



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

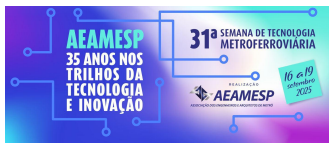
CATEGORIA 1

MODELAGEM DE ENGENHARIA DE CUSTOS PAULISTA PARA A
RECUPERAÇÃO DO SISTEMA FERROVIÁRIO FLUMINENSE

SOBRE OS AUTORES

Anderson Calesso Izidoro - Engenheiro Eletricista com MBA em Gestão e Engenharia de Custos. Chefe do Departamento de Custos de Obras Civis e Formação de Preços da CPTM, Responsável Técnico CREA pela coordenação de orçamentos e Head do SIEC – Sistema de Engenharia de Custos da Companhia. Especialista em elaboração de orçamentos estimativos e formação de preços de serviços e obras de engenharia, infraestrutura, operação e manutenção de sistemas metroferroviários, com atuação destacada em licitações públicas. Responsável pela implantação e consolidação do SIEC como referência nacional em custos ferroviários, incluindo sua publicação online. Idealizador do Boletim do SIEC e promotor de metodologias transparentes e inovadoras de precificação.

Bruna Camila Guerra Pinto - Administradora pós-graduada em Master Business Innovation – MBI em Tecnologias Ferroviárias. Executiva em Custos de Serviços na Gerência de Custos Referenciais da CPTM. Responsável técnica pela equipe de orçamentação de serviços terceirizados e especialista em definição e composição de



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

custos de postos de trabalho em contratações com predominância de mão de obra e análises de pleitos indenizatórios.

Dalmo Silveira - Economista, Master of Business Administration (MBA) em Gestão de Negócios e Master of Business Innovation (MBI) em Tecnologias Ferroviárias.

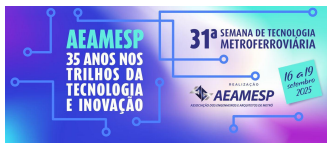
Pós-graduando em Engenharia Financeira. Executivo de Custos do Departamento de Custos de Obras Cíveis e Formação de Preços da CPTM. Coordenador do SIEC – Sistema de Engenharia de Custos. Especialista com experiência consolidada em estruturação de modelos e processos de precificação do setor metroferroviário, análise de viabilidade econômico-financeira, estruturas de custo e suporte à tomada de decisão em projetos de mobilidade e infraestrutura.

Guilherme Luís Alvares do Nascimento - Engenheiro Civil, Engenheiro de Segurança do Trabalho e Tecnólogo em Construção Civil – Movimento de Terra e Pavimentação.

Atualmente, Assessor Executivo no Departamento de Custos de Obras Cíveis e Formação de Preços da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM). Atuando desde 2013 na análise de custos de engenharia civil, com foco em construção e reforma de estações, infraestrutura, via permanente e outras áreas correlatas.

Henri Gustavo de Castro Saccucci - Engenheiro Eletricista, com especialização em Tecnologia Metroferroviária. Responsável pelo Departamento de Custos de Sistemas da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM, com atuação estratégica na gestão orçamentária de sistemas ferroviários de alta complexidade. Especialista em estruturação, avaliação e controle de custos relacionados à implantação, operação e manutenção de sistemas como material rodante, sinalização, telecomunicações, rede aérea e sistemas auxiliares em projetos ferroviários.

Rubens Oliveira Manoel - Engenheiro de produção pós-graduado em Master of Business Administration em Engenharia Metroferroviária. Executivo em custos de Sistemas da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos - CPTM. Especialista nas áreas de custos referenciais, manutenção de material rodante ferroviário e operação de transporte sobre trilhos.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Rafael Proença Pandolfi - Executivo com sólida trajetória na área de negócios, engenharia e mobilidade urbana, atualmente atuando como Gestor do Programa “CPTM Serviços”, com foco em transformação operacional e estratégica dos serviços ferroviários. Possui ampla formação acadêmica voltada à gestão, liderança e engenharia, com destaque para especializações nacionais e internacionais em instituições de excelência.



**31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

CATEGORIA 1

**MODELAGEM DE ENGENHARIA DE CUSTOS PAULISTA PARA A
RECUPERAÇÃO DO SISTEMA FERROVIÁRIO FLUMINENSE**

1 INTRODUÇÃO

Em novembro de 2024, a **Companhia Estadual de Engenharia de Transportes e Logística [CENTRAL¹]**, empresa pública vinculada à Secretaria de Transportes do Estado do Rio de Janeiro e responsável pela gestão da concessão do serviço de transporte público sobre trilhos,

¹ <https://www.rj.gov.br/central>



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

recorreu à **Companhia Paulista de Trens Metropolitanos [CPTM²]**, empresa pública vinculada à Secretaria de Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo, com o objetivo de obter apoio técnico para a elaboração de estimativas orçamentárias voltada à operação e à manutenção do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros fluminense.

A cooperação entre o Estado do Rio de Janeiro e São Paulo surgiu para assegurar a continuidade dos Serviços de Transporte Ferroviário de Passageiros na **Região Metropolitana do Rio de Janeiro [RMRJ]**, diante do fim do contrato de concessão com a SuperVia³.

O Governo do Rio de Janeiro instituiu um Grupo de Trabalho, composto por representantes de diferentes órgãos, com a missão de coordenar, viabilizar e implantar ações para a transição operacional entre a atual operadora e a futura responsável pela gestão da malha, com elevada urgência, frente ao risco de interrupção dos serviços.

Entre as ações necessárias, estava a elaboração de estudos de Engenharia de Custos com foco na estimativa orçamentária para a operação, manutenção ferroviária e investimentos voltados à estabilização do sistema. Para esse escopo, a CPTM foi selecionada por sua especialização técnica no segmento ferroviário de transporte de passageiros e comprovada expertise operacional. Os desafios apresentados pela CENTRAL exigiam elevado grau de complexidade técnica de Engenharia de Custos, contemplando dois produtos:

1. Referencial de Custos Operacionais (OPEX⁴) do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros da RMRJ para o horizonte de 5 anos;

² <https://www.cptm.sp.gov.br>

³ <https://www.supervia.com.br>

⁴ Operational Expenditure (OPEX)



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

2. Referencial de Custos de Investimento (CAPEX⁵) para estabilização da malha ferroviária e sistemas associados.

O projeto representou um marco de cooperação entre os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro e ratificou o compromisso da CPTM com o desenvolvimento da mobilidade urbana nacional, especialmente do setor ferroviário, reforçando sua missão, visão e valores. Assim, ciente da responsabilidade, da exigência técnica a ser correspondida e da relevância e urgência do tema para o Estado do Rio de Janeiro, a CPTM assumiu o projeto e se colocou como a parceira estratégica que forneceria a estimativa orçamentária por meio de sua área de Engenharia de Custos e do know-how em transporte ferroviário de passageiros.

O êxito deste projeto em parceria com o Rio de Janeiro reforça o papel do Estado como articulador de soluções técnicas, transformando a Engenharia de Custos em uma ferramenta de planejamento público por meio de um modelo replicável de estimativa confiável de OPEX e CAPEX do setor ferroviário, conforme será detalhado nos próximos capítulos deste artigo.

Nota Técnica

Este trabalho tem foco exclusivo na apresentação da metodologia desenvolvida e de seus fundamentos técnicos, não incluindo valores orçamentários específicos em função da natureza institucional do projeto e da confidencialidade das informações envolvidas. A ausência de valores absolutos, contudo, não compromete a integridade da análise nem sua utilidade prática, pois o que se pretende expor são os elementos estruturantes do modelo de custo, os critérios de alocação de recursos e os parâmetros técnicos adotados, os quais são aplicáveis

⁵ Capital Expenditure (CAPEX)



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

diretamente a outros cenários e projetos. Dessa forma, o objetivo deste artigo é demonstrar a metodologia, os mecanismos analíticos, a aderência técnica, a escalabilidade e replicabilidade da solução desenvolvida.

2 DIAGNÓSTICO

O Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros da RMRJ é responsável pelo deslocamento diário de centenas de milhares de cidadãos que representam uma parcela relevante da força de trabalho, com grande impacto para o desenvolvimento econômico e social. Atualmente, conta com 270 quilômetros em uma rede com 5 ramais e 3 extensões, compreendendo 104 estações e conectando 12 cidades, conforme o mapa a seguir:



Figura 1 - Mapa do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro⁶. Fonte: Supervia.

Desde 1º de novembro de 1998, a operação do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros da RMRJ está concedida para a empresa **SuperVia Concessionária de Transporte Ferroviário S.A.**, hoje controlada de forma acionária pela GUMI - Guarana Urban Mobility

⁶ https://www.supervia.com.br/documents/231/Mapa_de_Linhas-02_janeiro_2025.pdf



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Incorporated. Em junho de 2021, a SuperVia, enfrentando uma crise financeira, ajuizou um pedido de Recuperação Judicial⁷ junto ao Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro.

Dados da **Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos do Estado do Rio de Janeiro [AGETRANS]** registram que, entre 2013 e o início de 2020, o volume de passageiros transportados mensalmente oscilou entre 10 e 16 milhões. A partir de março de 2020, com o início da Pandemia de COVID-19⁸, observou-se uma acentuada queda no número de passageiros transportados, em especial nos meses de abril a junho de 2020. Nos períodos subsequentes, a demanda apresentou leve recuperação, porém, estabilizou-se em um nível inferior em comparação ao registrado no período histórico anterior à pandemia. Até janeiro de 2025 a quantidade de passageiros permaneceu na faixa de 6 a 8 milhões por mês, conforme demonstrado no gráfico a seguir:

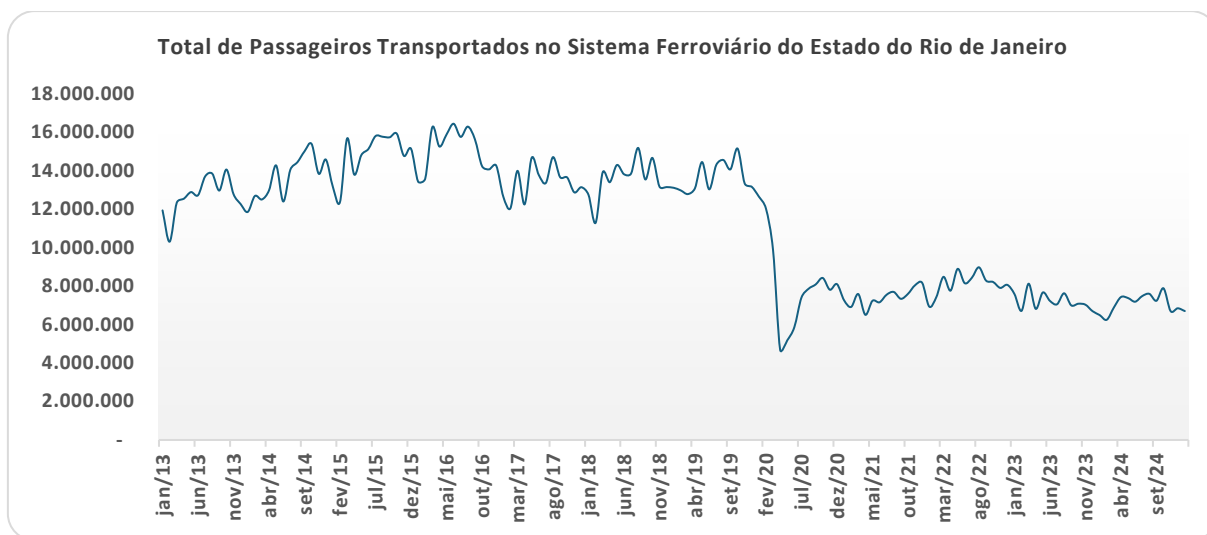


Figura 2 - Gráfico de passageiros transportados. Fonte: AGETRANS⁹

⁷ <https://www.supervia.com.br/a-empresa/relacoes-com-investidores/recuperacao-judicial/>

⁸ <https://news.un.org/pt/story/2020/03/1706881>

⁹ <https://www.agetransp.rj.gov.br/concessionarias/supervia/concessionaria-em-numeros>



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Dados da própria SuperVia¹⁰, sobre números da demanda média mensal de passageiros transportados entre janeiro de 2023 e junho de 2025, corroboram os números da AGETRANS e evidenciam a estabilização da demanda após o fim da Pandemia Covid 19, em maio de 2023¹¹, em um patamar **abaixo dos níveis históricos verificados no período pré-pandêmico**, conforme demonstrado no gráfico a seguir:

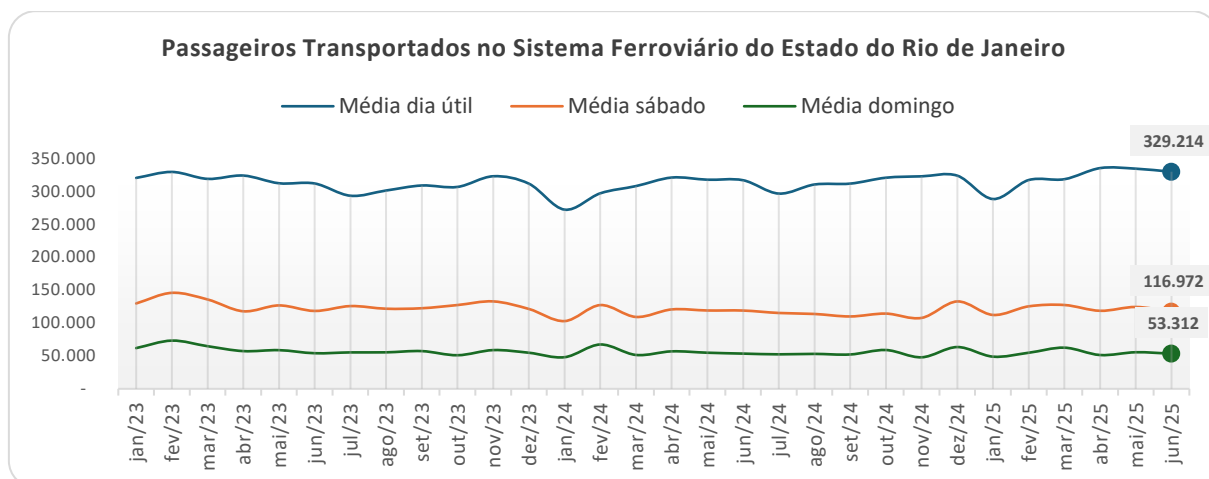


Figura 3 - Gráfico de passageiros transportados. Fonte: SuperVia.

Neste contexto, a Concessionária SuperVia — já em processo de Recuperação Judicial — comunicou oficialmente ao Estado do Rio de Janeiro, em 26 de abril de 2023, seu interesse em não dar continuidade à operação da malha ferroviária fluminense, apesar da vigência contratual prevista até 2043.

Diante deste cenário, caberia ao Estado do Rio de Janeiro estruturar, com celeridade, a mobilização de um conjunto de recursos e ações, financeiros e técnicos, para transição da gestão e operação do sistema ferroviário, que passaria da SuperVia para um novo operador.

¹⁰ <https://www.supervia.com.br/transparencia/dados-operacionais/>

¹¹ <https://www.paho.org/pt/noticias/5-5-2023>



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Embora a decisão da SuperVia de encerrar a concessão já estivesse formalizada, sua saída não ocorreria de forma imediata, pois, havia a necessidade de se garantir a continuidade do serviço de transporte até que o Estado do Rio de Janeiro estruturasse uma nova solução contratual, técnica e operacional. Assim, o Estado fluminense implementou um processo amplo e planejado de transição, no qual a SuperVia permaneceria à frente das operações, enquanto o poder concedente construiria os mecanismos legais e administrativos para substituição da concessionária.

Essa conjuntura exigiu uma atuação emergencial, em especial com relação ao fato de que o sucesso da transição para um novo operador precisaria, obrigatoriamente, envolver uma ampla estimativa de custos detalhada, precisa, confiável e auditável, conforme requisitos da legislação vigente, e que passaria por auditoria de órgãos de Controle, como o Tribunal de Contas [TCE/RJ]. Sem essa base técnica, não seria possível assegurar transparência, controle orçamentário e previsibilidade contratual para a continuidade da prestação do serviço público essencial à mobilidade metropolitana.

Em termos práticos, isso significava que o Estado do Rio de Janeiro precisaria dispor de uma metodologia de precificação precisa e detalhada para referenciar o processo de licitação do novo contrato de operação e manutenção (OPEX) para a operação ferroviária metropolitana no horizonte de cinco anos, além de parâmetros estruturais para investimentos pontuais de estabilização deste sistema (CAPEX). Tratava-se de uma tarefa complexa, envolvendo múltiplos cenários projetados de demanda, diferentes regimes tributários e a inexistência de uma base técnica local estruturada e disponível para subsidiar esse trabalho.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Em 18 de outubro de 2024, por meio do Decreto 49.333/2024, O Governo do Estado do Rio de Janeiro instituiu um Grupo de Trabalho, composto por representantes da Secretaria de Estado da Casa Civil [SECC], da Secretaria de Estado de Transporte e Mobilidade Urbana [SETRAM] e da CENTRAL, com a atribuição de estudar e oferecer soluções relativas à transição, investimento e assunção, por meio de Permissão ou Concessão, dos Serviços Públicos de Transporte Ferroviário de Passageiros, evitando a **descontinuidade da prestação do serviço**.

Foi neste contexto que, em novembro de 2024, representantes da CENTRAL recorreram à CPTM em busca de apoio técnico-institucional ao Estado do Rio de Janeiro, com foco na estruturação das soluções necessárias à continuidade da prestação dos Serviços Públicos de Transporte Ferroviário de Passageiros. A escolha pela CPTM teve como fundamento sua experiência operacional, consolidada em mais de três décadas à frente da gestão de um dos maiores sistemas ferroviários metropolitanos do país, com características urbanas e de complexidades operacionais semelhantes às da malha fluminense.

Adicionalmente, o comprovado domínio de Engenharia de Custos da empresa estatal paulista foi fundamental para a parceria que se pretendia formalizar, sendo reconhecido, internamente, pela atuação histórica e de excelência em valorações de manutenções e projetos de investimento ferroviários e, nacionalmente, por meio da **Publicação do Sistema de Engenharia de Custo [SIEC¹²]**, uma base de preços e composições de serviços com predominância do segmento ferroviário.

¹² <https://www.cptm.sp.gov.br/licitacoes/Pages/Sistema-de-Engenharia-de-Custos-SIEC.aspx>



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A análise e compreensão do problema a ser resolvido, bem como a definição da solução técnica a ser proposta pela CPTM, teve início com o entendimento do contexto operacional, institucional e contratual apresentado pelo Rio de Janeiro. A partir da análise dos documentos fornecidos, dos dados disponíveis e das condicionantes impostas pelo cenário fluminense, delineou-se com clareza a complexidade da tarefa a ser executada.

Com foco no resultado e na efetiva superação do desafio, a CPTM se dedicou ao mapeamento dos elementos essenciais à construção de um modelo referencial de custos que fosse tecnicamente consistente e aderente o mercado, além de compatível com a legislação vigente. A complexidade e urgência da entrega demandaria o desenvolvimento de uma metodologia inovadora no nível nacional, **sem precedentes em termos de prazo, escopo, complexidade e aplicabilidade**. Entre os desafios a serem superados pela CPTM para garantir o sucesso do projeto, destacaram-se:

- **Disponibilidade parcial de informações técnicas operacionais:** os dados disponibilizados pelo Rio de Janeiro, embora relevantes, continham limitações quanto à sistematização, grau de atualização e abrangência, exigindo complementação técnica por meio da troca de informações e colaboração constante entre as equipes;
- **Inviabilidade de inspeção técnica em campo:** dado o prazo exíguo, restrições logísticas e impossibilidade de, no intervalo necessário, elaborar um plano operacional para mobilização, deslocamento e credenciamento de equipe técnica, tornou-se inviável realizar um mapeamento integrado e consolidado dos ativos e das condições operacionais da ferrovia fluminense in loco. Para mitigar essa limitação, sem



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

comprometer a qualidade técnica da entrega, foi adotada uma abordagem integrada, combinando análise documental, dados disponíveis e avaliação técnica remota, com uso de ferramentas digitais de mapeamento e inspeção virtual, parametrizada com adoção de técnicas de inferência e modelagem comparativa por similaridade de sistemas, assumindo como referencial técnico a própria malha paulista;

Após diagnosticado o problema, consolidou-se o entendimento pela CENTRAL de que a solução abrangeria a entrega, pela CPTM, de 2 produtos distintos ao Rio de Janeiro:

1. **OPEX:** Elaboração de orçamento estimado referente aos custos de operação e manutenção do sistema ferroviário do Rio de Janeiro;
2. **CAPEX:** elaboração de orçamento detalhado dos serviços necessários para a estabilização do sistema ferroviário.

Nos próximos capítulos deste artigo serão apresentados em detalhes a metodologia e a construção das respostas técnicas elaboradas pela CPTM e que se traduziram em entregas objetivas e plenamente em conformidade com a expectativa do Estado do Rio de Janeiro.

3 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA

Em função dos desafios mencionados, o trabalho foi fundamentado na similaridade de sistemas, através de compatibilização e aplicação de metodologia paramétrica, com base nas características técnicas e operacionais da CPTM, ajustadas para uma aproximação do contexto geral, mercadológico e geográfico do sistema ferroviário do Rio de Janeiro.

O trabalho foi estruturado em dois principais produtos:



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- **Produto 1:** Elaboração de orçamento estimado referente aos custos de operação e manutenção (OPEX) do sistema ferroviário do Rio de Janeiro, tendo como referência as características da malha paulista operada pela CPTM, considerando seis diferentes cenários de demanda, nas condições com e sem desoneração da folha de pagamento:
 - o Cenário 1: desonerado – 310 mil passageiros MDU;
 - o Cenário 2: desonerado – 380 mil passageiros MDU;
 - o Cenário 3: desonerado – 500 mil passageiros MDU;
 - o Cenário 4: não desonerado – 310 mil passageiros MDU;
 - o Cenário 5: não desonerado – 380 mil passageiros MDU;
 - o Cenário 6: não desonerado – 500 mil passageiros MDU.
- **Produto 2:** Elaboração de orçamento detalhado dos serviços necessários para a estabilização do sistema ferroviário (CAPEX).

3.1 Desenvolvimento do Produto 1 - OPEX:

O desenvolvimento do Produto 1 compreendeu **10 etapas**, iniciando pela modelagem da Matriz Técnica de Disciplinas. Em seguida foram realizados o levantamento detalhado da estrutura e dos custos da CPTM, o mapeamento das principais características técnicas e operacionais dos sistemas ferroviários de São Paulo e do Rio de Janeiro, e a formulação e aplicação dos Fatores de Aproximação. Os custos foram personalizados para o contexto do Estado do Rio de Janeiro, calculados para os seis cenários de demanda.

Cada uma das etapas estruturantes do projeto será detalhada nos próximos capítulos.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

3.2 Etapa 1: Estruturação de Matriz Técnica de Disciplinas

A Estruturação de uma Matriz Técnica de Disciplinas foi concebida através da definição das áreas funcionais consideradas essenciais para a valoração das atividades de operação e manutenção da ferrovia. Essa matriz orientou a modelagem de custos, possibilitando o agrupamento das atividades de acordo com suas naturezas técnicas e operacionais:

ITEM	DESCRIÇÃO
1.1	Operação de Estação
2.1	Operação de Centro de Controle Operacional - CCO
3.1	Operação de Trens
4.1	Operação de Subestação
5.1	Manutenção de Material Rodante - TUE
5.2	Manutenção de Locomotivas e vagões
5.3	Manutenção de Veículos Ferroviários e Auxiliares
5.4	Manutenção de Máquinas especiais e correção geométrica
6.1	Manutenção de Via Permanente
7.1	Manutenção Preventiva e Corretiva - Rede Aérea
7.2	Manutenção Preventiva e Corretiva - Subestação de Tração
8.1	Manutenção Preventiva do sistema de Sinalização Ferroviária
9.1	Manutenção Preventiva dos sistemas de Telecomunicações
10.1	Manutenção Predial - Instalações Cíveis
10.2	Manutenção Preventiva e Corretiva - Instalações Elétricas
11.1	Manutenção Preventiva e Corretiva Sistemas de Climatização
11.2	Manutenção Preventiva e Corretiva - Geradores
11.3	Manutenção Preventiva e Corretiva - Escadas Rolantes
11.4	Manutenção Preventiva e Corretiva - Elevadores
12.1	Manutenção Preventiva e Corretiva - Centro de Controle Operacional - CCO
13.1	Manutenção de máquinas, equipamentos, componentes ferroviários e industriais
14.1	Restabelecimento de sistemas - Atendimento Emergencial
15.1	Segurança Operacional e Patrimonial
16.1	Limpeza de Trens
16.2	Limpeza de Estações
16.3	Limpeza de áreas Técnicas e Administrativas
17.1	Tecnologia de Informação
18.1	Logística de Materiais
19.1	Locação de Veículos
19.2	Portarias



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

20.1	Energia Elétrica
20.2	Energia Elétrica de Tração (alta tensão)
21.1	Água e Esgoto
22.3	Coleta de Resíduos
22.4	Controle de Pragas
22.5	Limpeza e desinfecção de reservatórios de água
23.1	Apoio Operacional
24.1	Administração

Tabela 1 - Matriz Técnica de Disciplinas. Fonte: elaboração dos autores.

3.2.1 Etapa 2: Detalhamento da estrutura de Operação e Manutenção da CPTM

Com a finalidade de compreender e quantificar a estrutura operacional da CPTM foram realizados levantamento e quantificação de todos os recursos utilizados, tais como mão de obra, materiais, contratos executados por terceiros e outras despesas relevantes da Companhia. O detalhamento da estrutura da malha paulista foi realizado da seguinte forma:

- A quantificação da mão de obra própria teve como base as atribuições de cada uma das áreas, a estrutura organizacional, a quantidade de postos de trabalho, cargos, funções e o quadro de funcionários da companhia. Ainda, foi realizada a adequação dos cargos internos à nomenclatura da Classificação Brasileira de Ocupações [CBO];
- A quantificação dos principais materiais utilizados pelas equipes do quadro próprio nas atividades de operação e manutenção, foi obtida através de dados de contratos formalmente estabelecidos considerando as quantidades efetivamente adquiridas em períodos específicos;



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- A quantificação das Outras Despesas relevantes da CPTM, tais como combustíveis, água, esgoto, energia elétrica e instalações físicas foi realizada através do levantamento de consumo de cada área.
- As principais atividades realizadas por prestadores terceirizados foram verificadas em contratos com serviços efetivamente executados em períodos específicos.

3.2.2 Etapa 3: Compatibilização da estrutura organizacional da CPTM à Matriz

Técnica de Disciplinas

A partir do detalhamento da estrutura organizacional da CPTM, e dos respectivos Postos de Trabalho, foi realizada a compatibilização visando refleti-los na Matriz Técnica de Disciplinas, conforme demonstrado no exemplo a seguir:

Estrutura Organizacional / Postos de trabalho CPTM	Matriz Técnica de Disciplinas (RJ)
Equipe de prontidão de via permanente - Linhas 7,10,11,12,13.	Manutenção de Via Permanente
Manut prev AMVS/máquinas de chave - Linhas 7,10,11,12,13.	
Manutenção de infra e superestrutura - Linhas 7,10,11,12,13.	
Soldas e equipamentos - Linhas 7,10,11,12,13.	
Via permanente - Linhas 7,10,11,12,13.	
Operação mecanizada de infra e superestrutura VP	
Produção de trilhos longos soldados	
Logística e correção geométrica	
Equipe de suprimentos	
Correção geométrica - Linhas 7,10,11,12,13.	
Equipe de planejamento e programação	
Planejamento, programação e controle VP	

Tabela 2 - Exemplo de Compatibilização da disciplina de Via Permanente: Postos de Trabalho CPTM x Planilha RJ. Fonte: elaboração dos autores.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

3.2.3 Etapa 4: Mapeamento dos Recursos da CPTM

Foi realizado levantamento técnico-quantitativo da estrutura de recursos da CPTM, com o detalhamento da equipe própria, dos principais materiais, dos serviços terceirizados relevantes e de outras despesas associadas, para cada uma das áreas contempladas na Matriz Técnica de Disciplinas, conforme demonstrado neste exemplo de Via Permanente:

Manutenção de Via Permanente		
Descrição	unid.	quant. mensal
Mão de Obra Própria		
9911-05 Conservador de via permanente (trilhos)	un	58,00
9143-05 Mecânico de manutenção de veículos ferroviários,	un	15,00
2142-25 Engenheiro civil (ferrovias e metrovias)	un	6,00
3131-15 Encarregado de manutenção	un	10,00
7102-10 Mestre de linhas (ferrovias)	un	34,00
9911-10 Inspetor de via permanente (trilhos)	un	17,00
7821-20 Operador de máquina rodoferroviária	un	23,00
9109-10 Supervisor de manutenção de vias férreas	un	19,00
3121-05 Técnico de obras civis	un	41,00
Principais materiais		
Trilho ferroviário, perfil TR-57, aço de resistência intermediária (ih)	T	16,88
Placa de apoio TR 57, anti vândalo em ferro fundido nodular, c/ 4 furos, para fixação elástica	un	1.516,12
Dormente monobloco de concreto protendido, aplicação TR 57, bitola larga, localização via corrida c/ fixação elástica	un	465,62
Trefão, cabeça piramidal retangular, apoio inclinado, diam corpo 21 mm, comp 149 mm	un	9.758,33
Trefão, cabeça piramidal retangular, apoio inclinado, diam corpo 22 mm, comp 160 mm	un	4.657,78
Dormente comum, madeira tratada, comp 3 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	28,93
Dormente monobloco de concreto protendido, aplicação trilho TR 68, bitola larga, localização via corrida c/ fixação elástica	un	40,00
Dormente comum, madeira tratada, 3,20 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	22,17
Dormente comum, madeira, comp 4,20 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	14,40
Dormente comum, madeira, comp 4,40 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	13,43
Dormente comum, madeira tratada, 3,40 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	17,55
Dormente comum, madeira, comp 4,00 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	12,50



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Dormente comum, madeira, comp 3,60 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	14,23
Dormente comum, madeira, comp 3,80 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	13,98
Dormente comum, madeira, comp 4,60 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	5,93
Dormente comum, madeira, comp 4,80 m, larg 0,24 m, alt 0,17 m	un	5,23
Dormente especial para AMV, madeira tratada, 1º classe, puro cerne, comprimento 5,00m, largura 0,24m, altura 0,17m	un	2,67
Dormente especial para AMV, madeira tratada, 1º classe, puro cerne, comprimento 5,20m, largura 0,24m, altura 0,17m	un	1,67
Tirefão, cabeça piramidal quadrada, apoio inclinado, diam corpo 22 mm, comp 160 mm	un	90,28
Dormente, p/ AMV, madeira tratada, 5,40m, larg 0,24m, alt 0,17m	un	1,18
Outras despesas		
Gasolina comum, tipo c, portaria NR 309 da ANP	litro	140,92
Óleo diesel, S10, automotivo, teor enxofre max 10mg/kg, ANP	litro	523,08
Principais serviços terceirizados		
Execução De Serviços De Manutenção De Via Permanente	unid.	1,00

Tabela 3: Mapeamento dos recursos CPTM. Fonte: elaboração dos autores.

3.2.4 Etapa 6: Levantamento das características técnicas e operacionais ferroviárias de São Paulo e do Rio de Janeiro

Realizou-se um levantamento detalhado das principais características dos sistemas ferroviários de São Paulo e do Rio de Janeiro. Os dados técnicos relacionados às características do Sistema Ferroviário do Rio de Janeiro foram extraídos do documento *“Características do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros da Região Metropolitana do Rio de Janeiro”*, elaborado pela CENTRAL e disponibilizado à CPTM. Complementarmente, foram consultadas outras fontes oficiais institucionais disponíveis na internet, entre elas: Supervia, Secretaria de Transportes do Rio de Janeiro¹³, AGETRANSF, além de Notícias e publicações técnicas especializadas e de outras abordagens de inspeção virtual e reconhecimento remoto.

¹³ <https://www.transportes.rj.gov.br>



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

As áreas e características levantadas e analisadas foram categorizadas conforme demonstrado na tabela a seguir:

Áreas Edificadas	Área total das estações
	Área Total de Edificações (Exceto Estações e CCO)
	Área total do Centro de Controle Operacional - CCO
Estrutura Física Ferroviária	Estações / km
	Quantidade de Adutoras
	Quantidade de Galerias
	Quantidade de Obras de Arte
	Quantidade de Passagens de Nível
	Quantidade de Passarelas
	Quantidade de Pontes / Pontilhões
	Quantidade de Túneis
	Quantidade de Viadutos ferroviários
	Quantidades de Estações Operacionais
Equipamentos Fixos de Suporte Operacional	Quantidade de Aparelhos de ar-condicionado
	Quantidade de Bloqueios Eletrônicos / Validadores
	Quantidade de Elevadores
	Quantidade de Escadas Rolantes
	Quantidade de Grupos Geradores
Logística de Materiais	Demanda de materiais
	Quantidade de Almoxarifados
Dados Operacionais e Atendimento de Demanda	Número de linhas
	Viagens programadas / Número serviços prestados
	Passageiros Transportados (MDU)
	Produção Quilométrica em Carro . Km
	Quilometragem média mensal percorrida por locomotiva
	Quilometragem mensal percorrida em linha sinalizada
	Quilometragem mensal percorrida em todas as linhas



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Estrutura de Via Permanente	Extensão da malha ferroviária
	Extensão em Bitola Larga (1.600 mm)
	Extensão em Bitola Métrica (1.000 mm)
	Extensão total de Via Permanente
	Quantidade e tipo de AMV
	Quantidade de dormentes em bitola larga
	Quantidade de dormentes em bitola métrica
	Quantidade de e tipo de Trilhos (kg)
	Taxa de dormentação padrão
Sistema de Sinalização	Extensão da rede de Fibra Óptica
	Extensão de linha CTC sinalização
	Extensão total de vias sinalizadas
	Quantidade de Circuitos de via
	Quantidade de Locações / Houses
	Quantidade de Sinaleiros
Sistema de Energia de Tração	Extensão de via energizadas autocompensada
	Extensão de vias energizadas convencional
	Extensão linha Transmissão 34,5kV / 44kV
	Quantidade de Cabines Seccionadoras
	Quantidade de Subestações - Primárias (Convencionais)
	Quantidade de Subestações - Secundárias (Convencionais)
Frota e Veículos Ferroviários	Frota de trens para atendimento da grade em horário de Pico
	Frota total de carros operacionais (TUE)
	Quantidade de Locomotivas
	Quantidade de Máquinas especiais - Correção Geométrica
	Quantidade de Vagões diversos
	Quantidade de Veículos Ferroviários - Modelos diversos

Tabela 4 - áreas e características. Fonte: elaboração dos autores.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

3.2.5 Etapa 7: Desenvolvimento e aplicação dos Fatores de Aproximação

Consistiu na formulação e aplicação dos Fatores de Aproximação, com base em metodologia técnica concebida no âmbito deste estudo, estruturada de forma a permitir sua aplicação em contextos similares, considerando as características, padrões técnicos e operacionais consolidados da CPTM, devidamente compatibilizados à realidade técnica e operacional do Sistema Ferroviário do Rio de Janeiro.

Foram formulados Fatores de Aproximação para cada um dos itens da Matriz Técnica de Disciplinas analisadas, com base em parâmetros representativos, selecionados conforme sua relevância e aderência às características dos sistemas da CPTM e do Rio de Janeiro. A cada parâmetro foi atribuído um peso relativo, definido a partir da experiência técnico-operacional da CPTM e nas diferenças entre os dois sistemas. O Fator de Aproximação de cada item da Matriz Técnica de Disciplinas foi obtido por meio de uma média ponderada, na qual cada parâmetro contribuiu proporcionalmente ao peso que lhe foi atribuído, refletindo, assim, sua influência relativa na composição geral do fator:

- ***Fator de Aproximação = $\sum$ (Características RJ/ Características SP * Peso %)***

Manutenção Preventiva do sistema de Sinalização Ferroviária	un	Peso %	Característica SP	Característica RJ	
Quilometragem mensal percorrida em linha Sinalizada	kmxmês	20%	1.849.838,57	531.310,76	0,29
Extensão total de vias Sinalizadas	km	20%	430,00	365,70	0,85
Quantidade de Passagens de Nível	un	5%	12,00	12,00	1,00
Quantidade de Circuito de Via	un	30%	1.070,00	410,00	0,38



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Quantidade de Sinais	un	20%	835,00	1.089,00	1,30
Quantidade de Locações / Houses	un	5%	577,00	359,00	0,62
Fator de Aproximação					0,68

Tabela 5 - Fator de aproximação de Sinalização. Fonte: elaboração dos autores.

3.2.6 Etapa 8: Personalização dos custos para o Estado do Rio de Janeiro

Nessa etapa, foi realizada a personalização dos custos conforme as condições técnicas, operacionais econômicas e geográficas do Estado do Rio de Janeiro, contemplando despesas com equipe própria, principais materiais, serviços terceirizados relevantes e outras despesas.

- **Custos de mão de obra própria - RJ:** Para a definição dos custos dos insumos de mão de obra própria, priorizaram-se os dados obtidos por pesquisas salariais realizadas diretamente na RMRJ. Essa abordagem buscou refletir com maior fidelidade a realidade do mercado ferroviário local;
- **Custos dos demais insumos – RJ:** Adotou-se a base de dados do SIEC, dados oficiais extraídos de contratos vigentes da CPTM e outras fontes oficiais, dentre as quais:
 - o SINAPI (Base Rio de Janeiro) - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, da Caixa Econômica Federal – CEF;
 - o SICRO (Base Rio de Janeiro) - Sistema de Custos Referenciais de Obras, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT;
 - o FIPE (Base São Paulo) - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas;
 - o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
 - o CADTERC – Cadastro de Serviços Terceirizados.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- **Custos de Energia Elétrica de Tração (Alta Tensão) – RJ:** Foram considerados os custos de compra e distribuição de energia elétrica. Face à estabilidade da grade de circulação de trens entre os anos de 2024 e 2025, adotaram-se os consumos médios de energia no ano 2024 nas unidades consumidoras da ferrovia do Rio de Janeiro. Os valores foram calculados com base nas tarifas e na tributação estadual vigentes;
- **Custos de Energia Elétrica de Baixa e Média Tensão – RJ:** cálculo de consumo ajustado às condições do Estado do Rio de Janeiro, com base na quantidade de estações, área de estações pátios e oficinas, quantidade de passageiros transportados e colaboradores em atividade. Sobre a demanda estimada, aplicaram-se as tarifas vigentes das concessionárias locais;
- **Custos de Água e Esgoto – RJ:** cálculo de consumo ajustado às condições do Estado do Rio de Janeiro com base na quantidade de estações, área de estações pátios e oficinas, quantidade de passageiros transportados e colaboradores em atividade. Sobre o volume de água e esgoto estimadas foram aplicadas as taxas vigentes das concessionárias locais.

3.2.7 Etapa 9: Cálculo de Encargos sobre mão de obra para o Rio de Janeiro

Nesta etapa, foram realizados os cálculos dos Encargos Sociais RJ, acrescidos dos Encargos Complementares e considerando a Desoneração da folha de pagamento.

Os cálculos dos Encargos Sociais foram embasados em condições específicas e características da RMRJ, bem como na particularidade dos serviços a serem executados. Priorizaram-se os dados regionais e, na ausência destes, os nacionais, consultados em fontes oficiais.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Ainda, foi considerado o regime de transição da desoneração da folha de pagamento, em conformidade com a Lei 14.973/24:

2025	2026	2027	2028	2029
TRANSIÇÃO 1 80% CPRB 25% INSS	TRANSIÇÃO 2 60% CPRB 50% INSS	TRANSIÇÃO 3 40% CPRB 75% INSS	Sem desoneração	Sem desoneração

Tabela 6 - Regime de Transição conforme Lei 14.973/24. Fonte: elaboração dos autores.

Os Encargos Sociais calculados para atender aos requisitos da prestação do serviço de transporte ferroviário de passageiros na RMRJ, podem ser verificados na tabela a seguir:

Encargos sociais - Rio de Janeiro				Nota Técnica
Sem desoneração		horista	112,37%	
		mensalista	68,73%	
Com desoneração	ano 2025	horista	89,74%	transição de desoneração com 25% x 20% mensalista do INSS para o ano de 2025
		mensalista	50,71%	
	ano 2026	horista	97,29%	transição de desoneração com 50% x 20% mensalista do INSS para o ano de 2026
		mensalista	56,72%	
	ano 2027	horista	104,83%	transição de desoneração com 75% x 20% mensalista do INSS para o ano de 2027
		mensalista	62,72%	

Tabela 7 - Encargos Sociais. Fonte: elaboração dos autores.

Os Encargos Complementares consideram as despesas de responsabilidades do empregador, originados em leis trabalhistas ou em convenções coletivas. Além do que se estabelece em lei, foram consideradas como componentes dos Encargos Complementares, estritamente as despesas já vinculadas como obrigatórias no Acordo Coletivo de trabalho firmado entre a atual operadora do sistema ferroviário do Rio de Janeiro e o Sindicato dos Trabalhadores da



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

categoria ferroviária. Os encargos complementares considerados foram: Auxílio Creche, Auxílio Deficiente, Auxílio Funeral, Auxílio Refeição, Capacitação e Reciclagem, Cesta de Natal, EPI / Ferramentas, Exames médicos, Uniformes, Vale Alimentação e Vale transporte.

3.2.8 Etapa 10: Cálculo de BDI personalizado para o Rio de Janeiro

Consistiu nos cálculos personalizados dos **Benefícios e Despesas Indiretas – [BDI]** para aplicação sobre os custos do Rio de Janeiro, considerando as características do setor de transporte, bem como todos os requisitos legais.

Trata-se de um valor percentual que deve ser aplicado aos custos para se obter o preço final, contemplando as seguintes rubricas: Administração Central, Seguros, Garantias, Riscos, Despesas Financeiras, Remuneração da empresa, PIS, COFINS, ISSQN, ICMS, CPRB.

Foram calculados BDIs distintos, com premissas e aplicações únicas para adequar os custos do orçamento, em razão de sua complexidade, do amplo escopo das atividades, da desoneração da folha de pagamento e da regra de transição da CPRB entre os anos de 2025 e 2027. O resumo do conjunto de BDI calculado está apresentado na tabela a seguir:

base de aplicação do BDI
Pessoal próprio - atividades não terceirizadas
Materiais e Energia Elétrica
Contratos Terceirizados com materiais e mão-de-obra
Contratos Terceirizados com predominância de mão-de-obra
BDI Padrão M.O + MATERIAIS RJ
BDI FEI / MESP RJ
BDI M.O. operacional RJ

Tabela 8 - Taxas de BDI aplicadas. Fonte: elaboração dos autores.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

3.3 Desenvolvimento do Produto 2 - CAPEX

A estabilização do Sistema de Transporte da RMRJ Inclui investimentos essenciais à operação segura e eficiente, abrangendo manutenção, requalificação de equipamentos, renovação de infraestrutura e melhorias operacionais. Tanto os serviços necessários quanto as respectivas quantidades foram definidos pela Contratante.

A etapa inicial do projeto consistiu na identificação e compreensão dessas necessidades, por meio de estudo minucioso da solicitação, complementada por reuniões técnicas e esclarecimentos formais relacionados ao escopo demandado.

Em seguida foi realizada a identificação, compatibilização dos serviços e estruturação do orçamento ao Sistema de Engenharia de Custos – SIEC da CPTM, ferramenta oficial de orçamentação da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos, amparada pelas Leis nº 13.303/16 e nº 14.133/21, bem como pelo Regulamento de Licitações e Contratos da CPTM. O SIEC possui uma robusta base de dados com mais de 10.000 serviços e insumos, com composições de preços unitários (CPUs), que detalham materiais, mão de obra e equipamentos necessários para cada serviço, baseado em coeficientes de produtividade.

As Composições de Preços Unitários - CPU foram cadastradas no SIEC mediante análise de boletins de serviços e através das experiências adquiridas ao longo dos anos pelas áreas de engenharia e manutenção da CPTM, durante a execução, acompanhamento e supervisão das obras e serviços.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Para insumos locais (Rio de Janeiro foram utilizados os custos disponíveis no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil [SINAPI] (RJ) e no Sistema de Custos Referenciais de Obras [SICRO] (RJ), sempre que disponíveis.

Na ausência de preços para insumos nas fontes supramencionadas, a CPTM utilizou informações fornecidas pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas [FIPE]. Quando essas referências também não estavam disponíveis, a própria CPTM, após ampla pesquisa de mercado, definiu os preços dos insumos com base em uma metodologia estatística própria de formação de preços. A metodologia foi desenvolvida com base na literatura técnica consagrada e nas melhores práticas de Engenharia de Custos, com o objetivo de padronizar os cálculos de preços referenciais, garantir maior precisão e adotar uma abordagem conservadora, em conformidade com os princípios da administração pública. Nesse contexto, os custos relacionados aos insumos foram tratados por meio da aplicação de técnicas específicas de precificação e estatística, de acordo com suas características e naturezas operacionais, conforme informado nos capítulos seguintes.

3.3.1 Insumos importados

Considerou-se todas as especificidades e as variáveis relacionadas ao produto a ser importado, tais como, a variação cambial da moeda corrente do produto no país de origem, condição comercial (NCOTERMS) etc.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

3.3.2 Mão de Obra

Os custos unitários incluem o Salário do profissional, Encargos Sociais, Encargos Complementares e Adicionais de Periculosidade e/ou noturno, quando pertinentes.

3.3.3 Equipamentos Custo Hora

Os custos unitários dos equipamentos, máquinas e veículos envolvidos na execução dos serviços, cuja unidade é hora, contemplam Custos de Propriedade, Custos de Manutenção e Custos de Operação.

3.3.4 Benefícios e Despesas Indiretas - BDI

A taxa de BDI foi calculada em conformidade com o Acórdão nº 2622/13 do Plenário do Tribunal de Contas da União – TCU, e tem a finalidade de cobrir todas as despesas não relacionadas de forma detalhada na planilha de quantidades, mas que são indispensáveis na execução do objeto, contemplando: Administração Central, Seguros, Garantias, Riscos, Despesas Financeiras e Remuneração da Empresa, Impostos (PIS, COFINS, ISSQN). Desoneração da folha de pagamento não contemplada por se tratar de atividade não elegível.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta, de forma objetiva e estruturada, os resultados alcançados com a aplicação da metodologia desenvolvida pela Engenharia de Custos da CPTM, no contexto do trabalho técnico conduzido em apoio ao Estado do Rio de Janeiro. Trata-se de uma entrega que se integrou de maneira decisiva aos esforços de recuperação do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros da RMRJ.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A partir de uma estrutura metodológica inovadora para o setor metroferroviário, sustentada por premissas técnicas consistentes e ferramentas robustas de precificação, detalhadas nos capítulos anteriores, a CPTM viabilizou um modelo técnico-institucional pioneiro, concebido para responder a um cenário complexo e sem precedentes, carente de paradigmas ou referências consolidadas no setor ferroviário nacional. Os resultados obtidos foram apresentados em 2 produtos distintos:

- **Produto 1** – Referencial de Custos Operacionais (OPEX), voltado à operação e manutenção da malha ferroviária;
- **Produto 2** – Referencial de Investimentos (CAPEX), direcionado à estabilização da infraestrutura ferroviária e dos sistemas associados.

A metodologia buscou mitigar os riscos associados a incertezas técnicas e econômicas, amplamente reconhecidos pela literatura e estudos de casos como causas recorrentes de imprecisões em projetos de infraestrutura. Entre esses fatores, destacam-se erros de estimativa de custo, estrutura organizacional e de planejamento inadequadas e falhas no processo de decisão, conforme sistematizado por Cantarelli et al. (2010). Ao considerar esses aspectos desde a etapa inicial, a modelagem aplicada fortaleceu a confiabilidade e a consistência das entregas.

A construção desses dois produtos foi sustentada por um encadeamento metodológico sólido, estruturado em três etapas complementares e progressivas, que garantiram a robustez e a confiabilidade dos resultados obtidos:



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- (i) Análise e Parametrização dos Sistemas Ferroviários: análise ampla de dados do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro e do Estado de São Paulo, com o objetivo de identificar detalhadamente as características gerais de cada um;
- (ii) Compatibilização estrutural e Benchmarking técnico entre os sistemas ferroviários: comparação direta entre os dados dos sistemas ferroviários fluminense e paulista, visando a identificação e desenvolvimento de estruturas conectivas para comparação e compatibilização de atividades e parametrização operacional, administrativa e organizacional;
- (iii) Precificação integrada e conclusiva: especificação e definição de bases de custos gerais e regionalizadas para o Rio de Janeiro, cálculo dos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), encargos sobre mão de obra, efeitos da desoneração da folha, entre outros parâmetros específicos. Esta etapa compreendeu a orçamentação de todos os conjuntos estruturados nas fases anteriores, incorporando em diversos momentos o Sistema de Engenharia de Custos (SIEC) como ferramenta técnica de valoração, aliada a critérios estatísticos, parâmetros normativos, comerciais e técnicos específicos do setor ferroviário, assegurando resultados precisos, consistentes e confiáveis.

Ao término do processo, os resultados foram consolidados e entregues ao Estado do Rio de Janeiro por meio de relatórios técnicos conclusivos, com elevado nível de detalhamento e densidade informacional. Cada produto foi acompanhado de planilhas auditáveis e documentos anexados, permitindo ampla compreensão e plena rastreabilidade dos dados, além de garantir sua utilização como instrumento técnico para subsidiar decisões estratégicas



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

no campo da mobilidade urbana. A solução desenvolvida tornou-se base concreta para a sustentabilidade econômico-financeira do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros da RMRJ, priorização de investimentos, estruturação de novos modelos de concessão e elaboração de instrumentos licitatórios.

A robustez da metodologia e a qualidade das entregas podem ser aferidas sob três dimensões complementares: (i) reconhecimento institucional pela CENTRAL, materializado na emissão do Termo de Recebimento Definitivo à CPTM, que atesta a conformidade metodológica e a aderência dos resultados ao objetivo do estudo; (ii) consistência externa, evidenciada pela comparabilidade do indicador de desempenho custo por carro x km – métrica resultante da razão entre o custo total e a produção quilométrica – entre as malhas do Rio de Janeiro e São Paulo, com a devida consideração de suas particularidades, especificidades operacionais e estado de conservação; (iii) replicabilidade, assegurada por procedimentos documentados, critérios técnicos explícitos e parâmetros de entrada rastreáveis, que permitem a aplicação da abordagem em outros contextos.

4.1 Produtos Técnicos Entregues

Os produtos entregues foram organizados de forma a cobrir diferentes dimensões do sistema ferroviário da RMRJ, tanto sob o ponto de vista da sua infraestrutura quanto de sua manutenção e operação, com foco na recuperação e estabilização da malha ferroviária em curto, médio e longo prazos.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Dentro dos entregáveis principais, houve subdivisões estruturadas que permitiram maior aprofundamento técnico e clareza metodológica, em razão da complexidade do objeto analisado. Os capítulos a seguir vão detalhar e analisar os resultados.

4.1.1 Produto 1 - OPEX

O Produto 1, voltado ao referencial de custos operacionais (OPEX), foi composto pelo seguinte conjunto de subprodutos e documentos entregues ao Rio de Janeiro:

- **Relatório Técnico Conclusivo P1, contendo:**
 - o Detalhamento pormenorizado da metodologia desenvolvida e das premissas adotadas;
 - o Orçamento estimado referente aos custos de operação e manutenção (OPEX) do sistema ferroviário do Rio de Janeiro, tendo como referência as características da malha paulista operada pela CPTM, considerando seis diferentes cenários de demanda, apresentados por:
 - Valor total por carro x Km.
 - Valor total para 60 meses;
 - Valor total médio anual;
 - Valor total médio mensal;
 - o Descrição ampla de estruturas técnicas, atribuições de áreas e atividades ferroviárias contempladas no estudo;
 - o Segregação dos custos de operação e manutenção por tipologia de tração;
 - o Segregação das parcelas de BDI na composição dos valores finais;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- o Fórmula de reajuste paramétrica considerando a cesta de insumos da valoração.
- **Planilha Estruturada de Cálculo, contendo:**
 - o Apresentação dos resultados de forma objetiva e com segregação dos custos de operação e manutenção;
 - o Detalhamento total da mecânica de cálculo de todos os custos por disciplinas técnicas e cenários em conformidade com a metodologia desenvolvida para o trabalho;
 - o Estrutura auditável com fórmulas e vínculos de origem;
 - o Memória de cálculo consistente e rastreável.
- **Caderno Técnico de Anexos, contendo:**
 - o Características Técnicas dos Sistemas Ferroviários;
 - o Origens de dados;
 - o Planilhas Gerais de Quantidades e Preços;
 - o Planilhas de Origem de Serviços e Insumos;
 - o Memorial de Dimensionamento de Equipes e Serviços;
 - o Resumos Analíticos;
 - o Formulários de Formação de Preços;
 - o Composição de Serviços e Estruturas de Custo;
 - o Composição de Encargos Sociais e Complementares;
 - o Composição de BDIs;
 - o Planilhas de Materiais e Equipamentos;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- o Anotação de **Responsabilidade Técnica [ART]** da equipe responsável pelo desenvolvimento da metodologia e conclusão dos valores finais.

4.1.1 Produto 2 - CAPEX

O produto 2, voltado aos investimentos para estabilização do sistema ferroviário (CAPEX), foi composto pelo seguinte conjunto de subprodutos e documentos entregues ao Rio de Janeiro:

- **Relatório Técnico Conclusivo P2, contendo:**
 - o Detalhamento pormenorizado da metodologia desenvolvida e das premissas adotadas;
 - o Valores totais e orçamento detalhado dos serviços necessários para a estabilização do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros da RMRJ, contemplando as disciplinas:
 - Sinalização / Telecomunicação;
 - Via Permanente;
 - Rede Aérea;
 - Subestações Primárias e Secundárias.
 - o Fórmula de reajuste paramétrica considerando a cesta de insumos da valoração.
- **Planilha Estruturada de Cálculo, contendo:**
 - o Apresentação dos resultados de forma objetiva e planilhada;
 - o Detalhamento total da mecânica de cálculo de todos os custos em conformidade com a metodologia desenvolvida para o trabalho;
 - o Estrutura auditável com fórmulas e vínculos de origem;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- o Memória de cálculo consistente e rastreável.
- **Caderno Técnico de Anexos, contendo:**
 - o Planilha de Quantidades e Preços – SIEC;
 - o Curva ABC de Insumos – SIEC;
 - o Curva ABC de Serviços – SIEC;
 - o Composição de Preços Unitários – SIEC;
 - o Planilha de compatibilização de serviços;
 - o Anotação de **Responsabilidade Técnica [ART]** da equipe responsável pelo desenvolvimento da metodologia e conclusão dos valores finais.

4.2 Avaliação Qualitativa dos Resultados

A avaliação qualitativa dos resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia de Engenharia de Custos da CPTM permite evidenciar os impactos institucionais, operacionais e estratégicos do trabalho desenvolvido para a malha ferroviária urbana do Estado do Rio de Janeiro. Diferentemente de abordagens baseadas exclusivamente em resultados quantitativos, esta etapa concentra-se na análise dos efeitos sistêmicos gerados pelo projeto, considerando critérios como replicabilidade, confiabilidade, aplicabilidade nacional, celeridade decisória, integração com políticas públicas e potencialidade de atendimento de projetos públicos e privados do setor ferroviário.

A metodologia foi concebida para atender, simultaneamente, às particularidades do sistema ferroviário fluminense: (i) linhas eletrificadas; (ii) trechos operados com tração diesel; (iii) estrutura tributária específica; (iv) regionalização de custos de mão de obra, insumos e



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

serviços e (v) necessidade de estabilização da malha. Essa diversidade de contextos testou, de forma eficaz, a flexibilidade da abordagem de Engenharia de Custos, demonstrando sua capacidade de adaptação a realidades operacionais distintas sem perda de rigor técnico.

A celeridade também se destaca como um ganho qualitativo inegável. Apesar das restrições de prazo, a metodologia desenvolvida permitiu a produção de soluções consistentes em tempo hábil. A base paramétrica, aliada à modelagem por similaridade, estatística e aderência legal, viabilizou entregas tempestivas sem comprometer a consistência dos resultados. Esse fator é particularmente relevante, pois, a tomada de decisão, especialmente em contextos de alta complexidade, demanda subsídios que aliem agilidade, precisão e confiabilidade.

Além disso, os resultados deste trabalho servem de base para o planejamento e previsão de OPEX e CAPEX dentro do setor ferroviário. Essa característica evidencia o papel da metodologia como ferramenta de Estado, extrapolando o entendimento de avaliação pontual e assumindo um status de solução ampla e replicável com impacto nacional em diversos outros cenários.

5 CONCLUSÃO

A solução de Engenharia de Custos sustentada pela metodologia desenvolvida pela CPTM e apresentada ao longo deste artigo **solucionou com êxito o desafio crítico de estabelecer, de forma técnica e confiável, os custos referenciais de OPEX e CAPEX para o Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros da RMRJ**, permitindo, inclusive, a comparação estruturada do indicador custo por carro x km com seu equivalente da malha paulista. O reconhecimento institucional da entrega, formalizado por meio do Termo de Recebimento Definitivo do Estado do Rio de Janeiro, é evidência consistente da validação técnica formal dos produtos entregues.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Como resultado direto desse trabalho, o processo administrativo se encontra em pleno andamento, com a contratação do novo permissionário pelo Estado do Rio de Janeiro prevista para ocorrer em breve. Esse futuro operador terá a missão de elevar a qualidade dos serviços prestados, investir na recuperação e desenvolvimento da malha ferroviária e gerar benefícios concretos para a população usuária. Estima-se que até 500 mil passageiros¹⁴ sejam diretamente beneficiados com a reestruturação do sistema, refletindo um impacto significativo na mobilidade urbana e na qualidade de vida. Trata-se, portanto, de uma resposta efetiva a um problema real, construída por meio de uma solução pública, técnica e de interesse coletivo.

A modelagem adotada, tendo como referência a malha ferroviária paulista para estruturação do custo do sistema ferroviário fluminense, é uma estratégia inovadora e bem-sucedida e se deu por meio de um arranjo técnico-institucional que evidencia o notório saber em Engenharia de Custos e ferrovia acumulado pela CPTM ao longo de mais de 3 décadas. A atuação da equipe multidisciplinar mobilizada no projeto foi determinante para garantir a entrega de produtos técnicos robustos, juridicamente válidos, metodologicamente auditáveis e operacionalmente eficazes para a solução demandada pelo Estado do Rio de Janeiro.

Com os resultados entregues, o Estado do Rio de Janeiro passou a contar com estimativas confiáveis, mercadologicamente consistentes, auditáveis e juridicamente válidas, viabilizando a continuidade do serviço público ferroviário com previsibilidade contratual e sustentabilidade econômico-financeira. Ao cumprir integralmente a finalidade proposta na cooperação entre

¹⁴ Referência: Cenário 6: não desonerado – 500 mil passageiros MDU



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

os Estados, a solução oferecida pela CPTM estabeleceu um novo referencial metodológico para projetos ferroviários de mobilidade urbana em contextos de alta complexidade.

Nesse sentido, conclui-se que esta metodologia tem potencial de se incorporar de forma estruturada em estudos de viabilidade, editais de concessão, planos de mobilidade urbana, projetos de reestruturação ferroviária e iniciativas de planejamento setorial. O método da CPTM demonstrou ser capaz de mitigar riscos, atrair investidores, promover transparência e garantir sustentabilidade técnica operacional, tanto em OPEX quanto em CAPEX.

Por fim, a replicabilidade do método é um dos legados mais relevantes deste projeto de sucesso. A lógica adotada permite sua aplicação em outras realidades ferroviárias, metropolitanas ou regionais, de passageiros ou de carga. O uso de dados paramétricos e análise dedicada, adoção de normas técnicas consagradas, estruturação modular de etapas, precificação de excelência e gestão eficiente de equipe multidisciplinar assegura que os fundamentos do modelo possam ser adaptados sem perda de qualidade. Isso torna a Engenharia de Custos da CPTM uma referência estratégica para Estados que buscam implantar, recuperar ou reestruturar suas malhas ferroviárias com base em critérios técnicos, legais e operacionais.

É importante destacar o reconhecimento institucional conquistado. O trabalho foi objeto de ampla divulgação na mídia e recebeu elogio por parte do Estado do Rio de Janeiro, que reconheceu a qualidade do material com a emissão do Termo de Recebimento Definitivo e do Atestado de Capacidade Técnica. Esta validação contribui para consolidar a CPTM como



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

referência nacional em precificação de projetos ferroviários complexos, agregando valor ao setor como um todo.

Os ganhos qualitativos, todavia, transcendem a entrega dos produtos. A metodologia desenvolvida, os resultados obtidos e os efeitos institucionais desencadeados posicionam a Engenharia de Custos da CPTM como uma área de alta performance, orientada por princípios de sustentabilidade técnica, aplicabilidade ampla e impacto estruturante no sistema ferroviário brasileiro. As principais vantagens da metodologia desenvolvida pela CPTM são:

- Resultados aderentes à finalidade do projeto, capazes de resolver com eficácia o desafio de precificação de OPEX e CAPEX do sistema ferroviário;
- Confiabilidade técnica e institucional;
- Precisão nos parâmetros técnicos e de custos;
- Entrega dos produtos dentro de prazos exíguos;
- Flexibilidade para incorporar diferentes contextos;
- Aderência à legislação vigente e às melhores práticas de Engenharia de Custos.

Trata-se de uma contribuição inequívoca, um modelo replicável com potencial de transformar não apenas projetos futuros, mas também a forma como o poder público estrutura ações de tomada de decisão em áreas de relevância estratégica, como a mobilidade urbana.

É, portanto, uma solução de impacto nacional baseada em um modelo disruptivo e consistente de Engenharia de Custos aplicado à ferrovia e um exemplo concreto de como a cooperação, neste caso, entre São Paulo e Rio de Janeiro, pode gerar inovação, previsibilidade e



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

continuidade de serviços essenciais à população e à economia, **representando um marco e um legado técnico-institucional da CPTM para o setor ferroviário brasileiro.**

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGETRANS. SuperVia – Concessionária em números. Disponível em:

<https://www.agetransp.rj.gov.br/concessionarias/supervia/concessionaria-em-numeros>.

Acesso em: 23 jul. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016. Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ano 153, n. 126, p. 1, 1 jul. 2016.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Institui a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ano 158, n. 61, p. 1, 1 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 14.973, de 29 de maio de 2024. Estabelece regime de transição para o fim da desoneração da folha de pagamento. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 30 maio 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Acórdão nº 2622/2013 – Plenário. Relator: Ministro Raimundo Carreiro. Brasília: TCU, 6 nov. 2013.

CANTARELLI, C. C.; FLYVBJERG, B.; MOLIN, E. J.; VAN WEE, B. Cost Overruns in Large-scale Transportation Infrastructure Projects: Explanations and Their Theoretical



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Embeddedness. European Journal of Transport and Infrastructure Research, , Delft, v. 10, n. 1, p. 5-18, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.18757/ejtir.2010.10.1.2864>. Acesso em: 23 jul. 2025.

CARACTERÍSTICAS do Sistema Ferroviário de Transporte de Passageiros da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2024. Documento técnico interno.

CENTRAL. Companhia Estadual de Engenharia de Transportes e Logística. Disponível em: <https://www.rj.gov.br/central>. Acesso em: 23 jul. 2025.

CPTM. Companhia Paulista de Trens Metropolitanos. Disponível em: <https://www.cptm.sp.gov.br>. Acesso em: 23 jul. 2025.

CPTM. Sistema de Engenharia de Custos – SIEC. Disponível em: <https://www.cptm.sp.gov.br/licitacoes/Pages/Sistema-de-Engenharia-de-Custos-SIEC.aspx>. Acesso em: 23 jul. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Transportes. Disponível em: <https://www.transportes.rj.gov.br>. Acesso em: 23 jul. 2025.

NAÇÕES UNIDAS. ONU News – Coronavírus: OMS declara pandemia como emergência de saúde pública de importância internacional. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/03/1706881>. Acesso em: 23 jul. 2025.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. OMS declara fim da emergência de saúde pública de importância internacional referente à COVID-19. Disponível em:

<https://www.paho.org/pt/noticias/5-5-2023-oms-declara-fim-da-emergencia-saude-publica-importancia-internacional-referente>. Acesso em: 23 jul. 2025.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto nº 49.333, de 18 de outubro de 2024. Institui grupo de trabalho para tratar da transição e assunção dos Serviços Públicos de Transporte Ferroviário de Passageiros no Estado do Rio de Janeiro. *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*, Poder Executivo, Rio de Janeiro, 21 out. 2024. Seção I, p. 1.

SUPERVIA. Demanda média mensal de passageiros por estação. Disponível em:

<https://www.supervia.com.br/transparencia/dados-operacionais/demanda-media-mensal-de-passageiros-por-estacao/>. Acesso em: 23 jul. 2025.

SUPERVIA. Mapa de Linhas – SuperVia. Disponível em:

https://www.supervia.com.br/documents/231/Mapa_de_Linhas-02_janeiro_2025.pdf.

Acesso em: 23 jul. 2025.

SUPERVIA. Recuperação Judicial – Relações com Investidores. Disponível em:

<https://www.supervia.com.br/a-empresa/relacoes-com-investidores/recuperacao-judicial/>.

Acesso em: 23 jul. 2025.

SUPERVIA. SuperVia – Site institucional. Disponível em: <https://www.supervia.com.br>.

Acesso em: 23 jul. 2025.