



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



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

CATEGORIA 1

**REDE FERROVIÁRIA PROPOSTA DO PEF-SP: MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO PARA
O SISTEMA ESTADUAL**

INTRODUÇÃO

A definição de uma rede ferroviária estadual exige mais do que a reunião de projetos em uma lista. É necessário estabelecer critérios transparentes, distinguir funções, reconhecer diferentes níveis de maturidade e ordenar alternativas que envolvem transporte de passageiros e cargas, serviços urbanos e regionais, ligações intercidades, expansões metropolitanas, projetos turísticos e ramais logísticos.

No contexto do Plano Estratégico Ferroviário do Estado de São Paulo (PEF-SP), esse desafio foi enfrentado a partir de uma carteira preliminar de 91 iniciativas. O conjunto foi submetido a uma depuração técnica, que compreendeu a exclusão de projetos já ativos ou em implantação, a consolidação de duplicidades e sobreposições e a retirada de alternativas



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

sem informações mínimas para comparação. O procedimento resultou em uma carteira analítica de 72 projetos, organizada em seis grupos de avaliação funcionalmente comparáveis.

A análise multicritério oferece um quadro adequado para esse tipo de problema, pois permite combinar variáveis quantitativas, fatores qualitativos e objetivos potencialmente conflitantes em um processo explícito de decisão. Neste trabalho, adotou-se uma arquitetura híbrida que combina o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), empregado na ponderação dos critérios de cada grupo, com um modelo de pontuação multicritério ponderada (*scorecard*), aplicado às alternativas mediante notas de 1 a 5 por critério. Foram considerados insumos em ordens de grandeza, como extensão, CAPEX paramétrico e estimativas de demanda ou mercado, além de fatores relacionados à integração, maturidade, desenvolvimento territorial, governança e condicionantes socioambientais.

No setor de transportes, o AHP figura entre os métodos mais utilizados para ponderação de critérios, avaliação de alternativas e priorização de investimentos (BELTON; STEWART, 2002; YANNIS *et al.*, 2020; KRISWARDHANA *et al.*, 2025). Em aplicações brasileiras, o método também tem sido empregado para explicitar preferências sobre investimentos em infraestrutura e seleção de projetos de mobilidade (QUADROS; NASSI, 2015; SILVA; SANTOS; SETTI, 2022).

No PEF-SP, a necessidade de uma priorização estruturada decorre da própria lógica da Rede Ferroviária Proposta, que prevê a organização da carteira por eixos de atuação, a integração entre serviços e a aplicação de critérios multicritério. O trabalho desenvolve-se em



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

articulação com o Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo (PLI-SP 2050), cujos produtos fornecem diagnóstico, matrizes de transporte, modelos, projeções de demanda, caracterização da oferta futura e referências de governança (SÃO PAULO, 2025a–g; SÃO PAULO, 2026a–e).

A contribuição original do trabalho não reside no uso isolado do AHP, mas na arquitetura do processo decisório: depurar a carteira, separar universos comparáveis, ponderar critérios por grupo funcional e aplicar os pesos a um modelo de pontuação capaz de ordenar um número elevado de alternativas. Dessa forma, a pergunta deixa de ser apenas “qual projeto é melhor?” e passa a ser “quais projetos cumprem melhor a função esperada em cada componente da rede estadual?”.

O objetivo deste artigo é apresentar e validar essa metodologia de priorização, demonstrando sua capacidade de transformar uma carteira heterogênea em uma rede priorizada por função e por eixo. Busca-se: (i) justificar a depuração da carteira preliminar; (ii) explicitar a segmentação em grupos comparáveis; (iii) demonstrar a ponderação dos critérios; (iv) apresentar a lógica de pontuação e hierarquização; e (v) discutir os resultados consolidados por grupo de avaliação.

O escopo adotado é de validação metodológica. Os resultados não substituem estudos de viabilidade, projetos funcionais ou modelagens operacionais detalhadas, devendo ser entendidos como referência de planejamento passível de refinamento. Ainda assim, a



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

abordagem oferece base objetiva e auditável para discutir faseamento, aprofundamento de estudos e hierarquização da carteira à medida que o PEF-SP avance.

DIAGNÓSTICO

1. Contexto do PLI-SP 2050 e do PEF-SP

O PLI-SP 2050 constitui o referencial integrado de planejamento logístico e de infraestrutura do Estado de São Paulo. Seus produtos abordam a caracterização socioeconômica, a oferta atual, as matrizes multimodais, os modelos de transporte, as projeções de demanda, a visão estratégica do sistema logístico e as diretrizes de governança. O PEF-SP se insere nesse contexto como instrumento setorial do modo ferroviário, com a função de traduzir essas bases em diretrizes, redes e projetos estruturantes para passageiros e cargas (SÃO PAULO, 2025a; SÃO PAULO, 2025b).

A relação entre ambos é direta. O diagnóstico ferroviário e socioeconômico fornece a leitura da malha, dos mercados e do território; as matrizes e os modelos apoiam a interpretação dos fluxos; as projeções de demanda qualificam o potencial dos corredores; a oferta futura organiza os projetos em lógica de rede; e o produto de governança explicita condicionantes institucionais, regulatórios e ambientais (SÃO PAULO, 2025c-g; SÃO PAULO, 2026a-e).



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

O Produto D10 do PLI-SP é especialmente aderente ao objeto deste artigo, pois adota disponibilidade mínima de informações como condição para representar projetos e organiza a oferta futura a partir de corredores, nós logísticos, interfaces intermodais e complementaridades entre investimentos (SÃO PAULO, 2026d). Essa orientação sustenta tanto a depuração da carteira quanto a opção por avaliar os projetos segundo sua função sistêmica, e não apenas por seus atributos isolados. A tabela 1, a seguir, organiza os produtos do PLI-SP que foram utilizados na concepção da metodologia apresentada neste trabalho.

Tabela 1 – Produtos do PLI-SP utilizados na elaboração da metodologia. Fonte: elaboração própria com base nos produtos do PLI-SP.

Produto do PLI-SP	Tema principal	Contribuição para o artigo
D2 – Caracterização socioeconômica	Território, população e atividades econômicas	Contextualização territorial e apoio à leitura da demanda potencial.
D3 – Caracterização do Sistema de Transporte	Infraestrutura ferroviária existente	Base de compreensão da malha, dos condicionantes e da função da rede.
D4-1 e D4-2 – Matrizes multimodais	Levantamento e matrizes de transportes	Referência para fluxos de passageiros e cargas.
D6 – Oferta e capacidades	Condições operacionais e gargalos	Apoio à avaliação de integração e função sistêmica.
D7 – Visão do sistema logístico multimodal	Diretrizes estratégicas	Enquadramento da rede proposta na estratégia estadual.
D8 – Modelos de transporte	Modelagem multimodal	Referência para leitura integrada dos corredores.
D9 – Projeção de demanda	Cenários de demanda	Suporte às ordens de grandeza de mercado e utilização.
D10 – Caracterização da oferta futura	Oferta futura e carteira de projetos	Base central para a formação e a depuração da carteira.



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Produto do PLI-SP	Tema principal	Contribuição para o artigo
D18-1 – Governança, arcabouço jurídico e meio ambiente	Institucionalidade e condicionantes	Referência para critérios de governança, regulação e socioambientais.

2. Formação e depuração da carteira

A síntese inicial do trabalho considerava 91 projetos ferroviários. Esse conjunto funcionou como universo preliminar de alternativas, importante para a discussão conceitual da rede e para o arranjo inicial por eixos. Entretanto, a etapa de pontuação exigiu um universo comparável, com escopo mínimo definido e condições de análise relativamente homogêneas.

Por essa razão, foi realizada uma depuração técnica da carteira. O primeiro grupo de exclusões envolveu projetos já ativos ou em estágio de implantação incompatível com a lógica de priorização entre alternativas em estudo. O segundo grupo correspondeu a duplicidades, sobreposições ou diferentes formas de representação do mesmo empreendimento, situação que exigiu consolidação para evitar dupla contagem. O terceiro grupo reuniu alternativas sem informações mínimas para comparação, isto é, sem referência suficiente de escopo, extensão, enquadramento funcional, demanda, mercado ou CAPEX.

Esse procedimento é coerente com a abordagem adotada no Produto D10 do PLI-SP, que condiciona a inclusão de iniciativas na oferta futura à disponibilidade mínima de localização, tipologia, horizonte e atributos operacionais, buscando equilibrar abrangência analítica e consistência das simulações (SÃO PAULO, 2026d). A passagem de 91 para 72



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

projetos, portanto, não decorre de simples redução administrativa da carteira, mas de uma etapa necessária para assegurar comparabilidade e rastreabilidade.



Figura 1 – Processo de depuração técnica da carteira, da lista preliminar de 91 projetos à carteira analítica de 72 projetos. Fonte: elaboração própria.

3. Organização da carteira em grupos de avaliação

A carteira final foi organizada em seis grupos de avaliação. A composição do eixo de ligações regionais e intercity foi desdobrada em dois subeixos analíticos (1A e 1B) em razão da diferença funcional entre serviços intercity de alto desempenho e ligações regionais multisserviço. Essa distinção permitiu utilizar critérios mais aderentes a cada realidade e evitou comparações que tenderiam a mascarar o comportamento das alternativas.

Os grupos adotados foram:

- Eixo 1A – Serviços Intercidades de Alto Desempenho;



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

- b. Eixo 1B – Ligações Regionais Multisserviço;
- c. Eixo 2 – VLT;
- d. Eixo 3 – Expansões Metropolitanas;
- e. Eixo 4 – Turismo Ferroviário; e
- f. Eixo 5 – Shortlines e Ramais Logísticos.

A segmentação preserva a lógica de rede prevista pelo PEF-SP e se alinha à leitura intermodal e por corredores adotada no PLI-SP (SÃO PAULO, 2025a; SÃO PAULO, 2026d).

GRUPO DE AVALIAÇÃO	DESCRIÇÃO SINTÉTICA	DISTRIBUIÇÃO (%)	QUANTIDADE DE PROJETOS
 EIXO 1A SERVIÇOS INTERCIDADES DE ALTO DESEMPENHO	Serviços intercity de alto desempenho, incluindo TIC e TAV.	5,6% 0% 25% 50% 75% 100%	4
 EIXO 1B LIGAÇÕES REGIONAIS MULTISSERVIÇO	Ligações regionais com função de passageiros, cargas ou ambos.	27,8% 0% 25% 50% 75% 100%	20
 EIXO 2 VLT	Projetos de VLT com função urbana e integração ao transporte coletivo.	9,7% 0% 25% 50% 75% 100%	7
 EIXO 3 EXPANSÕES METROPOLITANAS	Expansões da rede metroferroviária e projetos metropolitanos.	8,3% 0% 25% 50% 75% 100%	6
 EIXO 4 TURISMO FERROVIÁRIO	Projetos de turismo ferroviário e serviços associados à visitação.	25,0% 0% 25% 50% 75% 100%	18
 EIXO 5 SHORTLINES E RAMAIS LOGÍSTICOS (CARGAS)	Shortlines, ramais logísticos e projetos de capacidade para cargas.	23,6% 0% 25% 50% 75% 100%	17

Figura 2 – Distribuição da carteira analítica por grupo de avaliação. Fonte: elaboração própria.

Os mapas que seguem complementam a leitura espacial dos grupos de avaliação. As Figuras 3 a 8 indicam os traçados preliminares, trechos entre municípios e a articulação com a malha existente.



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

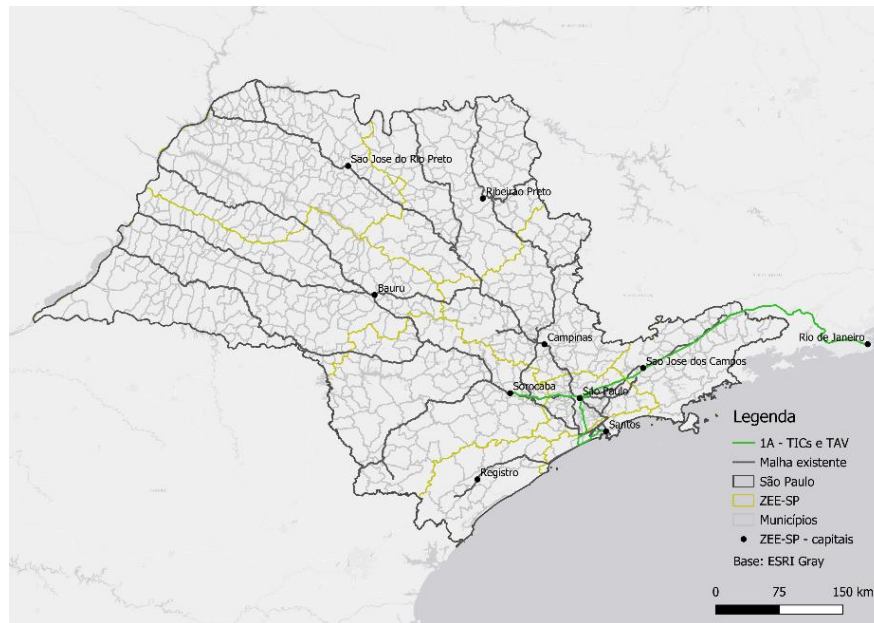


Figura 3 – Mapa dos projetos do eixo 1A – Serviços Intercidades de Alto Desempenho. Fonte: elaboração própria com base na carteira do PEF-SP.

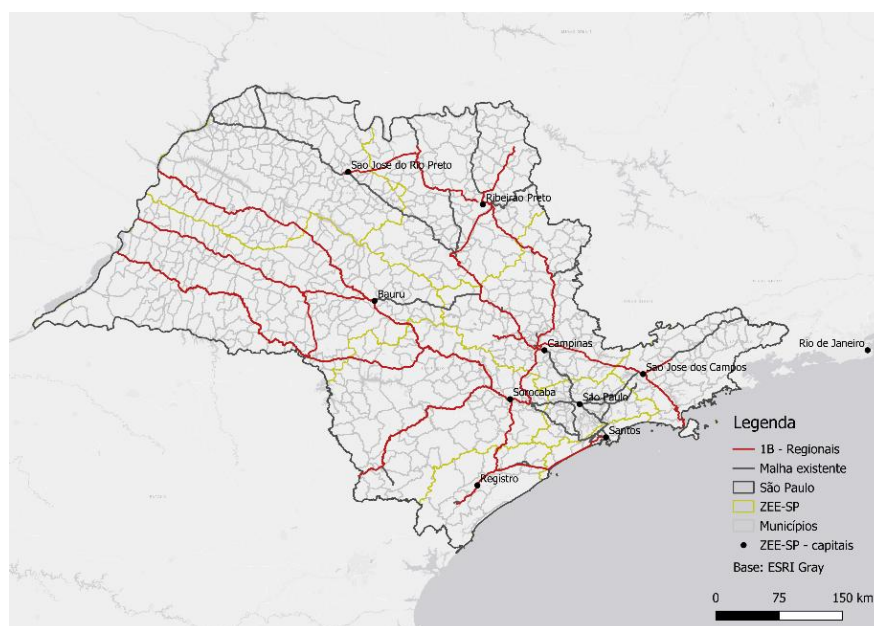


Figura 4 – Mapa dos projetos do eixo 1B – Ligações Regionais Multisserviço. Fonte: elaboração própria com base na carteira do PEF-SP.



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

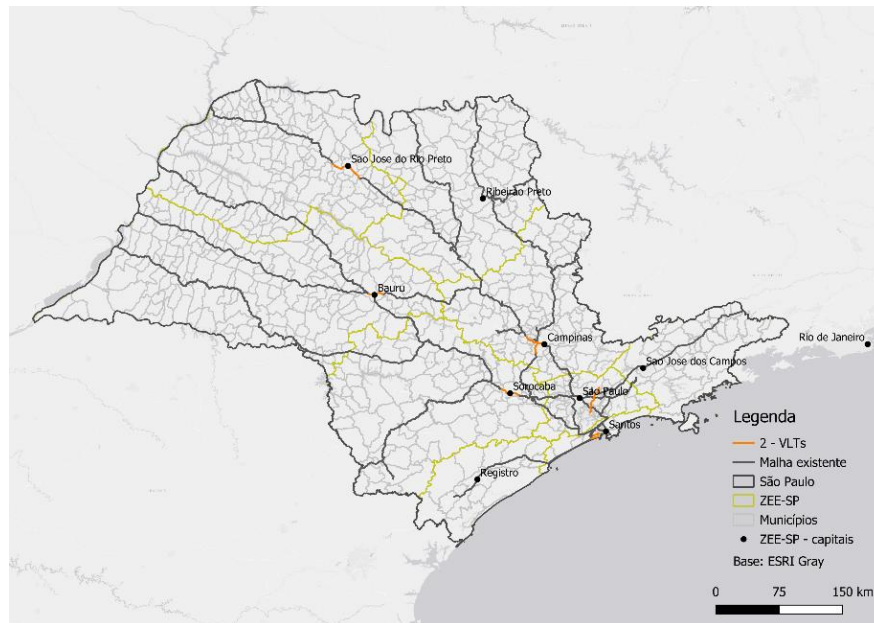


Figura 5 – Mapa dos projetos do eixo 2 – VLT. Fonte: elaboração própria com base na carteira do PEF-SP.

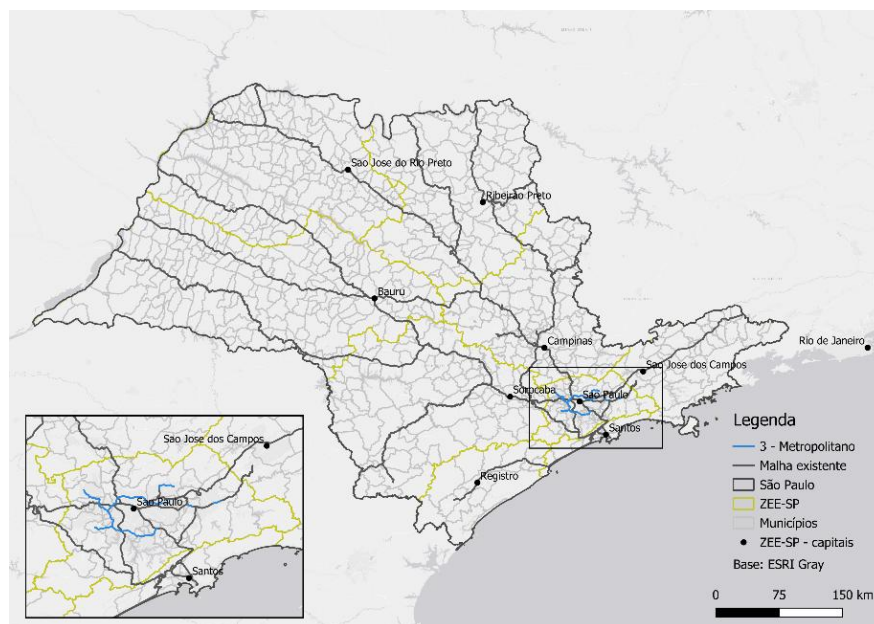


Figura 6 – Mapa dos projetos do eixo 3 – Expansões Metropolitanas. Fonte: elaboração própria com base na carteira do PEF-SP.



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

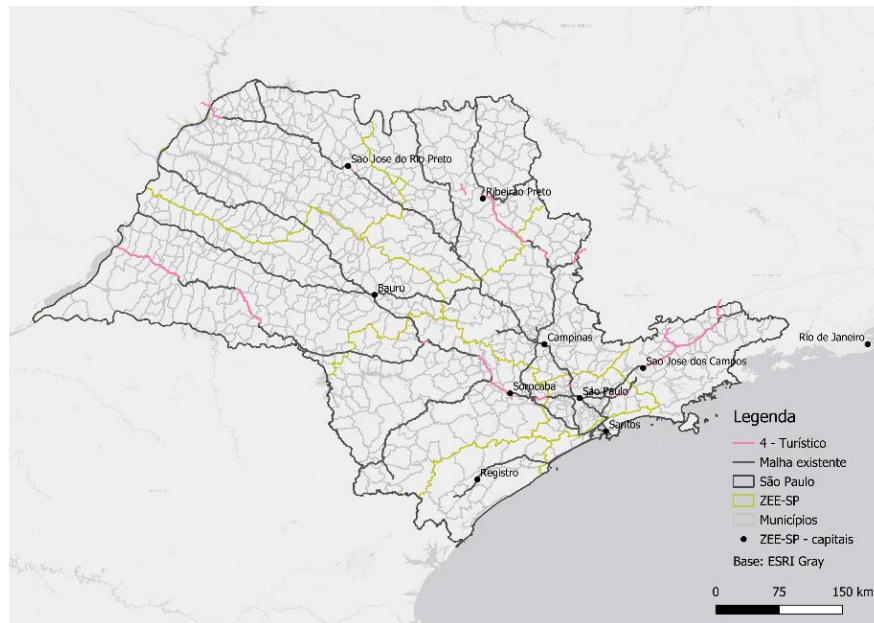


Figura 7 – Mapa dos projetos do eixo 4 – Turismo Ferroviário. Fonte: elaboração própria com base na carteira do PEF-SP / Programa de Turismo Ferroviário de SP.

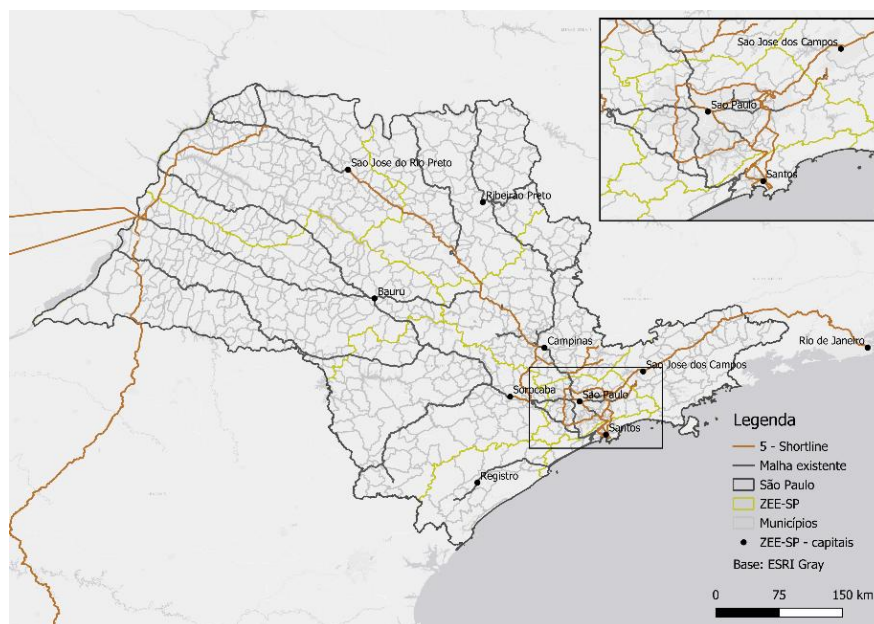


Figura 8 – Mapa dos projetos do eixo 5 – Shortlines e Ramais Logísticos. Fonte: elaboração própria com base na carteira do PEF-SP / PLI 2050.



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

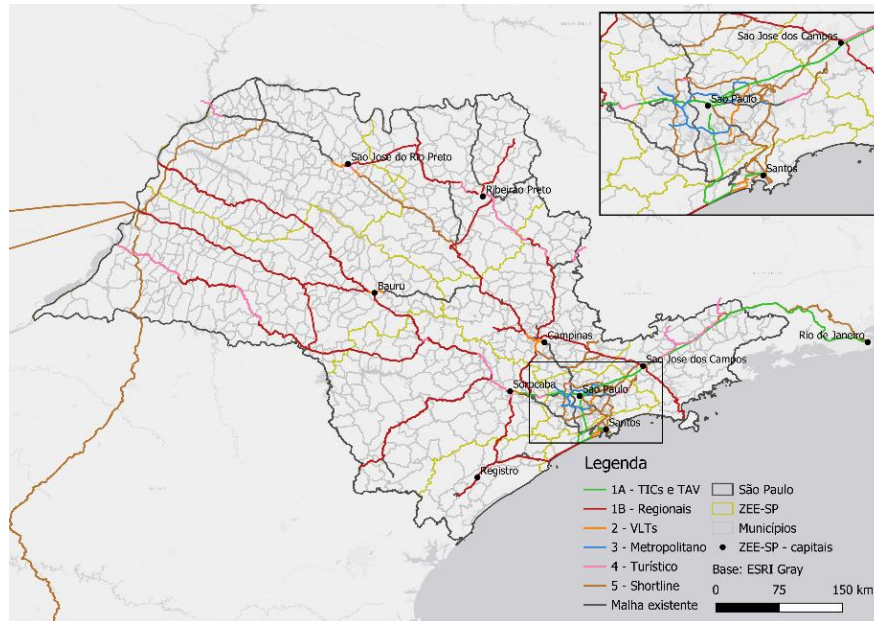


Figura 9 – Mapa unificado dos projetos de todos os eixos. Fonte: elaboração própria com base na carteira do PEF-SP / PLI 2050 / Programa de Turismo Ferroviário de SP.

4. Fundamentação metodológica

A metodologia combina duas etapas complementares. A primeira, baseada no AHP, atribui pesos relativos aos critérios de cada grupo de avaliação. A segunda, baseada em um modelo de pontuação multicritério ponderada¹, converte esses pesos em classificação operacional das alternativas.

¹ Neste artigo, o termo scorecard designa uma matriz de pontuação ponderada; não se refere ao Balanced Scorecard de gestão estratégica.



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

No AHP, os critérios são comparados par a par, com base na escala fundamental de Saaty, e convertidos em pesos normalizados. O método também permite aferir a consistência dos julgamentos. Sua principal vantagem é tornar explícitas as preferências dos avaliadores, permitindo revisar comparações e compreender como os pesos foram formados (SAATY, 1980; SAATY, 2008; ISHIZAKA; LABIB, 2011).

O scorecard foi estruturado como modelo aditivo de valor: cada alternativa recebe uma nota por critério, e a soma das notas ponderadas produz um índice final de desempenho. Modelos dessa natureza são amplamente utilizados em análise multicritério quando as alternativas precisam ser comparadas por atributos mensuráveis e julgamentos qualitativos (KEENEY; RAIFFA, 1976; BELTON; STEWART, 2002).

A opção pelo desenho híbrido foi também operacional. Se o AHP fosse aplicado diretamente às alternativas, mesmo mantendo os seis grupos, seriam necessárias 2.506 comparações par a par. No arranjo adotado, foram realizadas 52 comparações entre critérios e 337 atribuições diretas de notas aos projetos. A redução do esforço de julgamento torna o método mais compatível com uma carteira estadual ampla, sem eliminar a explicitação das preferências.

A arquitetura proposta dialoga com aplicações de análise multicritério em transportes que combinam ponderação de critérios e métodos de ordenação de alternativas, especialmente em seleção de projetos urbanos, priorização de investimentos e decisões de



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

carga (QUADROS; NASSI, 2015; SILVA; SANTOS; SETTI, 2022; ZAID; GAZDER; BARBIERI, 2024; KRISWARDHANA *et al.*, 2025).



Figura 10 – Fluxo metodológico da priorização da Rede Ferroviária Proposta. Fonte: elaboração própria.

5. Critérios de avaliação por grupo

Os critérios foram definidos a partir dos objetivos da Rede Ferroviária Proposta e dos insumos produzidos pelo PLI-SP, em especial os produtos de oferta e capacidade, projeção de demanda, oferta futura e governança (SÃO PAULO, 2026a; SÃO PAULO, 2026c-e). A definição operacional de cada critério foi necessária para orientar tanto as comparações da AHP quanto a atribuição posterior das notas no scorecard. As tabelas que seguem apresentam os critérios utilizados para cada eixo e sua respectiva definição operacional.

Tabela 2 – Critérios e definições operacionais do Eixo 1A – Serviços Intercidades de Alto Desempenho. Fonte: elaboração própria.

Critério	Definição operacional
Demanda potencial de passageiros	Representa o volume potencial de usuários e a capacidade de captar viagens interurbanas atualmente realizadas por outros modos.



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

Critério	Definição operacional
Conectividade e integração com a rede	Avalia a articulação com redes metropolitanas e regionais, terminais, estações de integração e centralidades urbanas.
Viabilidade técnico-econômica	Compara, em ordem de grandeza, demanda, extensão, CAPEX e benefícios públicos esperados, considerando a complexidade técnica do empreendimento.
Maturidade e implantabilidade	Examina o estágio dos estudos, a definição do escopo, a disponibilidade de faixa e a possibilidade de implantação e faseamento.
Governança e socioambiental	Considera articulação institucional, ambiente regulatório, licenciamento, questões fundiárias e condicionantes socioambientais.

Tabela 3 – Critérios e definições operacionais do Eixo 1B – Ligações Regionais Multisserviço.
Fonte: elaboração própria.

Critério	Definição operacional
Demanda e mercado atendido	Mede o potencial combinado de passageiros, cargas ou ambos, conforme a função do corredor e os mercados alcançados.
Integração regional e intermodal	Avalia a conexão entre cidades, polos produtivos, portos, terminais e demais redes de transporte.
Desenvolvimento regional e coesão territorial	Examina a contribuição para integrar regiões, ampliar acessibilidade e apoiar atividades econômicas fora dos principais centros.
Viabilidade técnico-econômica	Compara benefícios potenciais, extensão, CAPEX, demanda e possibilidade de aproveitar ativos ferroviários existentes.
Governança e socioambiental	Considera riscos institucionais, regulatórios, fundiários e ambientais, além da coordenação entre entes e operadores.

Tabela 4 – Critérios e definições operacionais do Eixo 2 – VLT. Fonte: elaboração própria.

Critério	Definição operacional
Demanda potencial urbana	Representa o volume potencial de usuários nos corredores urbanos, considerando densidade, centralidades e polos geradores de viagens.
Integração com transporte coletivo	Avalia a conexão com ônibus, terminais, sistemas sobre trilhos e demais componentes da rede de mobilidade.



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

Critério	Definição operacional
Inserção urbana e requalificação	Examina o potencial de organizar o espaço urbano, requalificar eixos e apoiar desenvolvimento orientado ao transporte.
Viabilidade técnico-econômica	Compara demanda, extensão, CAPEX, custos de implantação e benefícios urbanos esperados.
Governança e socioambiental	Considera coordenação municipal e estadual, licenciamento, interferências urbanas, questões fundiárias e aceitação institucional.

Tabela 5 – Critérios e definições operacionais do Eixo 3 – Expansões Metropolitanas. Fonte: elaboração própria.

Critério	Definição operacional
Demanda e alívio de saturação	Mede o atendimento de demanda reprimida, a redução de sobrecarga e o potencial de redistribuição de fluxos na rede.
Conectividade e integração com a rede metroferroviária	Avalia conexões com linhas, estações, terminais e centralidades, bem como os efeitos de rede do projeto.
Viabilidade técnico-econômica	Compara demanda, extensão, CAPEX, complexidade construtiva e benefícios sistêmicos associados à expansão.
Governança metropolitana e aderência a planos	Examina alinhamento com planos metropolitanos e a capacidade de coordenação entre Estado, municípios e operadores.

Tabela 6 – Critérios e definições operacionais do Eixo 4 – Turismo Ferroviário. Fonte: elaboração própria.

Critério	Definição operacional
Atratividade turística e visitação	Avalia vocação turística, paisagem, patrimônio, eventos e capacidade de atrair visitantes ao trecho.
Desenvolvimento econômico local	Mede o potencial de gerar renda, empregos, serviços e encadeamentos com a economia local.
Viabilidade técnico-econômica	Compara CAPEX, extensão, demanda turística, modelo operacional e sustentabilidade financeira esperada.
Integração com projeto Regional ou Intercidades	Examina sinergias com serviços regulares e a possibilidade de compartilhamento de infraestrutura ou de conexão de viagens.



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Critério	Definição operacional
Governança, parcerias e licenciamento	Considera presença de operadores e parceiros, apoio local, autorizações, licenciamento e capacidade de gestão.

Tabela 7 – Critérios e definições operacionais do Eixo 5 – Shortlines e Ramais Logísticos (Cargas). Fonte: elaboração própria.

Critério	Definição operacional
Mercado de cargas capturável	Representa o volume potencial, a regularidade e o perfil de cargas que podem ser transferidas ou ampliadas por ferrovia.
Conectividade logística e intermodal	Avalia a ligação com portos, terminais, polos produtivos, centros de distribuição e malhas ferroviárias estruturantes.
Viabilidade técnico-econômica	Compara CAPEX, extensão, toneladas potenciais, aproveitamento de ativos e ganhos de eficiência logística.
Governança, concessão e risco regulatório/socioambiental	Considera concessões, autorizações, licenciamento, interfaces regulatórias e riscos institucionais e socioambientais.

6. Aplicação da AHP

Para a operacionalização do modelo AHP, foi utilizado o software Super Decisions, ferramenta de uso livre voltada ao apoio à tomada de decisão multicritério. Desenvolvida para a aplicação dos métodos AHP e ANP (*Analytic Network Process*), propostos por Thomas L. Saaty, a plataforma é amplamente empregada em pesquisas acadêmicas e em processos de planejamento, gestão de projetos, seleção de fornecedores, análise de riscos e avaliação de alternativas complexas, permitindo integrar critérios quantitativos e qualitativos. (SUPER DECISIONS, 2026).

Foram realizadas seis modelagens no software Super Decisions, uma para cada grupo de avaliação. Em cada modelagem, os critérios foram comparados par a par por especialistas



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

envolvidos na estruturação da carteira, utilizando a escala de Saaty de 1 a 9. O resultado consistiu em pesos normalizados e índices de inconsistência.

Todos os índices de inconsistência ficaram abaixo de 0,10, limite prático amplamente utilizado para verificar a coerência das matrizes de julgamento (SAATY, 1980; SAATY, 2008). O valor mais elevado foi observado no Eixo 4 (0,09189), ainda dentro da faixa admissível. A Figura 11 apresenta capturas representativas das seis modelagens realizadas no Super Decisions. Já a tabela 8 organiza os pesos normalizados dos critérios por modelagem realizada, incluindo a inconsistência.

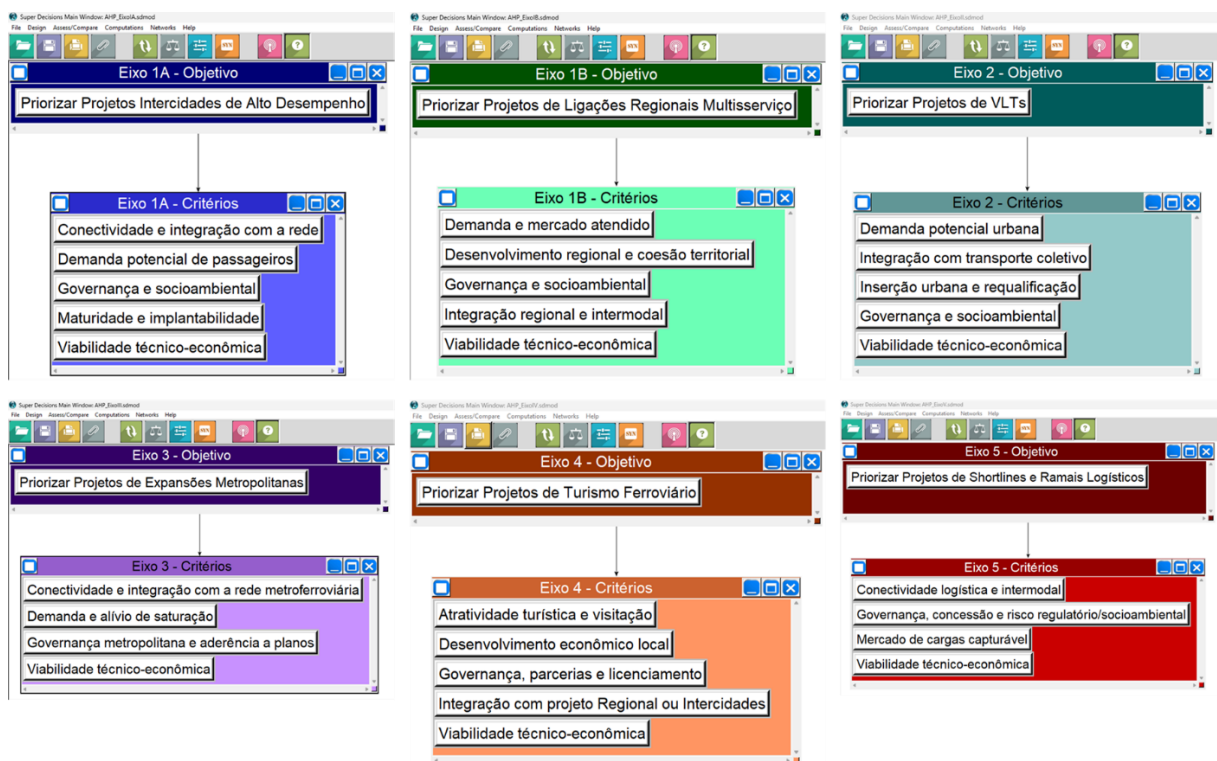


Figura 11 – Exemplos das modelagens AHP realizadas no SuperDecisions. Fonte: elaboração própria.



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

Tabela 8 – Pesos normalizados dos critérios por modelagem AHP. Fonte: elaboração própria.

Modelo	Crítérios	Peso normalizado	Inconsistência
Eixo 1A	Demanda potencial de passageiros	33,38%	0,06062
	Viabilidade técnico-econômica	28,63%	
	Governança e socioambiental	16,17%	
	Conectividade e integração com a rede	12,95%	
	Maturidade e implantabilidade	8,86%	
Eixo 1B	Demanda e mercado atendido	26,47%	0,01529
	Viabilidade técnico-econômica	23,94%	
	Integração regional e intermodal	22,54%	
	Desenvolvimento regional e coesão territorial	19,93%	
	Governança e socioambiental	7,12%	
Eixo 2	Integração com transporte coletivo	26,58%	0,04197
	Inserção urbana e requalificação	25,26%	
	Demanda potencial urbana	24,03%	
	Viabilidade técnico-econômica	17,20%	
	Governança e socioambiental	6,93%	
Eixo 3	Demanda e alívio de saturação	31,80%	0,00388
	Conectividade e integração com a rede metroferroviária	29,51%	
	Viabilidade técnico-econômica	29,51%	
	Governança metropolitana e aderência a planos	9,18%	
Eixo 4	Atratividade turística e visitação	33,24%	0,09189
	Viabilidade técnico-econômica	20,73%	
	Desenvolvimento econômico local	19,64%	
	Governança, parcerias e licenciamento	14,22%	
	Integração com projeto Regional ou Intercidades	12,18%	
Eixo 5	Mercado de cargas capturável	36,77%	0,03044
	Conectividade logística e intermodal	28,19%	
	Viabilidade técnico-econômica	20,00%	
	Governança, concessão e risco regulatório/socioambiental	15,04%	



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

7. Aplicação do modelo de pontuação multicritério ponderada (scorecard)

Concluída a ponderação dos critérios, os 72 projetos foram avaliados em escala de 1 a 5 dentro de seus respectivos grupos de avaliação. A escala adotada foi:

- a. 1 – muito desfavorável;
- b. 2 – desfavorável;
- c. 3 – intermediária;
- d. 4 – favorável; e
- e. 5 – muito favorável.

A pontuação sempre foi relativa ao universo do próprio grupo, não ao conjunto total da carteira.

No componente quantitativo, utilizaram-se principalmente extensão, CAPEX paramétrico e estimativas de demanda ou mercado. O CAPEX foi trabalhado em ordens de grandeza e em faixas por eixo, compatíveis com o estágio de planejamento do PEF-SP. As referências de demanda de passageiros e de mercado de cargas também foram organizadas em classes, servindo como apoio à atribuição das notas. No componente qualitativo, foram considerados aspectos como integração à rede, desenvolvimento regional, inserção urbana, maturidade, governança e condicionantes socioambientais, em consonância com os produtos D6, D9, D10 e D18-1 do PLI-SP (SÃO PAULO, 2026a; SÃO PAULO, 2026c-e).

A nota final de cada projeto foi calculada pela soma ponderada das notas dos critérios, conforme a Equação 1. Em seguida, os projetos foram ordenados por nota final dentro de cada



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

grupo. Esse cuidado é essencial: o ranking não compara diretamente um VLT com uma shortline, nem um projeto turístico com uma expansão metropolitana.

Equação 1 – Cálculo da nota final do projeto, em que S_i é a nota final do projeto i , w_j é o peso AHP do critério j , e x_{ij} é a nota atribuída ao projeto i no critério j . Fonte: elaboração própria.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j x_{ij}$$

Tabela 9 – Escala de pontuação do scorecard. Fonte: elaboração própria.

Nota	Leitura	Interpretação sintética
1	Muito desfavorável	Baixa contribuição relativa ou presença de restrições significativas.
2	Desfavorável	Contribuição limitada e restrições importantes.
3	Intermediária	Desempenho mediano ou parcialmente favorável.
4	Favorável	Boa contribuição relativa e restrições administráveis.
5	Muito favorável	Desempenho destacado no conjunto do grupo.

Tabela 10 – Classes de prioridade adotadas para o scorecard. Fonte: elaboração própria.

Classe de prioridade	Faixa de nota final
Alta	4,00 a 5,00
Média	3,00 a 3,99
Baixa	1,00 a 2,99

Tabela 11 – Comparação do esforço de julgamento entre AHP puro e o método híbrido adotado. Fonte: elaboração própria.

Estratégia de aplicação	Comparações pareadas	Pontuações diretas
AHP puro segmentado por grupo	2.506	Não aplicável
AHP para critérios + scorecard para projetos	52	337



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ANÁLISE DOS RESULTADOS

1. Leitura dos pesos AHP

Os pesos obtidos nas seis modelagens mostram aderência entre a natureza funcional dos grupos e os critérios priorizados. No Eixo 1A, a demanda potencial de passageiros foi o principal critério (33,38%), seguida da viabilidade técnico-econômica (28,63%). No Eixo 1B, a demanda e mercado atendido (26,47%), a viabilidade técnico-econômica (23,94%) e a integração regional e intermodal (22,54%) formaram o núcleo central de decisão.

No Eixo 2, a integração com transporte coletivo (26,58%) e a inserção urbana e requalificação (25,26%) apareceram ligeiramente à frente da demanda potencial urbana (24,03%), reforçando o caráter urbano e sistêmico dos projetos de VLT. No Eixo 3, a demanda e alívio de saturação (31,80%) liderou, mas em patamar muito próximo à conectividade e integração com a rede metroferroviária (29,51%) e à viabilidade técnico-econômica (29,51%).

No Eixo 4, a atratividade turística e visitação ocupou a primeira posição (33,24%), seguida da viabilidade técnico-econômica (20,73%) e do desenvolvimento econômico local (19,64%). No Eixo 5, o mercado de cargas capturável liderou com 36,77%, acompanhado da conectividade logística e intermodal (28,19%). Em conjunto, esses resultados confirmam que a segmentação da carteira foi adequada, pois permitiu que os pesos refletissem a lógica decisória específica de cada função ferroviária.



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

Tabela 12 – Síntese dos resultados por grupo de avaliação. Fonte: elaboração própria.

Modelo	Projetos	Alta	Média	Baixa	Projeto líder
1A	4	1	1	2	TIC Oeste
1B	20	0	9	11	Santos-Cajati
2	7	0	1	6	Campinas
3	6	0	3	3	Extensão da Linha 11 - Coral
4	18	0	6	12	São José dos Campos - Cachoeira Paulista (Trem dos Romeiros)
5	17	1	4	12	Investimentos da FIPS para Ampliação da Capacidade Ferroviária de Acesso ao Porto de Santos

2. Resultados consolidados por grupo de avaliação

As subseções a seguir apresentam os principais resultados do scorecard. Os rankings são internos ao respectivo grupo; portanto, as notas não devem ser usadas para comparar projetos de eixos distintos.

2.1 Eixo 1A – Serviços Intercidades de Alto Desempenho

O Eixo 1A reuniu quatro projetos. O resultado mostrou um projeto em classe Alta, um em classe Média e dois em classe Baixa. A concentração dos maiores pesos em demanda e viabilidade fez com que o equilíbrio entre mercado, CAPEX e condições de implantação se tornasse decisivo.

O TIC Oeste ocupou a primeira posição, com nota final de 4,172, seguido pelo TIC Sul, com 3,417. TIC Leste e TAV São Paulo-Rio de Janeiro ficaram nas posições seguintes. O resultado não expressa apenas diferença de escala; ele mostra que, no estágio atual, os



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

projetos com melhor articulação entre demanda, rede e implantação tendem a assumir prioridade relativa superior.

Tabela 13 – Resultados consolidados do Eixo 1A – Serviços Intercidades de Alto Desempenho. Fonte: elaboração própria.

Projeto	Extensão (km)	CAPEX total estimado (R\$ bi)	Nota final	Rank	Classe
TIC Oeste	90,0	10,35	4,172	1	Alta
TIC Sul	103,6	15,02	3,417	2	Média
TIC Leste	87,9	10,11	2,573	3	Baixa
TAV – São Paulo-Rio de Janeiro	417,0	60,46	1,668	4	Baixa

2.2 Eixo 1B – Ligações Regionais Multisserviço

O Eixo 1B concentrou 20 projetos, dos quais nove alcançaram classe Média e onze ficaram em classe Baixa. O comportamento distribuído do grupo é coerente com a diversidade territorial e funcional das ligações regionais.

Santos-Cajati ocupou a primeira posição, com nota 3,889, seguido por Campinas–Araraquara (3,529), Bauru-Castilho (3,450), Piracicaba-Campinas (3,433) e Sorocaba-Santos – 3ª descida (3,282). Em termos interpretativos, destacaram-se os projetos capazes de combinar mercado potencial, integração territorial e contribuição ao desenvolvimento regional. O resultado também indica que parte relevante da carteira precisa avançar em detalhamento de demanda, governança e implantação para alterar sua posição relativa.



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Tabela 14 – Resultados consolidados do Eixo 1B – Ligações Regionais Multisserviço (cinco melhores posições). Fonte: elaboração própria.

Projeto	Extensão (km)	CAPEX total estimado (R\$ bi)	Nota final	Rank	Classe
Santos-Cajati	223,0	14,94	3,889	1	Média
Campinas–Araraquara	204,0	13,67	3,529	2	Média
Bauru-Castilho	408,0	27,34	3,45	3	Média
Piracicaba-Campinas	79,0	5,29	3,433	4	Média
Sorocaba-Santos (3ª descida)	124,8	11,86	3,282	5	Média

2.3 Eixo 2 – VLT

O Eixo 2 reuniu sete projetos de VLT. Apenas um alcançou classe Média, enquanto os demais permaneceram em classe Baixa. Esse comportamento revela um grupo particularmente sensível à integração com o transporte coletivo, à inserção urbana e à viabilidade técnico-econômica.

Campinas liderou o grupo, com nota 3,449. Em seguida vieram Sorocaba (2,944), Bauru (2,875), São José do Rio Preto (2,796) e São Paulo – Linha 14 Ônix (2,758). A vantagem relativa de Campinas está associada ao melhor equilíbrio entre demanda potencial, articulação com a rede de transporte e capacidade de requalificação urbana.

Tabela 15 – Resultados consolidados do Eixo 2 – VLT (cinco melhores posições). Fonte: elaboração própria.

Projeto	Extensão (km)	CAPEX total estimado (R\$ bi)	Nota final	Rank	Classe
Campinas	40,5	3,44	3,449	1	Média
Sorocaba	25,7	2,18	2,944	2	Baixa
Bauru	27,4	2,32	2,875	3	Baixa
São José do Rio Preto	47,3	4,02	2,796	4	Baixa
São Paulo - Linha 14 Ônix	40,0	5,2	2,758	5	Baixa



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

Salienta-se que o VLT Linha 14 – Ônix ocupou a quinta posição no Eixo 2 por apresentar características distintas das demais alternativas avaliadas como VLT, sobretudo pela escala territorial, pela extensão do traçado e pela demanda potencial significativamente superior. Sua inclusão nesse grupo foi mantida para preservar a aderência à classificação originalmente adotada na carteira. A própria estruturação da concessão admite o aprofundamento da solução pelo futuro operador, desde que tecnicamente justificada, o que reforça que a Linha 14 deve ser reavaliada em etapa posterior e poderá vir a ser enquadrada como sistema ferroviário de maior capacidade, e não como VLT convencional (SÃO PAULO, 2025h).

2.4 Eixo 3 – Expansões Metropolitanas

O Eixo 3 concentrou seis projetos. Houve três casos em classe Média e três em classe Baixa. Nesse grupo, demanda, conectividade e viabilidade apresentaram pesos próximos, o que reduziu a possibilidade de um único atributo determinar o resultado.

A Extensão da Linha 11 – Coral ocupou a primeira posição, com nota 3,387, seguida da Linha 25 – Topázio (3,341) e da Linha 24 – Quartzo (3,249). Os resultados reforçam a vantagem relativa de projetos que ampliam cobertura, conectam-se à rede existente e apresentam relação mais favorável entre benefício sistêmico e complexidade de implantação.



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Tabela 16 – Resultados consolidados do Eixo 3 – Expansões Metropolitanas (cinco melhores posições). Fonte: elaboração própria.

Projeto	Extensão (km)	CAPEX total estimado (R\$ bi)	Nota final	Rank	Classe
Extensão da Linha 11 – Coral	4,1	0,41	3,387	1	Média
Linha 25 - Topázio (Embu das Artes-ABC)	43,3	12,12	3,341	2	Média
Linha 24 - Quartzo (Santana de Parnaíba-Campo Limpo)	34,8	9,74	3,249	3	Média
Expansão da Linha 13 – Jade	11,0	3,08	2,977	4	Baixa
Linha 26 - Ametista (Sanazar-Imperador)	43,7	12,24	2,931	5	Baixa

2.5 Eixo 4 – Turismo Ferroviário

O Eixo 4 reuniu 18 projetos, com seis em classe Média e doze em classe Baixa. A atratividade turística foi o principal critério, mas a posição final também dependeu da capacidade de gerar desenvolvimento local e de organizar parcerias, licenciamento e operação. Importante ressaltar que o Eixo 4 – Turismo Ferroviário foi estruturado no PEF-SP em consonância com o Programa de Turismo Ferroviário do Estado de São Paulo, que orienta a organização de circuitos turísticos, a valorização e integração da oferta existente, a recuperação da memória ferroviária, a articulação com cidades turísticas e o fortalecimento institucional e da governança do setor (SÃO PAULO, 2024).

Os melhores resultados foram obtidos por São José dos Campos-Cachoeira Paulista (Trem dos Romeiros), Desvio Estação Sabaúna/integração entre o Trem de Guararema e o Expresso Turístico – Mogi das Cruzes, Sorocaba-Votorantim (Trem dos Operários), Ribeirão



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

Preto-Tambaú e São José do Rio Preto-Engenheiro Schmitt (Trem Caipira). Em comum, esses projetos reúnem identidade territorial, potencial de visitação e maior coerência entre atratividade e possibilidade de implantação.

Tabela 17 – Resultados consolidados do Eixo 4 – Turismo Ferroviário (cinco melhores posições). Fonte: elaboração própria.

Projeto	Extensão (km)	CAPEX total estimado (R\$ bi)	Nota final	Rank	Classe
São José dos Campos - Cachoeira Paulista (Trem dos Romeiros)	112,0	0,34	3,532	1	Média
Desvio Estação Sabaúna/ Integração na Estação Sabaúna (Circuito 17) entre o Circuito 9 (Trem de Guararema) e o Expresso Turístico – Mogi das Cruzes (Circuito 10)	17,0	0,05	3,359	2	Média
Sorocaba-Votorantim (Trem dos Operários)	9,1	0,03	3,343	3	Média
Ribeirão Preto – Tambaú	95,2	0,29	3,304	4	Média
São José do Rio Preto- Eng. Schmitt (Trem Caipira)	10,6	0,03	3,153	5	Média

2.6 Eixo 5 – Shortlines e Ramais Logísticos

O Eixo 5 concentrou 17 projetos e apresentou um dos conjuntos mais expressivos da carteira, com um projeto em classe Alta e quatro em classe Média. O resultado foi influenciado pela predominância dos critérios mercado de cargas capturável e conectividade logística e intermodal, coerentes com a literatura de decisão no transporte de cargas e com a leitura de corredores do PLI-SP 2050 (ZAID; GAZDER; BARBIERI, 2024; SÃO PAULO, 2026d).



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

A primeira posição coube aos Investimentos da FIPS para Ampliação da Capacidade Ferroviária de Acesso ao Porto de Santos, com nota 4,154. Em seguida apareceram a Capacitação, Expansão e Melhorias pela Renovação da Concessão da MRS (3,954), a FIPS – Construção de Pera Ferroviária na Região de Outeirinhos (3,787), o Ferroanel Metropolitano de São Paulo (3,581) e a Shortline Santos – Integração Ferroviária VLI/MRS (3,183). Os resultados evidenciam a vantagem relativa de projetos conectados a corredores logísticos de alta relevância e a pontos críticos de capacidade.

Tabela 18 – Resultados consolidados do Eixo 5 – Shortlines e Ramais Logísticos (Cargas) (cinco melhores posições). Fonte: elaboração própria.

Projeto	Extensão (km)	CAPEX total estimado (R\$ bi)	Nota final	Rank	Classe
Investimentos da FIPS para Ampliação da Capacidade Ferroviária de Acesso ao Porto de Santos	2,0	0,02	4,154	1	Alta
Capacitação, Expansão e Melhorias pela Renovação da Concessão da MRS	440,5	4,85	3,954	2	Média
FIPS – Construção de Pera Ferroviária na Região de Outeirinhos	2,5	0,03	3,787	3	Média
Ferroanel Metropolitano de São Paulo	206,6	11,36	3,581	4	Média
Shortline Santos – Integração Ferroviária VLI / MRS	6,6	0,07	3,183	5	Média

3. Leitura integrada dos resultados

A aplicação da metodologia resultou em dois projetos de classe Alta, 24 de classe Média e 46 de classe Baixa. Essa distribuição não deve ser interpretada como deficiência da



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

carteira, mas como expressão de um processo seletivo destinado a diferenciar projetos no estágio atual de informação. Em uma lista extensa, a concentração de poucos casos na classe superior é desejável para que a hierarquização preserve capacidade de discriminação.

O primeiro padrão observado é que os projetos mais bem classificados apresentaram combinação favorável entre função de rede, mercado e implantação. O TIC Oeste e os investimentos da FIPS para ampliação do acesso ferroviário ao Porto de Santos alcançaram classe Alta em universos distintos, mas por razões convergentes: ambos articulam demanda ou mercado relevante com posição estratégica na rede.

O segundo padrão é a concentração da maior parte da carteira nas classes Média e Baixa. A classificação Baixa não significa descarte. Em vários casos, ela identifica projetos que necessitam de amadurecimento, detalhamento de escopo, melhor demonstração de demanda ou solução de condicionantes institucionais e socioambientais. A metodologia, portanto, não apenas ordena; ela indica onde o esforço de estruturação deve ser concentrado.

O terceiro padrão refere-se à heterogeneidade entre grupos. Projetos de carga vinculados aos acessos portuários e à malha logística principal apresentaram desempenho relativamente superior. Já as propostas de VLT e parte das iniciativas de turismo ferroviário mostraram maior sensibilidade à governança local, à viabilidade e às incertezas de demanda. No Eixo 1B, a metodologia destacou o papel das ligações regionais na articulação territorial do sistema estadual.



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Do ponto de vista do PEF-SP, o resultado mais relevante é a passagem de uma carteira indiferenciada para uma rede ordenada por função, território e prioridade relativa. Esse deslocamento qualifica o debate público: em vez de discutir projetos apenas por visibilidade ou precedência histórica, torna-se possível explicitar porque determinadas alternativas se destacam e quais condições precisam ser superadas para que outras avancem.

4. Limitações e possibilidades de refinamento

A metodologia foi concebida para o estágio atual do PEF-SP e trabalha com limitações assumidas. A primeira é o uso de ordens de grandeza para CAPEX, demanda e mercado. Esse procedimento é adequado para triagem estratégica, mas não substitui estimativas derivadas de projetos funcionais, estudos de traçado ou modelagens operacionais detalhadas.

A segunda limitação é a assimetria de informação entre os projetos. Mesmo após a depuração, alguns grupos contam com referências mais maduras do que outros. Essa diferença foi tratada pela avaliação interna aos grupos e pela exigência de informação mínima, mas ainda influencia a precisão das notas.

A terceira limitação é inerente ao próprio modelo multicritério. Pesos e notas representam julgamentos estruturados, não decisões imutáveis. A literatura recomenda que modelos desse tipo sejam acompanhados por revisão periódica e, quando necessário, análise de sensibilidade (BELTON; STEWART, 2002; ISHIZAKA; LABIB, 2011).



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Por essas razões, o escopo do artigo é validar a metodologia e demonstrar sua utilidade no contexto do PEF-SP. Os resultados devem ser refinados à medida que o plano avance, que os produtos do PLI-SP sejam consolidados e que projetos específicos recebam estudos mais detalhados.

CONCLUSÕES

O artigo apresentou a metodologia de priorização da Rede Ferroviária Proposta do PEF-SP com base na combinação entre Analytic Hierarchy Process (AHP) e modelo de pontuação multicritério ponderada (scorecard). A proposta permitiu transformar uma carteira preliminar de 91 iniciativas em uma carteira analítica de 72 projetos comparáveis, organizada em seis grupos de avaliação.

A depuração técnica mostrou-se etapa substantiva do método. A exclusão de projetos ativos, a consolidação de duplicidades e a retirada de alternativas sem informação mínima permitiram construir um universo coerente para a hierarquização. Sem esse cuidado, o ranking poderia reproduzir distorções da própria base de projetos.

As seis modelagens AHP produziram pesos aderentes à função predominante de cada grupo, enquanto o scorecard converteu esses pesos em classificação operacional dos projetos. O arranjo reduziu de 2.506 para 52 o número de comparações pareadas necessárias, substituindo a comparação direta entre alternativas por 337 pontuações estruturadas. Essa



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

economia de julgamento foi decisiva para tornar o método aplicável a uma carteira estadual ampla.

Os resultados mostram que a maior parte da carteira se concentra nas classes Média e Baixa, comportamento compatível com o caráter estratégico e evolutivo do exercício. Mais do que identificar vencedores absolutos, o método diferencia níveis de prioridade, explicita condicionantes e orienta o aprofundamento dos estudos.

Com efeito, a principal contribuição deste trabalho está em demonstrar que uma carteira ferroviária heterogênea pode ser transformada em uma rede priorizada sem perder coerência com o planejamento estadual. O método oferece uma base auditável para discutir faseamento, maturação e investimentos, preservando a possibilidade de atualização. À medida que o PEF-SP avance e novos dados sejam incorporados, a metodologia poderá ser reaplicada, permitindo que a priorização acompanhe a evolução do próprio plano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTON, V.; STEWART, T. J. *Multiple Criteria Decision Analysis: an integrated approach*.

Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002. DOI: 10.1007/978-1-4615-1495-4.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process.

Expert Systems with Applications, v. 38, n. 11, p. 14336–14345, 2011. DOI:

10.1016/j.eswa.2011.04.143.



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

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. *Decisions with Multiple Objectives: preferences and value tradeoffs*.

New York: Wiley, 1976.

KRISWARDHANA, W.; TOAZA, B.; ESZTERGÁR-KISS, D.; DULEBA, S. Analytic hierarchy process in transportation decision-making: a two-staged review on the themes and trends of two decades. *Expert Systems with Applications*, v. 261, 2025. DOI: 10.1016/j.eswa.2024.125491.

QUADROS, S. G. R.; NASSI, C. D. An evaluation on the criteria to prioritize transportation infrastructure investments in Brazil. *Transport Policy*, v. 40, p. 8–16, 2015. DOI: 10.1016/j.tranpol.2015.02.002.

SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590.

SÃO PAULO (Estado). *Plano Estratégico Ferroviário do Estado de São Paulo – Estrutura do PEF-SP*. São Paulo, 2025a.

SÃO PAULO (Estado). *Aditivo ao Plano de Trabalho do Convênio de Cooperação Técnica entre a CPTM e a SEMIL*. São Paulo, 2025b.

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050. Produto D2 – Caracterização Socioeconômica do Estado de São Paulo*. São Paulo, 2025c.



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

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050.*

Produto D3 – Caracterização do Sistema de Transporte – Tomo 2: Sistema Ferroviário. São Paulo, 2025d.

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050.*

Produto D4-1 – Obtenção das Matrizes Multimodais para o Ano Base: levantamento de dados secundários e coleta de dados primários em rodovias. São Paulo, 2025e.

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050.*

Produto D4-2 – Obtenção das Matrizes Multimodais para o Ano Base. São Paulo, 2025f.

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050.*

Produto D7 – Concepção da Visão do Sistema Logístico Multimodal. São Paulo, 2025g.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Parcerias em Investimentos. *Linhas 10–Turquesa e 14–Ônix de Trens Urbanos – Lote ABC–Guarulhos.* São Paulo, 2025h.

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050.*

Produto D6 – Levantamento e Atualização da Infraestrutura Existente e das Capacidades. São Paulo, 2026a.

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050.*

Produto D8 – Construção de Modelos de Transporte. São Paulo, 2026b.

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050.*

Produto D9 – Projeções de Demanda. São Paulo, 2026c.



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

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050*.

Produto D10 – Caracterização da Oferta Futura. São Paulo, 2026d.

SÃO PAULO (Estado). *Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo – PLI-SP 2050*.

Produto D18 – Exame de Aspectos Jurídicos, Institucionais e Regulatórios. São Paulo, 2026e.

SÃO PAULO (Estado). *Programa de Turismo Ferroviário do Estado de São Paulo*. São Paulo:

Secretaria de Turismo e Viagens do Estado de São Paulo; InvestSP, 2024.

SILVA, R. R. da; SANTOS, G. D.; SETTI, D. A multi-criteria approach for urban mobility project selection in medium-sized cities. *Sustainable Cities and Society*, v. 86, 2022. DOI: 10.1016/j.scs.2022.104096.

YANNIS, G.; KOPSACHEILI, A.; DRAGOMANOVITS, A.; PETRAKI, V. State-of-the-art review on multi-criteria decision-making in the transport sector. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, v. 7, n. 4, p. 413–431, 2020. DOI: 10.1016/j.jtte.2020.05.005.

ZAID, F.; GAZDER, U.; BARBIERI, D. M. Multi-criteria analysis for freight transport decision-making with fuzzy analytic hierarchy process: a top management's perspective for Bahrain. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, v. 23, 2024. DOI: 10.1016/j.trip.2024.101017.

SUPER DECISIONS. *Super Decisions: decision support software for AHP and ANP*. Disponível em: <<https://www.superdecisions.com/>>. Acesso em: 07 jul. 2026.