

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES

ENGENHARIA DE TRANSPORTES

Daniel Victor Tavares Lopes

Análise das concessões rodoviárias e ferroviárias presentes no Estado a partir dos resultados obtidos no Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais de Curto Prazo (PELTMG)

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Belo Horizonte – MG

2026

Daniel Victor Tavares Lopes

Análise das concessões rodoviárias e ferroviárias presentes no Estado a partir dos resultados obtidos no Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais de Curto Prazo (PELTMG)

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Atividade de Projeto Final de Curso II, do curso de Graduação em Engenharia de Transportes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Lúcio Reis dos Santos.

Coorientadora: Esp. Maíra Vitoriano Rodrigues de Freitas

L864a Lopes, Daniel Victor Tavares.
Análise das concessões rodoviárias e ferroviárias presentes no Estado a partir dos resultados obtidos no Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais de curto prazo (PELTMG) / Daniel Victor Tavares Lopes. – 2026.
92 f. : il.
Orientador: Raphael Lúcio Reis dos Santos.
Coorientadora: Maíra Vitoriano Rodrigues de Freitas.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Graduação em Engenharia de Transportes, Belo Horizonte, 2026.
Bibliografia.
1. Engenharia de Transportes. 2. Transporte - Planejamento. 3. Concessões. 4. Rodovias. 5. Ferrovias. I. Santos, Raphael Lúcio Reis dos. II. Freitas, Maíra Vitoriano Rodrigues de. III. Título.
CDD: 388



FOLHA DE APROVAÇÃO DE TCC Nº 5 / 2026 - CETR (11.51.07)

Nº do Protocolo: 23062.035357/2026-27

Belo Horizonte-MG, 08 de julho de 2026.

Daniel Victor Tavares Lopes

**ANÁLISE DAS CONCESSÕES RODOVIÁRIAS E FERROVIÁRIAS PRESENTES NO ESTADO A
PARTIR DOS RESULTADOS OBTIDOS NO PLANO ESTADUAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES DE
MINAS GERAIS DE CURTO PRAZO (PELTMG)**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à Atividade de Projeto Final de Curso II, do curso de Graduação em Engenharia de Transportes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovado em 19 de junho de 2026

Banca examinadora:

Dr. Raphael Lúcio Reis dos Santos - Orientador

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG

Esp. Maíra Vitoriano Rodrigues de Freitas - Coorientadora

Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais - CODEMGE

Dr. Guilherme de Castro Leiva

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG

Dr. Felipe Mariz Coutinho

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG

Dr. Leandro Rodrigues e Silva

Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais - CODEMGE

BELO HORIZONTE
2026

(Assinado digitalmente em 10/07/2026 17:56)
FELIPE MARIZ COUTINHO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DET (11.55.11)
Matrícula: 1244395

(Assinado digitalmente em 11/07/2026 07:54)
GUILHERME DE CASTRO LEIVA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
CETR (11.51.07)
Matrícula: 2615426

(Assinado digitalmente em 10/07/2026 15:26)
RAPHAEL LUCIO REIS DOS SANTOS
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DET (11.55.11)
Matrícula: 2692812

(Assinado digitalmente em 10/07/2026 17:48)
LEANDRO RODRIGUES E SILVA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.841-##

(Assinado digitalmente em 10/07/2026 17:58)
MAÍRA VITORIANO RODRIGUES DE FREITAS
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.301-##

Visualize o documento original em <https://sig.cefetmg.br/public/documentos/index.jsp>
informando seu número: **5**, ano: **2026**, tipo: **FOLHA DE APROVAÇÃO DE TCC**, data de emissão:
08/07/2026 e o código de verificação: **92c6d09ec9**

AGRADECIMENTOS

Com a conclusão desta jornada, é impossível não voltar o pensamento e o coração àqueles que, de forma direta ou indireta, tornaram este caminho possível, sustentando-me em cada passo. A gratidão é o sentimento que melhor define este momento.

Primeiramente, meu mais profundo e sincero agradecimento é direcionado aos meus pais, Heitor e Claudia. O apoio incondicional de vocês foi a fundação de toda a minha trajetória. Em todos os momentos da vida, a presença e a confiança de vocês foram inabaláveis, e nos instantes de maior dificuldade, a força que me impulsionou a seguir adiante e não desistir. Sou grato pela educação, pelos valores e por serem meu porto seguro.

Aos meus irmãos, Miguel e Izabela, expresso também minha gratidão. Os momentos de apoio mútuo, as palavras de incentivo e, especialmente, as sugestões baseadas em suas valiosas experiências, foram faróis que iluminaram diversas decisões e caminhos. O senso de união familiar é um tesouro que levo comigo.

Agradeço aos meus sobrinhos, Gaia e Francesco, e à minha cunhada, Nicla. Os momentos de diversão e alegria que compartilhamos serviram como pausas revigorantes. Mesmo que de maneira indireta, o carinho e o apoio da família estendida trouxeram a paz e a motivação necessárias para atravessar os desafios.

Um agradecimento especial à minha namorada, Lavínia. Seu apoio durante todo este processo foi fundamental. Você soube ser o refúgio nos momentos de maior tensão, trazendo alegria e leveza que aliviaram a mente e recarregaram as energias. Sua paciência e companheirismo foram essenciais para manter o equilíbrio necessário.

Por fim, no âmbito estritamente acadêmico e profissional, expresso minha imensa gratidão ao meu orientador, Professor Raphael, e à minha coorientadora, Maíra. A dedicação, a expertise e as orientações precisas de vocês foram pilares indispensáveis para a concretização deste trabalho. Agradeço por guiarem a pesquisa, por transmitirem conhecimento e por incentivarem o rigor científico e a excelência.

A todos, a minha eterna e profunda gratidão. Este trabalho é também o resultado do amor e da confiança que me cercam.

LOPES, Daniel Victor Tavares. **Análise das concessões rodoviárias e ferroviárias presentes no Estado a partir dos resultados obtidos no Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais de Curto Prazo (PELTMG)**. 2026. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia de Transportes. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2026.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) realiza uma análise técnica da coerência entre os indicadores do Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG) de Curto Prazo e o desempenho das concessões rodoviárias e ferroviárias no estado. O objetivo geral desta pesquisa é investigar como os indicadores do PELTMG de Curto Prazo refletem a realidade das concessões no estado de Minas Gerais, visando contribuir para o aperfeiçoamento da governança na gestão de infraestrutura, ao fornecer ao Poder Público um referencial técnico capaz de orientar a fiscalização e aumentar a transparência na aplicação dos recursos privados e públicos em projetos estratégicos. Minas Gerais detém uma das malhas de transporte mais extensas e estratégicas do país, essencial para a integração regional e o escoamento de cargas. Contudo, a matriz brasileira é marcada pela dominância histórica do modo rodoviário, enquanto o setor ferroviário enfrenta desafios de subutilização e falta de padronização. Diante da carência de investimentos estatais, as concessões e Parcerias Público-Privadas (PPPs) tornaram-se ferramentas indispensáveis para a modernização do setor. Atualmente, o estado conta com 15 concessões rodoviárias (10 federais e 5 estaduais) operacionais e 4 concessões ferroviárias federais. A metodologia do PELTMG de Curto Prazo fundamenta-se no Modelo de 5 Dimensões (M5D) — Estratégica, Socioeconômica, Financeira, Comercial e Gerencial — adaptado para o planejamento de transportes. Através do Índice de Classificação (IC), o estudo avalia o impacto das ações em cada uma dessas dimensões. O trabalho sistematiza os dados das concessões ativas, correlacionando-os aos identificadores de empreendimento do PELTMG e dividindo-os em três grupos de análise: Rodoviário Federal, Rodoviário Estadual e Ferroviário. Os resultados revelam vocações e gargalos distintos. O grupo ferroviário destaca-se pela alta eficiência estratégica no transporte de cargas e pelo potencial de indução de desenvolvimento em regiões com menores índices de progresso social (IPS). Entretanto, as ferrovias operam próximas ao limite de saturação e apresentam maior vulnerabilidade a riscos geológicos e hidrológicos. No setor rodoviário, as concessões federais configuram-se como eixos troncais de alta densidade e atratividade financeira, mas enfrentam os índices mais críticos de segurança viária. Já as concessões estaduais demonstram foco na expansão da capacidade e melhoria da acessibilidade regional, com investimentos mais proporcionais à realidade econômica local, embora sejam percebidas com maior exposição a riscos políticos e de judicialização. Em conclusão, a pesquisa demonstra que as disparidades nos indicadores do PELTMG refletem as prioridades estratégicas de cada esfera de gestão e modo de transporte. O alinhamento entre o planejamento logístico estadual

e os contratos de concessão permite uma gestão mais eficiente, capaz de equilibrar a matriz de transportes e atender às necessidades socioeconômicas de Minas Gerais.

Palavras-chave: PELTMG; Concessões; Modelo de Cinco Dimensões; Rodovias; Ferrovias

LOPES, Daniel Victor Tavares Lopes. **Analysis of road and railway concessions in the State based on the results obtained in the Minas Gerais State Short-Term Logistics and Transport Plan (PELTMG)**. 2026. 92 f. Undergraduate Final Report. Transportation Engineering. Federal Center for Technological Education of Minas Gerais (CEFET-MG), 2026.

ABSTRACT

This Undergraduate Thesis performs a technical analysis of the coherence between the indicators of the Minas Gerais State Short-Term Logistics and Transport Plan (PELTMG) and the performance of road and railway concessions in the state. The general objective of this research is to investigate how the indicators of the Short-Term PELTMG reflect the reality of concessions in the state of Minas Gerais, aiming to contribute to the improvement of governance in infrastructure management by providing the Public Authority with a technical framework capable of guiding oversight and increasing transparency in the application of private and public resources in strategic projects. Minas Gerais possesses one of the largest and most strategic transportation networks in the country, essential for regional integration and cargo movement. However, the Brazilian matrix is marked by the historical dominance of the road mode, while the railway sector faces challenges of underutilization and lack of standardization. Given the lack of state investment, concessions and Public-Private Partnerships (PPPs) have become indispensable tools for the modernization of the sector. Currently, the state has 15 operational road concessions (10 federal and 5 state) and 4 federal railway concessions. The PELTMG methodology is based on the 5-Dimension Model (M5D) — Strategic, Socioeconomic, Financial, Commercial, and Managerial — adapted for transport planning. Through the Classification Index (IC), the study evaluates the impact of actions across each of these dimensions. The work systematizes data from active concessions, correlating them with PELTMG project identifiers and dividing them into three analysis groups: Federal Road, State Road, and Railway. The results reveal distinct vocations and bottlenecks. The railway group stands out for its high strategic efficiency in cargo transport and its potential to induce development in regions with lower Social Progress Indices (SPI). However, railways operate close to their saturation limits and show greater vulnerability to geological and hydrological risks. In the road sector, federal concessions are characterized as high-density trunk axes with high financial attractiveness, but they face the most critical road safety indices. Meanwhile, state concessions demonstrate a focus on capacity expansion and regional accessibility improvement, with investments more proportional to the local economic reality, although they are perceived as having greater exposure to political and judicialization risks. In conclusion, the research demonstrates that disparities in PELTMG indicators reflect the strategic priorities of each management sphere and transport mode. The alignment between state logistics planning and concession contracts allows for more efficient management, capable of balancing the transport matrix and meeting the socioeconomic needs of Minas Gerais.

Keywords: PELTMG; Concessions; Five Case Model; Highways; Railways

LISTA DE SIGLAS

ANTF	Associação Nacional dos Transportadores Ferroviário
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
APA	Área de Proteção Ambiental
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CODEMGE	Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais
EPL	Empresa de Planejamento e Logística
FNS	Ferrovia Norte Sul
IC	Índice de Classificação
IPS	Índice de Progresso Social
M5D	Modelo de Cinco Dimensões
MINFRA	Ministério da Infraestrutura
MT	Ministério dos Transportes
OAEs	Obra de Arte Especiais
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PELTMG	Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais
PGP	Plano Geral de Parcerias
PGAP	Plano Geral de Ações Públicas
PIT	Planejamento Integrado de Transportes
PNL	Plano Nacional de Logística
PPP	Parcerias Público-Privadas
SEINFRA	Secretaria de Estado de Infraestrutura, Mobilidade e Parcerias
SQL	Structured Query Language
TIR	Taxa Interna de Retorno

TRF	Tribunal Regional Federal
VEH	Veículos Equivalentes
VLI	Valor da Logística Integrada

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de Vida das Concessões Federais de Ferrovias e de Rodovias	11
Figura 2: Pirâmide do Planejamento Integrado de Transportes (PIT)	16
Figura 3: Produtos do PELTMG de Curto Prazo	18
Figura 4: Objetivos do PELTMG	19
Figura 5: Fluxograma Metodológico	25
Figura 6: Mapa Concessões Rodoviárias Federais	34
Figura 7: Mapa Concessões Rodoviárias Estaduais	35
Figura 8: Mapa Concessões Ferroviárias	36
Figura 9: Empreendimentos e Corredores Estratégicos de Cargas	39
Figura 10: Corredores Estratégicos para o Transporte Interurbano de Pessoas em Minas Gerais	40
Figura 11: Empreendimento e Corredores Estratégicos de Pessoas	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação de transportes de matrizes de carga.....	7
Tabela 2: Concessões Rodoviárias no Estado de Minas Gerais.....	12
Tabela 3: Concessões Ferroviárias no Estado de Minas Gerais.....	13
Tabela 4: Indicadores PELT Curto Prazo.....	22
Tabela 5: Associação id_empreendimento e concessão.....	30
Tabela 6: Grupos de Análise.....	33
Tabela 7: Resultado Normalizado Parcela Estratégica de Cargas.....	37
Tabela 8: Resultado Normalizado Parcela Estratégica de Pessoas.....	41
Tabela 9: Resultado Normalizado Parcela de Acessibilidade de Cargas.....	44
Tabela 10: Resultado Normalizado Parcela de Acessibilidade de Pessoas.....	47
Tabela 11: Resultado Delta de Capacidade.....	48
Tabela 12: Resultado Normalizado Capacidade Empreendimento Rodoviário.....	49
Tabela 13: Resultado Capacidades Ferroviárias.....	50
Tabela 14: Resultado Normalizado Capacidade Empreendimento Ferroviário.....	51
Tabela 15: Resultado Normalizado Parcela Econômica.....	52
Tabela 16: Resultado Normalizado Parcela Ambiental e Social.....	54
Tabela 17: Resultado Normalizado Indicador de Desenvolvimento Tecnológico.....	56
Tabela 18: Resultado Normalizado Parcela de Cargas.....	58
Tabela 19: Resultado Normalizado Parcela de Pessoas.....	59
Tabela 20: Resultado Normalizado Parcela de Integração de Cargas.....	61
Tabela 21: Resultado Normalizado Parcela de Integração de Pessoas.....	62
Tabela 22: Resultado Normalizado Saturação.....	64
Tabela 23: Resultado Normalizado Segurança Ferroviária.....	65
Tabela 24: Resultado Normalizado Segurança Rodoviária.....	67
Tabela 25: Resultado Normalizado Emissões de CO2.....	69

Tabela 26: Resultado Normalizado Parcela de Riscos para Inundações, Enxurradas e Alagamentos	70
Tabela 27: Resultado Normalizado Parcela de Riscos de Deslizamento de Terra ...	72
Tabela 28: Resultado Normalizado Índice Financeiro	74
Tabela 29: Resultado Normalizado Índice Gerencial	76
Tabela 30: Consolidação Resultados	78
Tabela 31: Coeficientes das dimensões.....	80
Tabela 32: Índice de Classificação (IC) empreendimentos	80

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Proposta do trabalho	4
1.2.	Objetivo	5
1.2.1.	Objetivo Geral.....	5
1.2.2.	Objetivos Específicos	5
1.3.	Justificativa da Pesquisa	5
2.	REVISÃO DA LITERATURA	6
2.1.	Conceitos fundamentais	6
2.1.1.	Matriz de Transportes Brasileira.....	7
2.1.2.	Concessões.....	9
2.1.3.	Planejamento de Transportes	13
2.1.4.	Planos de Transporte	14
2.1.5.	Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG)	17
2.1.5.1.	Definição e Estrutura do Plano	17
2.1.5.2.	Política e Objetivos Estratégicos	18
2.1.5.3.	Metodologia do PELTMG	19
2.1.5.4.	Indicadores PELTMG de Curto Prazo	21
2.1.5.5.	Avaliação e Classificação.....	24
3.	METODOLOGIA.....	24
3.1.	Acesso aos resultados do PELTMG de Curto Prazo.....	25
3.2.	Identificação das concessões na base do PELTMG	26
3.3.	Análise dos dados e conclusões	27
3.4.	Limitações e desafios.....	27
4.	RESULTADOS	28
4.1.	Associação dos Empreendimentos às Concessões.....	28

4.2.	Grupos de Análise.....	32
4.3.	Análise dos Resultados dos Indicadores.....	36
4.3.1.	Dimensão Estratégica	36
4.3.1.1.	Parcela Estratégica de Cargas.....	36
4.3.1.2.	Parcela Estratégica de Pessoas.....	39
4.3.2.	Dimensão Socioeconômica.....	43
4.3.2.1.	Acessibilidade: Cargas.....	43
4.3.2.2.	Acessibilidade: Pessoas.....	46
4.3.2.3.	Desenvolvimento Infraestrutura: Capacidade do Empreendimento Rodoviário.....	48
4.3.2.4.	Desenvolvimento Infraestrutura: Capacidade Associada aos Empreendimentos.....	50
4.3.2.5.	Desenvolvimento Socioeconômico: Parcela Econômica.....	52
4.3.2.6.	Desenvolvimento Socioeconômico: Parcela Ambiental e Social.....	53
4.3.2.7.	Desenvolvimento Tecnológico: Indicador de Desenvolvimento Tecnológico.....	55
4.3.2.8.	Eficiência Operacional: Parcela de Eficiência Operacional para Cargas	57
4.3.2.9.	Eficiência Operacional: Parcela de Eficiência Operacional para Pessoas ...	59
4.3.2.10.	Integração: Parcela de Integração de Cargas	60
4.3.2.11.	Integração: Parcela de Integração de Pessoas	62
4.3.2.12.	Saturação: Saturação ponderada pela extensão.....	63
4.3.2.13.	Segurança: Percentual da extensão que por áreas urbanizadas (Setor Ferroviário)	65
4.3.2.14.	Segurança: Índice de Acidentes ponderado por empreendimento (Setor Rodoviário)	66
4.3.2.15.	Sustentabilidade: Parcela de Emissões de CO2	68
4.3.2.16.	Sustentabilidade: Parcela de Riscos para Inundações, Enxurradas e Alagamentos.....	69

4.3.2.17. Sustentabilidade: Parcela de Risco para Deslizamentos de Terra	71
4.3.3. Dimensão Financeira: Índice Financeiro	73
4.3.4. Dimensão Comercial: Índice Comercial	75
4.3.5. Dimensão Gerencial: Índice Gerencial	75
4.3.6. Consolidação Resultados.....	77
4.3.7. Índice de Classificação (IC).....	79
5. LIMITAÇÕES E DESAFIOS	81
6. CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE.....	92
APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO	92
APÊNDICE B – DADOS CONSOLIDADOS	92

1. INTRODUÇÃO

A função do transporte é indispensável dentro do escopo da logística de distribuição. O desenvolvimento e a competitividade de um país estão intrinsecamente ligados à capacidade de fornecer a infraestrutura necessária para cenários de curto, médio e longo prazo. A matriz de transporte deve ser composta de maneira otimizada, levando em conta fatores críticos como as dimensões territoriais, as características geográficas regionais, a natureza das mercadorias e as distâncias a serem percorridas. Alcançar a eficiência operacional do setor demanda o equilíbrio entre os modos de transporte, culminando na adoção de um sistema multimodal integrado (Sales, 2021).

Nesse contexto, de acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT), os terminais multimodais são peças-chave para a otimização da logística de distribuição, sendo considerados indispensáveis à plena operação dos corredores logísticos (2015). No entanto, conforme aponta a CNT (2015), o Brasil ainda enfrenta uma carência estrutural significativa dessas unidades. Para serem eficazes, esses terminais devem incorporar um conjunto de atributos essenciais que garantam o desempenho logístico. Tais atributos incluem um sistema de informação funcional, tempo de transbordo reduzido, elevada capacidade de recebimento, envio e armazenamento, mecanismos de manutenção da qualidade dos produtos, e, criticamente, baixo custo operacional associado a um fácil acesso tanto rodoviário quanto ferroviário (Santos, 2005).

Dessa forma, a matriz de transportes de cargas de uma nação é, inegavelmente, um dos pilares de sua economia. Conforme destaca Genari (2024), sua composição reflete diretamente no custo das empresas, na capacidade produtiva e, por conseguinte, na competitividade global. Ainda segundo o autor, o cenário econômico e as políticas públicas têm papel crucial na criação de alternativas eficientes para a cadeia de suprimentos, devendo focar na melhoria contínua da infraestrutura das malhas de transporte. Esse foco estratégico é o que se espera tanto de nações desenvolvidas quanto daquelas em desenvolvimento, em resposta às exigências da globalização e às demandas dos mercados doméstico e internacional (Genari, 2024).

Entretanto, a realidade brasileira é marcada por uma profunda disparidade na matriz de transporte, onde o modo rodoviário apresenta uma clara dominância histórica. Atualmente, esse desequilíbrio é evidenciado nos dados da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviário (ANTF, 2024), cerca de 65% das cargas do país são escoadas por rodovias, enquanto as ferrovias respondem por apenas 20%, cabendo aos demais modais os 15% restantes. De acordo com Sales (2021), essa concentração é resultado de uma influência histórica e política que se consolidou no século XX. A partir da década de 1920, o modelo de transporte rodoviário ganhou força no país, influenciado pela crescente relevância do automóvel como símbolo de modernidade. Essa orientação foi institucionalizada, como demonstrado pela célebre declaração do presidente Washington Luís, em 1928, de que "governar é abrir estradas". A essa herança histórica somam-se as deficiências no planejamento de longo prazo, pois os investimentos costumam ser superficiais e de baixo impacto, com governos priorizando obras de menor duração para que possam ser finalizadas e promovidas durante seus mandatos (Sales, 2021).

Por outro lado, o surgimento do modal ferroviário remonta ao século XVI na Europa, quando os países iniciaram a utilização de trilhos para otimizar o transporte de carvão e minério de ferro. Inicialmente, esses trilhos rudimentares serviam de suporte para carroças tracionadas por força humana e animal, facilitando o escoamento dos materiais extraídos de dentro das minas (Santos, 2011). Este uso pioneiro já demonstrava a relevância da ferrovia como ferramenta para aumentar a capacidade de transporte de matérias-primas essenciais para o desenvolvimento industrial.

No contexto brasileiro, o marco inicial da gênese das ferrovias é a inauguração da Estrada de Ferro Mauá, em 1854, com 14,5 km de extensão entre Magé e Fragoso (Bastos, 2024). Posteriormente, com a promulgação da República, a competência sobre o modal foi rapidamente centralizada. Já no Governo Provisório, foi demarcada a exclusividade da Administração Federal para as ferrovias que ligassem capitais de estados à sede da União, que estabelecessem comunicação internacional ou fossem consideradas instrumentos estratégicos para a defesa do território nacional (Bastos, 2024).

O cenário regulamentar das ferrovias brasileiras é complexo, envolvendo inúmeras leis, normas e instituições. Apesar disso, existem muitas lacunas regulamentares, falta

de diretrizes claras e incompatibilidade com a realidade atual, o que prejudica a operação e expansão do setor ferroviário no Brasil (CNT, 2015). No entanto, o Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG) de Curto Prazo, elaborado pela Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE) em 2025, destaca que a diversidade de bitolas (as características físicas da malha) representa outro fator que compromete significativamente o desenvolvimento do sistema ferroviário brasileiro.

Segundo Ribeiro e Santos (2023), diante dos desafios estruturais expostos, o setor de infraestrutura no Brasil se viu obrigado a buscar soluções para seus problemas crônicos no transporte. O aumento no investimento em infraestrutura é comprovadamente capaz de gerar efeitos multiplicadores de oferta e demanda na cadeia produtiva, elevando a competitividade e a produtividade de bens e serviços. Considerando a grande dimensão territorial do país e as desigualdades regionais, a ampliação estrutural do transporte tem potencial para gerar efeitos de transbordamento, dinamizando regiões mais atrasadas.

A situação de carência estrutural não é exclusiva de Minas Gerais, pois o Brasil, em geral, possui diversas regiões com pouca infraestrutura e carente de projetos que tragam benefícios à população. Conforme destaca Nabhan (2004), diante desse cenário de incapacidade de investimento do Estado, o modelo de concessão surge como uma alternativa viável. No caso específico das rodovias, o autor aponta que a concessão representa uma importante ferramenta para o governo, especialmente quando existe o interesse social e estratégico de desenvolver e modernizar regiões carentes, transferindo a responsabilidade por grandes investimentos e manutenção para a iniciativa privada (Nabhan, 2004).

Para formalizar essa transição de abertura para o investimento privado, a Lei de Concessões (Lei nº 8.987/95) (Brasil, 1995) estabeleceu que as concessões de serviços públicos seriam formalizadas por meio de licitação, na modalidade concorrência. O edital de licitação, documento chave do processo, deve detalhar obrigatoriamente o objeto do serviço, os critérios de seleção do licitante vencedor, o prazo da concessão e, principalmente, o programa de investimentos com o respectivo cronograma de obras. O processo é concluído com a assinatura do contrato entre a empresa vencedora e o poder concedente, onde todos os termos e regras de

execução, operação e equilíbrio econômico-financeiro são claramente definidos (Okumura, 2018).

Diante da relevância e da complexidade da malha de transportes mineira, bem como da crescente participação da iniciativa privada via concessões e Parcerias Público-Privadas (PPP), torna-se indispensável que as decisões de investimento e as diretrizes contratuais estejam alinhadas a um planejamento estratégico. Nesse contexto, a Política Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais, instituída pela Secretaria de Estado de Infraestrutura, Mobilidade e Parcerias a partir da Resolução SEINFRA nº 41 de 2024 (Minas Gerais, 2024), estabeleceu como principal instrumento o Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG). Este Plano, capta as ações potenciais de desenvolvimento social, econômico, ambiental e estratégico de Minas Gerais, auxiliando a compreensão das necessidades de logística e transportes, e priorizando os empreendimentos que melhor projetam resultados positivos para esses aspectos, resultando em uma carteira recomendada de ações públicas ou privadas.

Em particular, o PELTMG de Curto Prazo, escolhido como objeto deste trabalho por ainda estar em elaboração o PELTMG de Longo Prazo, concentra-se em avaliar o sistema de transportes e logística de Minas Gerais com base no diagnóstico de um cenário-base de 2021, e destaca quais ações da carteira do estado possuem o maior impacto dentro dos próximos primeiros anos de adoção do PELTMG como instrumento de planejamento, para o alcance dos objetivos da Política Estadual de Logística e Transportes (Minas Gerais, 2024), por meio de uma robusta metodologia baseada no Modelo de 5 Dimensões (Five Case Model) adaptada para o planejamento de transportes (CODEMGE, 2025).

1.1. Proposta do trabalho

Assim, o presente trabalho se propõe a realizar uma análise das concessões rodoviárias e ferroviárias vigentes em Minas Gerais a partir dos resultados e das diretrizes estabelecidas no PELTMG de Curto Prazo. Desta forma, o estudo busca responder à seguinte questão: De que maneira as disparidades nos indicadores do PELTMG de Curto Prazo revelam as prioridades estratégicas, vocações logísticas e

gargalos operacionais distintos entre as concessões ferroviárias e as rodoviárias (federais e estaduais) no Estado de Minas Gerais?

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é investigar como os indicadores do PELTMG de Curto Prazo refletem a realidade das concessões no estado de Minas Gerais. O trabalho visa contribuir para o aperfeiçoamento da governança na gestão de infraestrutura, fornecendo ao Poder Público um referencial técnico capaz de orientar a fiscalização e aumentar a transparência na aplicação dos recursos privados e públicos em projetos estratégicos.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para a realização uma avaliação dos desempenhos das concessões rodoviárias e ferroviárias vigentes em Minas Gerais, faz-se necessário realizar alguns objetivos específicos:

- Identificar e espacializar as concessões rodoviárias (federais e estaduais) e ferroviárias na base de dados do PELTMG de Curto Prazo, estabelecendo a correlação entre os identificadores de empreendimento e as concessionárias vigentes;
- Comparar a eficiência estratégica e operacional entre os grupos, avaliando como a extensão territorial das ferrovias e a hierarquia urbana das rodovias federais impactam os indicadores de carga, pessoas e acessibilidade;
- Analisar como a esfera de gestão (federal ou estadual) das rodovias concessionadas influencia a aderência dos resultados observados aos indicadores estabelecidos no PELTMG de Curto Prazo, identificando os principais gargalos operacionais e de investimento.

1.3. Justificativa da Pesquisa

A escolha deste tema se justifica pela sua importância estratégica tanto no campo acadêmico quanto no âmbito social e econômico. Minas Gerais concentra uma das maiores malhas rodoviárias e ferroviárias do país e depende fortemente desses

modos de transporte para o escoamento de cargas, mobilidade regional e integração nacional. As concessões existentes desempenham papel central nesse processo, mas ainda carecem de análises críticas que considerem parâmetros de planejamento público atualizados, como os apresentados no Plano Estadual de Logística e Transportes (PELTMG) de Curto Prazo.

Do ponto de vista acadêmico, a pesquisa contribui ao preencher uma lacuna existente entre os estudos sobre concessões de infraestrutura e os instrumentos de planejamento logístico estadual. Ao confrontar os contratos e resultados das concessões com as diretrizes do PELTMG, o trabalho oferece um olhar integrado sobre políticas públicas, planejamento territorial e gestão de transportes. Isso amplia a produção científica na área e pode servir de base para outras pesquisas relacionadas a logística, infraestrutura, economia dos transportes e planejamento regional.

No aspecto social e econômico, a relevância do estudo se evidencia na medida em que as concessões impactam diretamente a circulação de pessoas, o custo do transporte de mercadorias, a competitividade do estado, a segurança viária e o desenvolvimento regional. Avaliar em que medida essas concessões dialogam com as necessidades identificadas pelo PELTMG permite identificar falhas, apontar melhorias e contribuir com uma gestão mais eficiente e alinhada ao interesse público. Além disso, o tema está inserido em um contexto de renovação e ampliação de concessões, o que aumenta o potencial de impacto prático do estudo.

Assim, o trabalho é pertinente não apenas por aprofundar o debate acadêmico sobre a compatibilidade entre concessões e planejamento logístico, mas também por gerar reflexões e informações que podem subsidiar decisões governamentais, órgãos de controle, entidades do setor produtivo e a sociedade em geral.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Conceitos fundamentais

A delimitação e a contextualização dos conceitos-chave que estruturam a análise proposta neste trabalho são imprescindíveis. A definição rigorosa desses termos é fundamental, não apenas para garantir a plena compreensão da proposta de

pesquisa, mas também para fornecer o suporte teórico-metodológico necessário ao desenvolvimento da análise e ao alcance do objetivo geral estabelecido.

2.1.1. Matriz de Transportes Brasileira

A matriz de transportes brasileira apresenta uma forte assimetria entre os modos: o transporte rodoviário concentra a maior parte do fluxo de cargas e passageiros, enquanto os modos de maior eficiência para longas distância, tendo como exemplo o ferroviário e aquaviário, tem participação reduzida. Essa predominância é um resultado direto de escolhas históricas de investimento, com foco no setor rodoviário. Um exemplo notável é o ano de 2001, quando 76% do investimento total previsto para transportes foi destinado a esse subsetor (Bertussi; Ellery JR., 2011). Uma comparação das matrizes de cargas, os dados do Brasil são de 2024 retirados da ANTF (2024), e de outros países, os dados são de 2019 extraídos de Genari (2024), assim as informações estão sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1: Comparação de transportes de matrizes de carga

Países	Ferrovário	Rodoviário	Aquaviário e outros
Brasil	20%	65%	15%
Canadá	46%	43%	11%
Austrália	43%	32%	22%
Estados Unidos	43%	32%	25%
China	37%	50%	13%
Rússia	81%	8%	11%

Fonte: Adaptado de ANTF (2024) e Genari (2024)

Conforme Catto (2015), a priorização do modo rodoviário foi substancialmente reforçada por políticas governamentais subsequentes. Ainda segundo o autor, a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (1941) e da Petrobrás (1953), durante o governo Vargas, foram fundamentais ao prover a base industrial necessária para a futura implementação das montadoras de automóveis no Brasil. No governo de Juscelino Kubitschek (1956–1960), o Plano de Metas previu investimentos em cinco setores estratégicos, sendo o de transportes um dos focos, o que impulsionou um crescimento acelerado e definitivo das rodovias no país (Catto, 2015).

O questionamento à hegemonia do modo rodoviário só se intensificou a partir de eventos críticos que expuseram suas fragilidades. O primeiro deles foi o choque do

petróleo, no início da década de 1970, cujo aumento drástico no preço dos combustíveis evidenciou a alta dependência e o custo logístico da matriz brasileira (Lopes, 2015). A segunda crise veio com a Constituição Federal de 1988, que proibiu a vinculação de receitas e impostos para fins específicos. Essa medida retirou do setor rodoviário boa parte de sua receita destinada a manutenção, resultando na progressiva degradação das rodovias brasileiras (Sales, 2021).

Segundo dados retirados do PELTMG de Curto Prazo (2025), a situação de degradação é retratada no estado que detém o sistema rodoviário mais extenso entre todas as Unidades Federativas. A malha de uso rural, por exemplo, alcança cerca de 46 mil quilômetros de extensão. Desse total, a infraestrutura é majoritariamente frágil: apenas 6% da malha é duplicada, sendo 43% de pista simples e 51% classificada como de baixa ou baixíssima capacidade (34% e 17%, respectivamente). O estado de conservação também é preocupante, pois apenas 10% do pavimento dos 46 mil quilômetros são considerados bons, com 87% classificados como regulares e 2% como ruins.

Por outro lado, de acordo com Campos Neto *et al.* (2010), o transporte ferroviário apresenta como característica econômica um alto custo fixo, representado pelo custo de capital/manutenção da malha, dos terminais e pelo elevado volume de capital imobilizado, decorrente da compra de material rodante. Em contrapartida, os custos variáveis (como mão de obra, combustível e energia) são relativamente baixos, tornando esse modo adequado ao transporte de mercadorias de baixo valor agregado e com grande peso e volume específico. Assim, a escala no transporte ferroviário é fundamental para a diluição dos custos fixos e o aumento da margem de lucro das ferrovias, uma vez que os retornos são crescentes até que se atinja a capacidade máxima de operação.

O cenário da malha ferroviária brasileira, com 30.612 km de trilhos, é marcado por uma baixa operacionalidade e subutilização territorial. Dados da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) (2022) evidenciam essa disparidade, indicando que 38% do total (11.688 km) encontrava-se inativo para o transporte de cargas, sendo que os 62% restante possuem operação efetiva majoritariamente restrita a corredores específicos de exportação. Esse quadro de ineficiência e concentração contribui diretamente para o escoamento rodoviário de produtos de alto volume, mesmo em

longas distâncias onde o modo ferroviário seria comprovadamente mais custo-eficiente e sustentável (Castro, 2002).

No cenário nacional existe a dificuldade de padronização das bitolas, quando analisada no contexto de Minas Gerais, revela um desafio logístico específico: a malha estadual é composta majoritariamente pela bitola métrica (70,3%). As bitolas larga e mista representam, respectivamente, 27,3% e 2,4% do total (CODEMGE, 2025).

A partir do Plano Nacional de Logística 2035 (PNL) publicado em 2021, o Ministério da Infraestrutura (MINFRA) e a Empresa de Planejamento e Logística (EPL) indicam que o reequilíbrio da matriz de transportes é uma condição fundamental. Estudos governamentais e acadêmicos apontam essa medida como crucial para melhorar a competitividade econômica do país e reduzir os impactos sociais e ambientais.

2.1.2. Concessões

No Brasil, a cobrança de pedágios nas rodovias é uma prática que antecede a implementação do modelo de concessões moderno, sendo historicamente adotada pelo próprio Estado em trechos específicos (Okumura, 2018). Nesse contexto, Okumura (2018) detalha que, em 1969, foi criado o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DERSA) com a finalidade de gerir os pedágios paulistas, inspirando-se no modelo das concessionárias estatais francesas. Entre as vias com cobrança de tarifa, destacavam-se o Sistema Anhanguera-Bandeirantes e o Sistema Anchieta-Imigrantes. A autora ressalta ainda que a prática não se limitou ao nível estadual: o Governo Federal também instituiu pedágios em rodovias federais relevantes, como a BR-116 (Rodovia Presidente Dutra) e a BR-101 (Ponte Rio-Niterói), sob a administração do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Esse sistema de cobrança direta foi extinto em 1989 com a criação do Selo-Pedágio, um mecanismo que transferia a cobrança para a utilização geral da malha rodoviária federal (Okumura, 2018).

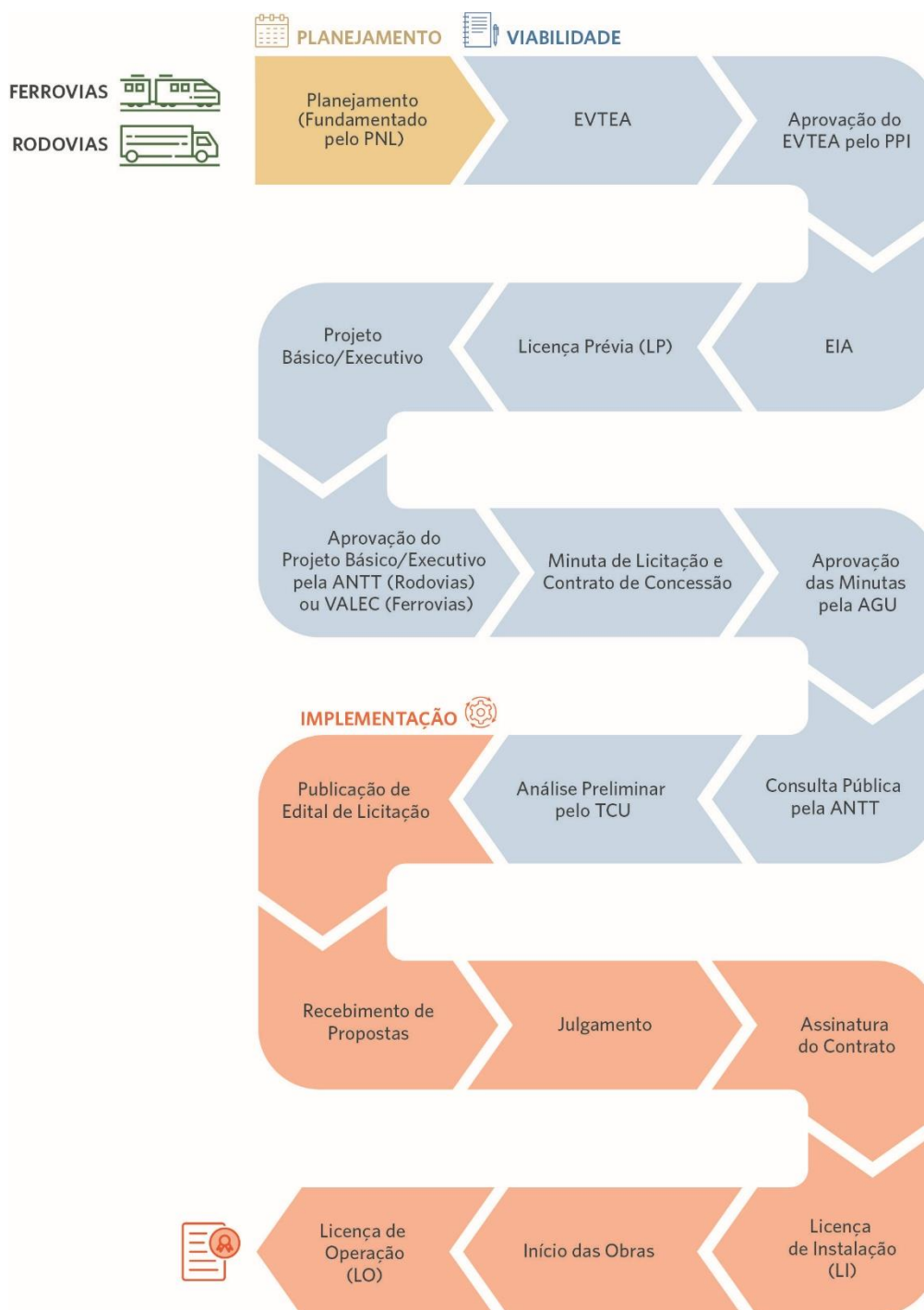
O modelo de concessões rodoviárias começou a ser implementado efetivamente no território nacional após a promulgação da Lei das Concessões em 1995 (Brasil, 1995; Okumura, 2018). Recentemente, a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021 (Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos) (Brasil, 2021), ao alterar dispositivos da Lei nº 8.987/95 (Lei Geral de Concessões e Permissões de Serviços Públicos) (Brasil, 1995),

reitera e detalha o conceito de uma das modalidades de delegação, adaptando-a à nova legislação. Assim, o art. 2º da Lei nº 8.987/95, em seu inciso III, passa a definir:

concessão de serviço público precedida da execução de obra pública: a construção, total ou parcial, conservação, reforma, ampliação ou melhoramento de quaisquer obras de interesse público, delegados pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade concorrência ou diálogo competitivo, a pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para a sua realização, por sua conta e risco, de forma que o investimento da concessionária seja remunerado e amortizado mediante a exploração do serviço ou da obra por prazo determinado. (BRASIL, 1995, art. 2º, III, com redação dada pela Lei nº 14.133/21, art. 179).

O atual panorama brasileiro demonstra que diversas regiões possuem infraestrutura deficiente, o que gera carência de projetos que possam beneficiar a população. Nesse contexto, a concessão de rodovias surge como uma alternativa viável para o governo, especialmente quando existe um interesse social e estratégico em desenvolver essas áreas (Nabhan, 2004). Contudo, é fundamental reconhecer que as concessões rodoviárias se configuram, essencialmente, como um "negócio comercial", uma vez que sua viabilidade só é atestada quando os potenciais investidores identificam que o empreendimento possui uma rentabilidade econômico-financeira que é compatível com seus critérios de investimento (Lee, 1996). Dessa maneira, a Figura 1 abaixo representa o Ciclo de Vida das Concessões Federais de Ferrovias e de Rodovias.

Figura 1: Ciclo de Vida das Concessões Federais de Ferrovias e de Rodovias



Fonte: Cozendey e Chiavari (2021)

Atualmente, o cenário de infraestrutura de transportes no Brasil apresenta um número significativo de concessões federais. De acordo com a ANTT (2025), existem 31 contratos de concessões rodoviárias federais vigentes, totalizando 15.785,14 km de malha concedida. Em contraste, o setor ferroviário federal, conforme dados do

Ministério dos Transportes (MT) (2025), possui uma malha total de 31.104,72 km distribuída em apenas 13 concessões

Trazendo essa realidade para o cenário de Minas Gerais, o estado apresenta um volume significativo de projetos rodoviários delegados à iniciativa privada, atualmente são 15 contratos de concessão vigentes. Esses contratos estão distribuídos em 10 na esfera Federal e 5 na esfera Estadual. É fundamental distinguir a extensão desses contratos: as concessões estaduais totalizam 2.249,9 km da malha sob gestão privada dentro do território mineiro (SEINFRA, 2007; 2018; 2022a; 2022b; 2023). Já as concessões federais, de acordo com a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2025), somam 4.693,8 km de extensão, sendo importante notar que este valor representa a malha total concedida das rodovias que atravessam Minas Gerais. Segue abaixo na Tabela 2, as informações separadamente de cada concessão.

Tabela 2: Concessões Rodoviárias no Estado de Minas Gerais

Concessionária	Rodovia(s)	Extensão (km)	Esfera
Autopista Fernão Dias	BR-265/MG; BR-381/MG/SP	568,9	Federal
Concebra	BR-060/DF/GO; BR-153/GO/MG; BR-262/MG	733,8	Federal
Elovias	BR-040/495/RJ/MG	218,9	Federal
Ecovias do Cerrado	BR-364/GO; BR-365/MG	432,6	Federal
Ecovias Minas Goiás	BR-050/GO/MG	433,2	Federal
Ecovias Rio Minas	BR-116/RJ/MG; BR-465/RJ; BR-493/RJ	733,0	Federal
Nova 381	BR-381/MG	302,5	Federal
Via Cristais	BR-040/GO/MG	594,8	Federal
Via Mineira (EPR)	BR-040/MG	232,1	Federal
Way-262	BR-262/MG	440,6	Federal
AB Nascentes das Gerais	MG-050/MG; BR-491/MG; BR-265/MG	371,4	Estadual
Eco 135 Concessionária de Rodovias S.A.	BR-135/MG; MG-231/MG; LMG-754/MG	364,0	Estadual
EPR Vias do Café	CMG-491/CMG-369/LMG-863/BR-265/MG-167	432,8	Estadual
Rodovias do Triângulo SPE S/A	MG-427/MG; LMG-798/MG; BR-452/MG; CMG-462/MG; CMG-452/MG; LMG-812/MG; BR-365/MG; LMG-782/MG; MG-190/MG	627,4	Estadual
Rodovias do Sul de Minas SPE S/A	MG-173/MG; BR-459/MG; MG-290/MG; MG-295/MG; MG-459/MG; MG-455/MG; CMG-146/MG; LMG-877/MG	454,3	Estadual

Fonte: Autor (2026)

No cenário ferroviário, o modelo de concessões alcançou seu objetivo principal: interromper o acúmulo de prejuízos para o Poder Público decorrente da administração e operação das ferrovias. A redução dos grandes déficits do erário representou o fundamento central para o processo de desestatização (Bastos, 2024). O marco inicial dessas concessões ocorreu em 1996, com a primeira rodada sendo concluída em 1998 e totalizando sete ferrovias delegadas à iniciativa privada (Sales, 2021). No contexto específico de Minas Gerais, o estado possui atualmente quatro concessões ferroviárias vigentes em seu território, todas operadas na esfera federal (MT, 2025), em consonância com o que estabelece a Constituição Federal ao delegar à União a competência privativa para explorar os serviços de transporte ferroviário que transponham os limites de um estado (Brasil, 1988, Art. 21, XII, 'd'). É crucial notar que a extensão total dessas concessões soma 12.116,3 km, este valor representa a malha total concedida das ferrovias cujos trechos atravessam o estado, e não apenas a quilometragem restrita ao território mineiro (MT, 2025). Segue abaixo na Tabela 3, as informações separadamente de cada concessão ferroviária.

Tabela 3: Concessões Ferroviárias no Estado de Minas Gerais

Concessionária	Ferrovia	Extensão (km)	Esfera
VLI	Ferrovia Centro-Atlântica	7.856,8	Federal
MRS	Malha Sudeste	1.821,3	Federal
VALE	Estrada de Ferro Vitória a Minas	894,2	Federal
Rumo	Ferrovia Norte Sul Tramo Central	1.544,0	Federal

Fonte: Autor (2026)

2.1.3. Planejamento de Transportes

De acordo com Silva (2012), o processo de planejamento dos transportes abrange todas as facilidades essenciais para a movimentação de bens e pessoas, o que inclui tanto os terminais quanto os sistemas de controle de tráfego. Esse processo se estrutura na coleta, análise e interpretação de dados, os quais englobam as condições atuais e seu desenvolvimento histórico, as metas e objetivos da comunidade, a projeção do futuro desenvolvimento urbano e a estimativa da futura demanda por transportes (Silva, 2012).

Na prática, a situação da infraestrutura logística da economia brasileira permanece um desafio significativo, caracterizada pela concentração e pela defasagem histórica. Tal cenário é, em grande parte, resultado da ausência de um planejamento adequado e da incapacidade contínua do governo em financiar os investimentos necessários (Silva; Martins; Neder, 2016). Adicionalmente, a infraestrutura nacional enfrenta uma situação complexa que vai além da concentração e da defasagem: o país lida com a seleção equivocada de projetos, problemas recorrentes na execução das obras, custos vultosos nos empreendimentos e constantes prorrogações de prazos, sendo o baixo investimento um dos principais gargalos da infraestrutura brasileira (Ribeiro; Santos, 2023).

Logo, a consolidação da infraestrutura em um país com dimensões continentais exige investimentos continuados e consoantes a um plano de desenvolvimento robusto e coeso (Bertussi; Ellery JR., 2011). Tais investimentos, especialmente em infraestrutura de transportes, são cruciais para o crescimento econômico e, consequentemente, demonstram potencial para reduzir as desigualdades regionais (Silva; Martins; Neder, 2016).

Contudo, Nunes (2018) argumenta que o planejamento estatal do investimento é essencial para evitar que a má alocação de recursos acentue as desigualdades entre as diversas regiões de um país. Segundo o autor, quando a decisão de investir é puramente orientada pelos interesses do mercado, há uma tendência natural de alocar os recursos no entorno de espaços já dotados de ampla densidade. Além disso, a organização territorial da infraestrutura possui grande influência no modelo de localização produtiva, o que gera elevados efeitos de irreversibilidade e resultados que impactam gerações nas regiões que são contempladas ou preteridas pela expansão (Nunes, 2018).

2.1.4. Planos de Transporte

O planejamento da infraestrutura e da logística nacional no Brasil é estruturado de forma hierárquica e sistêmica, sendo formalmente organizado sob a égide do Planejamento Integrado de Transportes (PIT). Este modelo visa assegurar a coerência e a integração entre os diversos modos, orientando a formulação de políticas públicas, programas e investimentos (Brasil, 2024).

O principal arcabouço normativo que institui e define esta estrutura é o Decreto nº 12.022, de 16 de maio de 2024, que estabelece um sistema encadeado de instrumentos de planejamento (Brasil, 2024). A adoção desta metodologia de planejamento é crucial para o desenvolvimento sustentável e coordenado, superando a visão isolada por modo e garantindo o alinhamento das ações com as estratégias nacionais de longo prazo.

Os instrumentos de planejamento que compõem o PIT são definidos em diferentes níveis estratégicos e táticos, detalhando a visão de futuro para o setor de transportes e logística. Estes planos são (Brasil, 2024):

I. Plano Nacional de Logística (PNL)

O PNL representa o nível estratégico e mais abrangente do planejamento. É o instrumento de visão de longo prazo para a logística nacional, com um horizonte tipicamente decenal ou mais longo. Seu principal objetivo é identificar e definir as grandes estratégias e prioridades para o setor, considerando a interdependência dos modos de transporte (MINFRA; EPL, 2021).

O PNL busca, assim, otimizar o desempenho logístico do país, estabelecendo diretrizes que orientarão a alocação de recursos e a formulação de políticas que impactam toda a cadeia de movimentação de bens e serviços (MINFRA; EPL, 2021).

II. Planos Setoriais dos Subsistemas

Os Planos Setoriais atuam no nível tático e servem como elo de ligação entre o PNL (estratégico) e a execução das ações (operacional) (MT, 2021). Eles se desdobram do Plano Nacional de Logística, detalhando as estratégias para cada modo de transporte específico (rodoviário, ferroviário, hidroviário, portuário e aeroviário) (Brasil, 2024).

No caso dos Planos Setoriais de Transportes Terrestres, por exemplo, eles são instrumentos táticos dedicados ao planejamento da infraestrutura rodoviária (Plano Setorial de Transporte Rodoviário) e ferroviária (Plano Setorial de Transporte Ferroviário), além do transporte de cargas e passageiros (MT, 2021). Devem apresentar resultados concretos, como a classificação das infraestruturas conforme a

prioridade e a avaliação do impacto das soluções propostas para o atendimento das necessidades setoriais (MT, 2021).

III. Plano Geral de Parcerias (PGP)

O PGP é um instrumento que orienta a implementação de projetos de infraestrutura e serviços de transporte por meio da cooperação com a iniciativa privada. Ele identifica as oportunidades de concessões, Parcerias Público-Privadas (PPP) e outras formas de delegação que viabilizem os investimentos e a operação dos ativos de transporte definidos nos planos estratégicos e setoriais (Brasil, 2024).

IV. Plano Geral de Ações Públicas (PGAP)

O PGAP é o instrumento que consolida e detalha as iniciativas a serem realizadas diretamente pelo poder público. Ele engloba os projetos, obras e atividades que não serão objeto de parceria ou concessão, garantindo que o planejamento de longo prazo se materialize por meio de ações com recursos públicos (Brasil, 2024).

Figura 2: Pirâmide do Planejamento Integrado de Transportes (PIT)



Fonte: MT (2024)

Assim, ciclo do Planejamento Integrado de Transportes (PIT), assegura que as ações e os instrumentos de planejamento estejam interligados (Brasil, 2024). Essa integração garante que as ações de curto e médio prazo estejam alinhadas à visão estratégica de longo prazo do país, com o propósito de desenvolver uma infraestrutura

adequada às suas necessidades de escoamento e de mobilidade. Consequentemente, o modelo sistêmico resulta em maior eficiência na gestão da infraestrutura e logística nacional, otimizando o desempenho do setor de transportes para atender às demandas presentes e futuras da economia (MINFRA; EPL, 2021).

2.1.5. Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG)

O Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG) é um instrumento fundamental de planejamento estratégico, concebido para orientar as ações de infraestrutura e serviços de logística e transportes no estado. O plano adota uma "visão de Estado", o que significa que ele capta os potenciais de desenvolvimento social, econômico, ambiental e estratégico de Minas Gerais. Sua função principal é auxiliar na compreensão das necessidades logísticas e de transportes e, consequentemente, priorizar os empreendimentos que melhor projetam resultados positivos para esses aspectos (CODEMGE, 2025).

2.1.5.1. Definição e Estrutura do Plano

Com a criação do PELTMG, o Estado de Minas Gerais retoma a prática de planejamento com resultados que subsidiam a tomada de decisão da administração pública direta e, simultaneamente, orientam os diversos atores privados e públicos que investem, operam ou implantam as infraestruturas e os serviços de logística e transportes. O plano busca agregar coesão ao desenvolvimento da rede, eliminar sobreposições e investimentos desnecessários, e conciliar as estratégias dos governos Estadual, Federal, Municipais e do setor privado, adotando uma visão ampliada e complementar dos modos de transporte (rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aeroviário) (CODEMGE, 2025).

O Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais de Curto Prazo é composto pelos seguintes volumes (SEINFRA, 2025), como apresentado na Figura 3:

- Relatório Completo (Idioma (s): Português);
- Sumário Executivo (Idioma (s): Português e Inglês);
- Painel Interativo (Idioma (s): Português e Inglês).

Figura 3: Produtos do PELTMG de Curto Prazo



Fonte: SEINFRA (2025)

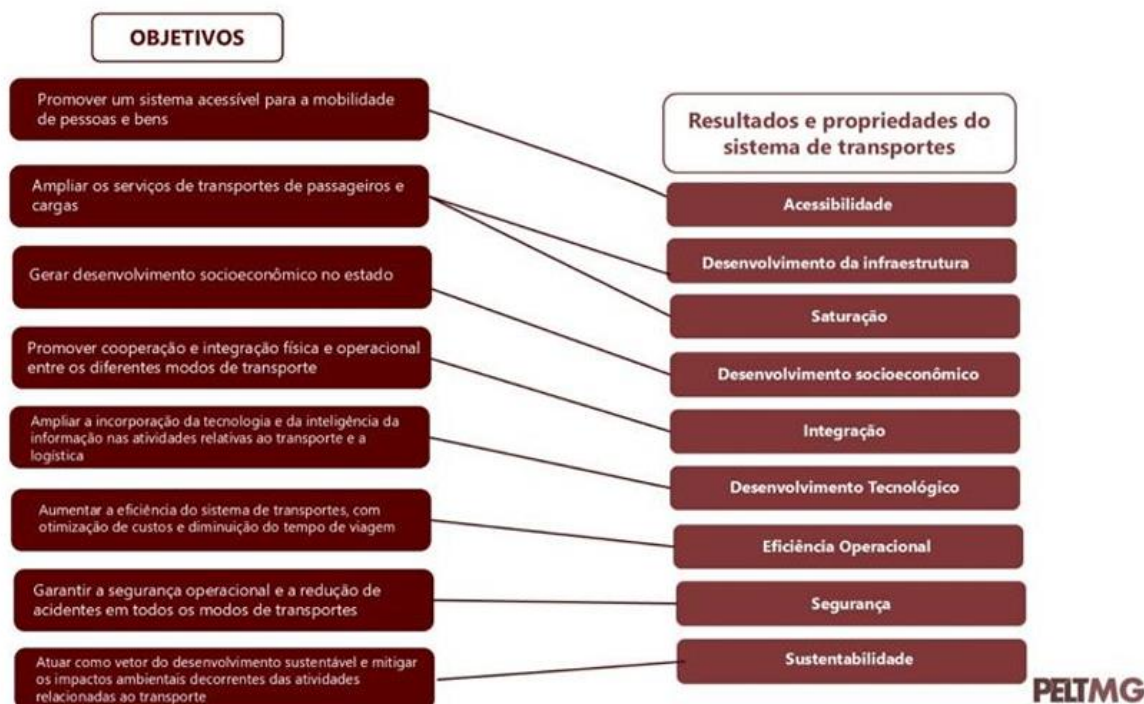
2.1.5.2. Política e Objetivos Estratégicos

A Política Estadual de Logística e Transportes, estabelecida pela Resolução SEINFRA nº 41, de 8 de novembro de 2024, define os princípios, objetivos e diretrizes que devem ser observados no planejamento e na implantação de programas e projetos nos setores de transportes estaduais (Minas Gerais, 2024).

O escopo de atuação da Política é constituído por infraestruturas e serviços de transportes que afetam os deslocamentos interurbanos (regionais ou nacionais) de pessoas ou de bens no Estado de Minas Gerais (CODEMGE, 2025).

Os principais objetivos da Política Estadual de Logística e Transportes, que orientam o PELTMG, são exibidos abaixo na Objetivos do PELTMG na Figura 4:

Figura 4: Objetivos do PELTMG



Fonte: CODEMGE (2025)

2.1.5.3. Metodologia do PELTMG

O elemento central da metodologia do Plano é o Modelo de Cinco Dimensões (M5D), uma adaptação da estrutura "*Business Case Guidance for Programmes*" (HM Treasury, 2018). De acordo com Dall'Oglio Junior (2025), essa adaptação foi realizada, no contexto brasileiro, pelo então Ministério da Economia (atual Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços).

Denominada M5D, essa metodologia buscou incorporar os processos e as práticas originais do modelo britânico, acrescidas das especificidades legais, institucionais e operacionais do Brasil para a implantação de projetos de PPP (Dall'Oglio Junior, 2025).

Em suma, Dall'Oglio Junior (2025) explica que essa abordagem consiste na aplicação de melhores práticas para o desenvolvimento de propostas de gastos públicos, especialmente em projetos que envolvem investimento de recursos estatais, permitindo que as decisões comerciais sejam mais objetivas, efetivas e baseadas em evidências.

Esse modelo, foi aplicado de forma pioneira no planejamento de transportes na elaboração do Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais. Sua aplicação considera o melhor custo-benefício econômico, ambiental e social de cada empreendimento, garantindo que as propostas de gastos públicos estejam bem fundamentadas (CODEMGE, 2025).

O M5D é composto pelas seguintes dimensões:

- **Dimensão Estratégica:** Demonstra como o plano está alinhado com as políticas vigentes de transportes e as estratégias mais amplas de desenvolvimento socioeconômico do Estado. No PELTMG, esse alinhamento é verificado com a Política Estadual de Logística e Transportes e com os Corredores Estratégicos de cargas e pessoas (CODEMGE, 2025);
- **Dimensão Socioeconômica:** Seu objetivo é identificar as propostas que oferecem o melhor benefício social, econômico e ambiental para a sociedade, demonstrando o valor social de cada intervenção. No planejamento de transporte, esta dimensão utiliza um conjunto de indicadores para avaliar e mensurar o alcance dos oito objetivos da Política Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (CODEMGE, 2025);
- **Dimensão Financeira:** Indica a viabilidade financeira dos empreendimentos, sendo crucial para avaliar a vocação dos projetos (Parcerias Público-Privadas ou investimentos públicos) (CODEMGE, 2025);
- **Dimensão Comercial:** Busca captar a percepção mercadológica dos projetos, considerando não apenas a atratividade econômica, mas também a visão dos investidores sobre riscos (ambientais, jurídicos, de desapropriação) e aderência à sua estratégia (CODEMGE, 2025);
- **Dimensão Gerencial:** Coleta percepções dos gestores sobre os resultados preliminares, ajusta as carteiras de investimentos e realiza avaliações de riscos (orçamentários, de judicialização, regulatórios e temporais) para refinar a classificação das prioridades (CODEMGE, 2025).

O PELTMG também adota a metodologia de Planejamento Orientada a Resultados, na qual os objetivos do plano guiam a medição de impactos, diagnóstico e prognóstico dos empreendimentos (CODEMGE, 2025).

Adicionalmente, são utilizadas:

- Técnicas de macrossimulação de cenários e uso de Big Data de telefonia móvel e Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e) para diagnosticar 100% das cargas e pessoas transportadas (CODEMGE, 2025);
- A priorização na dimensão de avaliação socioeconômica considera a redução de emissões de carbono e a análise de riscos ambientais (como inundações e deslizamentos) para garantir que os projetos sejam relevantes em termos de resiliência às mudanças climáticas (CODEMGE, 2025);
- O plano é consolidado a partir de um processo de transparência técnica e social, com apoio de verificadores técnicos independentes (como a Fundação Dom Cabral) e ampla participação em workshops e consultas públicas (CODEMGE, 2025).

2.1.5.4. Indicadores PELTMG de Curto Prazo

No âmbito do referencial teórico deste trabalho, apresenta-se a seguir uma tabela que reúne os indicadores utilizados no PELT de Curto Prazo, juntamente com as principais formulações empregadas para o seu cálculo. Ressalta-se que, para fins deste estudo, foram apresentados no APÊNDICE A – INDICADORES PELT C apenas os trechos da metodologia original referentes aos modos rodoviário e ferroviário, que constituem o foco desta pesquisa. Dessa forma, foram incluídas exclusivamente as formulações e procedimentos utilizados no PELT de Curto Prazo para esses dois modos, sendo desconsideradas as metodologias aplicadas à obtenção dos indicadores para os demais modos de transporte. Destaca-se ainda que todos os resultados do Plano são apresentados na forma de valores normalizados de 0 a 1, sendo que as respectivas equações de normalização utilizadas também estão disponibilizadas no referido apêndice.

Tabela 4: Indicadores PELT Curto Prazo

Dimensão	Elemento	Indicador	Fórmula
Estratégica	-	Parcela estratégica para transporte de cargas	$Pe_{cargas} = \sum \left(\frac{n_{emp}}{T_{mun}} j \times i_{estratégico} \right)$
		Parcela estratégica para transporte de pessoas	$Pep_{linear} = \frac{n}{T_{mun}}$
Socioeconômica	Acessibilidade	Parcela de Acessibilidade para Cargas	$\alpha_{1ji} = X_{1ji} \times \frac{\sum_{w=1}^n (Tcargas_{UTPW} \times Ext_{jw})}{\sum_{w=1}^n Ext_j}$
		Parcela de Acessibilidade para Pessoas	$\beta_{1ji} = Y_{1ji} \times \frac{\sum_{w=1}^n (Tpessoas_{UTPW} \times Ext_{jw})}{\sum_{w=1}^n Ext_j}$
	Desenvolvimento Infraestrutura	Capacidade do Empreendimento Rodoviário	$\alpha_{2j} = \sum_{i=1}^n (\Delta Cap_{ij} \times Ext_{ij})$
		Capacidade Associada aos Empreendimentos	$\alpha_{2j} = \sum_{i=1}^n (Cap_{ij})$
	Desenvolvimento Socioeconômico	Parcela Econômica	$\alpha_{3ji} = \frac{CAPEX_j}{PIB_{per\ capita\ j}}$
		Parcela Ambiental e Social	$\beta_{3ji} = \frac{\sum_{k=1}^n (IPS_k \times Ext_{kj})}{\sum_{k=1}^n Ext_j}$
	Desenvolvimento Tecnológico	Indicador de Desenvolvimento Tecnológico	$I_{4j} = \frac{1}{n} \times \sum_{t=1}^n Tecnologias_{jt}$
	Eficiência Operacional	Parcela de Eficiência Operacional para Cargas	$\alpha_{5ji} = \frac{\sum_{k=1}^n (C_{total\ c_k} \times Ext_{kj})}{\sum_{k=1}^n Ext_j}$
		Parcela de Eficiência Operacional para Pessoas	$\beta_{5ji} = \frac{\sum_{k=1}^n (C_{total\ p_k} \times Ext_{kj})}{\sum_{k=1}^n Ext_j}$
	Integração	Parcela de Integração de Cargas	$\alpha_{6j} = \begin{cases} \text{se o empreendimento atender as condicionantes, então 1} \\ \text{e se o empreendimento não atender, então 0} \end{cases}$
		Parcela de Integração de Pessoas	$\beta_{6ji} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_{UTP\ k} \times Ext_{kj})}{\sum_{k=1}^n Ext_j}$

Dimensão	Elemento	Indicador	Fórmula
Socioeconômica	Saturação	Saturação ponderada pela extensão	$\alpha_{7j} = \frac{\sum_{l=1}^n (\text{Saturação}_l \times \text{Ext}_{lj})}{\sum_{l=1}^n \text{Ext}_{lj}}$
	Segurança	Percentual da extensão que passa por áreas urbanizadas (Setor Ferroviário)	$\alpha_{8j} = \frac{\sum_{k=1}^n \text{Ext}_{kj}}{\text{Ext}_j}$
		Índice de Acidentes ponderado por empreendimento (Setor Rodoviário)	$\beta_{8j} = Y_{8j} \times \frac{\sum_{k=1}^n (\text{Ext}_{kj} \times \text{ÍndiceSeguranca}_k)}{\sum_{k=1}^n \text{Ext}_{kj}}$
	Sustentabilidade	Parcela de Emissões de CO2	$\alpha_{9j} = \frac{\sum_{k=1}^n (E_{9k} \times \text{Ext}_{kj})}{\sum_{k=1}^n \text{Ext}_{kj}}$
		Parcela de Risco para Inundações, Enxurradas e Alagamentos	$\beta_{9j} = \frac{\sum_{k=1}^n (Y_k \times \text{Ext}_{kj})}{\sum_{k=1}^n \text{Ext}_{kj}}$
		Parcela de Risco para Deslizamentos de Terra	$Y_{9j} = \frac{\sum_{k=1}^n (Z_k \times \text{Ext}_{kj})}{\sum_{k=1}^n \text{Ext}_{kj}}$
Financeira	-	Índice Financeiro	$D_{\text{Financeira}} = \delta_1 \text{TIR}$
Comercial	-	Índice da Dimensão Comercial	$D_{\text{Comercial}} = \frac{\sum (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5)}{n}$
Gerencial	-	Índice Gerencial	$D_{\text{Gerencial}} = (I_{1j} + I_{2j} + I_{3j} + I_{4j} + I_{5j} + I_{6j} + I_{7j} + I_{8j})$

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

2.1.5.5. Avaliação e Classificação

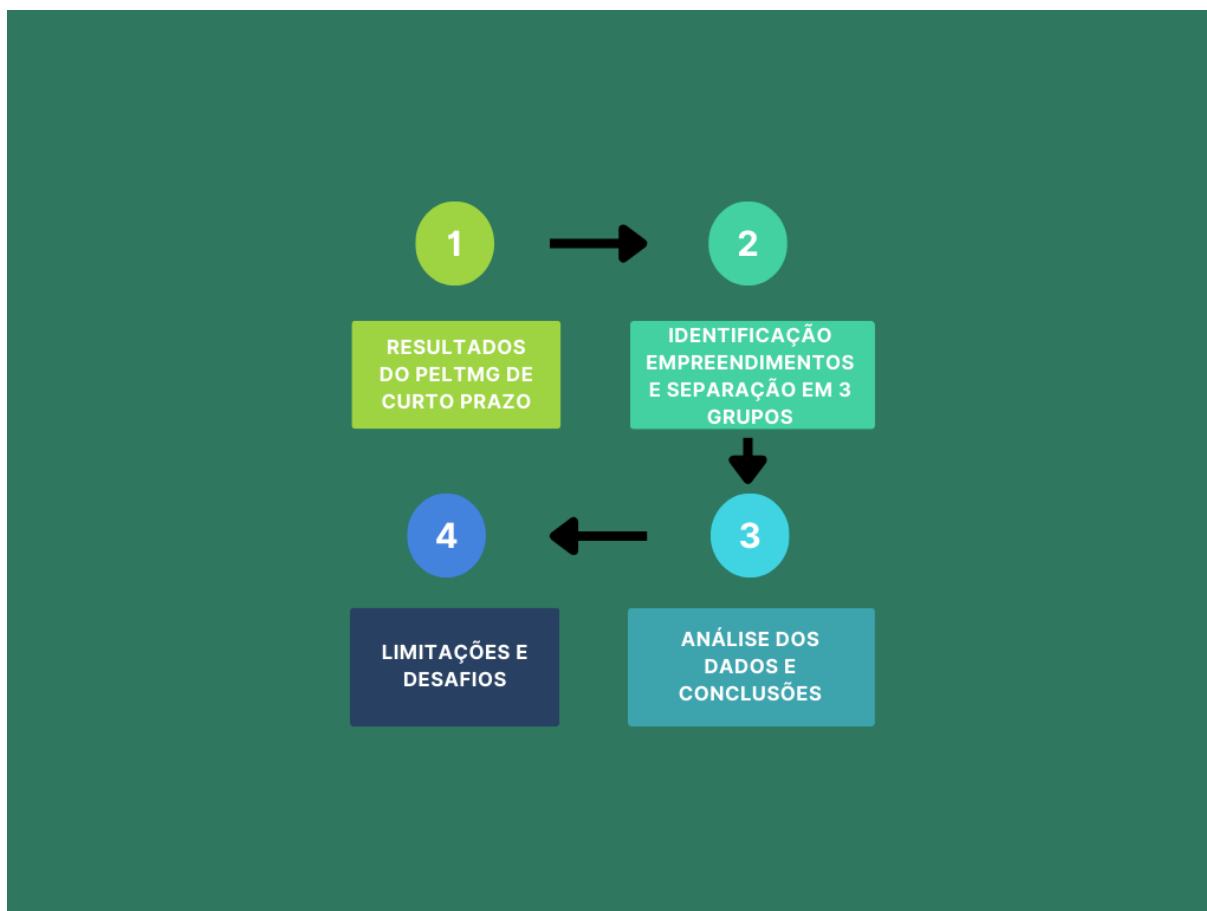
A avaliação da carteira de empreendimentos foi realizada pela aplicação do M5D no processo de planejamento com o Índice de Classificação (IC), índice que quantifica o impacto de cada empreendimento em relação às cinco dimensões, orientando a organização e a priorização da Carteira Recomendada. O IC classifica o impacto das ações como alto, médio ou baixo impacto. A determinação desse impacto é realizada por meio de uma análise multicritério que percorre detalhadamente as cinco dimensões do Modelo 5D (M5D) e é, em seguida, quantificado pelo IC. É fundamental notar que os pesos aplicados nessa análise multicritério foram definidos em workshops realizados em diversas regiões de Minas Gerais (CODEMGE, 2025). O Índice de Classificação com as informações adicionais de viabilidade, setor e status, consolidam-se carteiras gerenciais que indicam as ações recomendadas, designando, principalmente, a vocação de cada um deles, isto é, se será implementado via Poder Público, Parceria Público-Privada ou Concessão comum (CODEMGE, 2025).

3. METODOLOGIA

O presente capítulo destina-se a descrever e justificar os procedimentos metodológicos adotados para o alcance dos objetivos desta pesquisa. A metodologia empregada é fundamental para garantir o rigor, a validade e a confiabilidade dos resultados que serão apresentados.

Inicialmente, é apresentado um fluxograma na Figura 5 que ilustra a ordem das etapas seguidas para a execução do estudo. Na sequência, cada processo é detalhado. Por fim, o capítulo aborda a análise e a interpretação dos dados, destacando a coerência metodológica com os objetivos da pesquisa e a relevância deste estudo para o ambiente acadêmico.

Figura 5: Fluxograma Metodológico



Fonte: Autor (2026)

3.1. Acesso aos resultados do PELTMG de Curto Prazo

Posteriormente, procedeu-se à coleta dos resultados do Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG) de Curto Prazo. Os dados foram extraídos dos apêndices do relatório técnico, que consolidam as dimensões avaliativas da metodologia do Plano, e complementados pelo acesso ao banco de dados interno da equipe elaboradora, garantindo a integridade das informações necessárias para esta análise.

A partir desses materiais, foi possível compreender a estrutura analítica do Plano, bem como identificar os critérios e indicadores que foram utilizados na avaliação dos empreendimentos. Esses indicadores representaram parâmetros fundamentais para mensurar aspectos como viabilidade técnica e econômica, impacto social e ambiental,

relevância territorial e contribuição para a integração logística estadual, entre outros fatores estratégicos.

3.2. Identificação das concessões na base do PELTMG

O Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG) de Curto Prazo apresenta uma ampla carteira de empreendimentos, totalizando 1.584 projetos distribuídos entre diferentes modos de transporte. Diante desse grande volume de informações, foi necessário adotar uma etapa específica de filtragem e identificação dos empreendimentos relacionados às concessões rodoviárias e ferroviárias existentes no estado.

Para essa finalidade, foi utilizado o [Painel Interativo do PELTMG de Curto Prazo](#), ferramenta digital que possibilita a consulta e visualização dinâmica dos dados do Plano. No painel, dentro da aba “Empreendimentos”, foi realizada uma busca direcionada, utilizando palavras-chave correspondentes às denominações das concessões (tais como nomes das rodovias ou empresas concessionárias). Esse processo de filtragem permitirá localizar e correlacionar os empreendimentos do PELTMG com as concessões em vigor, garantindo maior precisão na identificação.

Após a aplicação desse procedimento, foi possível estabelecer a correspondência entre o código identificador de cada empreendimento (id_empreendimento) e a respectiva concessão rodoviária ou ferroviária associada. Essa sistematização foi fundamental para permitir a análise integrada entre o planejamento logístico estadual e as infraestruturas concedidas, possibilitando avaliação do grau de alinhamento entre os projetos previstos no PELTMG e as concessões atualmente em operação no território mineiro.

Além disso, essa etapa metodológica contribui para garantir a rastreabilidade dos dados, assegurando que todas as informações utilizadas neste estudo possuam origem oficial e verificável, o que reforçará a confiabilidade e validade dos resultados obtidos.

3.3. Análise dos dados e conclusões

Na etapa de análise de dados, procedeu-se à avaliação dos indicadores do PELTMG de Curto Prazo, abrangendo todas as dimensões contempladas no plano. O exame detalhado desses valores permitiu verificar a consistência entre os desempenhos dos grupos Rodoviário Federal, Rodoviário Estadual e Ferroviário Federal. Para tanto, a análise de cada grupo foi realizada a partir da média aritmética dos empreendimentos que o compõem. Ressalva-se, contudo, que essa abordagem agregada pode, em cenários específicos, suavizar discrepâncias internas significativas. Diante disso, a análise concentrou-se em fundamentar as justificativas técnicas e causas subjacentes que explicam o desempenho inferior de determinadas categorias em relação às demais, elucidando os fatores limitantes e contextuais que impactam cada modo de transporte.

Essa investigação considera diversos aspectos estruturais e operacionais, incluindo:

- Condições físicas e tecnológicas das infraestruturas, como estado de conservação, capacidade de tráfego, extensão das vias e grau de modernização;
- Qualidade e eficiência dos modos de transporte, com base em critérios de desempenho logístico e operacional;
- Particularidades regionais e socioeconômicas, que podem influenciar os resultados de determinados indicadores.

Essa abordagem permite integrar a análise quantitativa dos indicadores com uma interpretação qualitativa das realidades de cada grupo, contribuindo para uma compreensão mais abrangente e fundamentada das diferenças que venham a ser observadas.

3.4. Limitações e desafios

Por fim, foi conduzida uma análise geral do estudo, com o objetivo de sintetizar os principais achados e avaliar criticamente a metodologia empregada. Nessa etapa, foram destacadas as limitações identificadas durante o processo de pesquisa, bem como as principais dificuldades enfrentadas ao longo do desenvolvimento das etapas analíticas e interpretativas.

Essa reflexão crítica permite reconhecer eventuais restrições relacionadas à disponibilidade e à consistência dos dados, à heterogeneidade das fontes utilizadas, e às particularidades inerentes aos métodos de avaliação empregados. Tais aspectos foram discutidos de modo a delimitar o alcance dos resultados obtidos e garantir transparência científica quanto às condições e pressupostos adotados.

Além disso, foram apresentadas proposições para pesquisas futuras, baseadas nos desafios e lacunas observados ao longo do estudo. Essas recomendações buscarão orientar novas investigações voltadas à ampliação da base de dados, à integração com outras metodologias de priorização logística, e ao aperfeiçoamento das análises de desempenho das concessões sob diferentes perspectivas — técnica, econômica, social e ambiental.

Dessa forma, essa etapa final não apenas encerra o percurso metodológico, mas também estabelece um ponto de partida para novos estudos e abordagens complementares, contribuindo para o aprimoramento contínuo das políticas de planejamento e gestão de infraestrutura logística no Estado de Minas Gerais.

4. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e analisados os principais resultados obtidos ao longo do desenvolvimento deste trabalho, com o objetivo de responder às questões de pesquisa e verificar o atendimento aos objetivos propostos. Inicialmente, são expostos os dados e as metodologias aplicadas, sendo os resultados apresentados de forma estruturada por meio de tabelas, gráficos e indicadores relevantes. À medida que esses resultados são apresentados, realiza-se simultaneamente sua interpretação crítica, buscando identificar padrões, relações e possíveis implicações no contexto estudado. Dessa forma, este capítulo consolida as evidências produzidas de maneira integrada, servindo de base para as discussões e conclusões apresentadas posteriormente.

4.1. Associação dos Empreendimentos às Concessões

Com o auxílio do [Painel Interativo do PELTMG de Curto Prazo](#), tornou-se possível estabelecer de forma sistematizada a relação entre os identificadores de empreendimentos (“id_empreendimento”), oriundos do plano, e as respectivas

concessões inseridas no território de Minas Gerais, é importante ressaltar que as concessões rodoviárias e ferroviárias presentes no estado, estão apresentadas detalhadamente nas Tabela 2 e Tabela 3, respectivamente. Cabe destacar que os dados selecionados para este trabalho delimitam-se às concessões que tiveram início até o ano de 2025, em estrita consonância com o período de publicação do PELT (Plano Estadual de Logística e Transportes) de Curto Prazo.

Ademais, esclarece-se que, embora o contrato de concessão do Rodoanel tenha sido assinado dentro do período analítico considerado, esta infraestrutura foi deliberadamente excluída do escopo deste estudo. Essa decisão justifica-se pelo fato de o referido trecho ainda não estar operacional. O projeto enfrenta uma intensa judicialização envolvendo a definição de seu traçado e os respectivos impactos socioambientais. Em outubro de 2025, a Justiça Federal suspendeu a licença prévia do empreendimento devido à ausência de consultas livres, prévias e informadas às comunidades quilombolas da região, conforme exigido pela Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho — OIT (G1 Minas, 2025; Rádio Itatiaia, 2025). Além disso, municípios populosos afetados diretamente pelo traçado homologado pelo Estado, como Betim e Contagem, formalizaram contestações judiciais e técnicas alegando graves riscos de adensamento urbano inadequado e degradação de áreas de preservação, a exemplo da Área de Proteção Ambiental (APA) Vargem das Flores (Prefeitura de Contagem, 2025). Embora decisões do Tribunal Regional Federal da 6ª Região (TRF6), no início de 2026, tenham autorizado a retomada de etapas administrativas e de novos estudos ao suspender parcialmente entraves de ações civis públicas anteriores (TRF6, 2026), o impasse no cronograma permanece severo.

A partir dessa integração, foi viabilizada a consolidação das informações em uma base única, permitindo não apenas a identificação das correspondências entre empreendimentos e concessões, mas também uma visão mais organizada e consistente desses dados. Como resultado desse processo, a síntese dessa relação é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Associação id_empreendimento e concessão

id_empreendimento	Concessionária	Setor	Localização	Início e Período Concessão	Extensão (km)
56	CONCEBRA	Rodoviário	BR-060/DF/GO (ligando Brasília a Goiânia), a BR-153/GO/MG (Transbrasiliana, no Triângulo Mineiro) e a BR-262/MG (eixo leste-oeste mineiro)	05/03/2014 e 30 anos	733,8
65	Elovias	Rodoviário	BR-040/495/RJ/MG	04/11/2025 e 30 anos	218,9
67	Nova 381	Rodoviário	BR-381/MG no sentido Vale do Aço, ligando Belo Horizonte a Governador Valadares	06/02/2025 e 30 anos	302,5
103	Ecovias do Cerrado	Rodoviário	BR-364/GO e BR-365/MG, interligando Jataí (GO) a Uberlândia (MG)	20/01/2020 e 30 anos	432,6
104	Ecovias Minas Goiás	Rodoviário	BR-050/GO/MG	08/01/2014 e 30 anos	433,2
105	Ecovias Rio Minas	Rodoviário	BR-116/RJ/MG	22/09/2022 e 30 anos	733,0
123	Autopista Fernão Dias	Rodoviário	Corredor da BR-381/MG/SP	15/02/2008 e 25 anos	568,9
128	Via Cristais	Rodoviário	BR-040/GO/MG, Distrito Federal e o estado de Goiás (a partir de Cristalina) até a Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG)	10/03/2025 e 30 anos	594,8
129	Way-262	Rodoviário	Trecho leste da BR-262/MG	20/03/2025 e 30 anos	440,6
788	Rodovias do Triângulo SPE S/A	Rodoviário	Região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba: MG-427, LMG-798, BR-452, CMG-462, CMG-452, LMG-812, BR-365, LMG-782 e MG-190	24/02/2023 e 30 anos	627,4
789	Rodovias do Sul de Minas SPE S/A	Rodoviário	Extremo sul do estado e a conectividade com a divisa de São Paulo, rodovias MG-173, BR-459 (eixo de Pouso Alegre/Poços de Caldas), MG-290, MG-295, MG-459, MG-455, CMG-146 e LMG-877	03/03/2023 e 30 anos	454,3

id_empreendimento	Concessionária	Setor	Localização	Início e Período Concessão	Extensão (km)
790	EPR Vias do Café	Rodoviário	Lote localizado no Sul de Minas, conectando importantes polos através do circuito composto pelas rodovias CMG-491, CMG-369, LMG-863, BR-265 e MG-167	23/10/2023 e 30 anos	432,8
829	Eco 135 Concessionária de Rodovias S.A.	Rodoviário	Espinha dorsal a BR-135/MG (ligando Montes Claros à BR-040), complementada pelas rodovias estaduais MG-231/MG e LMG-754/MG	28/06/2018 e 30 anos	364,0
842	AB Nascentes das Gerais	Rodoviário	Principal eixo do Centro-Oeste e Sudoeste de Minas, estruturado ao redor da MG-050/MG, com extensões e conexões pelas rodovias BR-491/MG e BR-265/MG	13/06/2007 e 25 anos	371,4
991	Via Mineira (EPR)	Rodoviário	BR-040/MG, que conecta a capital Belo Horizonte à cidade de Juiz de Fora (MG)	06/08/2024e 30 anos	232,1
57	MRS	Ferroviário	A partir do Quadrilátero, a linha segue em direção ao Sul de Minas, cortando a Zona da Mata (passando por Juiz de Fora) até alcançar a divisa com os estados do Rio de Janeiro (acesso aos portos de Itaguaí, Guaíba e Rio) e São Paulo (acesso ao Porto de Santos e à Região Metropolitana de SP).	26/11/1996 e 30 anos	1.821,3

id_empreendimento	Concessionária	Setor	Localização	Início e Período Concessão	Extensão (km)
100	Vale	Ferrovário	Conecta a Região Metropolitana de Belo Horizonte (com início de fluxo importante em terminais próximos a Santa Luzia e Sabará) e a cidade de Itabira, seguindo paralelamente ao Vale do Rio Doce (passando por Governador Valadares e Resplendor) até cruzar a divisa do estado com o Espírito Santo, com destino final no Complexo Portuário de Tubarão (Vitória)	01/07/1997 e 30 anos	894,2
107	Rumo	Ferrovário	Corta o extremo oeste de Minas Gerais de norte a sul. O traçado conecta o interior de Goiás e o Triângulo Mineiro diretamente à malha paulista (Malha Paulista da Rumo) com destino definitivo ao Porto de Santos (SP)	31/07/2019 e 30 anos	1.544,0
108	VLI	Ferrovário	Corta o Triângulo, Centro, Norte e Sul de Minas	26/08/1996 e 30 anos	7.856,8

Fonte: Autor (2026)

4.2. Grupos de Análise

Como resultado da etapa metodológica que consistiu na segmentação das concessões em grupos segundo suas respectivas esferas de atuação, viabilizou-se a análise dos indicadores de forma estruturada e comparativa entre os diferentes grupos. Essa organização permite uma melhor interpretação dos resultados, considerando as especificidades de cada esfera, sendo a referida classificação apresentada na Tabela 6.

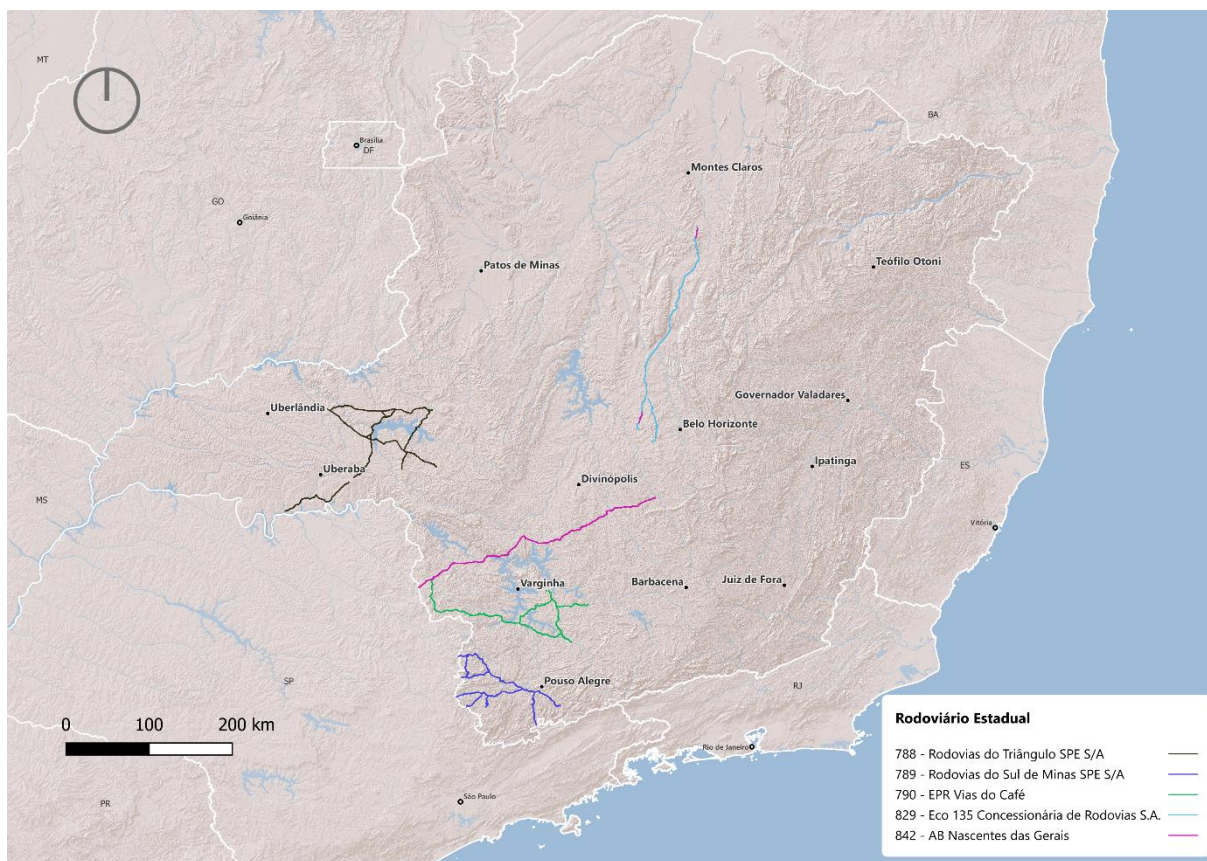
Tabela 6: Grupos de Análise

id_empreendimento	Grupo de Análise
56	Rodoviário Federal
65	
67	
103	
104	
105	
123	
128	
129	
991	
788	Rodoviário Estadual
789	
790	
829	
842	
57	Ferroviário Federal
100	
107	
108	

Fonte: Autor (2026)

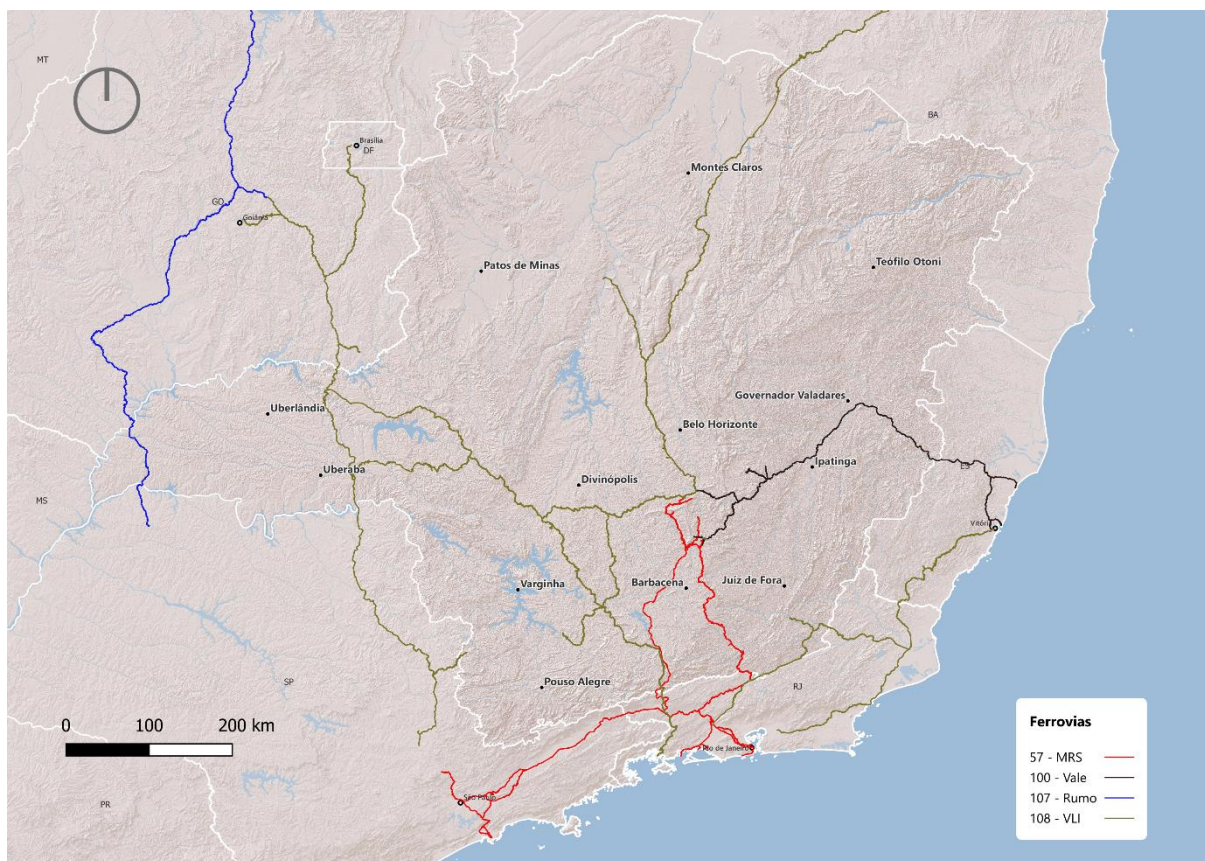
Adicionalmente, com o intuito de facilitar a visualização e a análise espacial dos resultados, cada grupo, organizado conforme as esferas de atuação, é apresentado na Figura 6, Figura 7 e Figura 8 . Essa abordagem permite uma melhor compreensão da distribuição territorial das concessões no estado de Minas Gerais.

Figura 7: Mapa Concessões Rodoviárias Estaduais



Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Figura 8: Mapa Concessões Ferroviárias



Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

4.3. Análise dos Resultados dos Indicadores

4.3.1. Dimensão Estratégica

4.3.1.1. Parcela Estratégica de Cargas

Antes da apresentação dos resultados deste indicador, faz-se necessária a conceituação de Corredor Estratégico de Cargas, adotando-se aqui a terminologia e a lógica operacional estabelecidas pelo PELTMG de Curto Prazo (CODEMGE, 2025). De acordo com a metodologia proposta no referido Plano, a delimitação desses corredores fundamentou-se na identificação prévia de 73 produtos estratégicos para o desenvolvimento mineiro, selecionados com base em sua relevância econômica e prioridade governamental.

Conforme detalhado no documento da CODEMGE (2025), a determinação desses eixos estruturou-se a partir de duas fontes principais:

1. A base de rotas do cenário-base dos Planos Setoriais (MT, 2024a;2024b), que detalha os fluxos de macroprodutos com origem ou destino em Minas Gerais;
2. A relação de municípios citados em marcos regulatórios (leis, decretos e planos) associados a cada produto estratégico.

Sob essa ótica metodológica, os corredores foram inicialmente delimitados pelos trechos com maior volume de carga. Complementarmente, o Plano integrou às redes as infraestruturas utilizadas em rotas originadas em municípios com citações (leis, decretos e planos), garantindo a abrangência regional da análise. O resultado completo dos corredores estratégicos de cargas está disponibilizado no Apêndice C do relatório completo do PELTMG de Curto Prazo (CODEMGE, 2025)

A Tabela 7 apresenta os resultados normalizados do indicador para cada empreendimento vinculado às concessões. O desempenho consolidado de cada grupo de análise foi obtido por meio da média aritmética dos valores dos empreendimentos que o integram.

Tabela 7: Resultado Normalizado Parcela Estratégica de Cargas

id_empreendimento	Setor	Esfera	Parcela Estratégica de Cargas	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,215	0,110
65	Rodoviário	Federal	0,038	
67	Rodoviário	Federal	0,129	
103	Rodoviário	Federal	0,047	
104	Rodoviário	Federal	0,042	
105	Rodoviário	Federal	0,121	
123	Rodoviário	Federal	0,192	
128	Rodoviário	Federal	0,104	
129	Rodoviário	Federal	0,125	
991	Rodoviário	Federal	0,088	
788	Rodoviário	Estadual	0,087	0,100
789	Rodoviário	Estadual	0,108	
790	Rodoviário	Estadual	0,091	
829	Rodoviário	Estadual	0,064	
842	Rodoviário	Estadual	0,149	
57	Ferroviário	Federal	0,433	0,394
100	Ferroviário	Federal	0,199	
107	Ferroviário	Federal	0,063	
108	Ferroviário	Federal	0,882	

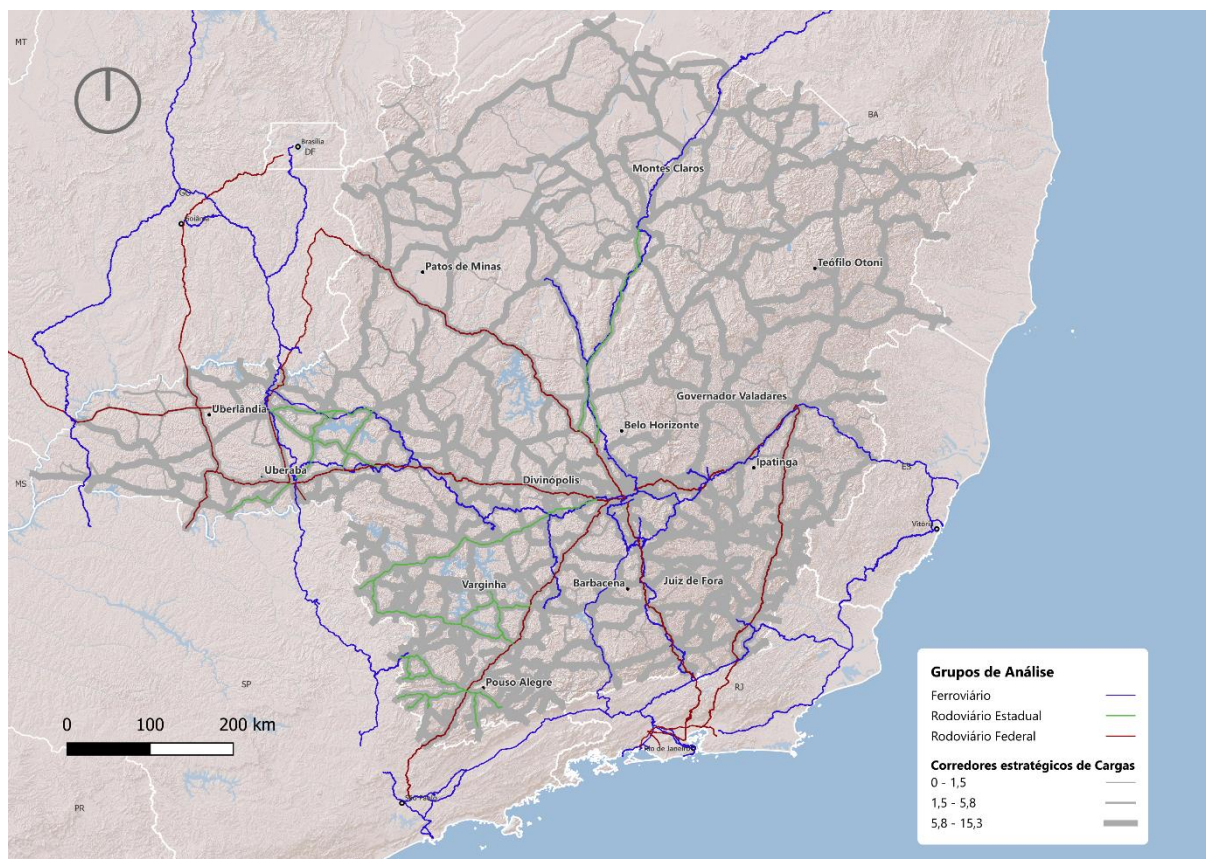
Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise dos resultados indica que o grupo Ferroviário obteve a maior nota média entre os grupos estudados, enquanto os grupos Rodoviário Federal e Estadual apresentaram desempenhos similares entre si. Essa disparidade justifica-se pela formulação do indicador, que na sua fórmula considera o número de municípios abrangidos pelo empreendimento j em relação aos corredores estratégicos de produtos.

Dado que os empreendimentos ferroviários possuem, em sua maioria, extensões territoriais superiores dentro do estado de Minas Gerais — como ilustrado na Figura 8 —, eles tendem a perpassar um maior volume de municípios integrados aos corredores estratégicos. Um exemplo latente é a concessão da VLI (id_empreendimento 108), que registrou a maior nota (0,882); por ser o empreendimento de maior extensão linear entre as concessões analisadas, sua conectividade com os polos produtores é ampliada. Vale ressaltar que, para este indicador específico, a esfera de atuação (Federal ou Estadual) das rodovias não exerceu influência significativa nos resultados finais.

Como complemento à análise, na Figura 9 apresenta a sobreposição das geometrias dos empreendimentos com os corredores de produtos estratégicos em Minas Gerais no PELT Curto Prazo, limitados aos setores rodoviário e ferroviário. Na representação cartográfica, a relevância e a densidade de cada trecho específico são indicadas de forma diretamente proporcional à espessura da linha. Os resultados visuais confirmam que os eixos ferroviários não apenas coincidem com uma maior parcela de municípios, mas também suas infraestruturas possuem impacto no escoamento de cargas no estado, o que fundamenta a pontuação superior obtida pelo grupo.

Figura 9: Empreendimentos e Corredores Estratégicos de Cargas

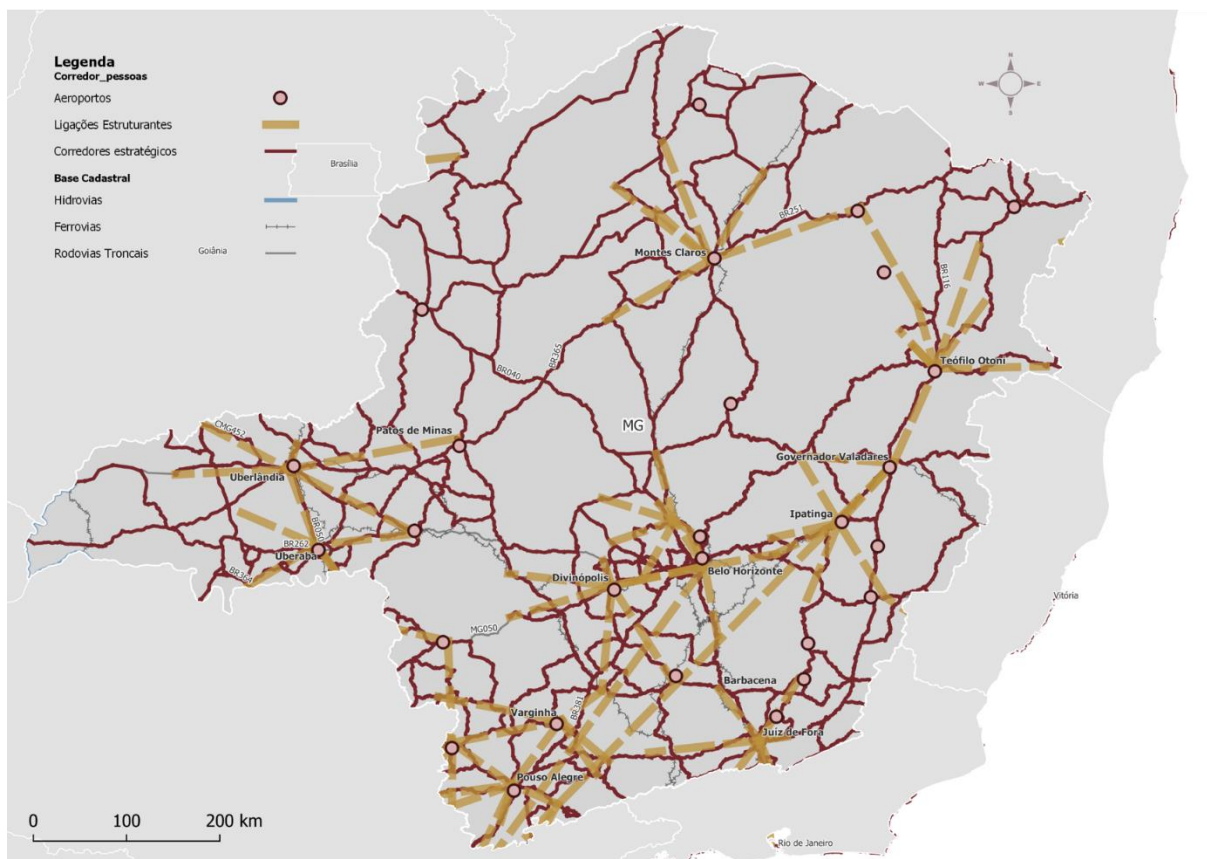


Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

4.3.1.2. Parcela Estratégica de Pessoas

Previamente à exposição dos resultados deste indicador, faz-se necessária a conceituação de Corredor Estratégico de Pessoas, adotando-se aqui a terminologia e a lógica operacional estabelecidas pelo PELTMG de Curto Prazo (CODEMGE, 2025). Conforme a metodologia proposta no referido Plano, tais corredores visam identificar as infraestruturas que asseguram a mobilidade interurbana de forma adequada. Para tanto, o documento fundamentou-se na visão territorial do planejamento de transportes, buscando captar as complexas relações sociais, econômicas e culturais entre os municípios. Essa análise foi estruturada a partir das hierarquias da rede urbana brasileira detalhadas no relatório Regiões de Influência das Cidades - REGIC (IBGE, 2018), integrando, assim, a dinâmica demográfica ao planejamento de infraestrutura estadual. A Figura 10 apresenta o resultado final do corredor estratégico de pessoas apresentado no PELTMG de Curto Prazo.

Figura 10: Corredores Estratégicos para o Transporte Interurbano de Pessoas em Minas Gerais



Fonte: CODEMGE (2025)

A Tabela 8 reúne os índices normalizados por empreendimento. Para a caracterização dos grupos de análise, os resultados foram consolidados mediante o cálculo da média aritmética dos empreendimentos integrantes, permitindo uma comparação direta entre as diferentes modalidades e esferas.

Tabela 8: Resultado Normalizado Parcela Estratégica de Pessoas

id_empreendimento	Setor	Esfera	Parcela Estratégica de Pessoas	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	1,000	0,463
65	Rodoviário	Federal	0,188	
67	Rodoviário	Federal	0,438	
103	Rodoviário	Federal	0,229	
104	Rodoviário	Federal	0,188	
105	Rodoviário	Federal	0,792	
123	Rodoviário	Federal	0,708	
128	Rodoviário	Federal	0,354	
129	Rodoviário	Federal	0,417	
991	Rodoviário	Federal	0,313	
788	Rodoviário	Estadual	0,333	0,396
789	Rodoviário	Estadual	0,479	
790	Rodoviário	Estadual	0,438	
829	Rodoviário	Estadual	0,250	
842	Rodoviário	Estadual	0,479	
57	Ferrovário	Federal	0,000	0,250
100	Ferrovário	Federal	1,000	
107	Ferrovário	Federal	0,000	
108	Ferrovário	Federal	0,000	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Ao analisar os resultados, destaca-se inicialmente o grupo Ferrovário, no qual apenas o empreendimento 100 (Vale) obteve pontuação para este indicador. Tal fato decorre de ser esta a única concessão do grupo que opera transporte de passageiros, enquanto as demais malhas analisadas possuem operação estritamente voltada à carga.

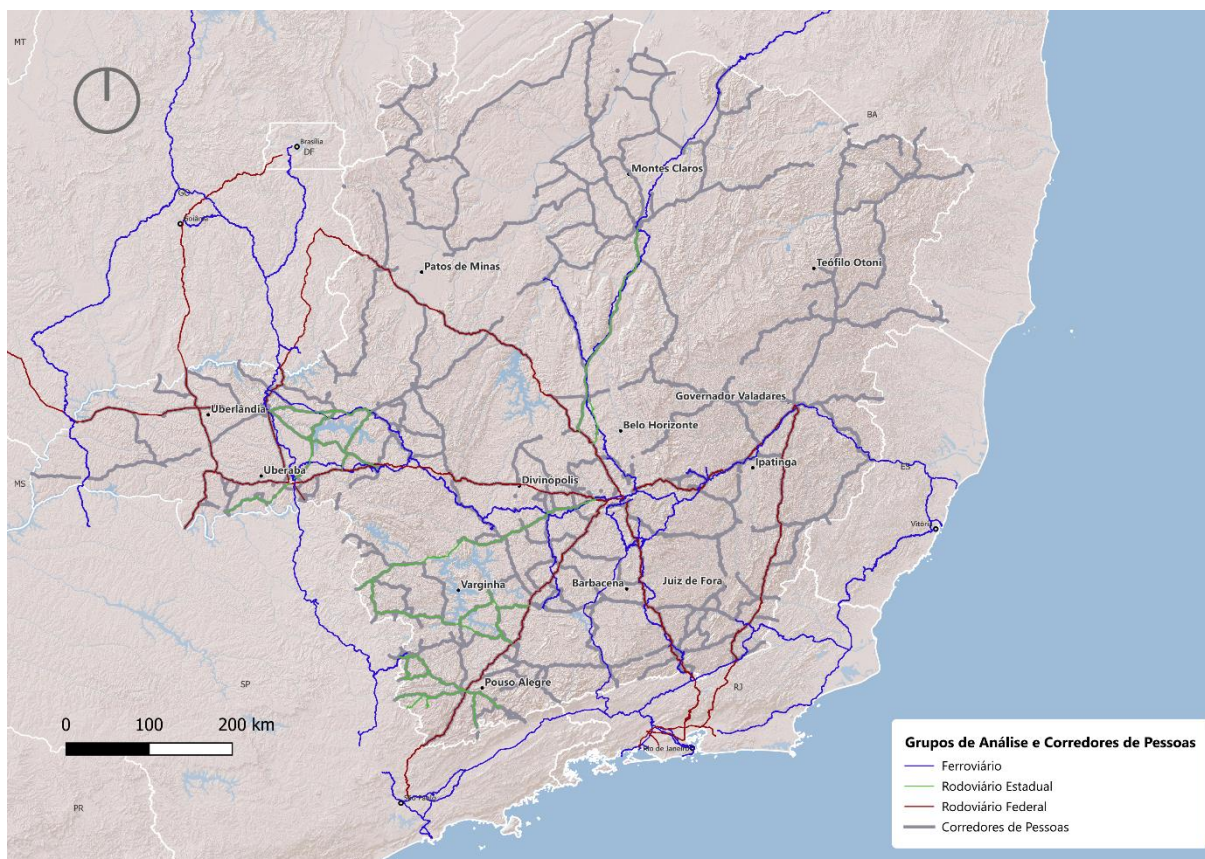
No que tange aos grupos Rodoviário Federal e Estadual, observa-se uma baixa variabilidade entre as médias gerais. Contudo, os empreendimentos 56 (Concebra), 105 (Ecovias Minas Rio) e 123 (Autopista Fernão Dias) do grupo Rodoviário Federal apresentaram desempenhos significativamente superior ao padrão amostral. Essa performance pode ser reflexo direto da inserção geográfica dessas rodovias: por conectarem polos de alta atratividade de viagens e perpassarem uma vasta rede de municípios inseridos nos corredores estratégicos de pessoas, tendo o empreendimento 56 contemplando 48 municípios dos 558 municípios que fazem parte dos corredores de pessoas em Minas Gerais e o empreendimento 123 perpassa por

34 municípios, o cálculo do indicador é positivamente impactado pela densidade populacional e funcional dessas rotas.

A superioridade estatística desses três empreendimentos (Concebra, Ecovias Minas Rio e Fernão Dias) tende a ser justificada pela natureza das regiões que atravessam. A Concebra, ao cruzar o Triângulo Mineiro, serve a um eixo de forte integração regional com cidades de alta hierarquia urbana. Já a Ecovias Minas Rio estabelece uma conexão vital entre o Vale do Rio Doce — com destaque para Governador Valadares, um polo regional — e o estado do Rio de Janeiro.

Por fim, a Autopista Fernão Dias (BR-381) configura-se como o principal eixo de integração entre as duas maiores metrópoles nacionais do Sudeste: Belo Horizonte e São Paulo. Pela lógica do REGIC (IBGE, 2018), essas vias não apenas transportam veículos, mas viabilizam o fluxo em corredores de alta influência funcional, onde a concentração de municípios com serviços de saúde, educação e comércio atrai um volume de deslocamentos interurbanos muito superior à média das demais concessões mineiras, complementando essa análise verifica-se na Figura 11, a disposição geográfica dos empreendimentos em relação aos corredores estratégicos de pessoas.

Figura 11: Empreendimento e Corredores Estratégicos de Pessoas



Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

4.3.2. Dimensão Socioeconômica

4.3.2.1. Acessibilidade: Cargas

O indicador em questão reflete o tempo médio ponderado de transporte, destacando que os resultados são influenciados por investimentos em expansão e melhoria da malha. Ao elevar a capacidade de fluxo das vias, essas intervenções mitigam gargalos, otimizam a velocidade operacional e reduzem o tempo de transporte.

Os valores normalizados correspondentes aos empreendimentos analisados constam na Tabela 9. A consolidação do desempenho por grupo de análise deriva da média aritmética das notas obtidas pelos empreendimentos vinculados a cada agrupamento específico.

Tabela 9: Resultado Normalizado Parcela de Acessibilidade de Cargas

id_emprego	Setor	Esfera	Parcela de Acessibilidade de Cargas	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,427	0,459
65	Rodoviário	Federal	0,485	
67	Rodoviário	Federal	0,473	
103	Rodoviário	Federal	0,413	
104	Rodoviário	Federal	0,449	
105	Rodoviário	Federal	0,494	
123	Rodoviário	Federal	0,401	
128	Rodoviário	Federal	0,424	
129	Rodoviário	Federal	0,460	
991	Rodoviário	Federal	0,562	
788	Rodoviário	Estadual	0,444	0,412
789	Rodoviário	Estadual	0,389	
790	Rodoviário	Estadual	0,392	
829	Rodoviário	Estadual	0,420	
842	Rodoviário	Estadual	0,416	
57	Ferrovário	Federal	0,704	0,599
100	Ferrovário	Federal	0,804	
107	Ferrovário	Federal	0,380	
108	Ferrovário	Federal	0,510	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Na interpretação deste indicador, deve-se observar que uma maior nota normalizada reflete um tempo médio superior para o transporte de cargas na extensão do empreendimento analisado. É fundamental destacar que as tipologias de intervenção consideradas variam conforme o modo, seguindo as diretrizes da Tabela 1 do APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO. No setor rodoviário, o indicador abrange um espectro amplo de melhorias, como ampliação, duplicação, implantação, recuperação, trabalhos iniciais e reabilitação de Obras de Arte Especiais (OAEs). Já no setor ferroviário, o escopo restringe-se às intervenções de ampliação e implantação, respeitando as particularidades operacionais e os ciclos de investimento da malha ferroviária.

Iniciando a análise pelo setor ferroviário, e com o suporte do banco de dados do PELTMG de Curto Prazo, constatou-se que todos os empreendimentos avaliados possuem ao menos uma obra com intervenção voltada à acessibilidade de cargas. Entretanto, ao observar o desempenho individual, nota-se que as concessões da MRS (ID 57) e da Vale (ID 100) apresentaram tempos médios ponderados superiores aos

demais. Tais intervenções são cruciais para mitigar gargalos e, conseqüentemente, reduzir o tempo de ciclo e deslocamento das cargas.

Expandindo a análise para o setor rodoviário, e com o suporte do banco de dados do PELTMG de Curto Prazo, observa-se que todos os empreendimentos avaliados — independentemente da esfera administrativa — contemplam ao menos uma intervenção com impacto direto na fluidez do transporte de cargas. Contudo, há uma distinção nítida quanto à maturidade da infraestrutura: as concessões federais operam, majoritariamente, em eixos logísticos já consolidados e dotados de dispositivos de ampliação de capacidade preexistentes.

A análise dos dados do setor rodoviário, fundamentada no banco de dados do PELTMG de Curto Prazo, revela que todos os empreendimentos avaliados possuem intervenções com impacto direto na fluidez do transporte de cargas. No entanto, observa-se que as rodovias sob jurisdição federal apresentam um tempo médio ponderado de transporte superior ao das rodovias estaduais.

Essa disparidade técnica pode ser justificada pela função logística desempenhada por cada malha:

- **Volume de Tráfego:** As rodovias federais mineiras configuram-se como os principais eixos troncais de integração nacional, suportando os maiores volumes e tráfego de veículos pesados de longa distância. A densidade desses fluxos frequentemente aproxima a via de sua capacidade de saturação, o que eleva o tempo médio de percurso, ainda que existam trechos duplicados, com o auxílio do banco de dados interno, buscando os resultados provenientes do cenário base de 2021 do PELT de Curto Prazo vindos da simulação, as rodovias federais em análise transportaram cerca de 119.348.503.120 toneladas e as estaduais cerca de 29.055.622.749 toneladas;

Nesse contexto, observa-se que o maior tempo médio de transporte de cargas nas rodovias federais decorre, sobretudo, da elevada concentração de fluxos logísticos de longa distância e da função estratégica dessas vias na articulação econômica nacional. Embora parte significativa da malha federal possua melhor padrão de infraestrutura e segmentos duplicados, a intensidade do tráfego, especialmente de

veículos pesados, resulta em níveis operacionais mais próximos da saturação, impactando diretamente a fluidez e a velocidade média dos deslocamentos. Em contrapartida, as rodovias estaduais apresentam, em geral, caráter regional e complementar, atendendo fluxos de menor magnitude e percursos mais curtos, o que contribui para menores tempos médios de transporte, mesmo em vias com padrões inferiores de capacidade e geometria.

4.3.2.2. Acessibilidade: Pessoas

O indicador da parcela de acessibilidade de pessoas adota a mesma lógica aplicada à acessibilidade de cargas. Portanto, na interpretação deste índice, deve-se considerar que uma nota normalizada mais elevada reflete um tempo médio superior para o transporte de passageiros na extensão do empreendimento analisado.

Uma distinção relevante neste indicador reside na exclusividade da análise para o modo rodoviário, visto que o setor ferroviário não apresenta transporte de passageiros frequente ou em larga escala. Ressalta-se, ainda, que as intervenções consideradas determinantes no tempo de deslocamento de pessoas compreendem a ampliação, duplicação, implantação, pavimentação e a reabilitação de Obras de Arte Especiais (OAE).

Conforme exposto na Tabela 10, os resultados dos indicadores foram normalizados por unidade de concessão. O desempenho global de cada grupo foi estabelecido pela média aritmética dos valores de seus respectivos empreendimentos, possibilitando a identificação de padrões entre os modos ferroviário e rodoviário.

Tabela 10: Resultado Normalizado Parcela de Acessibilidade de Pessoas

id_emprego	Setor	Esfera	Parcela de Acessibilidade de Pessoas	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,050	0,078
65	Rodoviário	Federal	0,093	
67	Rodoviário	Federal	0,130	
103	Rodoviário	Federal	0,024	
104	Rodoviário	Federal	0,054	
105	Rodoviário	Federal	0,097	
123	Rodoviário	Federal	0,093	
128	Rodoviário	Federal	0,045	
129	Rodoviário	Federal	0,078	
991	Rodoviário	Federal	0,116	
788	Rodoviário	Estadual	0,063	0,091
789	Rodoviário	Estadual	0,126	
790	Rodoviário	Estadual	0,105	
829	Rodoviário	Estadual	0,069	
842	Rodoviário	Estadual	0,091	
57	Ferrovário	Federal	0,000	0,000
100	Ferrovário	Federal	0,000	
107	Ferrovário	Federal	0,000	
108	Ferrovário	Federal	0,000	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A partir do banco de dados do PELTMG de Curto Prazo, constatou-se que todos os empreendimentos rodoviários avaliados contemplam ao menos uma intervenção com impacto direto no tempo de deslocamento de passageiros. A análise dos resultados indica que os agrupamentos rodoviários federal e estadual apresentam médias gerais similares. Observou-se, contudo, que os tempos médios de transporte de pessoas são inferiores aos de cargas. Embora as metodologias de cálculo para ambos os indicadores guardem semelhanças, essa divergência decorre das características intrínsecas dos veículos leves e de passageiros, que, devido à menor massa bruta e maior agilidade operacional, conseguem imprimir velocidades médias superiores às dos veículos de carga nas vias analisadas, consequentemente ocasionando em um tempo médio menor.

4.3.2.3. Desenvolvimento Infraestrutura: Capacidade do Empreendimento Rodoviário

Este indicador restringe-se à avaliação da capacidade em empreendimentos rodoviários. Para sua composição, foram selecionadas combinações de intervenções e tipos de infraestrutura que impactam diretamente a capacidade de fluxo da via. A cada uma dessas combinações atribuiu-se um valor de capacidade adicionada, mensurado em veículos equivalentes (veh) por ano.

O conceito de 'veículos equivalentes' é uma padronização técnica da engenharia de transportes utilizada para converter uma frota heterogênea — composta por automóveis, caminhões, ônibus e motocicletas — em uma unidade uniforme de tráfego (PIVA, 2015). O detalhamento das combinações entre intervenções e infraestruturas encontra-se na Tabela 3 do APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO. Por fim, os resultados são apresentados em duas etapas: os valores brutos (sem normalização), dispostos na Tabela 11, e os resultados normalizados, exibidos na Tabela 12.

Tabela 11: Resultado Delta de Capacidade

id_empreendimento	Setor	Esfera	Delta Capacidade	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	-	3.354.847.797,82
65	Rodoviário	Federal	496.462.937,47	
67	Rodoviário	Federal	1.607.664.928,84	
103	Rodoviário	Federal	2.221.353.607,48	
104	Rodoviário	Federal	4.949.579.440,21	
105	Rodoviário	Federal	5.384.725.214,74	
123	Rodoviário	Federal	-	
128	Rodoviário	Federal	1.972.845.613,52	
129	Rodoviário	Federal	3.624.607.492,17	
991	Rodoviário	Federal	13.291.238.743,79	
788	Rodoviário	Estadual	7.583.474.464,80	4.898.978.799,03
789	Rodoviário	Estadual	5.095.956.318,64	
790	Rodoviário	Estadual	2.219.501.086,51	
829	Rodoviário	Estadual	5.040.815.739,73	
842	Rodoviário	Estadual	4.555.146.385,45	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Inicialmente, observa-se que os empreendimentos 56 (Concebra) e 123 (Autopista Fernão Dias) não apresentaram Delta de Capacidade. Ao consultar o banco de dados

interno, constatou-se que tais trechos não contemplavam obras cujas combinações entre intervenções e tipos de infraestrutura estivessem previstas na metodologia do PELTMG de Curto Prazo. É fundamental ressaltar que essa ausência de valor não indica inexistência de capacidade operacional nas referidas concessões, mas sim que, sob o escopo metodológico do Plano, não houve o registro de acréscimo de capacidade (delta) decorrente das intervenções analisadas.

Tabela 12: Resultado Normalizado Capacidade Empreendimento Rodoviário

id_empreendimento	Setor	Esfera	Capacidade Empreendimento	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,000	0,402
65	Rodoviário	Federal	0,065	
67	Rodoviário	Federal	0,212	
103	Rodoviário	Federal	0,293	
104	Rodoviário	Federal	0,653	
105	Rodoviário	Federal	0,710	
123	Rodoviário	Federal	0,000	
128	Rodoviário	Federal	0,000	
129	Rodoviário	Federal	0,478	
991	Rodoviário	Federal	0,000	
788	Rodoviário	Estadual	1,000	0,646
789	Rodoviário	Estadual	0,672	
790	Rodoviário	Estadual	0,293	
829	Rodoviário	Estadual	0,665	
842	Rodoviário	Estadual	0,601	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Na análise dos resultados publicados, observa-se que os empreendimentos ID 128 (Via Cristais) e ID 991 (Via Mineira EPR), de esfera federal, registraram pontuação zero apesar de possuírem Delta de Capacidade associado. Tal divergência decorre de uma restrição no código de cálculo do banco de dados do PELTMG, que classifica esses projetos como outliers devido à não padronização de suas obras de aumento de capacidade.

Contudo, mediante acesso ao banco de dados interno do plano, foi possível realizar o cálculo sem as restrições de filtro, resultando em notas de 0,148 para o ID 128 e 1,000 para o ID 991. Os resultados confirmam que o ID 991 é, de fato, um ponto fora da curva, com Delta de Capacidade superior aos demais empreendimentos (Tabela 11). Já o ID 128 apresenta valores condizentes com o padrão da amostra, sugerindo que

ajustes cadastrais nas obras não foram processados a tempo para a publicação oficial. Para manter a fidelidade aos dados públicos e mitigar distorções, a média do grupo federal (0,402) foi calculada considerando apenas os empreendimentos com pontuações efetivamente publicadas.

Os resultados indicam que o grupo rodoviário estadual apresentou uma média superior à do federal. Embora o somatório absoluto da capacidade adicionada seja maior no âmbito federal, a média estadual sobressai devido à maior homogeneidade dos trechos, que apresentam variações de capacidade menos acentuadas entre si.

4.3.2.4. Desenvolvimento Infraestrutura: Capacidade Associada aos Empreendimentos

A seleção dos empreendimentos ferroviários para este indicador foi restrita àqueles que atendiam às tipologias de intervenção detalhadas na Tabela 4 do APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO. A validação realizada no banco de dados confirmou que todos os projetos selecionados para a análise nesse estudo contemplam pelo menos uma obra com intervenção compatível com os critérios estabelecidos.

Diferentemente do indicador de capacidade rodoviário, a métrica para o setor ferroviário foi estabelecida com base na capacidade instalada da via permanente (tonelagem máxima) e na capacidade operacional dos pátios. Tais dados, fornecidos pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), foram processados pela equipe do PELT. A Tabela 13 apresenta detalhadamente as capacidades de linha e de pátios para cada empreendimento vinculado às concessões analisadas.

Tabela 13: Resultado Capacidades Ferroviárias

id_empreendimento	Setor	Esfera	Capacidade via (tonelada/km)	Capacidade pátio (tonelada)
57	Ferrovário	Federal	824.281.815,00	9.967.889,00
100	Ferrovário	Federal	3.920.148.569,00	4.716.735,00
107	Ferrovário	Federal	327.494.519,00	9.479.488,00
108	Ferrovário	Federal	146.431.372,00	3.285.215,00

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A Tabela 14 reúne os índices normalizados por empreendimento. Para a caracterização dos grupos de análise, os resultados foram consolidados mediante o cálculo da média aritmética dos empreendimentos integrantes, permitindo uma comparação direta entre as diferentes modalidades e esferas.

Tabela 14: Resultado Normalizado Capacidade Empreendimento Ferroviário

id_empreendimento	Setor	Esfera	Capacidade ferroviária	Média
57	Ferroviário	Federal	0,990	0,984
100	Ferroviário	Federal	0,951	
107	Ferroviário	Federal	0,996	
108	Ferroviário	Federal	0,998	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Os resultados obtidos na normalização do indicador de capacidade ferroviária, apresentam índices elevados e notável homogeneidade, com uma média setorial de 0,984. Para a interpretação correta desses dados, é fundamental considerar a lógica metodológica adotada: a normalização privilegia a eficiência marginal do investimento. Isso significa que intervenções realizadas em infraestruturas com menores capacidades no cenário-base recebem pontuações mais altas, pois representam um salto qualitativo superior em termos de acessibilidade e fluidez.

Nesse contexto, as notas próximas à unidade (1,000) atribuídas às malhas da VLI/FCA (ID 108), Rumo (ID 107), MRS (ID 57) e Vale (ID 100) indicam que o planejamento ferroviário em Minas Gerais está estrategicamente orientado à eliminação de gargalos logísticos. O fato de todos os empreendimentos superarem a marca de 0,950 demonstra que as obras propostas possuem um alto poder de transformação relativa.

Diferente do setor rodoviário, onde a dispersão de notas é comum devido à diversidade de intervenções, o setor ferroviário mineiro apresenta um foco em expansão de capacidade crítica. Portanto, o indicador valida a premissa de que os investimentos nas concessões analisadas buscam o equilíbrio do sistema ferroviário, priorizando trechos onde o déficit de oferta é mais acentuado e onde cada real investido gera o maior ganho percentual de capacidade para a malha estadual.

4.3.2.5. Desenvolvimento Socioeconômico: Parcela Econômica

O indicador da Parcela Econômica consiste na mensuração dos impactos socioeconômicos dos empreendimentos, calculada a partir da razão entre o investimento previsto (CAPEX) e o PIB per capita ponderado dos municípios abrangidos pela intervenção. Essa métrica permite avaliar a magnitude do aporte financeiro em relação à realidade econômica local, evidenciando o potencial de indução de desenvolvimento regional gerado por cada projeto.

Os valores normalizados correspondentes aos empreendimentos analisados constam na Tabela 15. A consolidação do desempenho por grupo de análise deriva da média aritmética das notas obtidas pelos empreendimentos vinculados a cada agrupamento específico.

Tabela 15: Resultado Normalizado Parcela Econômica

id_empreendimento	Setor	Esfera	Parcela econômica	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,310	0,083
65	Rodoviário	Federal	0,002	
67	Rodoviário	Federal	0,003	
103	Rodoviário	Federal	0,018	
104	Rodoviário	Federal	0,024	
105	Rodoviário	Federal	0,123	
123	Rodoviário	Federal	0,004	
128	Rodoviário	Federal	0,146	
129	Rodoviário	Federal	0,073	
991	Rodoviário	Federal	0,130	
788	Rodoviário	Estadual	0,088	0,211
789	Rodoviário	Estadual	0,308	
790	Rodoviário	Estadual	0,144	
829	Rodoviário	Estadual	0,251	
842	Rodoviário	Estadual	0,263	
57	Ferrovário	Federal	0,003	0,287
100	Ferrovário	Federal	0,103	
107	Ferrovário	Federal	0,185	
108	Ferrovário	Federal	0,855	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise da Parcela Econômica, fundamenta-se nos dados de investimento extraídos do [Painel Interativo do PELTMG de Curto Prazo](#). Para a interpretação destes resultados, é crucial identificar que quanto maior o investimento em regiões com um

PIB menor, maior é o resultado do indicador. A lógica é beneficiar empreendimentos contidos em regiões de baixo desenvolvimento socioeconômico. Isso reduz a desigualdade e aumenta o potencial de desenvolvimento daquelas regiões

Os resultados demonstram que o setor Ferroviário apresentou o melhor desempenho entre os grupos analisados, com média de 0,287, seguido pelo Rodoviário Estadual (0,211) e pelo Rodoviário Federal (0,083). Considerando a lógica do indicador, em que maiores investimentos em regiões de menor PIB resultam em melhores desempenhos, observa-se que o setor ferroviário, apesar de concentrar o maior volume absoluto de recursos — cerca de R\$ 60 bilhões —, tende a direcionar seus investimentos para áreas com menor desenvolvimento socioeconômico relativo, contribuindo para a redução das desigualdades regionais e para o fortalecimento do potencial econômico dessas localidades.

Por outro lado, o desempenho inferior do grupo Rodoviário Federal indica que os investimentos previstos, estimados em aproximadamente R\$ 21 bilhões, possivelmente estão mais concentrados em regiões de maior dinamismo econômico e maior capacidade produtiva, reduzindo, conseqüentemente, o resultado do indicador. Isso sugere que as intervenções federais priorizam corredores logísticos já consolidados, nos quais o elevado custo das obras apresenta menor capacidade de indução proporcional ao desenvolvimento regional. Em contraste, o grupo Rodoviário Estadual, mesmo com um volume de investimentos inferior — cerca de R\$ 19 bilhões —, alcançou média significativamente superior à do segmento federal, evidenciando uma distribuição mais alinhada a municípios de menor PIB e, portanto, maior potencial de contribuição para o equilíbrio socioeconômico regional.

4.3.2.6. Desenvolvimento Socioeconômico: Parcela Ambiental e Social

O indicador da Parcela Ambiental e Social fundamenta-se no Índice de Progresso Social (IPS) médio dos municípios abrangidos pelo empreendimento. No caso de infraestruturas lineares, aplicou-se o cálculo de um IPS ponderado, correlacionando o índice de cada localidade à extensão métrica do traçado que intercepta o respectivo território municipal. Essa metodologia garante que o indicador reflita, com maior

precisão, a influência socioambiental do projeto proporcionalmente à sua ocupação territorial.

A Tabela 16 reúne os índices normalizados por empreendimento. Para a caracterização dos grupos de análise, os resultados foram consolidados mediante o cálculo da média aritmética dos empreendimentos integrantes, permitindo uma comparação direta entre os diferentes modos e esferas.

Tabela 16: Resultado Normalizado Parcela Ambiental e Social

id_empreendimento	Setor	Esfera	Parcela Ambiental e Social	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,355	0,355
65	Rodoviário	Federal	0,415	
67	Rodoviário	Federal	0,389	
103	Rodoviário	Federal	0,356	
104	Rodoviário	Federal	0,254	
105	Rodoviário	Federal	0,468	
123	Rodoviário	Federal	0,278	
128	Rodoviário	Federal	0,456	
129	Rodoviário	Federal	0,346	
991	Rodoviário	Federal	0,237	
788	Rodoviário	Estadual	0,309	0,328
789	Rodoviário	Estadual	0,298	
790	Rodoviário	Estadual	0,288	
829	Rodoviário	Estadual	0,450	
842	Rodoviário	Estadual	0,294	
57	Ferrovário	Federal	0,461	0,544
100	Ferrovário	Federal	0,526	
107	Ferrovário	Federal	0,608	
108	Ferrovário	Federal	0,581	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise da Parcela Ambiental e Social, fundamentada no Índice de Progresso Social (IPS) dos municípios interceptados, foi submetida a uma normalização negativa. Sob esta premissa metodológica, empreendimentos que atravessam regiões com menores índices de progresso social obtêm pontuações normalizadas mais elevadas. Tal abordagem visa destacar o potencial de transformação socioeconômica e a mitigação de vulnerabilidades nas localidades onde a infraestrutura será implantada.

Os resultados obtidos revelam que o grupo Ferroviário apresenta a maior média do grupo (0,544), superando significativamente os grupos Rodoviário Federal (0,355) e Rodoviário Estadual (0,328). Este desempenho superior das ferrovias sugere que o traçado das malhas ferroviárias concedidas em Minas Gerais possui uma maior intersecção com regiões de menor IPS. Dessa forma, as intervenções ferroviárias assumem um papel estratégico de indução de desenvolvimento em áreas historicamente menos assistidas, onde o ganho marginal em bem-estar social e infraestrutura tende a ser mais acentuado.

No setor rodoviário, observa-se um equilíbrio entre as esferas Federal (0,355) e Estadual (0,328), com uma leve vantagem para a malha federal. Essa proximidade nos resultados indica que as rodovias, por sua natureza de rede capilarizada, possivelmente atravessam municípios com perfis socioambientais heterogêneos, resultando em uma média de IPS mais estável e próxima ao centro da distribuição. No entanto, a nota inferior desses grupos em comparação ao ferroviário evidencia que as rodovias concedidas estão, em grande parte, consolidadas em eixos de desenvolvimento já estabelecidos e com indicadores sociais relativamente superiores, o que reduz sua pontuação dentro da lógica de normalização negativa adotada pelo plano.

4.3.2.7. Desenvolvimento Tecnológico: Indicador de Desenvolvimento Tecnológico

O indicador de Desenvolvimento Tecnológico não abrange a totalidade da carteira do PELTMG de Curto Prazo, limitando-se a uma amostra seleta de 25 empreendimentos — sendo 18 do setor rodoviário e 7 do ferroviário, na amostra de empreendimentos analisados nesse estudo, cerca de 85% dos empreendimentos foram contemplados. O critério de seleção baseou-se em projetos com fonte de financiamento privado e status de execução classificado como 'em análise prévia', 'em contratação' ou 'contratado'.

A sistemática de pontuação adotou uma lógica binária: atribuiu-se nota 1 para a presença ou previsão de tecnologias específicas e nota 0 para a ausência de evidências. No setor rodoviário, a avaliação contemplou nove tecnologias com pesos proporcionais, enquanto o setor ferroviário focou em uma tecnologia singular. A

pontuação final dos empreendimentos rodoviários foi obtida pelo produto entre o peso do conjunto tecnológico e o somatório das notas individuais, conforme detalhado na Tabela 5 do APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO.

Os valores normalizados correspondentes aos empreendimentos analisados constam na Tabela 17. A consolidação do desempenho por grupo de análise deriva da média aritmética das notas obtidas pelos empreendimentos vinculados a cada agrupamento específico.

Tabela 17: Resultado Normalizado Indicador de Desenvolvimento Tecnológico

id_empreendimento	Setor	Esfera	Índice de Desenv.Tec	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,556	0,600
65	Rodoviário	Federal	0,333	
67	Rodoviário	Federal	1,000	
103	Rodoviário	Federal	0,667	
104	Rodoviário	Federal	0,556	
105	Rodoviário	Federal	0,778	
123	Rodoviário	Federal	0,556	
128	Rodoviário	Federal	0,778	
129	Rodoviário	Federal	0,000	
991	Rodoviário	Federal	0,778	
788	Rodoviário	Estadual	0,333	0,311
789	Rodoviário	Estadual	0,444	
790	Rodoviário	Estadual	0,333	
829	Rodoviário	Estadual	0,333	
842	Rodoviário	Estadual	0,111	
57	Ferrovário	Federal	1,000	0,500
100	Ferrovário	Federal	0,000	
107	Ferrovário	Federal	1,000	
108	Ferrovário	Federal	0,000	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Os resultados evidenciam uma hierarquia clara de sofisticação técnica, liderada pelo grupo Rodoviário Federal, que alcançou média de 0,600. Este desempenho reflete uma elevada densidade tecnológica por empreendimento, considerando que o modelo mapeia nove tecnologias para o setor, a pontuação indica que os projetos federais incorporam, em média, mais de 50% das inovações previstas. Tal cenário sugere que as concessões federais em Minas Gerais já operam sob diretrizes de modernização consolidadas, integrando sistemas de monitoramento e gestão de tráfego

Em contrapartida, o setor Ferroviário apresenta uma média de 0,500, resultado que deve ser interpretado à luz da especificidade metodológica do setor. Diferente das rodovias, a avaliação ferroviária fundamenta-se em uma tecnologia singular, o que confere ao indicador um caráter estritamente polarizado. A média obtida revela que exatamente metade da amostra ferroviária detém a tecnologia de ponta mapeada, enquanto a outra parcela permanece em padrões operacionais convencionais. Esse dado demonstra que, embora existam ilhas de alta tecnologia no setor ferroviário mineiro (com notas máximas de 1,000 em projetos estratégicos), a modernização do setor ainda não é uniforme.

Por fim, o grupo Rodoviário Estadual registrou o menor desempenho relativo, com média de 0,311. Sob a ótica da Equação 18 do APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO, este índice revela que as intervenções estaduais contemplam, em média, menos de um terço das tecnologias catalogadas. Enquanto a esfera federal caminha para uma infraestrutura conectada, os projetos estaduais mantêm um perfil conservador, em detrimento da incorporação de tecnologias de informação e comunicação. A baixa densidade tecnológica observada, confirma que o gap de desenvolvimento entre as esferas federal e estadual em Minas Gerais não reside apenas no volume de investimento, mas na complexidade tecnológica exigida em seus respectivos marcos regulatórios.

4.3.2.8. Eficiência Operacional: Parcela de Eficiência Operacional para Cargas

A determinação do indicador de eficiência operacional de cargas baseia-se na identificação de empreendimentos que permitam a otimização de custos de transporte. O cálculo utiliza como parâmetro as intervenções previstas na Tabela 6 do APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO.

A Tabela 18 reúne os índices normalizados por empreendimento. Para a caracterização dos grupos de análise, os resultados foram consolidados mediante o cálculo da média aritmética dos empreendimentos integrantes, permitindo uma comparação direta entre os diferentes modos e esferas.

Tabela 18: Resultado Normalizado Parcela de Cargas

id_empreendimento	Setor	Esfera	Parcela Cargas	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,114	0,214
65	Rodoviário	Federal	0,193	
67	Rodoviário	Federal	0,406	
103	Rodoviário	Federal	0,221	
104	Rodoviário	Federal	0,197	
105	Rodoviário	Federal	0,153	
123	Rodoviário	Federal	0,162	
128	Rodoviário	Federal	0,223	
129	Rodoviário	Federal	0,127	
991	Rodoviário	Federal	0,343	
788	Rodoviário	Estadual	0,172	0,140
789	Rodoviário	Estadual	0,098	
790	Rodoviário	Estadual	0,063	
829	Rodoviário	Estadual	0,226	
842	Rodoviário	Estadual	0,141	
57	Ferrovário	Federal	0,341	0,363
100	Ferrovário	Federal	0,805	
107	Ferrovário	Federal	0,113	
108	Ferrovário	Federal	0,191	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise preliminar indica que todos os empreendimentos avaliados obtiveram nota normalizada, o que atesta a presença de, ao menos, uma intervenção prevista na metodologia do indicador. Ao comparar as médias entre os modais, o grupo Ferrovário apresentou o desempenho superior. Contudo, esse resultado é fortemente influenciado pelo Empreendimento 100 (VALE), seu custo de carga ponderado pela extensão atinge R\$ 1.425.695.576,38, esse valor retirado do banco de dados interno do PELTMG.

No segmento rodoviário, as concessões federais superam ligeiramente as estaduais em nota média. Tal disparidade decorre da lógica do indicador, que considera os custos de transporte dos municípios interceptados pelo traçado. Visto que as rodovias federais frequentemente conectam polos urbanos de maior densidade e fluxo logístico, o impacto econômico nessas regiões é naturalmente superior. Em suma, notas normalizadas mais elevadas sinalizam empreendimentos mais necessários para reduzir os maiores custos de transportes em Minas Gerais.

4.3.2.9. Eficiência Operacional: Parcela de Eficiência Operacional para Pessoas

A parcela de eficiência operacional para pessoas foi determinada vinculando os empreendimentos aos custos por ligação estabelecidos no PNL 2035 (MINFRA; EPL, 2021). Esses custos são referenciados por Unidade Territorial de Planejamento (UTP), o que viabilizou a espacialização dos custos de transporte em cada divisão territorial. Com base nessa estrutura, calculou-se o custo médio de transporte de pessoas para cada empreendimento, considerando a média ponderada das UTPs interceptadas por seu traçado.

Os valores normalizados correspondentes aos empreendimentos analisados constam na Tabela 19. A consolidação do desempenho por grupo de análise deriva da média aritmética das notas obtidas pelos empreendimentos vinculados a cada agrupamento específico.

Tabela 19: Resultado Normalizado Parcela de Pessoas

id_empreendimento	Setor	Esfera	Parcela Pessoas	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,117	0,111
65	Rodoviário	Federal	0,099	
67	Rodoviário	Federal	0,122	
103	Rodoviário	Federal	0,116	
104	Rodoviário	Federal	0,116	
105	Rodoviário	Federal	0,145	
123	Rodoviário	Federal	0,098	
128	Rodoviário	Federal	0,124	
129	Rodoviário	Federal	0,091	
991	Rodoviário	Federal	0,082	
788	Rodoviário	Estadual	0,115	0,091
789	Rodoviário	Estadual	0,066	
790	Rodoviário	Estadual	0,092	
829	Rodoviário	Estadual	0,103	
842	Rodoviário	Estadual	0,079	
57	Ferrovário	Federal	0,000	0,072
100	Ferrovário	Federal	0,287	
107	Ferrovário	Federal	0,000	
108	Ferrovário	Federal	0,000	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

No setor ferroviário, observa-se que apenas o Empreendimento 100 (VALE) obteve nota normalizada. Tal resultado justifica-se pelo seu caráter multimodal, sendo o único ativo do grupo que contempla o transporte de passageiros além do fluxo de cargas. Em uma perspectiva global, este indicador apresentou valores baixos em comparação às demais métricas, o que representa um cenário favorável: as UTPs interceptadas pelas concessões possuem custos de transporte de pessoas reduzidos. Consequentemente, ao ponderar esses valores pela extensão, as notas permanecem contidas. Adicionalmente, nota-se uma elevada homogeneidade no grupo Rodoviário Federal, com baixa dispersão nas notas dos empreendimentos que o compõem.

4.3.2.10. Integração: Parcela de Integração de Cargas

O indicador de integração de cargas avalia o potencial de intercâmbio entre diferentes modos de transporte para o escoamento intermunicipal. No setor ferroviário, a análise baseou-se nas intervenções e tipologias de infraestrutura previstas na Tabela 8 do APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO. Já para o setor rodoviário, foram selecionados empreendimentos com intervenções de ampliação, duplicação, implantação, pavimentação ou reabilitação de OAE. Para esses empreendimentos, verificou-se a presença de pátios de transbordo ferroviário ou portos operacionais em um raio de até 200 km. Em ambos os setores, aplicou-se uma escala binária: nota 1 para o cumprimento das condicionantes e 0 para a sua ausência.

Conforme exposto na Tabela 20, os resultados dos indicadores foram normalizados por unidade de concessão. O desempenho global de cada grupo foi estabelecido pela média aritmética dos valores de seus respectivos empreendimentos, possibilitando a identificação de padrões entre os modos ferroviário e rodoviário.

Tabela 20: Resultado Normalizado Parcela de Integração de Cargas

id_empresendimento	Setor	Esfera	Parcela de Integração de Cargas	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,000	0,800
65	Rodoviário	Federal	1,000	
67	Rodoviário	Federal	1,000	
103	Rodoviário	Federal	1,000	
104	Rodoviário	Federal	1,000	
105	Rodoviário	Federal	1,000	
123	Rodoviário	Federal	0,000	
128	Rodoviário	Federal	1,000	
129	Rodoviário	Federal	1,000	
991	Rodoviário	Federal	1,000	
788	Rodoviário	Estadual	1,000	1,000
789	Rodoviário	Estadual	1,000	
790	Rodoviário	Estadual	1,000	
829	Rodoviário	Estadual	1,000	
842	Rodoviário	Estadual	1,000	
57	Ferrovário	Federal	1,000	1,000
100	Ferrovário	Federal	1,000	
107	Ferrovário	Federal	1,000	
108	Ferrovário	Federal	1,000	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise dos resultados aponta uma alta propensão à integração intermodal nos grupos avaliados, com os setores Ferrovário Federal e Rodoviário Estadual atingindo a pontuação máxima (1,000) em todos os seus empreendimentos. Esse desempenho indica que tais empreendimentos não apenas contemplam as intervenções estruturais necessárias, mas também estão estrategicamente posicionados em relação a pátios de transbordo ou portos operacionais. Por outro lado, o grupo Rodoviário Federal apresentou uma média ligeiramente inferior (0,800), devido à existência de duas concessões (IDs 56 (Concebra) e 123 (Auto Pista Fernão Dias)) que não atenderam às condicionantes estabelecidas. A nota zero nesses empreendimentos, acontece por conta de uma desconexão geográfica com polos de transbordo num raio de 200 km, evidenciando pontos específicos na rede que demandam atenção para potencializar a multimodalidade no escoamento de mercadorias.

4.3.2.11. Integração: Parcela de Integração de Pessoas

A espacialização do indicador de integração de pessoas foi realizada inicialmente no nível das UTPs, sendo posteriormente vinculada à geometria de cada empreendimento. O índice de integração foi ponderado pela extensão do traçado que intercepta as respectivas UTPs. Na normalização dos resultados, adotou-se uma lógica inversamente proporcional: quanto menor o índice de integração da UTP, maior a nota atribuída ao empreendimento (aproximando-se de 1), destacando aqueles com maior potencial de mitigar lacunas de conectividade regional.

A Tabela 21 reúne os índices normalizados por empreendimento. Para a caracterização dos grupos de análise, os resultados foram consolidados mediante o cálculo da média aritmética dos empreendimentos integrantes, permitindo uma comparação direta entre os diferentes modos e esferas.

Tabela 21: Resultado Normalizado Parcela de Integração de Pessoas

id_empreendimento	Setor	Esfera	Parcela de Integração de Pessoas	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,658	0,640
65	Rodoviário	Federal	0,594	
67	Rodoviário	Federal	0,562	
103	Rodoviário	Federal	0,879	
104	Rodoviário	Federal	0,796	
105	Rodoviário	Federal	0,420	
123	Rodoviário	Federal	0,257	
128	Rodoviário	Federal	0,861	
129	Rodoviário	Federal	0,736	
991	Rodoviário	Federal	0,637	
788	Rodoviário	Estadual	0,769	0,791
789	Rodoviário	Estadual	0,813	
790	Rodoviário	Estadual	0,658	
829	Rodoviário	Estadual	0,891	
842	Rodoviário	Estadual	0,825	
57	Ferrovário	Federal	0,000	0,174
100	Ferrovário	Federal	0,695	
107	Ferrovário	Federal	0,000	
108	Ferrovário	Federal	0,000	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise dos resultados para a integração de pessoas revela disparidades significativas entre os grupos, refletindo as diferentes realidades de conectividade das regiões interceptadas. O grupo Rodoviário Estadual apresentou a maior média (0,791), com valores consistentemente elevados em todos os seus empreendimentos (variando entre 0,769 e 0,891). Sob a ótica da metodologia aplicada, isso indica que as concessões estaduais analisadas atravessam territórios com baixos índices originais de integração, conferindo a esses empreendimentos um papel estratégico e prioritário na mitigação de lacunas de mobilidade regional.

No grupo Rodoviário Federal, observa-se uma maior heterogeneidade nos resultados, resultando em uma média intermediária de 0,640. A variação entre o ID 103 (0,879) e o ID 123 (0,257) sugere que a malha federal intercepta realidades distintas: enquanto alguns trechos atravessam UTPs já bem integradas (gerando notas baixas), outros se inserem em contextos de baixa conectividade, onde a intervenção se mostra mais urgente para o sistema de transporte de passageiros.

Por fim, o grupo Ferroviário registrou a menor média global (0,174), desempenho condicionado pela natureza predominantemente logística desse modo. Conforme a metodologia, apenas o Empreendimento 100 (VALE) obteve pontuação (0,695) por ser o único ativo da amostra com operação mista de carga e passageiros. Os demais projetos receberam nota zero por não contemplarem o transporte de pessoas, o que reduz drasticamente a média do grupo, apesar da relevância socioeconômica do trecho operado pela Vale nas UTPs que percorre.

4.3.2.12. Saturação: Saturação ponderada pela extensão

O indicador de saturação foi aplicado aos empreendimentos que contemplam, ao menos, uma intervenção capaz de contribuir para a melhoria das condições de saturação das infraestruturas de transporte, conforme detalhado na Tabela 9 do APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO. O cálculo baseou-se na ponderação da saturação dos *links* do software VISUM pela extensão de cada segmento correspondente ao empreendimento. A normalização foi estruturada para que empreendimentos com níveis críticos de saturação recebessem pontuações mais elevadas, enquanto aqueles com fluxos menos saturados obtivessem notas inferiores, priorizando os gargalos operacionais.

Os valores normalizados correspondentes aos empreendimentos analisados constam na Tabela 22. A consolidação do desempenho por grupo de análise deriva da média aritmética das notas obtidas pelos empreendimentos vinculados a cada agrupamento específico.

Tabela 22: Resultado Normalizado Saturação

id_empreendimento	Setor	Esfera	Saturação	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,000	0,063
65	Rodoviário	Federal	0,115	
67	Rodoviário	Federal	0,091	
103	Rodoviário	Federal	0,055	
104	Rodoviário	Federal	0,029	
105	Rodoviário	Federal	0,185	
123	Rodoviário	Federal	0,000	
128	Rodoviário	Federal	0,043	
129	Rodoviário	Federal	0,043	
991	Rodoviário	Federal	0,067	
788	Rodoviário	Estadual	0,055	0,085
789	Rodoviário	Estadual	0,132	
790	Rodoviário	Estadual	0,096	
829	Rodoviário	Estadual	0,065	
842	Rodoviário	Estadual	0,079	
57	Ferrovário	Federal	0,242	0,204
100	Ferrovário	Federal	0,296	
107	Ferrovário	Federal	0,053	
108	Ferrovário	Federal	0,227	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Na análise dos resultados, cabe inicialmente justificar a atribuição de nota zero aos empreendimentos 56 (Concebra) e 123 (Autopista Fernão Dias). Tal pontuação decorre da ausência de intervenções previstas no escopo metodológico para a melhoria da saturação na infraestrutura de transporte, o que os exclui do cálculo do indicador, essa informação foi obtida com o auxílio do banco de dados interno do PELTMG. De modo geral, os grupos Rodoviário Federal e Estadual apresentaram médias reduzidas, sugerindo que suas infraestruturas operam em níveis de serviço adequados, sem saturação crítica.

Em contraste, o grupo Ferroviário registrou a maior média setorial (0,204). Este resultado é impulsionado pelo desempenho dos empreendimentos 57 (MRS) e 100

(VALE), cujas notas de 0,242 e 0,296, respectivamente, indicam uma ocupação mais severa da capacidade instalada. Esses valores refletem a alta densidade de tráfego de carga nessas malhas, configurando-as como os trechos de maior saturação relativa e, conseqüentemente, de maior prioridade para investimentos em expansão de capacidade.

4.3.2.13. Segurança: Percentual da extensão que por áreas urbanizadas (Setor Ferroviário)

O indicador de segurança ferroviária visa mensurar o impacto dos empreendimentos em função do ambiente em que estão inseridos. A metodologia prioriza intervenções em áreas não urbanas ou de baixa densidade demográfica, onde a probabilidade de sinistros envolvendo terceiros é reduzida, favorecendo a segurança operacional. O cálculo baseia-se na razão entre a extensão total do empreendimento e o trecho que intercepta áreas urbanizadas. Na normalização, adotou-se uma escala inversamente proporcional: empreendimentos com maior ocupação urbana em sua extensão total recebem notas inferiores (próximas a 0), destacando o maior risco e a necessidade de medidas de mitigação de conflitos.

Conforme exposto na Tabela 23, os resultados dos indicadores foram normalizados por unidade de concessão. O desempenho global do grupo ferroviário foi estabelecido pela média aritmética dos valores de seus respectivos empreendimentos.

Tabela 23: Resultado Normalizado Segurança Ferroviária

id_empreendimento	Setor	Esfera	Segurança Ferroviária	Média grupo
57	Ferroviário	Federal	0,696	0,869
100	Ferroviário	Federal	0,895	
107	Ferroviário	Federal	0,999	
108	Ferroviário	Federal	0,886	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise do grupo Ferroviário apresenta uma média elevada (0,869), o que sugere que, de modo geral, a extensão dos empreendimentos analisados é predominantemente composta por trechos rurais ou segregados de grandes adensamentos urbanos. No entanto, a variação entre os projetos revela nuances importantes sobre a inserção territorial de cada malha:

- **Destaque em Segurança (ID 107 - Rumo/Ferrovia Norte Sul (FNS)):** O empreendimento apresentou a pontuação máxima (0,999), indicando uma interferência urbana praticamente nula. Esse resultado é coerente com a natureza da Ferrovia Norte-Sul, que possui um traçado moderno e planejado para evitar centros urbanos consolidados, priorizando a eficiência logística e a segurança operacional.
- **Consistência Operacional (IDs 100 e 108):** A Estrada de Ferro Vitória a Minas (Vale) e a FCA (VLI) apresentaram resultados sólidos, com 0,895 e 0,886, respectivamente. Embora atravessassem diversas áreas urbanas em Minas Gerais, a proporção majoritária de seus traçados situa-se em áreas de baixa densidade, mantendo um índice de segurança operacional intrínseca elevado.
- **Ponto de Atenção (ID 57 - MRS Logística):** O empreendimento registrou a menor nota do grupo (0,696). Este valor reflete a característica histórica da Malha Sudeste, que atravessa regiões densamente povoadas e polos industriais consolidados (como a Grande BH e a Baixada Santista). A maior intersecção com manchas urbanas resulta em uma nota menor, sinalizando infraestruturas que demandam investimentos prioritários em segregação (como viadutos e passarelas) para mitigar o risco de sinistros com terceiros.

Em suma, os resultados validam a metodologia ao distinguir claramente ferrovias de 'longo curso' em áreas de fronteira agrícola/mineral de malhas integradas a contextos urbanos complexos, como a MRS.

4.3.2.14. Segurança: Índice de Acidentes ponderado por empreendimento (Setor Rodoviário)

O indicador de segurança rodoviária foi aplicado exclusivamente aos empreendimentos que contemplam intervenções voltadas à melhoria das condições viárias, conforme detalhado na Tabela 10 do APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO. A lógica do indicador fundamenta-se na priorização de empreendimentos localizados em segmentos com maior criticidade ou probabilidade de ocorrência de sinistros, visando maximizar o impacto das medidas preventivas na rede.

A Tabela 21 reúne os índices normalizados por empreendimento. Para a caracterização dos grupos de análise, os resultados foram consolidados mediante o cálculo da média aritmética dos empreendimentos integrantes, permitindo uma comparação direta entre as esferas de ação.

Tabela 24: Resultado Normalizado Segurança Rodoviária

id_empreendimento	Setor	Esfera	Segurança Rodoviária	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,189	0,255
65	Rodoviário	Federal	0,251	
67	Rodoviário	Federal	0,405	
103	Rodoviário	Federal	0,044	
104	Rodoviário	Federal	0,100	
105	Rodoviário	Federal	0,300	
123	Rodoviário	Federal	0,792	
128	Rodoviário	Federal	0,078	
129	Rodoviário	Federal	0,157	
991	Rodoviário	Federal	0,233	
788	Rodoviário	Estadual	0,118	0,170
789	Rodoviário	Estadual	0,237	
790	Rodoviário	Estadual	0,208	
829	Rodoviário	Estadual	0,115	
842	Rodoviário	Estadual	0,173	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise dos resultados demonstra que o grupo Rodoviário Federal apresenta uma média de segurança normalizada superior (0,255) em relação ao grupo Rodoviário Estadual (0,170). Sob a ótica da metodologia adotada, esse comportamento indica que as concessões federais estão localizadas em trechos com maior criticidade de segurança viária, demandando intervenções mais urgentes para a mitigação de sinistros.

A maior pontuação do setor federal pode ser atribuída à natureza dessas vias, que funcionam como eixos estruturantes de longa distância, apresentando volumes de tráfego significativamente maiores e uma mistura heterogênea de veículos (alta proporção de veículos pesados). O Empreendimento 123 (Autopista Fernão Dias) destaca-se com a nota mais elevada do estudo (0,792), o que reflete um histórico de alta probabilidade de acidentes em sua extensão, consolidando-o como o ativo de maior prioridade para investimentos em segurança neste indicador.

Em contrapartida, o grupo Rodoviário Estadual exibiu maior homogeneidade e notas inferiores, sugerindo que, embora necessitem de melhorias, esses trechos apresentam uma exposição ao risco comparativamente menor que a malha federal. Em suma, a superioridade da nota média federal sinaliza que as rodovias sob jurisdição da União analisadas neste trabalho representam os gargalos de segurança mais acentuados no sistema de transportes, validando a necessidade de uma alocação de recursos focada na redução da severidade dos acidentes nesses corredores logísticos.

4.3.2.15. Sustentabilidade: Parcela de Emissões de CO2

A determinação deste indicador baseou-se resultado vem do VISUM no cenário base dos Planos Setoriais Rodoviário e Ferroviário, cada link tem o valor de emissões que são baseados em taxas por modo, TKU e por tipo de produto transportado. A base de dados fornece, para cada link de simulação, o valor estimado de emissões de CO2 do transporte de cargas, devido ao carregamento em tonelada emitida por quilômetro útil (Gg). Esses dados foram agregados por município para espacializar o indicador por território e, na sequência, ponderados pela extensão do empreendimento em cada unidade interceptada.

É importante ressaltar que, de modo geral, empreendimentos rodoviários tendem a gerar um aumento da demanda reprimida, o que impacta negativamente o volume de emissões de poluentes. Diante dessa premissa, os projetos deste modo recebem nota zero na dimensão de emissões de CO2. Para os demais setores, a normalização foi estruturada de forma que notas reduzidas indiquem menores níveis de emissão de carbono (Gg/km²).

Os valores normalizados correspondentes aos empreendimentos analisados constam na Tabela 25. A consolidação do desempenho do grupo ferroviário deriva da média aritmética das notas obtidas pelos empreendimentos vinculados.

Tabela 25: Resultado Normalizado Emissões de CO2

id_empresa	Sector	Esfera	Emissões CO2	Média grupo
57	Ferrovário	Federal	0,662	0,322
100	Ferrovário	Federal	0,251	
107	Ferrovário	Federal	0,160	
108	Ferrovário	Federal	0,213	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A média do grupo fixou-se em 0,322, evidenciando empreendimentos com alta eficiência energética. O Empreendimento 107 (Rumo/FNS) obteve a melhor performance (0,160), o que reflete uma operação moderna em corredores de carga com baixa emissão relativa por quilômetro. Por outro lado, o Empreendimento 57 (MRS) apresentou o índice mais elevado (0,662); esse resultado possivelmente justificado à elevada densidade de carga, o que exige maior esforço de tração e, consequentemente, resulta em um volume superior de emissões concentradas em sua extensão. Em suma, os resultados validam a vantagem competitiva ambiental do setor ferroviário, destacando sua capacidade de escoamento com reduzida pegada de carbono por unidade transportada.

4.3.2.16. Sustentabilidade: Parcela de Riscos para Inundações, Enxurradas e Alagamentos

O indicador de risco de inundações, enxurradas e alagamentos integra variáveis geomorfológicas, geológicas e de uso do solo a índices climáticos de pluviosidade intensa. Como os dados originais obtidos pelo PELTMG de Curto Prazo são agregados por município, no plano foi necessário a realização da espacialização desses índices seguida pela ponderação baseada na extensão do traçado que intercepta cada unidade municipal. Na normalização, adotou-se uma lógica inversamente proporcional: empreendimentos situados em áreas de maior risco recebem notas menores, refletindo sua vulnerabilidade física.

Conforme exposto na Tabela 26, os resultados dos indicadores foram normalizados por unidade de concessão. O desempenho global do grupo ferroviário foi estabelecido pela média aritmética dos valores de seus respectivos empreendimentos.

Tabela 26: Resultado Normalizado Parcela de Riscos para Inundações, Enxurradas e Alagamentos

id_empreendimento	Setor	Esfera	Parcela Riscos para Inundações, Enxurradas e Alagamentos	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,515	0,495
65	Rodoviário	Federal	0,503	
67	Rodoviário	Federal	0,502	
103	Rodoviário	Federal	0,529	
104	Rodoviário	Federal	0,627	
105	Rodoviário	Federal	0,310	
123	Rodoviário	Federal	0,548	
128	Rodoviário	Federal	0,486	
129	Rodoviário	Federal	0,440	
991	Rodoviário	Federal	0,489	
788	Rodoviário	Estadual	0,512	0,461
789	Rodoviário	Estadual	0,537	
790	Rodoviário	Estadual	0,377	
829	Rodoviário	Estadual	0,403	
842	Rodoviário	Estadual	0,474	
57	Ferrovário	Federal	0,399	0,367
100	Ferrovário	Federal	0,334	
107	Ferrovário	Federal	0,426	
108	Ferrovário	Federal	0,309	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise dos resultados revela que o grupo Ferrovário apresenta o maior índice de vulnerabilidade a eventos hidrológicos extremos, com a menor média entre os grupos avaliados (0,367). Dentro deste grupo, destaca-se o Empreendimento 108 (VLI/FCA) com a nota mais baixa (0,309), seguido pelo Empreendimento 100 (Vale) com 0,334. Sob a ótica metodológica, esses valores indicam que as infraestruturas ferroviárias analisadas interceptam municípios com características geológicas e climáticas mais propensas a inundações, o que exige estratégias robustas de manutenção e obras de drenagem para garantir a resiliência operacional.

Por outro lado, os grupos rodoviários apresentaram maior estabilidade e médias superiores, situando-se em patamares próximos entre si: 0,495 para o Rodoviário Federal e 0,461 para o Rodoviário Estadual. Essa similaridade sugere uma exposição moderada ao risco hidrológico em comparação ao modo ferroviário. No grupo federal, o Empreendimento 105 destaca-se como o ponto de maior atenção (0,310), enquanto

o Empreendimento 104 obteve o melhor desempenho relativo (0,627), indicando sua inserção em territórios com menor susceptibilidade a alagamentos.

Em suma, a disparidade entre os modos evidencia que as ferrovias analisadas indicam uma maior 'sensibilidade territorial' aos riscos de inundação e enxurradas. Este cenário justifica a priorização de investimentos em sistemas de monitoramento climático e reforço estrutural nesses projetos ferroviários, visando mitigar possíveis interrupções no fluxo logístico decorrentes de desastres naturais.

4.3.2.17. Sustentabilidade: Parcela de Risco para Deslizamentos de Terra

O indicador de risco de deslizamento de terra integra variáveis geomorfológicas, geológicas e de uso do solo a índices climáticos de pluviosidade intensa. Como os dados originais obtidos pelo PELTMG de Curto Prazo são agregados por município, no plano foi necessário a realização da espacialização desses índices seguida pela ponderação baseada na extensão do traçado que intercepta cada unidade municipal. Na escala normalizada, adotou-se uma lógica inversamente proporcional: quanto menor a nota atribuída ao ativo, maior é a sua vulnerabilidade e exposição ao risco de movimentos de massa.

A Tabela 27 reúne os índices normalizados por empreendimento. Para a caracterização dos grupos de análise, os resultados foram consolidados mediante o cálculo da média aritmética dos empreendimentos integrantes, permitindo uma comparação direta entre as esferas de ação.

Tabela 27: Resultado Normalizado Parcela de Riscos de Deslizamento de Terra

id_empreendimento	Setor	Esfera	Parcela de Riscos de Deslizamento de Terra	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,543	0,461
65	Rodoviário	Federal	0,363	
67	Rodoviário	Federal	0,456	
103	Rodoviário	Federal	0,563	
104	Rodoviário	Federal	0,514	
105	Rodoviário	Federal	0,320	
123	Rodoviário	Federal	0,519	
128	Rodoviário	Federal	0,468	
129	Rodoviário	Federal	0,480	
991	Rodoviário	Federal	0,388	
788	Rodoviário	Estadual	0,536	0,451
789	Rodoviário	Estadual	0,437	
790	Rodoviário	Estadual	0,337	
829	Rodoviário	Estadual	0,522	
842	Rodoviário	Estadual	0,424	
57	Ferrovário	Federal	0,403	0,444
100	Ferrovário	Federal	0,392	
107	Ferrovário	Federal	0,570	
108	Ferrovário	Federal	0,412	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise do indicador de deslizamento de terra revela um cenário de vulnerabilidade moderada, porém com pontos de atenção críticos em empreendimentos estratégicos. O grupo Ferroviário apresentou a menor média global (0,444), o que pode ser tecnicamente justificado pela inserção geográfica de suas malhas. Diferente do modo rodoviário, que possui maior flexibilidade de traçado para vencer obstáculos topográficos, as ferrovias são projetadas com rampas máximas reduzidas, o que muitas vezes as obriga a percorrer encostas e vales em regiões de relevo acidentado, como o Quadrilátero Ferrífero e a Serra do Mar.

Nesse contexto, os empreendimentos 100 (Vale) e 57 (MRS) registraram notas de 0,392 e 0,403, respectivamente. Esses valores refletem a alta susceptibilidade geológica dessas regiões, onde a combinação de solos saturados e declividades acentuadas eleva o risco de instabilidade de taludes. Para esses, um deslizamento de terra representa um impacto logístico severo: além do risco à segurança, a recomposição da via férrea e o reestabelecimento do gabarito de carga são processos

significativamente mais complexos e demorados do que a desobstrução de uma rodovia.

No setor rodoviário, embora a média do grupo Federal (0,461) indique maior estabilidade relativa, o grupo Estadual (0,451) abriga o ponto de maior criticidade de todo o estudo. O Empreendimento 105 obteve a nota isolada de 0,320, caracterizando-se como o trecho de maior risco de deslizamento na amostra. Tal disparidade reforça a necessidade de uma gestão de riscos geotécnicos diferenciada, priorizando o monitoramento preventivo e obras de contenção nos trechos identificados com as menores pontuações. Em suma, os resultados validam a importância de considerar a resiliência física da infraestrutura como fator determinante na priorização de investimentos, visando mitigar interrupções de fluxo em períodos de alta pluviosidade.

4.3.3. Dimensão Financeira: Índice Financeiro

Este indicador mensura a viabilidade financeira direta de cada empreendimento, sinalizando sua capacidade de atrair capital privado para implementação. O objetivo é refletir o potencial de retorno econômico do projeto, utilizando a Taxa Interna de Retorno (TIR) como métrica de desempenho. A normalização foi estruturada de forma diretamente proporcional: empreendimentos com TIRs mais elevadas receberam notas próximas a 1, destacando com maior atratividade financeira e menor risco de investimento.

Os valores normalizados correspondentes aos empreendimentos analisados constam na Tabela 28. A consolidação do desempenho do grupo ferroviário deriva da média aritmética das notas obtidas pelos empreendimentos vinculados.

Tabela 28: Resultado Normalizado Índice Financeiro

id_empreendimento	Setor	Esfera	Dimensão Financeira	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0,334	0,517
65	Rodoviário	Federal	0,943	
67	Rodoviário	Federal	0,943	
103	Rodoviário	Federal	0,047	
104	Rodoviário	Federal	0,269	
105	Rodoviário	Federal	0,943	
123	Rodoviário	Federal	0,943	
128	Rodoviário	Federal	0,428	
129	Rodoviário	Federal	0,324	
991	Rodoviário	Federal	0,000	
788	Rodoviário	Estadual	0,442	0,371
789	Rodoviário	Estadual	0,517	
790	Rodoviário	Estadual	0,442	
829	Rodoviário	Estadual	0,453	
842	Rodoviário	Estadual	0,000	
57	Ferrovário	Federal	0,000	0,347
100	Ferrovário	Federal	0,563	
107	Ferrovário	Federal	0,484	
108	Ferrovário	Federal	0,342	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise da atratividade financeira dos empreendimentos revela que o grupo Rodoviário Federal apresenta a maior média global (0,517), consolidando-se como o setor de maior potencial para a atração de capital privado. Nesse grupo, observa-se uma forte concentração de empreendimentos com alta rentabilidade (notas de 0,943), o que sinaliza projetos com Taxas Internas de Retorno (TIR) robustas e maturidade para modelos de concessão. Em contraste, os grupos Rodoviário Estadual (0,371) e Ferrovário (0,347) apresentaram médias inferiores, indicando que, embora possuam viabilidade econômica, o retorno esperado é comparativamente mais modesto ou exige estruturas de financiamento mais complexas.

Cabe ressaltar que os empreendimentos que registraram nota zero (IDs 991, 842 e 57) não tiveram seu potencial econômico desqualificado; a pontuação nula justifica-se exclusivamente pela ausência de dados financeiros externos disponíveis no momento da análise, o que impossibilitou o cálculo da TIR conforme a metodologia estabelecida.

Dentre os empreendimentos com dados consistentes, o Empreendimento 100 (Vale) destaca-se no setor ferroviário com uma nota de 0,563, posicionando-se acima da média do seu grupo e demonstrando uma viabilidade financeira sólida dentro do modo. Em suma, a superioridade média do setor rodoviário federal sugere que estes eixos permanecem como as opções mais 'bancáveis' do plano.

4.3.4. Dimensão Comercial: Índice Comercial

No indicador da Dimensão Comercial, todos os empreendimentos analisados receberam pontuação nula. Isso decorre do fato de que a obtenção desses resultados é estritamente dependente da percepção de mercado coletada em workshop com investidores. Visto que as sessões de consulta focaram na avaliação de novos projetos — que ainda não se encontram nas fases de contratação e execução —, as concessões já existentes analisadas neste trabalho não foram objeto de avaliação pelos especialistas, resultando em índice zero para todas.

4.3.5. Dimensão Gerencial: Índice Gerencial

Este indicador quantifica a percepção técnica dos gestores quanto aos riscos inerentes a cada empreendimento. A coleta dessas informações ocorreu no âmbito de workshop presencial, nos quais os gestores avaliaram variáveis críticas de risco (APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO).

A Tabela 29 reúne os índices normalizados por empreendimento. Para a caracterização dos grupos de análise, os resultados foram consolidados mediante o cálculo da média aritmética dos empreendimentos integrantes, permitindo uma comparação direta entre as esferas de ação.

Tabela 29: Resultado Normalizado Índice Gerencial

id_empreendimento	Setor	Esfera	Índice Gerencial	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	1,000	0,950
65	Rodoviário	Federal	1,000	
67	Rodoviário	Federal	1,000	
103	Rodoviário	Federal	1,000	
104	Rodoviário	Federal	1,000	
105	Rodoviário	Federal	1,000	
123	Rodoviário	Federal	1,000	
128	Rodoviário	Federal	1,000	
129	Rodoviário	Federal	1,000	
991	Rodoviário	Federal	0,500	
788	Rodoviário	Estadual	0,500	0,606
789	Rodoviário	Estadual	0,469	
790	Rodoviário	Estadual	0,531	
829	Rodoviário	Estadual	0,531	
842	Rodoviário	Estadual	1,000	
57	Ferrovário	Federal	1,000	1,000
100	Ferrovário	Federal	1,000	
107	Ferrovário	Federal	1,000	
108	Ferrovário	Federal	1,000	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

A análise do Índice Gerencial revela uma percepção de alta segurança institucional e operacional para a maioria dos empreendimentos, com o grupo Ferroviário atingindo a nota máxima unânime (1,000). Esse resultado indica que, na visão dos gestores consultados em workshop, os projetos ferroviários avaliados apresentam baixa exposição a entraves burocráticos ou técnicos imediatos. O grupo Rodoviário Federal também demonstrou solidez, com média de 0,950, sendo penalizado apenas pelo Empreendimento 991 (nota 0,500). Este ativo específico apresenta vulnerabilidades críticas nos eixos de judicialização (nota 4) e interface governamental (nota 4), além de um risco orçamentário moderado, o que sinaliza uma complexidade institucional que pode retardar sua implementação.

No grupo Rodoviário Estadual, observa-se a maior sensibilidade a riscos da amostra, com média de 0,606. Os empreendimentos 788, 789, 790 e 829 apresentaram notas normalizadas reduzidas devido à incidência de múltiplos fatores, com destaque para o risco político (notas 3), além de riscos de judicialização e desapropriação. Especialmente no caso do Empreendimento 789, o risco de regulação e

desapropriação justifica sua nota mais baixa (0,469), evidenciando que projetos estaduais tendem a ser percebidos como mais suscetíveis a instabilidades locais e entraves na liberação de faixa de domínio.

Vale ressaltar que a dinâmica gerencial foi realizada com membros do governo estadual, o que pode ter influenciado o nível de detalhamento e o interesse na avaliação desses projetos específicos. É provável que, caso representantes do governo federal tivessem participado da dinâmica, a percepção de risco e os resultados dos empreendimentos federais apresentassem variações significativas devido à mudança de perspectiva institucional.

Em suma, enquanto os projetos ferroviários e a maioria dos federais gozam de uma percepção de maturidade gerencial, os projetos rodoviários estaduais e pontos específicos da rede federal (ID 991) demandam estratégias de governança mais robustas e planos de mitigação jurídica e política para assegurar sua viabilidade no cronograma previsto.

4.3.6. Consolidação Resultados

Com o objetivo de sintetizar as avaliações setoriais realizadas, este capítulo dedica-se à consolidação dos dados quantitativos da pesquisa. A seguir, a Tabela 30 reúne o comportamento médio dos indicadores do PELTMG de Curto Prazo, segmentados pelos grupos Rodoviário Federal, Rodoviário Estadual e Ferroviário. A estrutura visual desta tabela foi delineada para facilitar o confronto direto das médias e desvio padrão.

Tabela 30: Consolidação Resultados

INDICADORES		GRUPOS DE ANÁLISE					
		Rodoviário Federal		Rodoviário Estadual		Ferroviário	
		Média grupo	Desvio Padrão	Média grupo	Desvio Padrão	Média grupo	Desvio Padrão
DIMENSÃO ESTRATÉGICA	Parcela Estratégica de Cargas	0,110	0,060	0,100	0,032	0,394	0,359
	Parcela Estratégica de Pessoas	0,463	0,279	0,396	0,101	0,250	0,500
DIMENSÃO SOCIOECONÔMICA	Parcela de Acessibilidade de Cargas	0,459	0,048	0,412	0,023	0,599	0,190
	Parcela de Acessibilidade de Pessoas	0,078	0,034	0,091	0,026	0,000	0,000
	Capacidade Empreendimento	0,402	0,281	0,646	0,252	0,000	0,000
	Capacidade ferroviária	0,000	0,000	0,000	0,000	0,984	0,022
	Parcela econômica	0,083	0,098	0,211	0,091	0,287	0,386
	Parcela Ambiental e Social	0,355	0,080	0,328	0,069	0,544	0,065
	Índice de Desenv.Tec	0,600	0,278	0,311	0,122	0,500	0,577
	Parcela Cargas	0,214	0,093	0,140	0,064	0,363	0,310
	Parcela Pessoas	0,111	0,019	0,091	0,019	0,072	0,143
	Parcela de Integração de Cargas	1,000	0,422	1,000	0,000	1,000	0,000
	Parcela de Integração de Pessoas	0,640	0,195	0,791	0,086	0,174	0,348
	Saturação	0,063	0,056	0,085	0,030	0,204	0,105
	Segurança Ferroviária	0,000	0,000	0,000	0,000	0,869	0,126
	Segurança Rodoviária	0,255	0,218	0,170	0,054	0,000	0,000
	Emissões CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,322	0,230
	Parcela de Riscos de Deslizamento de Terra	0,461	0,081	0,451	0,081	0,444	0,084
	Parcela Riscos para Inundações, Enxurradas e Alagamentos	0,495	0,081	0,461	0,069	0,367	0,055
DIMENSÃO FINANCEIRA		0,517	0,388	0,371	0,210	0,347	0,249
DIMENSÃO GERENCIAL	Índice Gerencial	0,950	0,158	0,606	0,222	1,000	0,000

Fonte: Autor (2026)

4.3.7. Índice de Classificação (IC)

Conforme o Relatório completo do PELT de Curto Prazo (CODEMGE, 2025), os empreendimentos da Carteira de Análise foram avaliados por meio do Índice de Classificação (IC). Este índice é estruturado a partir de cinco dimensões analíticas:

- Dimensão Estratégica ($D_{Estratégica}$);
- Dimensão Socioeconômica ($D_{Socioeconômica}$);
- Dimensão Financeira ($D_{Financeira}$);
- Dimensão Comercial ($D_{Comercial}$);
- Dimensão Gerencial ($D_{Gerencial}$).

Como os componentes de cada indicador englobam variáveis qualitativas e quantitativas, o relatório aponta a necessidade de transformar os dados qualitativos e quantitativos ordinais em valores escalares utilizáveis, cujos intervalos reflitam fielmente os graus de diferença. Além disso, as medidas dos critérios foram padronizadas em uma escala comum de 0 a 1.

Por fim, esses componentes padronizados são multiplicados por seus respectivos pesos para a obtenção das pontuações de cada índice. Desse modo, o IC é definido como um modelo de regressão linear múltipla das cinco vertentes de índices, ponderados pelos coeficientes de pesos λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 e λ_5 , a equação para determinação desse IC é demonstrado na Equação 1.

$$IC = \lambda_1 D_{Financeira} + \lambda_2 D_{Socioeconômica} + \lambda_3 D_{Estratégica} + \lambda_4 D_{Comercial} + \lambda_5 D_{Gerencial}$$

Equação 1 - Índice de Classificação

Fonte: CODEMGE (2025).

Em que:

IC – Índice de Classificação;

λ_1 – Coeficiente com o peso atribuído à Dimensão Financeira;

λ_2 – Coeficiente com o peso atribuído à Dimensão Socioeconômica;

λ_3 – Coeficiente com o peso atribuído à Dimensão Estratégica;

λ_4 - Coeficiente com o peso atribuído à Dimensão Comercial;

λ_5 - Coeficiente com o peso atribuído à Dimensão Gerencial;

$D_{\text{Financeiro}}$ - Índice Financeiro;

$D_{\text{Socioeconômico}}$ - Índice Socioeconômico;

$D_{\text{Estratégico}}$ - Índice Estratégico;

$D_{\text{Comercial}}$ - Índice Comercial;

$D_{\text{Gerencial}}$ - Índice Gerencial.

Os coeficientes de cada dimensão estão listados na Tabela 31.

Tabela 31: Coeficientes das dimensões

λ	Dimensão	Peso
λ_1	Dimensão Financeira	0,20132
λ_2	Dimensão Socioeconômica	0,22430
λ_3	Dimensão Estratégica	0,23663
λ_4	Dimensão Comercial	0,22558
λ_5	Dimensão Gerencial	0,11217

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Os resultados de IC para cada empreendimento e a média do grupo estarão exibidos na Tabela 32.

Tabela 32: Índice de Classificação (IC) empreendimentos

id_empreendimento	Setor	Esfera	Índice de Classificação (IC)	Média grupo
56	Rodoviário	Federal	0.373	0.349
65	Rodoviário	Federal	0.389	
67	Rodoviário	Federal	0.457	
103	Rodoviário	Federal	0.228	
104	Rodoviário	Federal	0.276	
105	Rodoviário	Federal	0.506	
123	Rodoviário	Federal	0.461	
128	Rodoviário	Federal	0.322	
129	Rodoviário	Federal	0.305	
991	Rodoviário	Federal	0.175	

id_empreendimento	Setor	Esfera	Índice de Classificação (IC)	Média grupo
788	Rodoviário	Estadual	0.286	0.282
789	Rodoviário	Estadual	0.314	
790	Rodoviário	Estadual	0.276	
829	Rodoviário	Estadual	0.273	
842	Rodoviário	Estadual	0.261	
57	Ferrovário	Federal	0.282	0.374
100	Ferrovário	Federal	0.488	
107	Ferrovário	Federal	0.334	
108	Ferrovário	Federal	0.390	

Fonte: Adaptado de CODEMGE (2025)

Os resultados do Índice de Classificação (IC) refletem o impacto balanceado das cinco dimensões analíticas do Modelo de Cinco Dimensões (M5D) sobre as concessões estudadas. O grupo Ferrovário Federal alcançou a maior média global (0,374), desempenho impulsionado pelas expressivas notas obtidas na Dimensão Socioeconômica (com destaque para os indicadores de capacidade, parcela econômica de indução regional e parcela ambiental devido à baixa pegada de carbono) e pela percepção de máxima maturidade institucional na Dimensão Gerencial. No setor rodoviário, as concessões federais obtiveram média intermediária (0,349), amparadas pela alta atratividade e rentabilidade da Dimensão Financeira (0,517), além de forte inserção nos eixos estratégicos de passageiros e cargas, embora penalizadas pelos índices críticos de segurança viária. Por fim, o grupo Rodoviário Estadual registrou média de 0,282, apesar de apresentar excelente homogeneidade no acréscimo de capacidade e na integração regional de pessoas, o segmento foi severamente impactado por uma menor rentabilidade financeira relativa e por uma elevada percepção de exposição a riscos políticos e de desapropriação na Dimensão Gerencial.

5. LIMITAÇÕES E DESAFIOS

A execução deste estudo apresentou desafios significativos, concentrados primordialmente na complexidade metodológica das variáveis que compõem o Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG) de Curto Prazo. A análise detalhada de cada indicador exigiu um rigor interpretativo elevado, visto que

as formulações envolvem múltiplas dimensões e fontes de dados distintas, como o Modelo de Cinco Dimensões (M5D) e simulações provenientes dos Planos Setoriais.

Principais Obstáculos e Soluções:

- **Complexidade Analítica dos Indicadores:** A principal barreira residiu na necessidade de uma compreensão aprofundada das formulações matemáticas e dos critérios de normalização aplicados pelo plano. Para mitigar o risco de interpretações equivocadas, foi realizada uma revisão exaustiva dos apêndices técnicos e das premissas de cada indicador antes da consolidação dos resultados;
- **Aplicação de Ferramentas Tecnológicas:** O domínio da linguagem de programação Structured Query Language (SQL) foi fundamental para a extração e o processamento dos dados. Essa competência permitiu não apenas a automação da análise, mas também a verificação de inconsistências ou filtros de *outliers* presentes no banco de dados original, garantindo que as conclusões finais fossem tecnicamente coerentes com os resultados observados no território mineiro;
- **Limitações de Dados Externos:** Identificou-se a ausência de dados financeiros e mercadológicos para empreendimentos específicos, o que resultou em pontuações nulas em indicadores como partes do Índice Financeiro e na Dimensão Comercial, limitando a análise integral da atratividade privada em determinados trechos. No caso da Dimensão Comercial, a pontuação nula deve-se ao fato de as sessões de consulta com investidores terem o objetivo da avaliação de novos projetos, de modo que as concessões já em andamento abordadas nesta pesquisa não foram objeto de análise pelos especialistas.

A superação desses desafios técnicos conferiu ao trabalho a robustez necessária para subsidiar a discussão sobre as discrepâncias de desempenho entre as esferas de gestão e os modos analisados. Contudo, as limitações mapeadas abrem caminhos para o desdobramento desta pesquisa, destacando-se três opções de investigações futuras para o aprofundamento da área:

- **Integração Teórica com o PELTMG de Longo Prazo:** Tendo em vista que este estudo se limitou ao horizonte de Curto Prazo devido ao estágio de

elaboração das publicações estaduais, sugere-se como trabalho futuro a aplicação desta mesma estrutura metodológica sobre a base de dados do PELTMG de Longo Prazo. Essa comparação permitirá avaliar de que maneira os investimentos estruturais de grande porte e as diretrizes contratuais de concessões mais extensas alteram a dinâmica do Índice de Classificação (IC) e o reequilíbrio de longo prazo da matriz de transportes mineira;

- **Análise Comparativa entre o Modelo de Cinco Dimensões (M5D) e as Metodologias Federais de Priorização:** Como o PELTMG inovou ao aplicar o M5D de forma pioneira no planejamento de transportes estadual, sugere-se como investigação futura confrontar os resultados desse modelo com os critérios de priorização adotados em nível federal, como os do Plano Nacional de Logística (PNL 2035) e dos Planos Setoriais Rodoviário e Ferroviário do Ministério dos Transportes. Esse estudo permitiria identificar convergências e divergências metodológicas na classificação de projetos que possuem dupla sensibilidade (trechos federais delegados ou eixos de integração nacional), contribuindo para a harmonização das ferramentas de planejamento de infraestrutura entre as esferas de governo.

6. CONCLUSÕES

A conclusão deste trabalho permite afirmar que o Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais (PELTMG) de Curto Prazo se consolida como um instrumento de governança essencial para a compreensão da infraestrutura mineira. A análise integrada dos indicadores evidenciou que a realidade das concessões no estado não é homogênea, sendo moldada por vocações logísticas distintas e pelas particularidades das esferas de gestão federal e estadual.

Ao longo da pesquisa, a identificação e a espacialização permitiram correlacionar com precisão os empreendimentos do Plano às concessionárias vigentes, revelando como a configuração territorial influencia diretamente o desempenho estratégico. Ficou demonstrado que o setor ferroviário possui uma vocação intrínseca para o transporte de cargas de alta eficiência, favorecendo a segurança, a sustentabilidade e a indução do desenvolvimento em regiões com menores índices de progresso social, embora opere sob forte pressão de saturação em eixos consolidados. Por outro lado, o sistema rodoviário, especialmente o federal, destaca-se pela conectividade funcional e pela

capacidade de viabilizar a mobilidade de pessoas em corredores de alta hierarquia urbana, muito embora enfrente os maiores desafios relacionados à segurança viária e à necessidade de modernização tecnológica.

A investigação sobre a influência das esferas de gestão revelou disparidades importantes: enquanto a gestão federal concentra rodovias com maior atratividade para o capital privado e maturidade institucional, ela lida com gargalos críticos de acidentes e fluxo. Em contrapartida, as concessões estaduais apresentam uma estratégia de investimento voltada para a expansão física e para a melhoria da acessibilidade regional, apresentando projetos que guardam maior proporcionalidade com a economia local dos municípios interceptados.

Diante do cenário exposto, a resposta à questão norteadora deste estudo revela que as disparidades observadas nos indicadores do PELTMG são reflexos diretos das prioridades estratégicas de cada modo e esfera, sintetizadas matematicamente no Índice de Classificação (IC), que estabeleceu a precedência de impacto do grupo ferroviário (0,374), seguido pelas rodovias federais (0,349) e estaduais (0,282). A vocação ferroviária mineira é a do escoamento de grandes volumes com sustentabilidade e baixa pegada de carbono, sofrendo, contudo, com uma vulnerabilidade territorial acentuada a riscos de inundação e deslizamentos. Já a vocação rodoviária é a da capilaridade e integração social, onde o principal gargalo operacional se manifesta na severidade dos sinistros nos eixos troncais federais e na complexidade gerencial dos projetos estaduais, que demandam uma governança mais robusta para mitigar riscos políticos e de judicialização.

Em suma, o cumprimento dos objetivos geral e específicos deste trabalho confirma que o PELTMG de Curto Prazo oferece o referencial técnico necessário para que o Poder Público possa aprimorar a fiscalização e a transparência na aplicação de recursos. Esta análise não apenas amplia a produção científica na área de Engenharia de Transportes, mas também fornece subsídios práticos para que as futuras decisões de investimento em Minas Gerais estejam alinhadas ao interesse público e à eficiência logística nacional.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Painel interativo de concessões rodoviárias federais. Brasília, 2025. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjozMzc2OGVhZjYtY2JhNC00MzhhLTg4OTItY2JkM2E2NDIjN2ZjliwidCI6Ijg3YmJlOWRILWE4OTItNGNkZS1hNDY2LTg4Zjk4MmZiYzQ5MCMJ9>. Acesso em: 18 set. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Panorama do Setor 2023-2024: Boletim de Informações Gerenciais. Brasília, DF: ANTT, 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS (ANTF). Por que o Brasil vai bem de trem. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.antf.org.br/por-que-o-brasil-vai-bem-de-trem/>. Acesso em: 22 set. 2025.

BASTOS, Camila de Oliveira. Panorama histórico do setor ferroviário no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação (REASE)**, São Paulo, v. 10, n. 08, ago. 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/15368/8108>. Acesso em: 24 set. 2025.

BERTUSSI, Geovana Lorena; ELLERY JR., Roberto. Gastos públicos com infraestrutura de transporte e crescimento econômico: uma análise para os estados brasileiros. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Rio de Janeiro, n. 5, p. 89-97, jun. 2011.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, [2024]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 17 nov. 2025.

BRASIL. Decreto nº 12.022, de 16 de maio de 2024. Institui o Planejamento Integrado de Transportes e suas instâncias de governança. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 95, p. 5, 17 maio 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12022.htm. Acesso em: 27 out. 2025.

BRASIL. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no § 1º do art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [13 fev. 1995]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987compilada.htm. Acesso em: 16 out. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Institui normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 2 abr. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14133.htm. Acesso em: 27 out. 2025.

CAMPOS NETO, Carlos Alvares da Silva et al. Gargalos e demandas da infraestrutura ferroviária e os investimentos do PAC: mapeamento Ipea de obras ferroviárias. Rio de Janeiro: Ipea, jan. 2010. (Texto para Discussão, n. 1465).

CASTRO, Newton de. Estrutura, desempenho e perspectivas do transporte ferroviário de carga. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 2, p. 251-283, ago. 2002.

CATTO, Matheus Antonio Zanella. **A evolução da indústria automobilística brasileira (1956–2014)**. 2015. [56] f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Relações Internacionais) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS (CODEMGE). Plano Estadual de Logística e Transportes de Minas Gerais - Curto Prazo (PELTMG Curto Prazo): Relatório Completo. 2. ed. Belo Horizonte, 25 jul. 2025. 425 p. Disponível em: <http://www.infraestrutura.mg.gov.br/sobre/peltnmg>. Acesso em: 22 set. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Pesquisa CNT de ferrovias 2015. Brasília: CNT, 2015. 234 p. Disponível em: <https://cnt.org.br/pesquisa-cnt-ferrovias>. Acesso em: 23 set. 2025.

COZENDEY, Gabriel; CHIAVARI, Joana. Viabilidade Ambiental de Infraestruturas de Transportes Terrestres na Amazônia. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2021. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/pt-br/publication/viabilidade-ambiental-de-infraestruturas-de-transportes-terrestres-na-amazonia/>. Acesso em: 27 out. 2025.

DALL'OGGIO JUNIOR, Adalberto. **A aplicabilidade da Análise Custo-Benefício do Modelo das Cinco Dimensões como técnica de instrução de Estudo Técnico Preliminar em aquisições comuns**. 2025. 128 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Direito) – Programa de Pós-Graduação Profissional em Direito, Centro de Ciências Jurídicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2025.

G1 MINAS. Justiça suspende licença do Rodoanel da Região Metropolitana de BH. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2025/10/08/justica-suspende-licenca-do-rodoanel-da-regiao-metropolitana-de-bh.ghtml>. Acesso em: 26 mai. 2026.

GENARI, Caio Favaro. **Análise da matriz de transportes de cargas no Brasil: impactos sobre o Custo Brasil**. 2024. [25] f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.

HM TREASURY. Guide to developing the Programme Business Case. HIS MAJESTY'S TREASURY, 2018. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5bc72a7d40f0b6385ea2d7b4/Programme_Business_Case_2018.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

IBGE. Regiões de influência das Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html>.

LEE, Shu Han. **Concessão de rodovias à iniciativa privada: critérios para limitação de tarifas em processos de licitação**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Orientador: Amir Mattar Valente.

LOPES, Miguel Victor Tavares. **Estado, transportes e desenvolvimento regional: a era rodoviária em Minas Gerais (1940-1980)**. 2015. 138 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

MINAS GERAIS. RESOLUÇÃO SEINFRA No 41. 1 nov. 2024.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (Brasil); EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA (EPL). Plano Nacional de Logística 2035 (PNL 2035). Versão 1. 129/10/2021. Brasília, DF: MINFRA; EPL, 2021.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (MT). Concessões ferroviárias. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/concessoes/concessoes-ferroviarias>. Acesso em: 18 set 2025.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Planejamento Integrado de Transportes - PIT. Brasília, [2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/PIT/PIT>. Acesso em: 29 out. 2025.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (MT). Plano Integrado de Transportes (PIT): Plano Setorial de Transporte Rodoviário. Brasília, DF: Ministério dos Transportes, 2024a. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/PIT/PSTR_Relatorio_PosCP_20241227.pdf. Acesso em: 26 mai. 2026.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (MT). Plano Integrado de Transportes (PIT): Plano Setorial de Transporte Ferroviário. Brasília, DF: Ministério dos Transportes, 2024b. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/PIT/PSTF_Relatorio_PosCP_20241227.pdf. Acesso em: 26 mai. 2026.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (MT). Plano Setorial de Transportes Terrestres (PSTT): Elementos Táticos. Brasília, DF: Ministério dos Transportes, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transporte-terrestre/_plano-

[setorial-de-transportes-terrestres/plano-setorial-de-transportes-terrestres-elementos-taticos](#). Acesso em: 27 out. 2025.

NABHAN, Fernando Mansour. **Principais riscos envolvidos na decisão de investimentos em concessões rodoviárias no Brasil**. 2004. 89 f. Monografia (MBA em Gerenciamento de Empresas e Empreendimentos na Construção Civil com Ênfase em Real Estate) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Programa de Educação Continuada em Engenharia, São Paulo, 2004.

OKUMURA, Stella Harumi. **Concessões rodoviárias em São Paulo na década de 1990: uma análise das relações entre estado, capital e infraestrutura**. 2018. [138] f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

PIVA, F. **Fatores de equivalência de veículos pesados em rodovias de pista dupla**. 2015. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-14082015-095803/publico/dissertacao_fernando_piva_v2.pdf. Acesso em: 3 abr. 2026.

PREFEITURA DE CONTAGEM. Justiça Federal suspende licença prévia para o Rodoanel. 2025. Disponível em: <https://portal.contagem.mg.gov.br/portal/noticias/0/3/82525/justica-federal-suspende-licenca-previa-para-o-rodoanel>. Acesso em: 26 mai. 2026.

RÁDIO ITATIAIA. Rodoanel de BH: Justiça Federal suspende licença para o início das obras. 2025. Disponível em: <https://www.itatiaia.com.br/politica/rodoanel-de-bh-justica-federal-suspende-licenca-para-o-inicio-das-obras/>. Acesso em: 26 mai. 2026.

RIBEIRO, Matheus Rissa Peroni; SANTOS, Lucas Mikael da Silva dos. Investimento em infraestrutura de transportes e crescimento econômico: uma análise espacial dos estados brasileiros. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 17, n. 1, p. 1-35, 2023. DOI: 10.54766/rberu.v17i1.894. Disponível em: <https://revistaaber.org.br/rberu/article/download/894/404/6102>. Acesso em: 29 set. 2025.

SALES, Francielle Eliete. **Fatores críticos de engenharia no processo de tomada de decisão em projetos ferroviários no Brasil**. 2021. 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

SANTOS, Sílvio dos. Transporte ferroviário: história e técnicas. São Paulo: **Cengage Learning**, 2011. [246] p. Disponível em: https://issuu.com/cengagebrasil/docs/livreto_9788522111596. Acesso em: 25 set. 2025.

SANTOS, Sebastião. **Um estudo sobre a participação do modal ferroviário no transporte de cargas no Brasil**. 2005. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA, MOBILIDADE E PARCERIAS (SEINFRA). Lote 1: Triângulo Mineiro. Belo Horizonte, MG, 2022a. Disponível em: <http://www.ppp.mg.gov.br/projetos/contratos-assinados/lote-1-triangulo-mineiro>. Acesso em: 18 set. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA, MOBILIDADE E PARCERIAS (SEINFRA). Lote 2: Sul de Minas. Belo Horizonte, MG, 2022b. Disponível em: <http://www.ppp.mg.gov.br/projetos/contratos-assinados/lote-2-sul-de-minas>. Acesso em: 18 set. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA, MOBILIDADE E PARCERIAS DE MINAS GERAIS (SEINFRA-MG). Lote 3: Varginha-Furnas. Belo Horizonte, MG, 2023. Disponível em: <http://www.ppp.mg.gov.br/projetos/contratos-assinados/lote-3-varginha-furnas>. Acesso em: 24 maio 2026.

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA, MOBILIDADE E PARCERIAS (SEINFRA). Plano Estadual de Logística e Transportes (PELTMG). 2025. Disponível em: <http://www.infraestrutura.mg.gov.br/sobre/peltnmg>. Acesso em: 27 out. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA, MOBILIDADE E PARCERIAS (SEINFRA). Rodovia BR-135. Belo Horizonte, MG, 2018. Disponível em:

<http://www.ppp.mg.gov.br/projetos/contratos-assinados/rodovia-br-135>. Acesso em: 18 set. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA, MOBILIDADE E PARCERIAS (SEINFRA). Rodovia MG-050. Belo Horizonte, MG, 2007. Disponível em: <http://www.ppp.mg.gov.br/projetos/contratos-assinados/rodovia-mg-050>. Acesso em: 18 set. 2025.

TRIBUNAL REGIONAL FEDERAL DA 6ª REGIÃO (TRF6). TRF6 suspende decisão que paralisava consulta a comunidades tradicionais sobre obra do Rodoanel Metropolitano. Processo nº 6011191-57.2025.4.06.0000. 2026. Disponível em: <https://portal.trf6.jus.br/trf6-suspende-decisao-que-paralisava-consulta-a-comunidades-tradicionais-sobre-obra-do-rodoanel-metropolitano/>. Acesso em: 26 mai. 2026.

APÊNDICE

APÊNDICE A – INDICADORES PELT CURTO PRAZO

Link: [Apêndice A - Indicadores PELT Curto Prazo](#)

APÊNDICE B – DADOS CONSOLIDADOS

Link: [Apêndice B - Dados Consolidados](#)