



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Gustavo Grezzana de Vargas

Impactos socioeconômicos das ferrovias no território brasileiro

Florianópolis
2023

Gustavo Grezzana de Vargas

Impactos socioeconômicos das ferrovias no território brasileiro

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Aurélio Marques Noronha

Florianópolis
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

de Vargas, Gustavo Grezzana
Impactos socioeconômicos das ferrovias no território
brasileiro / Gustavo Grezzana de Vargas ; orientador,
Marcos Aurélio Marques Noronha, 2023.
112 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Ferrovias. 3. Impactos
socioeconômicos. I. Noronha, Marcos Aurélio Marques. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Civil. III. Título.

Gustavo Grezzana de Vargas

Impactos socioeconômicos das ferrovias no território brasileiro

O presente trabalho em nível de Bacharel foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Eduardo Lobo, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Gabriel Fonseca Bordeaux Rego
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Coordenação do Programa de Graduação



Documento assinado digitalmente

Marcos Aurelio Marques Noronha

Data: 27/06/2023 20:34:38-0300

CPF: ***.965.173-**

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Marcos Aurélio Marques Noronha, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis
2023

Este trabalho é dedicado aos meus amigos e familiares que ajudaram de alguma forma a alcançar esta conquista, em especial aos meus avôs, Antônio (*in memoriam*) e Afonso (*in memoriam*)

RESUMO

O desenvolvimento da malha ferroviária no Brasil tem enfrentado diversos problemas e desafios, comprometendo sua eficiência e expansão. A falta de regulamentações adequadas resultou em um surgimento desorganizado do modal ferroviário, o que gerou consequências negativas no escoamento produtivo. Objetiva-se compreender os elementos e gargalos que influenciam a tomada de decisão em projetos de infraestrutura ferroviária, visando o desenvolvimento do setor em âmbito nacional. Para alcançar essa meta, serão abordados objetivos específicos, como analisar as origens dos principais gargalos presentes na rede ferroviária nacional, definir conceitos introdutórios e marcos regulatórios relevantes para projetos ferroviários, discutir os benefícios do novo marco regulatório e identificar os gargalos regulatórios, econômicos e financeiros como etapas cruciais no processo decisório. O termo "gargalo" é utilizado para descrever, identificar e solucionar problemas de eficiência e a produtividade dos sistemas ferroviários. A promulgação da Medida Provisória nº 1.065, em 30 de agosto de 2021, representa um marco regulatório significativo para o setor ferroviário no Brasil. Essa medida reflete a preocupação do governo em aprimorar a eficiência do transporte de cargas e buscar alternativas ao modal rodoviário, considerando seus custos elevados e impacto ambiental. Além disso, busca atender às demandas sociais por um sistema de transporte mais eficiente, seguro e sustentável, atraindo investimentos privados, impulsionando o comércio e gerando empregos. Este trabalho pretende contribuir para o avanço do conhecimento na área de engenharia civil, fornecendo informações relevantes para a tomada de decisão em projetos de infraestrutura ferroviária. O abordar os gargalos identificados e as medidas regulatórias propostas, busca-se promover o sucesso da expansão da infraestrutura ferroviária no Brasil e o desenvolvimento geral do setor. É essencial aprender com os erros do passado e considerar os fatores críticos existentes na malha ferroviária atual durante o planejamento de novos projetos, a fim de otimizar o uso do capital investido e trazer o progresso necessário para a rede férrea do país. A metodologia utilizada neste estudo envolveu três fases: decisória, construtiva e redacional, utilizando técnicas e tipos de pesquisa apropriados para o desenvolvimento do trabalho. Um planejamento racional e o uso de metodologias adequadas na tomada de decisão permitem considerar os gargalos já existentes na malha e projetar, quantitativa e qualitativamente, os benefícios futuros, levando em conta também os riscos envolvidos. O estímulo à participação das partes interessadas nos projetos auxilia nesse processo, aumentando as chances de sucesso desses novos empreendimentos. As conclusões obtidas são positivas, mas é importante destacar o alerta de que, sem o incentivo correto por parte do governo, a falta de investimentos e desenvolvimento da malha ferroviária pode se repetir, comprometendo novamente o setor.

PALAVRAS-CHAVES: Ferrovia; Impacto; Econômico; Cenário atual das ferrovias brasileiras; Gargalos da malha ferroviária; Tomada de decisão.

ABSTRACT

The development of the railway network in Brazil has faced various problems and challenges, compromising its efficiency and expansion. The lack of appropriate regulations has led to a disorganized emergence of the railway mode, resulting in negative consequences for productive flow. The objective is to understand the elements and bottlenecks that influence decision-making in railway infrastructure projects, aiming at the sector's development at the national level. To achieve this goal, specific objectives will be addressed, such as analyzing the origins of the main bottlenecks in the national railway network, defining introductory concepts and relevant regulatory frameworks for railway projects, discussing the benefits of the new regulatory framework, and identifying regulatory, economic, and financial bottlenecks as crucial steps in the decision-making process. The term "bottleneck" is used to describe, identify, and solve efficiency and productivity problems in railway systems. The enactment of Provisional Measure No. 1,065 on August 30, 2021, represents a significant regulatory milestone for the railway sector in Brazil. This measure reflects the government's concern to improve the efficiency of freight transport and seek alternatives to the road mode, considering its high costs and environmental impact. Furthermore, it aims to meet social demands for a more efficient, safe, and sustainable transport system, attracting private investments, boosting trade, and generating jobs. This work aims to contribute to the advancement of knowledge in the field of civil engineering, providing relevant information for decision-making in railway infrastructure projects. By addressing the identified bottlenecks and proposed regulatory measures, the goal is to promote the success of railway infrastructure expansion in Brazil and the overall development of the sector. It is essential to learn from past mistakes and consider the critical factors in the current railway network during the planning of new projects, in order to optimize the use of invested capital and bring the necessary progress to the country's rail network. The methodology used in this study involved three phases: decision-making, construction, and writing, using appropriate research techniques and types for the development of the work. Rational planning and the use of appropriate methodologies in decision-making allow for the consideration of existing bottlenecks in the network and the quantitative and qualitative projection of future benefits, taking into account the associated risks. Stimulating the participation of stakeholders in projects aids in this process, increasing the chances of success for these new ventures. The conclusions obtained are positive, but it is important to highlight the warning that, without the correct government incentive, the lack of investment and development in the railway network may repeat, compromising the sector once again.

KEYWORDS: Railway; Impact; Economic; Current scenario of Brazilian railways; Railway network bottlenecks; Decision-making.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Locomotiva Baroneza	15
Figura 2: Performance brasileira no Relatório Global de Competitividade	18
Figura 3: Infraestrutura brasileira no Relatório Global de Competitividade	19
Figura 4: Comparação entre a matrizes de transporte de cargas	19
Figura 5: Gráfico Distância x Carga transportada	20
Figura 6: Malha Ferroviária Brasileira	21
Figura 7: Participação dos modais nos cenários projetados pelo PNL 2035	24
Figura 8: Vantagens do transporte ferroviário em relação ao rodoviário	25
Figura 9: Funções principais que devem ser buscadas pelos governos	26
Figura 10: Planejamento da pesquisa	27
Figura 11: Bitola	29
Figura 12: Bitolas utilizadas no Brasil atualmente	29
Figura 13: Quantidade de invasões da faixa de domínio por região	31
Figura 14: Quantidade de passagens em nível críticas	32
Figura 15 - Equipamento de proteção tipo 0	33
Figura 16 - Equipamento de proteção tipo 1	34
Figura 17 - Equipamento de proteção ativa com operação manual sem energia elétrica de cancela manual	35
Figura 18 - Equipamento de proteção ativa com operação manual com energia elétrica do tipo campainha e sinal luminoso com controle manual	35
Figura 19 - Equipamento de proteção ativa com operação automática do tipo campainha e sinal luminoso com controle automático e pórtico	35
Figura 20: Comparação da densidade da malha ferroviária dos maiores países do mundo.	36
Figura 21: Principais mercadorias transportadas pelas ferrovias brasileiras	37
Figura 22: Produção de locomotivas, vagões e carros de passageiros	38
Figura 23: Contêiner sendo transferido para um caminhão	40
Figura 24: Principais tipos de contêineres	40
Figura 25: Fases de obtenção da LP	44
Figura 26: Fases de obtenção da LI	44
Figura 27: Fases da obtenção da LO	45
Figura 28: Revisão e consolidação das regulações ferroviárias	47
Figura 29: Cronograma para a revisão e consolidação das regulações	47
Figura 30: Comparação entre a matrizes de transporte de cargas	51
Figura 31: Distância média de transporte de carga versus área de superfície do país (esquerda) e carga do trem versus distância média de transporte (à direita)	54
Figura 32: Evolução do PIB com a produção e o investimento do setor ferroviário.	55
Figura 33: Evolução da participação da Indústria de Transformação no PIB (em %)	56
Figura 34: Evolução da participação da Indústria de Transformação no PIB (em %)	56
Figura 35: Esquema de desenvolvimento estadunidense	59
Figura 36: Sequenciamento do desenvolvimento das localidades.	60
Figura 37: Densidade das Malhas Ferroviárias	61
Figura 38: Mapa Atual da Malha Férrea Estadunidense	61
Figura 39: Informações sobre a atual importância das ferrovias nos EUA	62

Figura 40: Modal Ferroviário do Rio Grande do Sul.	64
Figura 41: Matriz Modal do RS - 2014	64
Figura 42: Taxa de crescimento anual da população 2010-2020 - RS	65
Figura 43: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2010 - RS	65
Figura 44: PIB per capita dos municípios em 2019 - RS	66
Figura 45: Modal Ferroviário do Brasil.	66
Figura 46: Taxa de crescimento anual da população 2010-2020 - BR	67
Figura 47: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2010 - BR	67
Figura 48: PIB per capita dos municípios em 2019 - BR	68
Figura 49: Categorias de fatores que influenciam o contexto de um projeto	69
Figura 50: Etapas do processo de planejamento	70
Figura 51: Elementos indispensáveis nas escolhas de políticas públicas	71
Figura 52: Etapas do processo decisório	72
Figura 53: Os 11 passos da ACB	73
Figura 54: Relação entre custo e desfecho	74
Figura 55: Passos para a aplicação de uma análise multicritérios	75
Figura 56: Exemplo de estruturação para aplicação do método AHP	76
Figura 57: Esquema da matriz SWOT	77
Figura 58: Utilização da matriz GUT	78
Figura 59: Perguntas--chave modelo dos 5 casos	79
Figura 60: Resumo da estrutura iterativa do 5CM	79
Figura 61: Valores do método "BE PART"	80
Figura 62: Exemplo de representação de uma árvore de decisão genérica	81
Figura 63: Passos envolvidos no gerenciamento de riscos	84
Figura 64: Projetos em Andamento no setor de Transportes (PPI)	88
Figura 65: Projetos em Andamento em todos os setores (PPI)	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Malhas da RFFSA concedidas na década de 1990	18
Quadro 2: Concessões ferroviárias em vigor atualmente	23
Quadro 3: Algumas das principais resoluções da ANTT em vigor atualmente	47
Quadro 4: Algumas das principais resoluções da ANTT em vigor atualmente - parte 2	47
Quadro 5: Síntese das recomendações	50
Quadro 6: Grau de regulamentação em grandes economias	50
Quadro 7: Contribuições dos transportes para o desenvolvimento	69
Quadro 8: Descrição das etapas de planejamento	71
Quadro 9: Aspectos fundamentais da ACE	75
Quadro 10: Escala fundamental do método AHP	77
Quadro 11: Principais entraves e potenciais benefícios	87
Quadro 12: Principais entraves e potenciais benefícios (continuação)	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5CM – Five Case Model
AAR - Associação Americana de Ferrovias
ABIFER - Associação Brasileira de Indústria Ferroviária
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACE - Análise custo--efetividade
ACU - Análise custo--utilidade
AHP – Método de análise hierárquica
ANTF - Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários
ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CNC - A Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo
CNI - Confederação Nacional da Indústria
CNT - Confederação Nacional do Transporte
COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CSN - Companhia Siderúrgica Nacional
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EIA - Estudo de Impacto Ambiental
EPL - Empresa de Planejamento e Logística
EUA - Estados Unidos da América
EVTEA - Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
GEIA - Grupo Executivo da Indústria Automobilística
GUT - Gravidade Urgência Tendência
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IEA - International Energy Agency
IEDI - Instituto de Estudos de Desenvolvimento Industrial
IGPM - Índice Geral de Preços-Mercado
IPA - Autoridade de Projetos do Reino Unido
IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPI - Imposto Sobre Produtos Industrializados
ISF - Instruções de Serviços Ferroviários
LO - Licença de Operação
NBR - Norma Brasileira
PBA - Plano Básico Ambiental
PIB - Produto Interno Bruto
PMI - Project Management Institute
PN - Passagem de Nível
PNL - Plano Nacional de Logística
PPI - Programa de Parcerias de Investimentos
PPI - Programa de Parcerias de Investimentos
RFFSA - Rede Ferroviária Federal S/A
RIMA - Relatório de Impacto Ambiental
SAE - Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
SDI - Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura
SELIC - Taxa Básica de Juros da Economia

SWOT - Strengths Weaknesses Opportunities Threats

TCU - Tribunal de Contas da União

USP - Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 Delimitações e Limitações	14
1.4 Estruturação do Trabalho	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Malha Férrea Brasileira no século XIX	16
2.2 Malha Férrea Brasileira no século XX	17
2.3 Malha Férrea Brasileira no século XXI	19
2.4 Ferrovias Brasileiras e Projeções Futuras	24
2.5 Benefícios dos Projetos Ferroviários para o Brasil	26
3 METODOLOGIA	27
4 GARGALOS FERROVIÁRIOS – DIFICULDADES E DESAFIOS	29
4.1 Bitolas Ferroviárias	29
4.2 Invasões da Faixa de Domínio	31
4.3 Passagens de Nível	32
4.4 Sinalização Ferroviária	33
4.4.1 Proteção Passiva	34
4.4.2 Proteção Ativa	35
4.5 Densidade da Malha Ferroviária	37
4.6 Rampas e Curvas Acentuadas	38
4.8 Carência de centros formadores de profissionais	40
4.9 Containerização	40
4.10 Interligação com outros modais	42
4.11 Regulatórios, econômicos e financeiros	44
4.12 Integração dos projetos com o ambiente	45
4.13 Regulamentação do setor ferroviário	46
4.14 Garantias e segurança para os investidores	48
4.15 Carência de interesse das partes interessadas nos projetos	51
4.16 Cultura do rodoviarismo	52
5 CONTRASTES NO DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO VERSUS DESENVOLVIMENTO FERROVIÁRIO	53
5.1 Correlação com Indústrias	55
5.2 Motivos da Desindustrialização no Brasil	56
5.3 Valor agregado à sociedade por meio das ferrovias	58
5.3.1 Exemplo do ocorrido nos EUA	58
5.3.2 Valor agregado à sociedade pelas ferrovias	60
5.3.2.1 Crescimento dos EUA	61
5.3.2.2 EUA atualmente	62
5.3.2.3 Crescimento do Brasil	64

5.4 Análises, Incentivos e dificuldades no planejamento do modal	69
5.4.1 Planejamento de infraestrutura de transportes	70
5.4.2 Tomada de decisão nos projetos de infraestrutura de transportes	72
5.4.2.1 Análise custo--benefício	73
5.4.2.2 Análise custo--efetividade	74
5.4.2.3 Análise custo--utilidade	75
5.4.2.4 Análise multicritérios	76
5.4.2.5 Método de Análise Hierárquica	76
5.4.2.6 Matriz SWOT	78
5.4.2.7 Matriz GUT	78
5.4.2.8 Modelo dos cinco casos	79
5.4.2.9 Método BE PART	81
5.4.2.10 Árvore de decisão	81
5.4.3 Principais dificuldades no processo decisório de projetos ferroviários e contribuições para melhorias na implementação	82
5.4.3.1 Falta de alternativas de projeto	83
5.4.3.2 Falta de um programa funcional de requisitos	83
5.4.3.3 Falta de participação das partes interessadas	83
5.4.3.4 Descontinuidade política	84
5.4.3.5 Dinâmica de mercado	84
5.4.3.6 Identificação e alocação de riscos	85
5.4.3.7 Conclusão da decisão	86
5.4.3.8 Potenciais benefícios na resolução dos entraves ferroviários no Brasil	86
5.5 Projeção futura	88
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	90
REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o setor ferroviário tem se destacado como um modal de transporte eficiente, seguro e econômico para percorrer distâncias maiores, conforme apontado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2013). Incentivar o uso das ferrovias traz benefícios significativos ao evitar a dependência exclusiva de um único modal, reduzindo o impacto de greves, catástrofes ou eventos imprevistos. No entanto, o desenvolvimento da malha ferroviária no Brasil tem sido afetado por diversos problemas e desafios ao longo da história, comprometendo sua eficiência e expansão.

Um dos termos frequentemente utilizados para descrever as limitações enfrentadas pelos sistemas e processos é o "gargalo". Esse termo refere-se a uma etapa que limita a capacidade total de um sistema, impedindo o fluxo eficiente e contínuo das atividades. Identificar e lidar com os gargalos é essencial para melhorar a eficiência e a produtividade de um sistema. A análise do fluxo do processo, a observação de atrasos e acúmulos de trabalho, e a avaliação do desempenho das diferentes etapas são fundamentais para identificar os gargalos e adotar estratégias para superá-los, como a realocação de recursos, a otimização de processos, o investimento em automação ou tecnologia, e a redefinição de prioridades.

Para impulsionar o desenvolvimento da infraestrutura ferroviária, foi promulgada a Medida Provisória nº 1.065, em 30 de agosto de 2021, que representa um marco regulatório para o setor ferroviário no Brasil. Essa medida reflete a preocupação do governo em melhorar a eficiência do transporte de cargas, buscando alternativas ao modal rodoviário devido aos custos elevados e ao impacto ambiental. Além disso, atende às demandas sociais por um sistema de transporte mais eficiente, seguro e sustentável, e busca atrair investimentos privados, impulsionar o comércio e gerar empregos, resultando em repercussões positivas.

Diante desse contexto, este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo geral melhorar as tomadas de decisões no desenvolvimento da malha ferroviária brasileira, levando em conta fatores socioeconômicos e gargalos logísticos. Para alcançar esse objetivo, por meio do método dedutivo e pesquisa documental qualitativa e empírica de dados para projeções importantes na tomada de decisão em projetos, serão abordados os seguintes temas nos capítulos:

as origens dos principais gargalos na rede ferroviária nacional, visando a compreensão dos benefícios e projeções do setor para os próximos anos; os conceitos introdutórios e marcos regulatórios que colaboram para os eixos de análise em projetos ferroviários; os benefícios do novo marco regulatório quanto à implementação de projetos, observando a expansão das malhas ferroviárias no atual cenário brasileiro; a identificação dos gargalos regulatórios, econômicos e financeiros como etapa do processo na tomada de decisão e as projeções de mercado no setor.

Por meio da análise desses objetivos, espera-se contribuir para o avanço do conhecimento na área de engenharia civil, fornecendo informações relevantes para a tomada de decisão em projetos de infraestrutura ferroviária. Os engenheiros civis desempenham um papel fundamental nesse processo, utilizando suas análises técnicas, estudos de viabilidade e conhecimentos especializados para garantir a eficiência, segurança e sustentabilidade dos empreendimentos ferroviários. Ao abordar os gargalos e as medidas regulatórias, este trabalho busca contribuir para o sucesso da expansão da infraestrutura ferroviária no Brasil e para o desenvolvimento do setor como um todo.

1.1 JUSTIFICATIVA

Os sistemas de transporte desempenham um papel indispensável na rotina do mundo globalizado, sendo utilizados em diversas atividades, em níveis macro ou micro. São eles responsáveis pela locomoção de pessoas e mercadorias, entre outras funções vitais para a vida e manutenção da sociedade.

A integração dos sistemas é um propulsor de crescimento para cidades, regiões e países. Segundo Vianna (2007, p. 69), “Os países que têm boa infraestrutura de transportes não a têm por serem desenvolvidos. Antes, são desenvolvidos porque cuidaram, no devido tempo, das suas estradas e das vias de transporte de todo tipo.”

Segundo a ANTF (2022), o transporte rodoviário é responsável por 67,6% das cargas transportadas no país, sendo ainda o mais utilizado. O restante está dividido em: 21,5% por meio de ferrovias e 10,6% aquaviário, entre outros. Em 2022, o Brasil foi o segundo país com menor utilização do transporte ferroviário. Por outro lado, países como Rússia, Estados Unidos e China, que possuem extensões territoriais

maiores que ao território brasileiro, apresentaram uma diminuição no uso do modal rodoviário.

O modal ferroviário se destaca como o mais barato, seguro e eficiente para percorrer distâncias maiores, de acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2013). Além dessas vantagens, incentivar o uso das ferrovias traz benefícios ao evitar a dependência exclusiva de um único modal, reduzindo o impacto de greves, catástrofes ou eventos imprevistos.

O desenvolvimento da malha ferroviária no Brasil é influenciado pelas políticas governamentais, que ao longo da história têm variado de acordo com interesses públicos e privados, bem como com o contexto econômico do país. A Medida Provisória nº 1.065, de 30 de agosto de 2021, é uma dessas políticas responsáveis por um novo marco regulatório e pela expectativa do aumento de investimentos para o setor ferroviário no Brasil.

O surgimento desses novos projetos no setor deve contribuir para a redução de problemas encontrados na malha ferroviária nacional atualmente. Mas para isso, é necessário que os problemas existentes sejam identificados e analisados como gargalos do processo. Evitando-se a repetição de erros cometidos no passado no momento de tomada de decisão em projetos de infraestrutura ferroviária.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Como melhorar as tomadas de decisões no desenvolvimento da malha ferroviária brasileira, levando em conta fatores socioeconômicos e gargalos logísticos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar as origens dos principais gargalos na rede ferroviária nacional visando a compreensão de benefícios e projeções do setor para os próximos anos;
- b) Definir os conceitos introdutórios e marcos regulatórios que colaborem para eixos de análise em projetos ferroviários;
- c) Discutir os benefícios do novo marco regulatório, quanto a implementação de projetos, observando a expansão das malhas ferroviárias no atual cenário brasileiro;

d) Identificar os gargalos regulatórios, econômicos e financeiros como etapa de processo na tomada de decisão;

e) Analisar os impactos socioeconômicos da expansão ferroviária a fim de expor as vantagens e desvantagens do modal ferroviário nacional que auxiliem na tomada de decisão em projetos de infraestrutura de transportes.

1.3 DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES

A Medida Provisória nº 1.065/2021, embora tenha perdido validade em 6 de fevereiro de 2022, ainda impacta o desenvolvimento socioeconômico do país. Isso ocorre devido à segurança jurídica de continuidade dos contratos de adesão formalizados pelo Ministério da Infraestrutura, com prazo de 99 anos.

Este estudo se concentra nos principais fatores críticos da rede ferroviária brasileira, fornecendo uma visão geral da situação atual. Haverá a apresentação de métodos utilizados para apoiar a tomada de decisão em projetos nacionais e internacionais de maneira exemplificativa, ou seja, não se pretende exaurir as possibilidades. Por isso, também é importante ressaltar que não aborda a correção dos possíveis problemas existentes na malha ferroviária nacional.

As principais limitações deste estudo incluem a dificuldade de encontrar informações específicas, estudar a relação causal e selecionar quais dados seriam analisados, estudados e comparados.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi dividido em seis partes para atender aos objetivos propostos. A primeira parte abrange a introdução ao tema, apresentando o objetivo geral e os objetivos específicos, além de discutir a estrutura do trabalho.

Na segunda parte, é realizada uma revisão bibliográfica que aborda a evolução do modal ferroviário no Brasil desde o seu surgimento até os dias atuais, incluindo expectativas para o setor no futuro e os benefícios de novos projetos para o país.

A terceira parte descreve a metodologia utilizada na elaboração deste trabalho e a quarta parte aborda gargalos ferroviários, dificuldades e desafios da malha ferroviária brasileira.

A quinta parte discorre sobre os benefícios dos investimentos no setor ferroviário, destacando as diferenças no desenvolvimento socioeconômico entre áreas com infraestrutura ferroviária mais desenvolvida e aquelas com menor desenvolvimento. Por fim, a sexta e última parte apresenta-se as considerações finais deste trabalho, bem como recomendações para estudos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Diversos países europeus iniciaram a utilização de trilhos no século XVI para facilitar o transporte de carvão e minério de ferro, que até então, eram transportados em carroças puxadas por homens e animais (SANTOS, 2011). Desde então, ao longo dos anos, tanto as ferrovias quanto as locomotivas passaram por melhorias técnicas para permitir velocidades mais altas, maior capacidade de carga e a capacidade de percorrer distâncias maiores em diferentes partes do mundo.

No Brasil, a adoção e o desenvolvimento desse meio de transporte começaram no século XIX, impulsionados pelo ciclo do café. Segundo a ANTF (2018), “o desenvolvimento ferroviário no Brasil sempre esteve intimamente ligado a políticas governamentais que sofreram mudanças dramáticas ao longo da história”.

2.1 MALHA FÉRREA BRASILEIRA NO SÉCULO XIX

A Lei 29 de agosto de 1828, conhecida como Lei José Clemente, foi instituída por Dom Pedro Primeiro, e seu primeiro artigo traz o seguinte: "As obras que tiverem por objetivo promover a navegação dos rios, abrir canais ou construir estradas, pontes, calçadas ou aquedutos poderão ser desempenhadas por empreiteiros nacionais ou estrangeiros, associados em companhias ou por conta própria" (BRASIL, 1828).

A lei visava incentivar o avanço do sistema de transportes do país e estabeleceu um regime de contratação semelhante ao da concessão de serviços públicos atualmente. No entanto, a construção das ferrovias começou apenas vinte anos depois.

O primeiro trecho ferroviário brasileiro teve sua parte inicial concluída em 30 de abril de 1854, com bitola de 1,676 metros e extensão de 14,5 quilômetros entre o Porto Mauá e a localidade de Fragoso, a 1.733 quilômetros da Serra de Petrópolis. O trem inaugural percorreu o trecho em 25 minutos, com velocidade média de 35 km/h,

e era composto por uma locomotiva chamada "Baronesa" (Figura 1), três carros de passageiros e um de bagagem (PAULA, 2009)

Figura 1: Locomotiva Baronesa



Fonte: VEJA Rio (2017)

Pouco depois do início da construção dessa linha ferroviária, foi promulgado o Decreto N° 641, em 26 de junho de 1852, com o objetivo de construir trechos que ligassem a então capital brasileira às províncias de Minas Gerais e São Paulo (BRASIL, 1852). Esse decreto permitia concessões ferroviárias com um prazo de até 90 anos e oferecia uma série de benefícios para atrair investidores. Um dos benefícios mais importantes era a proibição de construção de outras ferrovias a uma distância de cinco léguas de cada lado da ferrovia concedida (equivalente a aproximadamente 24 km), a menos que a concessionária fornecesse permissão (BRASIL, 1852), garantindo assim o monopólio da região ao administrador da ferrovia. O decreto também permitia a construção de ferrovias em outros pontos do império com as mesmas vantagens, exigindo apenas a aprovação dos projetos pelo governo (BRASIL, 1856).

Esse decreto ajudou a atrair investidores estrangeiros e expandiu a malha ferroviária do país nos anos seguintes. No entanto, apesar dos incentivos ao investimento privado, nenhuma agência foi criada para regular o processo. Isso resultou em uma expansão desorganizada da malha, o que, de acordo com a CNT (2013), é responsável pela maioria dos problemas atuais da malha ferroviária do país, como bitolas irregulares que prejudicam a integração do sistema. Segundo Silveira (2002), nas áreas agroexportadoras, as ferrovias seguem principalmente no sentido

interior-litoral, formando um sistema longitudinal para o transporte de cargas até os portos. Na região sul do país, onde há produção comercial para o mercado interno, o sistema ferroviário é do tipo radial. Como os investimentos foram realizados de acordo com o ciclo econômico do país e sem qualquer regulação, o resultado foi uma malha ferroviária desconexa.

Os benefícios oferecidos às concessionárias se tornaram inviáveis para o governo imperial após alguns anos, resultando em crescentes déficits orçamentários (CNT, 2013). A redução parcial dessas vantagens desestimulou a iniciativa privada. Na tentativa de compensar a diminuição dos investimentos estrangeiros, o governo iniciou a construção de novos trechos e tornou-se acionista das ferrovias privadas. Segundo a CNT (2013, p. 18), "no final do Império, em 1889, a malha ferroviária do país totalizava 9,5 mil km, sendo que o governo era proprietário de um terço desse total".

Apesar dessas medidas, o fluxo de cargas continuou diretamente associado à economia agroexportadora, principalmente à economia cafeeira. Portanto, as ferrovias também sofreram com o ciclo negativo dos preços do café. No mesmo período, ocorreu o fenômeno conhecido como rodoviarização. Com a abertura do processo de industrialização e urbanização, houve um aumento no transporte de cargas pelo país, resultando em investimentos no modal rodoviário. Diante desse cenário, surgiu a necessidade de estatizar várias companhias ferroviárias, centralizando-as em uma única empresa (IPEA, 2010). Com a estatização das ferrovias na década de 1950, o Estado passou a administrar um sistema destinado a um déficit orçamentário permanente (PAULA, 2009).

2.2 MALHA FÉRREA BRASILEIRA NO SÉCULO XX

Por volta da década de 1920, iniciaram-se diversas construções de rodovias pavimentadas, que passaram a rivalizar com as linhas férreas. Nesse período, o Brasil contava com uma malha ferroviária de extensão aproximada de 29.000 km, além de cerca de 2.000 locomotivas e 30.000 vagões em uso (MUNHOZ, 2014). Nas três décadas seguintes, a rede ferroviária brasileira conseguiu crescer mais de 8.000 km, e houve também o início da substituição das locomotivas a vapor por outros modelos mais modernos e eficientes, como os de tração a diesel e eletricidade.

Durante o governo de Juscelino Kubitschek (1956 – 1960), foi criado o Plano de Metas, que previa investimentos em cinco setores, dentre os quais encontrava-se o setor de transportes. Havia metas previstas para a construção, melhoramento e pavimentação de rodovias, além da criação do Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA), o qual ajudou a regulamentar a produção de veículos no país. A maior parte dessas metas foi superada, provocando um bom crescimento do modal rodoviário (OKUMURA, 2018). Isso auxilia a demonstrar como a adoção de rodovias facilita uma expansão rápida e com custos mais baixos a curto prazo, sendo uma das justificativas para a política rodoviarista adotada nas décadas seguintes, durante a Ditadura Militar (1964 - 1985).

Durante o plano, em 1957, foi sancionada a Lei N° 3.115, que criou a Rede Ferroviária Federal S.A (RFFSA) para administrar a rede ferroviária brasileira sob domínio da União (BRASIL, 1957). O Plano de Metas também previa investimentos na melhoria e expansão da rede ferroviária, porém, apesar da maior parte dos investimentos ter sido destinada a esse modal, não foi suficiente para alcançar as metas estabelecidas (OKUMURA, 2018).

Apesar das metas não serem atingidas, a RFFSA trouxe avanços e melhorou a produtividade no setor ferroviário brasileiro. Durante sua vigência, a malha ferroviária do país atingiu seu pico, ultrapassando 38.000 km em 1960. No entanto, o déficit orçamentário desse modal ainda era elevado e a situação não melhorou nos anos seguintes. Segundo a CNT (2013), as crises econômicas contribuíram para inviabilizar o modelo estatal de gestão das ferrovias, levando à erradicação de aproximadamente 8.000 km de linhas férreas consideradas antieconômicas durante as décadas de 1960 e 1980 (CNT, 2013).

Na década de 1990, teve início o processo de privatizações da rede ferroviária no país. Segundo o governo (1990), a Lei N° 8.031, de 12 de abril de 1990, criou o Plano Nacional de Desestatização (PND), que incluiu a RFFSA quase dois anos depois, por meio do Decreto N° 473, de 10 de março de 1992 (BRASIL, 1992). Essa ação ocorreu de acordo com a Lei N° 8987, de 13 de fevereiro de 1995, conhecida como Lei das Concessões, que regulamenta o regime de concessão e permissão de serviços públicos (BRASIL, 1995).

O Quadro 1 mostra como os mais de 25.000 km das malhas da RFFSA foram concedidos.

Quadro 1: Malhas da RFFSA concedidas na década de 1990¹

Malha	Data Leilão	Concessionária vencedora	Extensão (Km)
Oeste	05/03/1996	Ferrovia Novoeste S.A.	1621
Centro-Leste	14/06/1996	Ferrovia Centro Atlântica S.A.	7080
Sudeste	20/09/1996	MRS Logística S.A.	1674
Tereza Cristina	22/11/1996	Ferrovia Tereza Cristina S.A.	164
Nordeste	18/07/1997	Cia. Ferroviária do Nordeste	4534
Sul	13/12/1998	Ferrovia Atlântico S.A.	6586
Paulista	10/11/1998	Ferrovia Bandeirantes S.A.	4236

Fonte: Adaptado de Munhoz (2014)

As concessões para a exploração e desenvolvimento do modal ferroviário eram realizadas por um período de 30 anos, com a possibilidade de prorrogação por mais 30 anos, mediante o cumprimento das obrigações pela concessionária interessada (CNT, 2015). Entre as exigências feitas às concessionárias estão: o aumento anual do transporte ferroviário, a redução da quantidade de acidentes, ambas com metas quinquenais, e a oferta de tráfego mútuo. Caso não seja viável o tráfego mútuo, as concessionárias devem conceder o direito de passagem às outras empresas que necessitam utilizar suas linhas sob supervisão (CNT, 2015). Na prática, tem-se verificado que tanto o tráfego mútuo quanto o direito de passagem entre as malhas ferroviárias não têm ocorrido, o que gera novos problemas e acaba representando outro obstáculo.

2.3 MALHA FÉRREA BRASILEIRA NO SÉCULO XXI

Atualmente, o Brasil está classificado entre as 15 maiores economias do mundo, tendo anteriormente figurado entre as 10 primeiras posições. No entanto, apesar de ser considerado uma potência e demonstrar um grande tamanho econômico, o país apresenta um desempenho insatisfatório no setor de infraestrutura. Segundo o *World Economic Forum* (2019), em um ranking que analisou 141 países, o desempenho brasileiro nesse quesito ficou na 78ª posição (Figura 2).

¹ É importante ressaltar que além dessas malhas, outras foram cedidas pela União anteriormente, como as Estradas: de Ferro do Amapá (1953); Ferro Trombetas (1979); de Ferro Vitória Minas (1997); Ferro Carajás (1997) e a Ferrovia Jari (1979). Além disso, foram realizadas concessões para construção, operação, exploração e conservação nas seguintes ferrovias: Norte--Sul (1987); Ferroeste (1988) e Ferronorte (1989) (CNT, 2013).

Figura 2: Performance brasileira no Relatório Global de Competitividade



Fonte: Adaptado de World Economic Forum (2019)

Ao analisar minuciosamente a infraestrutura brasileira conforme apresentada pelo *World Economic Forum* (2019) na Figura 2, é possível identificar alguns dos principais fatores que contribuem para o baixo desempenho do país nesse aspecto, colocando-o na metade inferior do ranking. Um dos resultados mais preocupantes refere-se às ferrovias, que desempenham um papel fundamental no transporte de cargas em países com vasto território, como o Brasil. O país ocupa a modesta 78ª posição em densidade ferroviária, com apenas 3,6 km por 1000 km². Além disso, em relação à eficiência dos serviços ferroviários, o Brasil encontra-se na 86ª posição, conforme ilustrado na Figura 3.

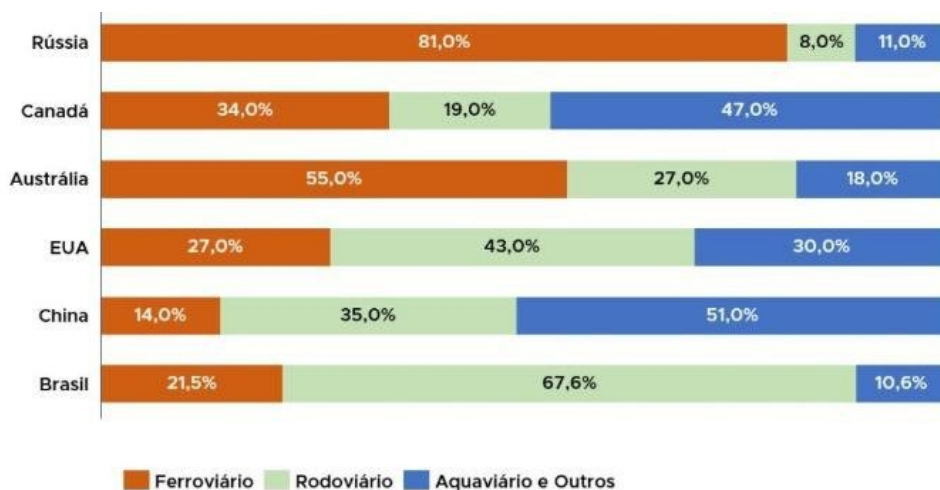
Figura 3: Infraestrutura brasileira no Relatório Global de Competitividade

Index Component	Value	Score *	Rank/141
2nd pillar: Infrastructure 0–100	-	65.5 ↑	78
Transport infrastructure 0–100	-	45.6 ↑	85
2.01 Road connectivity 0–100 (best)	76.1	76.1 ↑	69
2.02 Quality of road infrastructure 1–7 (best)	3.0	33.5 ↓	116
2.03 Railroad density km/1,000 km ²	3.6	8.9 ↑	78
2.04 Efficiency of train services 1–7 (best)	2.5	24.3 ↓	86
2.05 Airport connectivity score	437,475.0	89.7 =	17
2.06 Efficiency of air transport services 1–7 (best)	4.4	56.8 ↓	85
2.07 Liner shipping connectivity 0–100 (best)	38.2	38.2 ↑	48
2.08 Efficiency of seaport services 1–7 (best)	3.2	37.1 ↑	104

Fonte: Adaptado de World Economic Forum (2019)

A densidade da malha ferroviária brasileira está significativamente abaixo de países de dimensões similares, como Estados Unidos e China, que possuem densidades de 29,86 e 14,73 km de ferrovias a cada 1000 km² de território, respectivamente (ANTF, 2023). A falta de planejamento e investimentos resultou em um desenvolvimento desigual dos modais de transporte no Brasil, incluindo ferrovias, rodovias e vias navegáveis, o que explica a baixa densidade da malha ferroviária. A Figura 4 oferece uma melhor visualização da comparação na distribuição entre os diferentes modais de transporte em países com economia avançada e dimensões semelhantes às do Brasil.

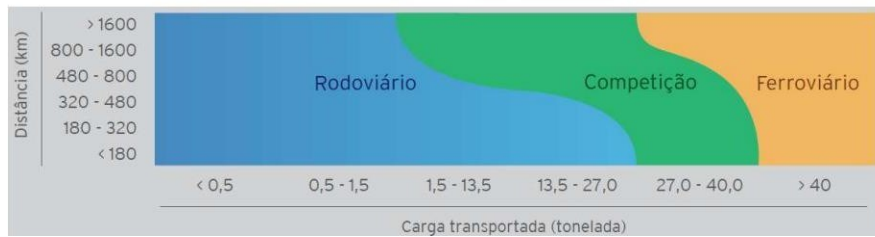
Figura 4: Comparação entre a matrizes de transporte de cargas



Fonte: ANTF (2023)

A baixa densidade da malha ferroviária resulta em custos logísticos elevados, uma vez que o transporte ferroviário, com sua alta capacidade de carga, oferece custos inferiores ao transporte rodoviário em longas distâncias, o que é subaproveitado no país. Conforme ilustrado na Figura 5, fica evidente que, para cargas acima de 40 toneladas, as ferrovias são a melhor opção, independentemente da distância, enquanto na faixa de 25 a 40 toneladas há uma competição entre os modais rodoviário e ferroviário (CNT, 2013). Para cargas e distâncias menores, o modal rodoviário é mais indicado.

Figura 5: Gráfico Distância x Carga transportada

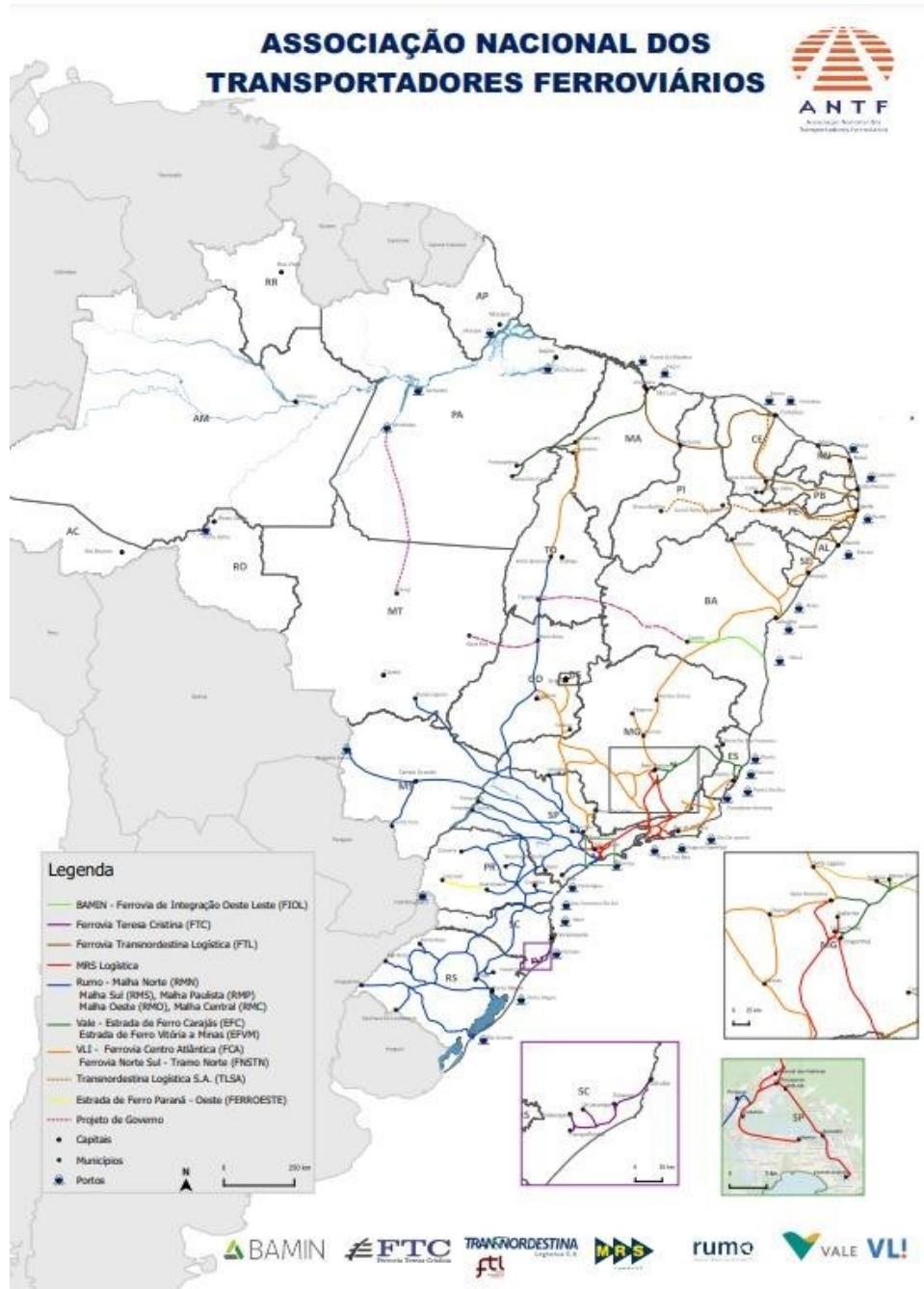


Fonte: CNT (2013)

Em conjunto com a baixa densidade da malha ferroviária brasileira, existem outros obstáculos que a prejudicam. De acordo com a CNT (2015), alguns dos principais problemas incluem vias sinuosas e com rampas acentuadas, violações da faixa de domínio, passagens de nível perigosas, falta de integração com outros modais de transporte, falta de infraestrutura adequada nos portos, influência regulatória nos setores interconectados e diferentes especificações utilizadas. Esses problemas derivam da história do desenvolvimento econômico do país e do planejamento inadequado do transporte ferroviário, portanto, são questões que precisam ser solucionadas para desbloquear o transporte de mercadorias, reduzir os custos logísticos e melhorar sua utilização e eficiência.

De acordo com Mohr (2019), a explicação para essa situação está nos planejamentos superficiais e nos baixos investimentos realizados a longo prazo, pois os planos são frequentemente elaborados por governos que priorizam obras imediatas para que possam ser concluídas durante seus mandatos e ganhar destaque político. Segundo o autor, isso resulta em obras de infraestrutura inacabadas e com orçamentos inflacionados. A Figura 6 ilustra a atual malha ferroviária.

Figura 6: Malha Ferroviária Brasileira



Fonte: ANTF (2023)

Na atualidade, os contratos de concessão de ferrovias realizados no final da década de 1990 estão próximos do término. Essas concessões trouxeram avanços para o setor ferroviário, alcançando seus principais objetivos, como o aumento no transporte de carga e a melhoria da segurança (CNT, 2013). Houve também uma revitalização dos serviços prestados, o crescimento da indústria ferroviária nacional e benefícios para o desenvolvimento da economia do país (CNT, 2013). Apesar desses avanços, o modal ferroviário ainda está longe do mínimo necessário para contribuir plenamente para o desenvolvimento econômico do Brasil, e enfrenta diversos obstáculos no setor. O Quadro 2 apresenta as malhas brasileiras que atualmente estão sob concessão.

Quadro 2: Concessões ferroviárias em vigor atualmente

Concessionária	Área de atuação	Ano da Concessão	Extensão por bitola (km)			Extensão total (km)
			Métrica	Padrão	Larga	
Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A.	PR	1988	248,1	-	-	248,1
Ferrovia Centro-Atlântica S.A.	MG, SE, GO, ES, DF, RJ, BA e SP	1996	7709,7	147,1	-	7856,8
Ferrovia Norte Sul	MA e TO	1987	-	-	744,5	744,5
Ferrovia Tereza Cristina S.A.	SC	1997	161,6	-	-	161,6
Ferrovia Transnordestina Logística S.A.	MA, PI, CE, RN, PB, PE e AL	1997	4275,1	20	-	4295,1
MRS Logística S.A.	MG, RJ e SP	1996	-	81,9	1739,4	1821,3
Rumo Malha Central S.A.	TO e GO	2019	-	-	855,8	855,8
Rumo Malha Norte S.A.	MT e MS	1989	-	-	735,3	735,3
Rumo Malha Oeste S.A.	SP e MS	1996	1973,1	-	-	1973,1
Rumo Malha Paulista S.A.	SP e MG	1998	304,2	269,2	1548,8	2119,2
Rumo Malha Sul S.A.	RS, SC, PR e SP	1996	7223,4	-	-	7223,4
Estrada de Ferro Carajás (VALE)	PA e MA	1997	-	-	999,7	996,7
Estrada de Ferro Vitória a Minas (VALE)	ES e MG	1997	879,2	15	-	894,2
VALEC S.A. – FIOL	BA e TO	2008	-	-	-	Em construção
Transnordestina Logística	PI, CE e PE	1997	-	-	-	Em construção

Fonte: ANTT (2023)

É crucial investir mais no setor ferroviário para superar os desafios na malha. Em 2020, foi apresentado o novo marco regulatório pelo relator Jean Paul Prates, e em 2021 ocorreu um avanço significativo, ampliando os mecanismos de investimento no setor ferroviário. A Medida Provisória nº 1.065, de 30 de agosto de 2021,

estabeleceu um novo marco regulatório para o setor ferroviário no Brasil. Uma das principais novidades foi a possibilidade de outorga por autorização, já existente nos setores portuário e aeroportuário. Essa medida aborda a exploração indireta do transporte ferroviário em infraestruturas privadas de propriedade da União, além de tratar da autorregulação do setor e do trânsito e transporte ferroviários. O novo marco tem o objetivo de atrair mais investimentos para o setor, oferecendo vantagens aos investidores para formação de parcerias e auxílio no desenvolvimento ferroviário.

Para as autorizações ferroviárias, são oferecidos dois caminhos para a outorga: o requerimento do interessado, a ser analisado pela autoridade competente; ou o chamamento, um processo iniciado pelo Poder Executivo, no qual são oferecidas oportunidades para explorar ferrovias planejadas, mas não implantadas, ou aquelas com baixa ou nenhuma operação.

Outra inovação é a previsão de autorregulação, permitindo que os autorizados se associem para formar uma entidade com esse propósito, sujeita à supervisão da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT).

Como resultado prático do novo marco regulatório, em menos de 6 meses foram feitos 79 requerimentos, e atualmente existem mais requerimentos em andamento. A ANTT já emitiu 39 autorizações, sendo que 33 delas tiveram seus contratos de adesão assinados. Além disso, espera-se futuros chamamentos para aproveitar trechos antieconômicos das concessões atuais. Esses avanços indicam uma expectativa de um aumento significativo da participação do modal ferroviário na matriz de transportes do Brasil, tornando o deslocamento de pessoas e bens pelo território brasileiro mais eficiente.

O Programa de Parcerias para Investimentos (PPI), criado pela Lei nº 13.334 em 2016, tem como objetivo fortalecer a interação entre o Estado e o setor privado para projetos de infraestrutura e medidas de privatização (BRASIL, 2016). Se for bem planejado e regulamentado, pode contribuir para o desenvolvimento econômico do país, gerar empregos e reduzir o "Custo Brasil", aumentando a competitividade dos produtos brasileiros.

2.4 FERROVIAS BRASILEIRAS E PROJEÇÕES

O Brasil é um grande exportador de *commodities*, que são produtos básicos globais não industrializados, como soja, milho, laranja, minério de ferro, carnes, entre outros. Devido a isso, é necessário transportar grandes volumes dessas mercadorias

até os centros de processamento, consumo ou exportação. Por ser um país de grandes dimensões, as distâncias percorridas costumam ser longas, resultando em altos custos logísticos, especialmente devido à falta de planejamento adequado. Melhorar esse cenário pode trazer benefícios significativos para a economia do país, como aumento da capacidade de atender à demanda externa, crescimento do PIB, melhoria na credibilidade para receber investimentos e geração de empregos.

O Relatório Desafios ao Aumento do Investimento Privado em Infraestrutura no Brasil (SAE, 2018) entrevistou profissionais de destaque no setor de infraestrutura no país, que apresentaram sugestões divididas em oito eixos. O relatório sugere que o país precisa investir R\$ 8,7 trilhões em infraestrutura no período de 2018 a 2038 para suprir a diferença entre os investimentos acumulados e os necessários. Para isso, é necessário atrair investimentos do setor privado, tornando o processo menos burocrático, mais transparente e previsível.

O Plano Nacional de Logística (PNL)², versão preliminar divulgada em março de 2021 e em consulta pública até maio do mesmo ano, estabeleceu um planejamento para 2035. Utilizando dados, informações e modelos, o plano apresenta seis cenários possíveis para o futuro. Seu objetivo é subsidiar decisões de investimentos públicos e privados, e em todos os cenários previstos, há um crescimento do modal ferroviário na matriz de transportes brasileira. A Figura 7 ilustra a participação de cada modal nos seis diferentes cenários do PNL 2035.

² O Plano Nacional de Logística 2035 destaca ainda a importância dos pontos de intersecção modal, lembrando que o aumento da participação das ferrovias exige estudos acerca dos seus pontos de transbordo e conexões com o modal rodoviário (EPL, 2021).

Figura 7: Participação dos modais nos cenários projetados pelo PNL 2035

Elemento de Representação	Indicador	modo	Cenário 2017	Cenário 1 - Projetos em Andamento	Cenário 2 - Empreendimentos Previstos - Referencial	Cenário 3 - Empreendimentos Previstos - Transformador	Cenário 4 - Empreendimentos Previstos e BR do Mar - Referencial	Cenário 5 - Empreendimentos Previstos e Inovações Tecnológicas - Referencial	Cenário 6 - União dos cenários
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Cabotagem	7,96%	8,52%	8,11%	8,74%	9,02%	8,38%	9,07%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Ferrovia	21,46%	32,84%	36,05%	30,90%	35,65%	35,91%	30,25%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Hidrovia	1,48%	1,30%	1,37%	2,39%	1,37%	1,15%	2,28%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Rodovia	67,61%	55,75%	52,91%	56,26%	52,42%	53,02%	56,70%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Aeroviário	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Dutoviário	1,42%	1,53%	1,50%	1,65%	1,49%	1,49%	1,64%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em Valor	Cabotagem	5,59%	6,76%	6,11%	6,49%	6,88%	6,46%	6,75%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em Valor	Ferrovia	5,84%	17,66%	21,88%	21,23%	21,38%	20,75%	20,03%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em Valor	Hidrovia	0,26%	0,65%	0,87%	1,17%	0,87%	0,70%	1,19%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em Valor	Rodovia	86,94%	73,35%	69,59%	69,50%	69,33%	70,54%	70,42%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em Valor	Aeroviário	0,61%	0,69%	0,67%	0,70%	0,67%	0,67%	0,70%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em Valor	Dutoviário	0,76%	0,89%	0,87%	0,92%	0,87%	0,87%	0,91%

Fonte: Adaptado de EPL (2021)

De acordo com a EPL (2021), no primeiro cenário futuro, denominado Cenário 1, o crescimento do modal ferroviário é atribuído aos "Projetos em andamento": Ferrovias de Integração Centro-Oeste (FICO), Integração Oeste-Leste (FIOL 1 e 2), Nova Transnordestina, Norte-Sul (trecho de Ouro Verde/GO a Estrela D'Oeste/SP), Ferrogrão e a reativação de trechos inativos da FCA, FLR, Rumo MS e Rumo MT.

Nos cenários evolutivos (cenários 2 a 6), são acrescentados aproximadamente mais de 6.386 km à malha atual, aumentando a participação do modal para um pouco mais de 30% na matriz de transporte brasileira, com a inclusão de três trechos: a segunda etapa da Ferrovia de Integração Centro-Oeste (FICO), até Lucas do Rio Verde/MT; a terceira etapa da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL), de Barreiras/BA a Figueirópolis/TO; e a Estrada de Ferro-267 (Ferrovia Pantanal) (EPL, 2021).

No entanto, é importante refletir que devido à aprovação do Marco Legal das Ferrovias e à alta demanda por novos investidores para a obtenção de novas autorizações, é possível que o cenário projetado pelo PNL seja antecipado ou até mesmo superado em termos de tempo e extensão de linhas férreas.

2.5 BENEFÍCIOS DOS PROJETOS FERROVIÁRIOS PARA O BRASIL

Segundo Mohr (2019), o transporte desempenha um papel fundamental na logística de distribuição, e um país que busca desenvolvimento e competitividade internacional deve garantir a infraestrutura necessária para diferentes cenários. A distribuição da matriz de transporte deve levar em consideração as dimensões do território, as características geográficas, as mercadorias a serem transportadas e as distâncias a percorrer. Para um desempenho mais eficiente do setor de transportes, é necessário buscar equilíbrio entre os diferentes modais, promovendo um sistema intermodal competitivo.

De acordo com a EPL (2021), as principais consequências da falta de um planejamento integrado de transportes e estudos aprofundados de mobilidade nos planos nacionais de logística anteriores são o desequilíbrio na matriz de transportes, com predominância do modal rodoviário, resultando em altos custos de transporte devido às longas distâncias e opções limitadas, uma cultura que prioriza o modo de transporte em detrimento das demandas, dificuldades na intermodalidade e investimentos públicos mal planejados.

Quando se trata de transporte de cargas de longa distância, os modais ferroviário e aquaviário são as opções mais econômicas, e o Brasil possui um grande potencial em ambos, devido ao seu vasto território e extensa costa, que apresentam vias com potencial para navegação. A Figura 8 apresenta as principais vantagens e desvantagens do transporte ferroviário.

Figura 8: Vantagens do transporte ferroviário em relação ao rodoviário

Vantagens	Desvantagens
Menor impacto ambiental na construção e operação	Maior custo de implantação
Grande capacidade de transporte	Menor flexibilidade da malha
Menor custo de manutenção	Necessidade de integração com outro modal para transporte "porta a porta"
Menos acidentes e roubos	Transporte mais lento (velocidade mais baixa e maior tempo de carga e descarga)
Menor custo para distâncias acima de 400km	

Fonte: Elaboração própria

Segundo o Banco Mundial (2017), o histórico demonstra que as ações governamentais exercem uma influência significativa na indústria ferroviária, podendo dificultar ou facilitar o seu desenvolvimento por meio dos termos estabelecidos para os participantes do setor. Esse é um assunto de interesse público, e o governo deve buscar a eficiência das ferrovias, fornecendo um nível de serviço de qualidade com

preços acessíveis, capaz de atender às demandas do mercado interno e externo, além de ser acessível ao transporte dos cidadãos. Além disso, é fundamental que o sistema ferroviário seja seguro, limpo e esteja em conformidade com os padrões de segurança e ambientais (THE WORLD BANK, 2017). A Figura 9 ilustra as sete principais funções que os governos precisam cumprir para garantir o sucesso da indústria ferroviária.

Figura 9: Funções principais que devem ser buscadas pelos governos

1. Definir de uma estratégia nacional de transporte	Estabelecer os objetivos gerais da política e a estrutura de desenvolvimento e operação dos modais de transporte
2. Criar estruturas para o setor ferroviário	Equilíbrio das funções dos setores público e privado, e estrutura competitiva para as ferrovias
3. Comprar serviços de transporte	Métodos que especificam e compram serviços ferroviários ou concessões de tarifas especiais para a comunidade.
4. Regular a indústria	Métodos de administração econômicos, técnicos, ambientais e de segurança
5. Facilitar a integração com as ferrovias internacionais	Estruturas intergovernamentais que promovam a interoperabilidade e serviço contínuo.
6. Estabelecer o aparato administrativo	Organização de ministérios para desempenhar as funções acima, incluindo a supervisão de entidades ferroviárias
7. Propriedade	Como o governo exerce a governança sobre as entidades ferroviárias de sua propriedade

Fonte: Adaptada de The World Bank (2017)

Para que os investimentos em infraestrutura possam trazer os retornos desejados para o país, é fundamental que sejam bem planejados. Conforme afirmado por Mohr (2018, p. 49), é necessário realizar um estudo do cenário atual, identificar os gargalos que limitam o crescimento local e regional, desenvolver planos, definir os principais parceiros e estabelecer métricas.

No contexto brasileiro, o investimento em projetos ferroviários contribuiria para equilibrar a matriz de transporte, facilitando o transporte de cargas, reduzindo os custos logísticos, impulsionando o Produto Interno Bruto (PIB), melhorando o índice de credibilidade para investimentos no Brasil (ratings), criando novas oportunidades de emprego, reduzindo acidentes e minimizando os impactos ambientais resultantes do transporte de mercadorias (SOUZA, 2018).

Com o objetivo de aprimorar a gestão de investimentos, especialmente a avaliação e seleção de projetos, o Ministério da Economia lançou em 2020 o Guia Prático de Análise Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura.

Essa iniciativa visa reunir as melhores práticas na análise de custo-benefício aplicadas ao setor de infraestrutura, fornecendo informações relevantes para o processo de tomada de decisão (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

3 METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil tem como objetivo explorar e explicar os elementos e gargalos que afetam a tomada de decisão em projetos de infraestrutura de transportes no setor ferroviário, visando o desenvolvimento nacional. A pesquisa adotará uma metodologia de natureza aplicada e uma abordagem qualitativa. De acordo com Adam Smith, Smith (1723-1790), “Ao perseguir seu próprio interesse (o indivíduo) frequentemente promove o da sociedade de forma mais eficaz do que quando ele realmente pretende promovê-lo”. Nesse sentido, a pesquisa busca alcançar o benefício da sociedade e a formação de ideias.

A pesquisa pode ser de natureza básica, buscando avanço científico sem compromisso com a aplicação prática, ou de natureza aplicada, com o intuito de solucionar problemas específicos, conforme Silva e Menezes (2005). Quanto à abordagem utilizada, será a qualitativa, pois quando os fenômenos são observados e interpretados pelo pesquisador, considerando a realidade na qual estão inseridos.

Berto e Nakano (2000) destacam que um projeto de pesquisa pode abordar diferentes metodologias: exploratória, que avalia a existência ou não de um determinado fenômeno; descritiva, que busca compreender um fenômeno no momento da coleta de dados para defini-lo ou diferenciá-lo de outros, utilizando abordagem histórica, qualitativa e pesquisa empírica de dados de análise de projeções de mercado; e preditiva, que identifica relações que possibilitam explorar um fenômeno a partir do conhecimento de dois ou mais autores. Além disso, a pesquisa também pode ter um caráter explicativo, examinando a relação de causa e efeito entre fenômenos.

Neste trabalho, será realizada uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa. O objetivo será explicativo, buscando esclarecer as relações de causa e efeito entre os fenômenos estudados. A pesquisa será construída por meio de levantamento bibliográfico e pesquisa documental, seguindo os passos indicados na Figura 10 do planejamento da pesquisa.

O planejamento da pesquisa segue os passos indicados na Figura 10.

Figura 10: Planejamento da pesquisa



Fonte: Elaboração Própria (2023)

Desta forma, este trabalho foi separado em etapas:

- a) **Revisão bibliográfica:** Onde explorou-se o histórico das ferrovias brasileiras ao passar dos anos, seus avanços e marcos históricos, assim como um breve resumo da situação em cada época.
- b) **Definição e Limitação do tema:** Após o contexto histórico, separou-se o que se desejava estudar e explorar ao longo da pesquisa e relatório final, delimitando e limitando o tema.
- c) **Construção e Execução do Plano de Pesquisa:** Definido o tema, se faz necessário a idealização do plano de pesquisa, uma vez que se deve coletar os dados necessários para a realização do trabalho, sendo assim, realizou-se um plano para pesquisar o que realmente seria abordado e utilizado ao longo do tema.
- d) **Definição do Método de Análise:** Antes mesmo de iniciar a pesquisa e coleta de dados, traçou-se o modo com que as informações seriam analisadas, criando um certo padrão para conseguir extrair o máximo de correlações possíveis no trabalho.
- e) **Coleta de dados:** Por meio de pesquisas em bibliografias, sites, artigos, reportagens, estudos do governo e de instituições internacionais, coletou-se todos os dados necessários para a elaboração deste relatório.
- f) **Comparação entre Pares:** Com as informações em mãos, põe-se em prática o método de análise definido, que, no caso, é a comparação entre os pares, que consiste em traçar paralelos entre territórios e situações semelhantes e como cada

um se desenvolveu, podendo assim supor diferentes resultados caso as escolhas do elemento A fossem as mesmas do elemento B ou vice-versa.

g) Análise de dados para elaboração do relatório final: Nesta etapa se analisa tudo que foi coletado, pensado e construído. Após o resumo desta análise, faz-se a elaboração do relatório por meio da escrita mais explanatória e com abordagem mais qualitativa.

h) Conclusão: Por fim, nesta etapa conclui-se o que foi demonstrado, aprendido e até mesmo sugerido neste trabalho, assim como sugestões para futuros trabalhos.

4 GARGALOS FERROVIÁRIOS - DIFICULDADES E DESAFIOS DO SETOR

A infraestrutura de transportes do Brasil tem se desenvolvido de maneira inadequada, dependendo do momento econômico do país. Essa interrupção de investimentos e falta de planejamento intergovernamental têm gerado sérios problemas para o sistema de transportes brasileiro, especialmente no que diz respeito às ferrovias, que exigem investimentos maiores e prazos mais longos.

De acordo com a CNT (2015), o transporte ferroviário enfrenta desafios decorrentes de gargalos físicos, financeiros e institucionais, que precisam ser corrigidos e aprimorados. Essas correções e melhorias são essenciais para impulsionar o crescimento do modal e contribuir para o equilíbrio da matriz de transportes, além de reduzir o chamado "Custo Brasil", que afeta negativamente a competitividade dos produtos brasileiros e, conseqüentemente, o desenvolvimento do país.

Nos próximos tópicos, serão abordados de forma breve os principais problemas identificados por meio de pesquisas e consultas com profissionais da área, que afetam a rede ferroviária brasileira, prejudicando seu progresso.

4.1 BITOLAS FERROVIÁRIAS

De acordo com o DNIT (2020, p.5), a bitola é "a distância entre as faces internas dos boletos dos trilhos, medida na linha normal a essas faces, 16 mm abaixo do plano formado pela superfície superior do boleto", conforme ilustrado na Figura 11.

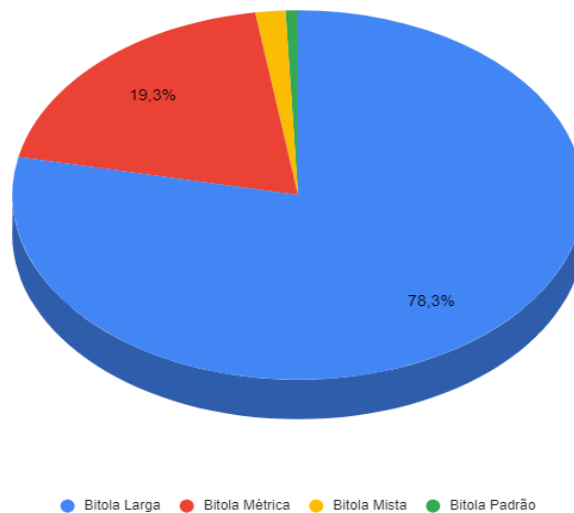
Figura 11: Bitola



Fonte: Tamagusko (2013)

No Brasil, a malha ferroviária desenvolveu-se sem regulação e em conformidade com os ciclos econômicos, acompanhando o crescimento ou a recessão da economia do país. Esse crescimento desordenado da malha levou à utilização de várias bitolas, como ilustrado na Figura 12, que representa a situação atual.

Figura 12: Bitolas utilizadas no Brasil atualmente



Fonte: Adaptado de Tamagusko (2013)

De acordo com Tamagusko (2013; citado por Oliveira, 1978), a bitola é a distância entre as faces internas dos boletos dos trilhos, medida 16mm abaixo do plano formado pela superfície superior do boleto. No contexto brasileiro, existem diferentes bitolas utilizadas nas ferrovias. A bitola métrica possui uma distância de 1.000m entre as faces internas, a bitola larga possui 1.600m, a bitola padrão possui 1.435m, e a bitola mista é composta por uma via com três trilhos que combinam as bitolas métrica e larga, proporcionando maior flexibilidade à via (TAMAGUSKO, 2013).

Segundo Lacerda (2009), o custo de construção de uma ferrovia é mais favorável quando se utiliza uma bitola mais estreita, como a métrica, devido a movimentações menores de terra, menor utilização de lastro, dormentes de

dimensões reduzidas e a possibilidade de curvas com raios menores, além da construção de pontes e viadutos de menor largura. Por outro lado, ferrovias com bitola maior, como a larga, apresentam custos de construção mais elevados, porém oferecem melhor desempenho operacional, permitindo o transporte de maiores volumes de carga e o desenvolvimento de velocidades mais altas devido à maior largura, além de proporcionarem maior estabilidade lateral aos vagões (LACERDA, 2009).

A escolha da bitola deve considerar os custos de construção, manutenção e desempenho operacional, uma vez que alterar a bitola de uma ferrovia acarreta gastos significativos, exigindo ajustes na distância entre os trilhos e o espaçamento das rodas dos veículos. Caso a mudança seja para uma bitola maior, toda a estrutura da via precisa ser adaptada, resultando em aumento substancial de custos (LACERDA, 2009).

Até meados de 1970, a bitola métrica foi amplamente utilizada no Brasil devido aos menores custos de implantação. No entanto, a partir desse período, adotou-se a bitola larga como padrão no país. Essa mudança dificultou a integração das diferentes malhas ferroviárias existentes em todo o território e prejudicou a conexão com as redes ferroviárias de países vizinhos, que seria facilitada se a adoção da bitola métrica tivesse sido mantida (LACERDA, 2009).

A existência de diferentes bitolas representa um desafio para as conexões entre as malhas ferroviárias brasileiras, resultando em maiores tempos de movimentação e custos elevados. Além disso, dificulta a integração ferroviária com países vizinhos e compromete a existência de um mercado de arrendamento de equipamentos (CNT, 2015). Tamagusko (2013 *apud* OLIVEIRA, 1978) destaca que a unificação das bitolas ferroviárias deve ser uma prioridade para melhorar a rede ferroviária do país.

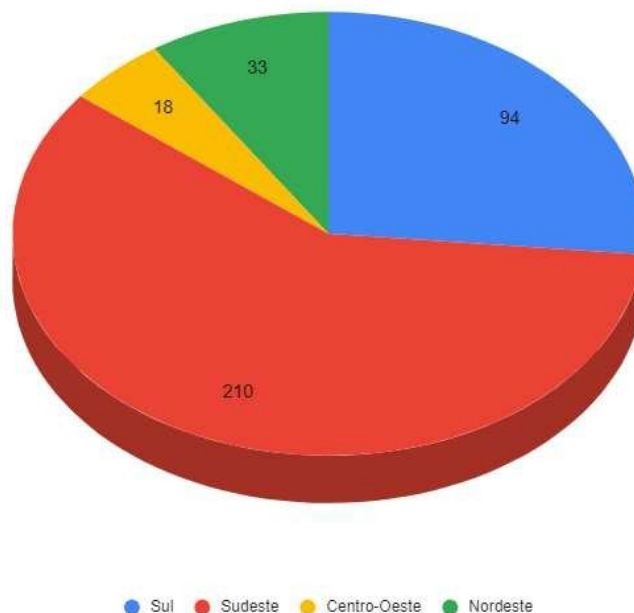
Lacerda (2009) indica que a unificação da malha ferroviária brasileira em bitola métrica seria a opção mais vantajosa. Isso se deve ao fato de que aproximadamente 80% da rede ferroviária do país já utiliza essa bitola, o que tornaria a transição mais rápida, eficiente e econômica. Além disso, a adoção da bitola métrica seria altamente favorável para a integração do Brasil com países como Bolívia, Argentina, Chile, Paraguai e Uruguai, facilitando o transporte de cargas nessa região da América Latina.

4.2 INVASÕES DA FAIXA DE DOMÍNIO

De acordo com o DNIT (2020, p.23), a faixa de domínio é uma área de terreno de largura reduzida em relação ao comprimento, onde estão localizadas as vias férreas e outras instalações da ferrovia. Conforme estabelecido pela Lei N° 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (alterada pela Lei N° 13.913, de 2019), essa faixa deve ter, no mínimo, 15 metros de cada lado das ferrovias (BRASIL, 1973, 2019).

É importante que a faixa de domínio não seja ocupada, pois o surgimento e crescimento de núcleos urbanos próximos às ferrovias podem gerar conflitos entre essas comunidades e a infraestrutura ferroviária, aumentando o risco de acidentes (CNT, 2015). A falta de planejamento e fiscalização por parte do poder público nessas áreas tem levado ao crescimento de invasões, o que resulta em desgastes e gastos consideráveis para resolver essas situações, além da necessidade de suprimir ou reforçar curvas de nível ou variantes ferroviárias, o que acaba sendo um processo demorado. A Figura 13 apresenta o número de violações da faixa de domínio por região no Brasil, com maior concentração de violações no Sul e Sudeste.

Figura 13: Quantidade de invasões da faixa de domínio por região



Fonte: Adaptado de CNT (2015 *apud* PROSEFER, 2011)

A existência de violações na faixa de domínio requer uma redução drástica da velocidade das composições, o que resulta no desgaste da locomotiva devido ao acionamento dos freios e na diminuição da eficiência da ferrovia (CNT, 2015). Essa

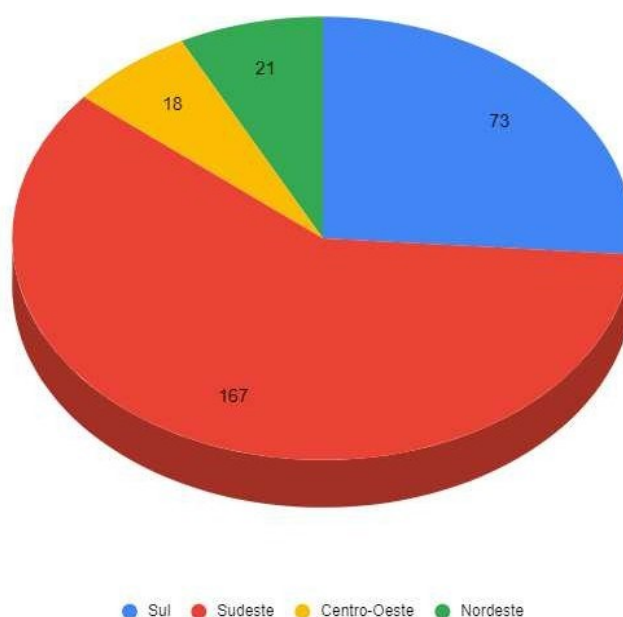
redução de velocidade é necessária para mitigar os riscos de acidentes, uma vez que, devido ao tamanho dos trens, há um certo tempo de reação necessário para pará-los completamente, caso seja necessário, e suas grandes dimensões podem causar acidentes graves (CNT, 2015). Além disso, a diminuição da velocidade facilita o roubo de cargas (CNT, 2015).

4.3 PASSAGENS DE NÍVEL

Segundo o DNIT (2020, p.42), a passagem de nível é o cruzamento de uma ou mais linhas com uma rodovia principal ou secundária, no mesmo nível. De acordo com o CNT (2015), esses cruzamentos podem ser pontos de conflito entre o tráfego de trens, veículos e pedestres. Caso um ou mais desses fluxos seja consideravelmente alto e a sinalização inadequada, a passagem de nível pode se tornar problemática, afetando a segurança de toda a comunidade. A responsabilidade pela segurança na circulação local recai sobre quem executou a obra que proporcionou esse cruzamento. Geralmente, a ferrovia foi implantada primeiro, tornando o órgão responsável pela construção da rodovia que atravessa a ferrovia o responsável pela segurança (CNT, 2015).

Existem milhares de passagens de nível espalhadas pelas ferrovias brasileiras, algumas delas consideradas críticas. A Figura 14 mostra o número de passagens de nível críticas por região do país, com maior concentração nas regiões sul e sudeste, que são mais populosas.

Figura 14: Quantidade de passagens em nível críticas



Fonte: Adaptado de CNT (2015 *apud* PROSEFER, 2011)

De acordo com o DNIT (2015), existem várias considerações que devem ser feitas e respeitadas nos projetos de passagens em nível. Essas soluções não devem ser adotadas em vias férreas que possuam trilhos energizados, em ferrovias com intervalo de tráfego inferior a 30 minutos, em vias com trânsito rápido, dentro de pátios ferroviários e nos limites usados para manobras ferroviárias.

Ainda, é muito importante que a comunidade afetada se conscientize sobre os riscos que as passagens em nível trazem para aqueles que as utilizam, evitando assim acidentes (CNT, 2015). As adversidades causadas por essas construções são similares às identificadas para as invasões da faixa de domínio.

4.4 SINALIZAÇÃO FERROVIÁRIA

As Instruções de Serviços Ferroviários (ISFs) são documentos normativos elaborados pelo DNIT, por meio da Diretoria de Infraestrutura Ferroviária e Coordenação Geral de Obras Ferroviárias, com o objetivo de definir e especificar os serviços constantes nos projetos básicos e executivos de engenharia de infraestrutura ferroviária, bem como orientar a elaboração e padronização desses projetos. A ISF-221: Projeto de Passagem em Nível define os requisitos de projetos na área abrangida pela travessia da via férrea com a via rodoviária, detalhando os projetos específicos de geometria, terraplenagem, drenagem, superestrutura, sinalização ferroviária e

equipamentos de proteção, de forma a minimizar o risco de acidentes e proporcionar uma travessia segura e confiável (DNIT, 2015).

A sinalização ferroviária consiste em um conjunto de placas e sinais necessários para informar os operadores de veículos ferroviários sobre a presença de uma passagem de nível, da mesma maneira que os sinais rodoviários são para pedestres e motoristas de estradas. Essa sinalização é dividida em dois grupos: ativo e passivo. A diferença entre esses grupos é que nos sinais ativos, as informações fornecidas ao usuário mudam ao longo do tempo, indicando a situação naquele momento específico, como a presença de um trem cruzando a via, enquanto nos sinais passivos, as informações não mudam ao longo do tempo (DNIT, 2015).

4.4.1 Proteção Passiva

Na proteção por sinalização passiva, geralmente utilizada em vias privadas, as informações disponibilizadas aos usuários não se alteram ao longo do tempo. Assim, essa forma de proteção consiste em um conjunto de placas e sinais, sem a inclusão de sinalização óptica e acústica de acionamento automático.

De acordo com a NBR 15.942 (ABNT, 2019), a proteção passiva pode ser classificada em dois tipos: Tipo 0, que corresponde à proteção de passagem em nível particular (conforme ilustrado na Figura 15), e Tipo 1, que se refere à proteção simples (conforme exemplificado na Figura 16).

Figura 15 - Equipamento de proteção tipo 0

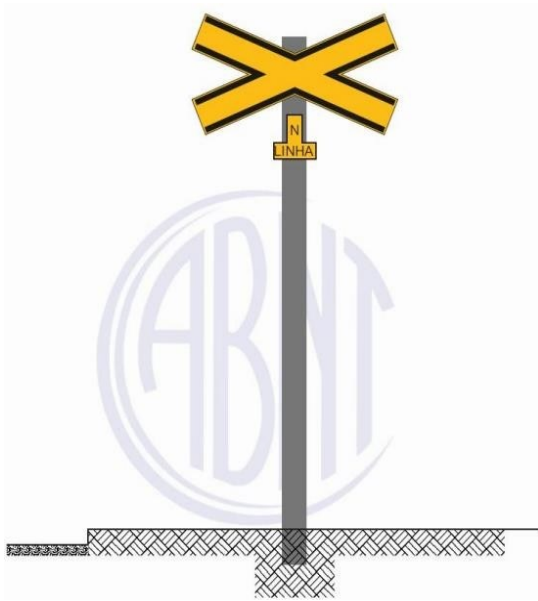


Figura 16 - Equipamento de proteção tipo 1



Fonte: ABNT (2023)

4.4.2 Proteção Ativa

Ainda de acordo com a NBR 15.942 de 2023, a proteção ativa é dividida em três tipos: operação manual sem energia elétrica (Figura 17), operação manual com energia elétrica (Figura 18) e operação automática (Figura 19) e cada um desses tipos é subdividido dependendo do mecanismo adotado, que pode incluir campainha, sinal luminoso e cancela manual ou automática (ABNT, 2023).

Figura 17

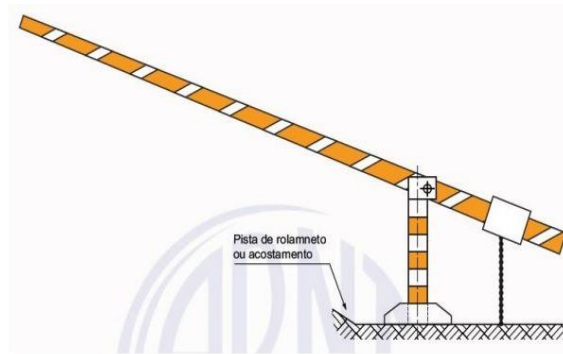
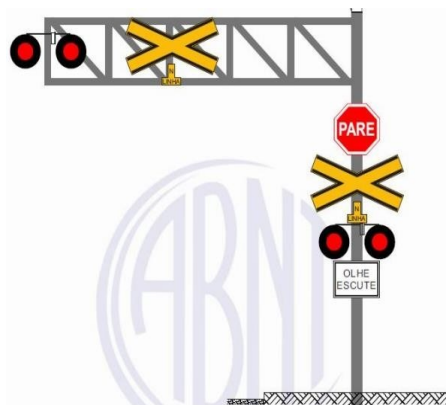


Figura 18



Figura 19



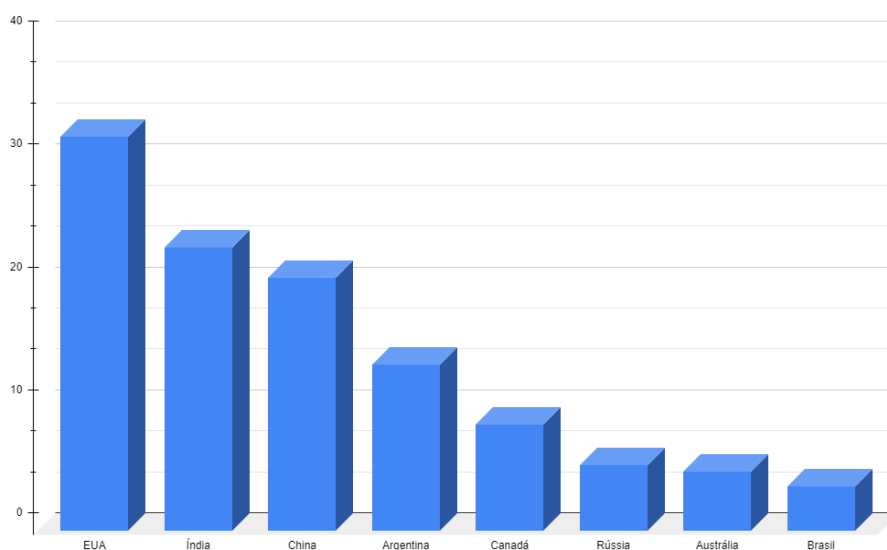
A proteção por sinalização ativa envolve um conjunto de placas de advertência presentes na ferrovia e rodovia, complementado por semáforo, campainha e cancela. Esses elementos possuem sensores instalados junto aos trilhos, que são acionados quando a composição ferroviária se aproxima. Essa forma de sinalização é considerada mais segura, pois o usuário da rodovia, já alertado da

existência de uma passagem em nível, também percebe os sinais ópticos e acústicos de aproximação do trem, juntamente com a presença de uma barreira física, conhecida como cancela (DNIT, 2015).

4.5 DENSIDADE DA MALHA FERROVIÁRIA

Ao dividirmos o comprimento total das ferrovias de um país pela sua área total, obtemos a densidade da malha ferroviária. No caso da rede ferroviária brasileira, sua extensão é muito baixa em relação à sua dimensão territorial, resultando em uma densidade de aproximadamente apenas 3,6 km/1000 km² (WORLD ECONOMIC FORUM, 2019). A Figura 20 apresenta a densidade da malha ferroviária dos oito países com maior extensão territorial no mundo, na qual podemos observar que o Brasil ocupa a última posição, enquanto os EUA estão em primeiro lugar, com uma densidade de aproximadamente 32 km/1000 km². Curiosamente, nossos vizinhos na Argentina possuem uma densidade de 13,5 km/1000 km², ocupando a quarta posição.

Figura 20: Comparação da densidade da malha ferroviária dos maiores países do mundo.

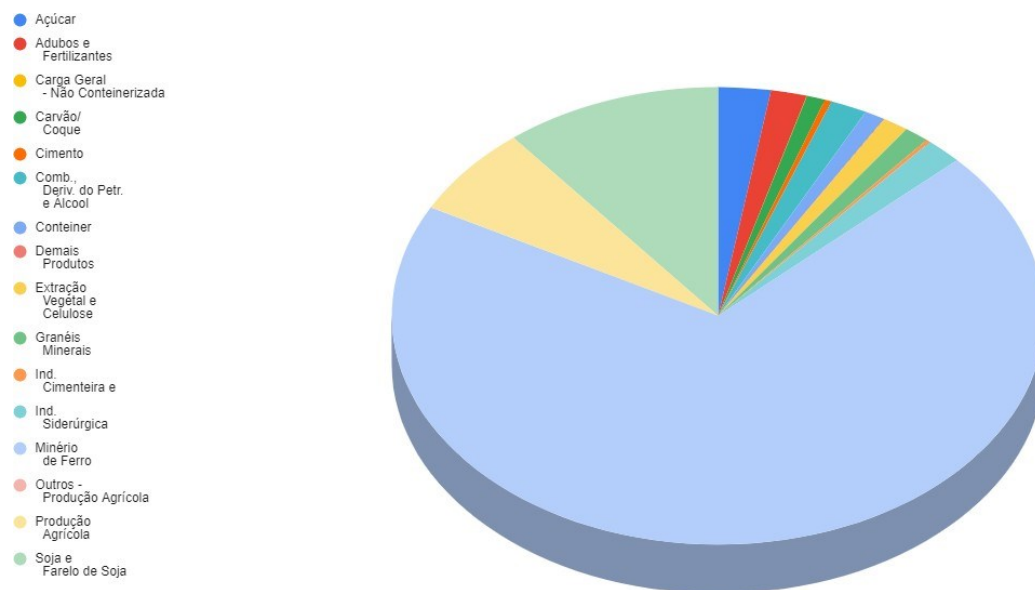


Fonte: Adaptado de CNT (2015)

Atualmente, as ferrovias brasileiras têm como principal função o transporte de commodities, que são matérias-primas de baixo valor agregado, cujo custo do frete representa uma parcela significativa do preço final do produto (CNT, 2013). A Figura 21 ilustra a distribuição das mercadorias transportadas pelas ferrovias no país. É importante ressaltar que grande parte desses produtos é destinada à exportação, o

que explica a configuração atual da malha ferroviária, que consiste em corredores que conectam as regiões produtoras aos portos (SILVEIRA, 2002).

Figura 21: Principais mercadorias transportadas pelas ferrovias brasileiras



Fonte: Adaptado de CNT (2020)

Conforme mencionado pela CNT (2015), a baixa densidade da malha ferroviária resulta em uma ineficiência do modal, o que acarreta no aumento dos custos logísticos e prejudica a expansão do transporte ferroviário no mercado interno. Isso reduz a competitividade dos produtos brasileiros, deixando as ferrovias praticamente restritas ao transporte de commodities de baixo valor agregado, destinadas principalmente à exportação.

4.6 RAMPAS E CURVAS ACENTUADAS

Segundo o DNIT (2020, p.49), uma rampa é definida como um "trecho de linha férrea que se destaca da linha tronco (principal) da estrada". As rampas podem ser ascendentes, quando possuem um gradiente positivo, ou descendentes, quando possuem um gradiente negativo que precisa ser superado pela força adquirida pelo trem (DNIT, 2020). Já as curvas são descritas pelo DNIT (2020, p.15) como "trechos de uma estrada em que o alinhamento muda continuamente de direção, tanto em planta como em perfil".

No Brasil, há uma cordilheira que percorre o litoral de sul a nordeste. Por isso, a opção pela bitola métrica foi adotada para reduzir os custos de implantação da ferrovia. Essa opção permitiu o uso de curvas com raios menores em trechos sinuosos

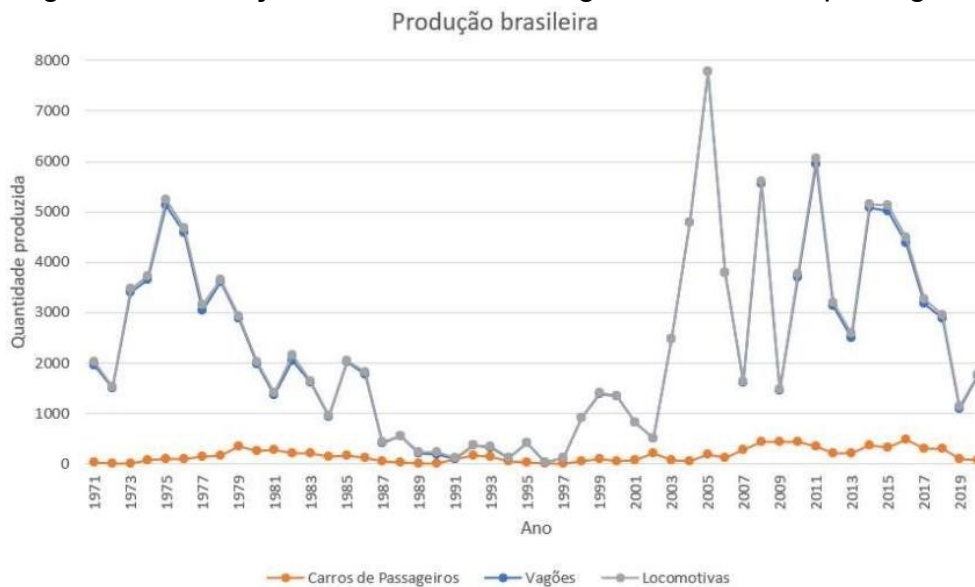
e a possibilidade de utilizar rampas com declives mais acentuados (CNT, 2015; LACERDA, 2009). No entanto, essas características do traçado ferroviário resultam em um aumento na distância média a ser percorrida, limitação da velocidade nos percursos, redução da produtividade dos trechos e aumento dos custos de manutenção das locomotivas, pois elas são mais exigidas em trechos com grandes rampas. Por exemplo, o uso de retificação de trechos críticos e a implantação de variantes ou contornos ferroviários em regiões de maior fluxo poderiam mitigar o problema, mas possuem alto custo.

4.7 DEFASAGEM E IMPORTAÇÃO DE MATERIAIS DE EQUIPAMENTOS

Nos anos 2000, os investimentos realizados pelo governo e pelas concessionárias nas ferrovias brasileiras trouxeram uma retomada da indústria ferroviária. Empresários investiram na modernização de fábricas e na criação de novas unidades, utilizando mão de obra qualificada e tecnologia avançada na produção. Os materiais para construção e manutenção da via permanente passaram a ser produzidos com maior qualidade e segurança. As locomotivas se tornaram mais potentes, consumindo menos combustível, e os vagões foram desenvolvidos para transportar maior carga, aumentando a produtividade e permitindo maiores velocidades (ABATE, 2016). No entanto, apesar dessa retomada, ainda há insumos necessários para a conservação e expansão da malha ferroviária brasileira que não são fabricados nacionalmente, como os trilhos. Até 1996, a CSN era responsável pela produção de trilhos, mas a baixa demanda do mercado interno levou à paralisação da produção pela empresa.

A Figura 22 ilustra como a produção brasileira de locomotivas, vagões e carros de passageiros depende da situação do setor ferroviário, com uma maior dependência da demanda nacional devido à baixa exportação.

Figura 22: Produção de locomotivas, vagões e carros de passageiros



A Lei nº 11.033, de 21 de dezembro de 2004, tem como objetivo flexibilizar o regime tributário para incentivar a compra de materiais e equipamentos visando a modernização e ampliação da estrutura dos portos. Essa lei oferece a suspensão da cobrança de impostos como o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), a Contribuição para o PIS/Pasep, a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e, quando aplicável, o Imposto de Importação (BRASIL, 2004). Essas disposições também se aplicam às ferrovias, incluindo os trilhos e outros elementos utilizados no transporte de mercadorias por ferrovias. Embora a lei tenha sido originalmente estabelecida para vigorar até 2007, ela vem sendo prorrogada desde então (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2020).

4.8 CARÊNCIA DE CENTROS FORMADORES DE PROFISSIONAIS

O World Economic Forum (2019) destaca a importância de investimentos em novas tecnologias para a modernização dos equipamentos ferroviários, o que requer a contratação de profissionais altamente qualificados. Esses cargos devem ter descrições claras de responsabilidades, resultados esperados, habilidades necessárias e requisitos educacionais, além de uma remuneração adequada (WORLD ECONOMIC FORUM, 2019).

No contexto histórico, as primeiras iniciativas para a formação de profissionais ferroviários ocorreram em torno de 1895, lideradas pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Naquela época, a falta de profissionais especializados levou à

contratação de estrangeiros para ocupar cargos de supervisão nas oficinas, o que contribuiu para a transferência de conhecimento técnico e tecnológico. Na primeira metade do século XX, muitos estudantes abandonavam os cursos devido à alta demanda por trabalhadores no mercado de trabalho (BATISTA; CARVALHO, 2015).

Os autores ainda ressaltam a parceria entre os setores público e privado na formação de profissionais para atuarem no setor ferroviário, o que resultou no surgimento de cursos específicos para atender à demanda. Atualmente, apenas algumas universidades brasileiras oferecem disciplinas voltadas para a área ferroviária em cursos de engenharia civil, e a especialização na área é limitada. Quanto aos cargos operacionais, a formação profissional é geralmente providenciada pelas empresas contratantes, dada a escassez de cursos específicos na área (BATISTA; CARVALHO, 2015).

De acordo com Abate (2016), com os projetos em andamento e os futuros empreendimentos, as concessionárias e a indústria ferroviária necessitam de mais profissionais especializados, exigindo uma ampliação na formação de novos profissionais para dar continuidade ao crescimento do setor.

4.9 CONTEINERIZAÇÃO

Desenvolvidos por Malcolm McLean na década de 1950, os contêineres foram padronizados na década seguinte, como:

embalagem especialmente construída para o transporte de mercadorias em vagões de estrada de ferro, navios e caminhões e que consiste em uma caixa com tamanho e formato convenientes para o melhor aproveitamento do veículo transportador e facilidade de movimentação (DNIT, 2020, p.12).

Segundo Gomes (2020), a utilização dos contêineres revolucionou o setor de transportes e logística, pois as dimensões padronizadas permitem que cargas sejam transportadas por diferentes modais apenas movimentando o contêiner de um para o outro, sem a necessidade de alteração do abrigo, tornando essa transferência mais eficiente, conforme mostrado na Figura 23. Além disso, atualmente existem diversos tipos de contêineres, entre os quais podemos destacar os mostrados na Figura 24.

Figura 23: Contêiner sendo transferido para um caminhão



Fonte: Guia TRC (2023)

Figura 24: Principais tipos de contêineres

Contêiner Dry Box		Um dos mais utilizados, sendo utilizado no transporte de cargas secas em geral.
Contêiner High Club		Parecido ao Dry Box, porém com dimensões maiores. Indicado para cargas com maior volume e baixo valor.
Contêiner Refrigerado		Utilizado para transporte de cargas, como alimentos, que necessitem permanecer refrigerados ou congelados.
Contêiner Tanque		Utilizado para transportar cargas líquidas ou gases.
Contêiner Graneleiro		Utilizado para o transporte de grãos.

Fonte: Adaptado de Gomes (2023)

Sendo responsável por mais de um quarto das cargas transportadas nos Estados Unidos, a tendência é que os contêineres tenham uma participação cada vez maior no transporte de carga por ferrovias. No Brasil, a adoção dos contêineres para transportar as cargas ferroviárias está apenas começando, e a porcentagem carregada dessa forma ainda é insignificante. A baixa adoção dos contêineres no Brasil para o modal ferroviário deve-se principalmente à falta de infraestrutura adequada. Os principais problemas encontrados são a falta de regulação ferroviária,

a despadronização das bitolas, a carência de terminais intermodais, a pequena densidade da malha e sua baixa eficiência (GOMES, 2020).

4.10 INTERLIGAÇÃO COM OUTROS MODAIS

Além de buscar uma matriz de transporte equilibrada, é crucial promover a integração dos diferentes modais existentes no país para garantir um transporte eficiente de mercadorias e passageiros. Conforme Santos (2005, p. 74), "a ferrovia, devido às suas características físicas, requer terminais de interligação com o modal rodoviário, uma vez que não possui capilaridade para atender diretamente todos os clientes".

De acordo com a CNT (2015), os terminais multimodais são essenciais para a operação de corredores logísticos, mas o Brasil carece de uma quantidade suficiente dessas estruturas. Segundo Santos (2005), esses terminais devem possuir funcionalidade em seu sistema de informação, tempos de transbordo reduzidos, alta capacidade para recebimento e envio, bom armazenamento e manutenção da qualidade dos produtos, custos operacionais baixos e fácil acesso rodoviário e ferroviário.

Uma das principais dificuldades na integração dos diversos modos de transporte é a transferência de carga entre eles, devido às suas diferentes características físicas e exigências de equipamentos específicos para as mudanças necessárias. O aumento do uso de contêineres no transporte de mercadorias pode minimizar esses problemas, já que possuem dimensões padronizadas.

Investimentos em terminais que possibilitem a integração dos diferentes modais de transporte são de extrema importância, pois proporcionam a redução de gastos desnecessários, a diminuição da poluição, o aumento da eficiência nas operações e a capacidade de dinamizar as atividades econômicas (CNT, 2015). Santos (2005) ressalta a importância de parcerias com empresas de transporte rodoviário, tornando possível o transporte "porta a porta".

4.11 REGULATÓRIOS, ECONÔMICOS E FINANCEIROS

Diversos fatores comprometem a eficiência e o desenvolvimento do setor ferroviário no Brasil. Esses problemas não podem ser atribuídos a um único obstáculo, mas sim a uma combinação de gargalos que resultam na necessidade de

expansão e modernização da malha ferroviária. Podemos categorizar esses gargalos em três grupos: físicos/operacionais, regulatórios e econômicos/financeiros.

No grupo dos gargalos físicos e operacionais, encontramos a falta de padronização das bitolas, a necessidade de expansão e integração da malha, conflitos ferroviários urbanos, passagens de nível críticas, invasões na faixa de domínio, traçado sinuoso e montanhoso de trechos ferroviários, capacidade limitada nos portos e falta de terminais intermodais.

Quanto aos gargalos regulatórios, destacam-se os problemas relacionados aos procedimentos de regulamentação do direito de passagem e concessão, tráfego mútuo, revisão tarifária, segurança na circulação de trens e regras de exploração nas faixas de domínio, entre outros. Recentemente, foi aprovado o novo Marco Legal das Ferrovias (2021), que buscou atrair investimentos privados e esclarecer as atividades permitidas na faixa de domínio, como a exploração de imóveis ao redor das linhas e estações, proporcionando mais uma forma de arrecadação de receita para as concessionárias.

Há também a necessidade de atrair instituições com grande capacidade de financiamento, aplicar redução dos tributos incidentes sobre o combustível do setor, facilitar o acesso a recursos públicos ou privados e prever o tempo de retorno dos investimentos aplicados, entre outros. No entanto, a disponibilização de recursos financeiros para investimentos em manutenção, melhorias e construção de ferrovias depende bastante de recursos obtidos com instituições financeiras públicas e privadas. É indispensável ao setor ferroviário o oferecimento de crédito que verifique o custo efetivo global, oferecendo valores e taxas competitivas, incentivando assim a tomada de risco pelos empreendedores.

Além disso, investidores estrangeiros levam em consideração a situação política, a pauta econômica, o histórico e o nível de desenvolvimento do país ao decidir investir. Nos últimos anos, houve uma queda nos investimentos estrangeiros no Brasil, especialmente durante a pandemia, devido à paralisação de diversos setores devido a lockdowns. Decisões governamentais e aumentos nas taxas de juros e inflação, como a interferência em companhias, os aumentos na taxa básica de juros (SELIC) e na inflação (IPCA e IGPM), afastaram ainda mais os investidores.

Apesar do avanço trazido pelo Novo Marco Legal, ainda existem dúvidas em relação a alguns pontos, e devido à alta complexidade e burocracia histórica

brasileira, ainda levará algum tempo para resolver as questões regulatórias. É necessário enfrentar esses desafios por meio de investimentos em infraestrutura, revisão das regulamentações, oferta de linhas de crédito atrativas e estabilidade política e econômica para impulsionar o setor ferroviário, promovendo seu crescimento e contribuindo para o desenvolvimento nacional.

4.12 INTEGRAÇÃO DOS PROJETOS COM O AMBIENTE

Os projetos de infraestrutura frequentemente possuem grandes dimensões, gerando impactos ambientais, sociais e urbanos proporcionais em todo o seu entorno. No caso das ferrovias, os projetos destinados à adequação da capacidade, modificação de traçado, duplicação de traçados e construção de novas vias devem realizar um Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) para analisar as intervenções possíveis e verificar qual possui o maior benefício (DNIT, 2015).

Além disso, as atividades que modificam o meio ambiente necessitam de três licenciamentos: o prévio, o de instalação e o de operação.

A Licença Prévia é um complexo procedimento administrativo realizado em órgão ambiental (Figura 25) para a obtenção dessa licença, é necessário apresentar ao órgão licenciador o EIA/RIMA.

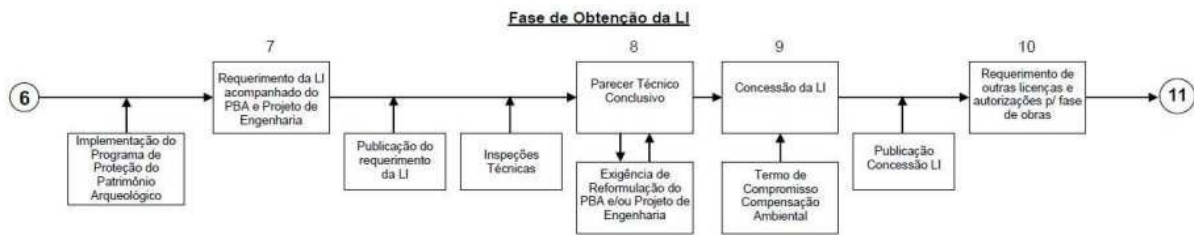
Figura 25: Fases de obtenção da LP



Fonte: DNIT (2010)

A Licença de Instalação (LI) é concedida após a entrega ao órgão licenciador do Plano Básico Ambiental (PBA), necessitando detalhamento das etapas (Figura 26) referentes às ações mitigatórias.

Figura 26: Fases de obtenção da LI



Fonte: DNIT (2010)

A Licença de Operação é concedida somente quando há o atendimento de todas as etapas (Figura 27) e de todas as exigências previamente feitas pelo órgão licenciador. Essa licença precisa ser renovada periodicamente.

Figura 27: Fases da obtenção da LO



Fonte: DNIT (2010)

A existência de numerosas etapas torna o processo lento, principalmente, devido à necessidade de informações complementares em cada etapa do licenciamento, o que pode ocasionar a suspensão ou paralisação de todo o processo. Isso resulta no atraso do cronograma inicial, sem considerar os riscos de expiração ou revogação de uma licença, o que acarreta prejuízos e insegurança jurídica para os empreendedores e investidores, afastando-os de projetos em andamento e futuros.

É fundamental que os valores ambientais e sociais sejam uma preocupação ao longo de toda a vida útil do empreendimento, desde a sua concepção até o seu descarte, pois, conforme afirmou Mohammed bin Rashid Al Maktoum (2022), "Podemos não viver séculos, mas o que a nossa criatividade produz pode deixar um legado que nos sobreviverá por muitos anos". Como projeção de contexto, levando em consideração o novo marco das ferrovias, temos a previsão legal de projetos de urbanização³ nos entornos dos empreendimentos ferroviários, visando reduzir

³ Nas áreas urbanas, as disposições constantes no Plano Diretor Municipal devem ser respeitadas, e nas regiões metropolitanas e de aglomeração urbana devem ser atendidas as exigências do plano de desenvolvimento urbano integrado.

impactos negativos e utilizar o solo com maior eficiência, aumentando os efeitos positivos para a mobilidade urbana.

4.13 REGULAMENTAÇÃO DO SETOR FERROVIÁRIO

A regulamentação das ferrovias brasileiras é complexa, envolvendo inúmeras leis, normas e instituições. No entanto, ainda existem muitas lacunas regulamentares, falta de diretrizes claras e incompatibilidade com a realidade atual, o que prejudica a operação e o desenvolvimento do modal ferroviário no Brasil (CNT, 2015). Os Quadros 3 (2007-2020) e 4 (2021-2022), disponibilizados pela ANTT (2023) apresentam algumas das principais resoluções que devem ser atendidas pelas concessionárias, em vigor atualmente:

Quadro 3: Algumas das principais resoluções da ANTT (2007-2020)

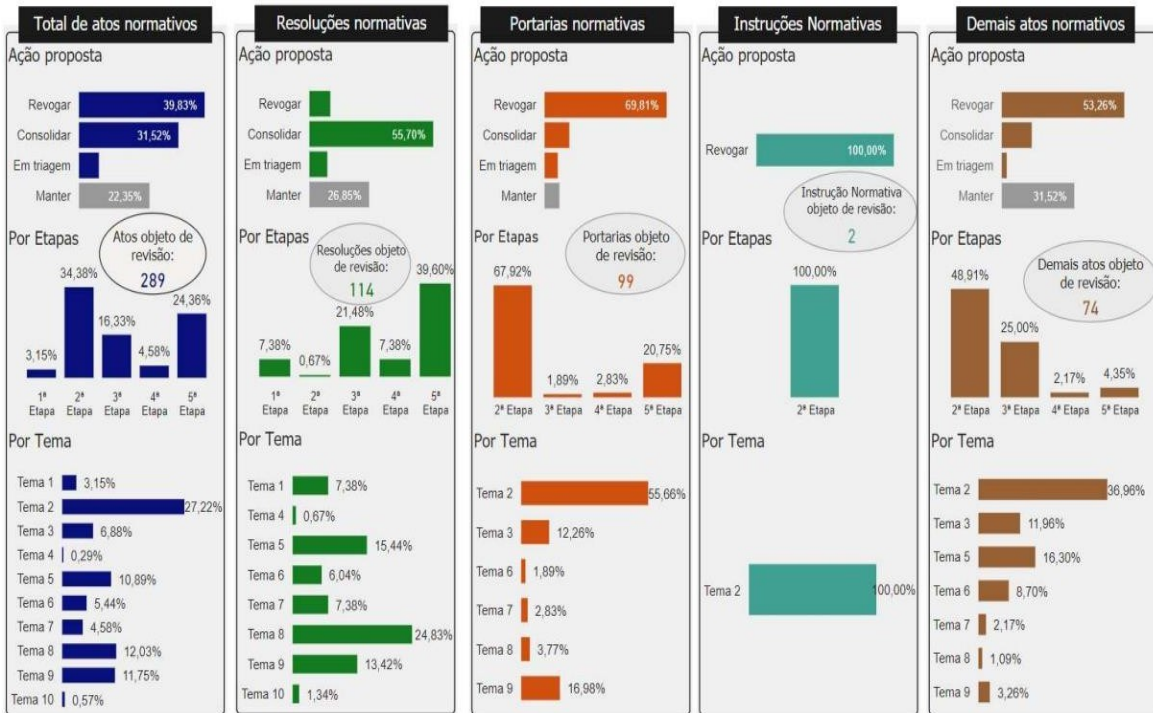
Nº da Resolução/ano	Assunto Regulamentado
Nº 2.502/2007	Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário
Nº 3.629/2011	Quitação de débitos junto à ANTT de valores inferiores aos custos administrativos da cobrança
Nº 4.540/2014	Taxas de depreciação e de amortização anuais das concessões
Nº 4.624/2015	Contratação e manutenção de seguros pelas concessionárias
Nº 5.337/2017	Metodologia de cálculo do WACC Regulatório para aplicação nas concessões ferroviárias
Nº 5.402/2017	3ª Edição do Manual de Contabilidade aplicado no âmbito das Concessões e Subconcessões de Transporte Ferroviário de Cargas e Passageiros
Nº 5.746/2018	Exploração de projetos associados no âmbito das concessões ferroviárias
Nº 5.831/2018	Metas de produção e de segurança das concessões ferroviárias
Nº 5.902/2020	Comunicação de acidentes

Quadro 4: Algumas das principais resoluções da ANTT (2021-2022)

Nº da Resolução/ano	Assunto Regulamentado
Nº 10/2021	Instituiu o Índice de Desempenho Ambiental (IDA) e a metodologia para o seu cálculo
Nº 5.925/2021	Atualiza o WACC regulatório para o setor de ferrovias
Nº 5.943/2021	Operações de direito de passagem e de tráfego mútuo no Subsistema Ferroviário Federal
Nº 5.944/2021	Prestação de serviço público de carga aos usuários
Nº 97/2021	DUP referente a projetos e investimentos realizados no âmbito das concessões ferroviárias
Nº 5.956/2021	Procedimentos a serem seguidos pelas concessionárias para obtenção de autorização da ANTT relativa à execução de projetos em área objeto de concessão ferroviária
Nº 5.987/2022	Processo administrativo de requerimento para exploração de novas ferrovias, pátios ferroviários e demais instalações acessórias mediante outorga por autorização

Com o objetivo de solucionar os problemas regulatórios no setor ferroviário, a ANTT (2020) empreendeu uma revisão e consolidação dos atos normativos (Figura 28) e estabeleceu o cronograma para essa revisão e consolidação, previsto em cinco etapas distintas (Figura 29).

Figura 28: Revisão e consolidação das regulações ferroviárias



Fonte: ANTT (2020)

Figura 29: Cronograma para a revisão e consolidação das regulações

PRAZO ATÉ	ETAPA	TEMAS
30/11/2020	1ª Etapa	Tema 1: Resoluções passíveis de revogação expressa.
26/02/2021	2ª Etapa	Tema 2: Atos normativos passíveis de revogação expressa editados por órgãos já extintos ou cujas competências foram assumidas pela ANTT. Tema 3: Atos normativos inferiores a resolução passíveis de revogação expressa. Tema 4: Atos normativos que tratam de quitação de débitos junto à ANTT.
31/05/2021	3ª Etapa	Tema 5: Atos normativos que tratem de transporte ferroviário de cargas. Tema 6: Atos normativos que tratem da fiscalização de serviços de transporte rodoviário de cargas e passageiros.
31/08/2021	4ª Etapa	Tema 7: Atos normativos que tratem de matérias transversais, não constantes da lista dos demais temas.
30/11/2021	5ª Etapa	Tema 8: Atos normativos que tratem de transporte rodoviário de passageiros. Tema 9: Atos normativos que tratem de infraestrutura rodoviária. Tema 10: Atos normativos que tratem de transporte ferroviário de passageiros.

Fonte: ANTT (2020)

Dentre as questões regulamentares fundamentais a serem resolvidas para melhorar o setor ferroviário brasileiro, a CNT (2015) destaca algumas reflexões.

Atualmente, para a autorização de execução das obras, são necessários muitos documentos e exigências, bem como o processo de análise pela ANTT é considerado lento e burocrático. Na apresentação de todos os projetos, é necessário o Plano trienal de investimentos e, em caso de não cumprimento do plano, é necessário apresentar justificativa. Outro ponto destacado refere-se à fiscalização, que não possui um padrão a ser seguido, resultando em diversas maneiras de exercício, a depender de cada superintendência, o que gera evidente insegurança. A também ausência de definição clara acerca das regras utilizadas para o cálculo da tarifa do transporte de cargas traz a problemática da revisão tarifária; a definição da área de abrangência e regras de exploração das faixas de domínio; e das atividades de receitas alternativas, que são atividades que podem ser exploradas pelas concessionárias, além do transporte de cargas, demonstrando inclusive como segurança jurídica o atrativo de ampliação de mercado para diferentes formas de exploração e desenvolvimento da malha ferroviária e socioeconômico das comunidades atravessadas.

A aprovação do novo Marco Legal das Ferrovias (BRASIL, 2021) pode contribuir para trazer novas oportunidades ao setor ferroviário brasileiro. Dentre as medidas incluídas no marco, que se apresentam como benefícios, destacam-se a instituição do regime de autorização, a autorregulação por meio do setor privado, a regulamentação da devolução de trechos, o aprimoramento da segurança no trânsito e transporte ferroviário, a definição das atividades desempenhadas pelas administrações ferroviárias privadas e a integração dos projetos ferroviários com o ambiente urbano (BRASIL, 2018).

4.14 GARANTIAS E SEGURANÇA PARA OS INVESTIDORES

Nos últimos anos, foram criados diversos planos e programas de investimento para melhorar a infraestrutura do Brasil, incluindo as ferrovias. No entanto, a maioria desses planos avançou de forma lenta (CNT, 2015).

A importância de melhorar projetos, regulamentações, agências, órgãos de controle e ação governamental para atrair investimentos para os empreendimentos de infraestrutura são alguns destaques das recomendações divulgadas durante a

realização do relatório "Desafios: o aumento do investimento privado em infraestrutura no Brasil⁴" que também destaca que a falta de recursos públicos para atrair investidores privados para o setor é um dos maiores problemas do setor (SAE, 2018). No Quadro 5 há a apresentação do resumo das recomendações:

Quadro 5: Síntese das recomendações

Planejamento	Maior efetividade o planejamento a longo prazo
	Critérios mais claros para escolha de projetos
	Priorizar qualidade dos serviços nas parcerias
	Calendário de licitações adequado
Licitações	Melhorar a estruturação dos projetos
	Ajustar o modelo de procedimento de manifestação de interesse (PMI)
	Melhorar as regras de licitação
	Aumentar a participação estrangeira
Contratos	Aperfeiçoar a alocação de riscos
	Usar cláusulas menos sujeitas a dúvidas
Financiamento	Diversificar as fontes
	Definir melhor o papel do BNDES
	Reduzir o impacto da variação cambial
	Reduzir o uso de garantias corporativas
	Desenvolver o mercado de seguro-garantia
	Ampliar uso de debêntures incentivadas
Execução	Aprimorar o reequilíbrio contratual
	Maior clareza nas regras para assumir empreendimentos
	Maior segurança nas indenizações no término da licitação
	Uso de mecanismos para resolver conflitos
Licenças	Reduzir incertezas acerca da obtenção de licenças
	Reduzir o tempo de concessões das licenças
	Melhorar a integração entre órgãos licenciadores e de controle
Regulação	Melhorar estabilidade do marco regulatório
	Melhorar o processo de elaboração de normas
	Aumentar autonomia das agências reguladoras
	Aumentar autonomia orçamentária e administrativa das agências
	Melhorar a interação entre as agências e órgãos de controle
Institucional	Melhorar a gestão e coordenação da administração pública
	Aumentar a confiança do setor privado no governo
	Tornar os processos judiciais mais rápidos e previsíveis
	Rever a responsabilização solidária de empresas em casos de corrupção

Fonte: SAE (2018)

As concessões realizadas no final da década de 1990 ajudaram a atrair investimentos privados para as ferrovias em todo o país, resultando em uma evolução dessas iniciativas (CNT, 2013). Apesar da existência de programas como o Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) para fortalecer a relação entre o Estado e a iniciativa privada, fica claro que isso não é suficiente nem satisfatório.

⁴ Foram realizadas entrevistas com o objetivo de discutir os desafios para aumentar esses investimentos no país e as alterações necessárias para tornar o Brasil um ambiente mais atraente para os investidores. (SAE, 2018).

A questão regulatória deve ser analisada como parte das projeções de investimentos no mercado ferroviário, considerando o impacto decorrente. O Quadro 6 compara o alto grau de regulamentação entre alguns países, incluindo o Brasil.

Quadro 6: Grau de regulamentação em grandes economias

Pais	Define o regulamento de segurança	Define/controla as tarifas de acesso aos trilhos	Planeja e supervisiona os projetos de infraestrutura	Define tarifas de serviço para passageiro e transportador	Controla e possui líder de mercado
EUA	X				
Canadá	X	X (apenas em certas situações)	X		
Japão	X	X	X (em conjunto com empresas do setor privado)	X (aprova preços)	
Brasil	X	X	X	X	
Rússia	X	X	X	X (não em nível de vagão de carga)	X
China	X	X	X	X	X

Fonte: Pinheiro e Ribeiro (2017)

No caso nacional, a regulamentação do setor ferroviário e o modelo de contratação das concessionárias não estimulam os investimentos privados, pois estão condicionados a um limite de receita adicional que pode ser gerada por eles, devido à falta de definições claras sobre ressarcimento (CNT, 2015). A expectativa do setor é que o novo Marco Legal das Ferrovias resolva essa situação.

Esse problema ficou evidente em 2020 e 2021, quando as concessionárias começaram a cobrar pela renovação das concessões. As concessionárias pleitearam a exigência de garantia de retorno dos valores investidos e medidas de precaução para garantir segurança jurídica diante de uma eventual mudança na regulação, como possíveis desdobramentos decorrentes do novo Marco, que foi instituído por meio da Medida Provisória N. 1.065/2021 (BRASIL, 2021).

O Marco Legal das Ferrovias tem como um de seus objetivos atrair mais investimentos privados, adotando uma abordagem que busca desburocratizar parte do processo de regulação e aprovação de novas ferrovias, proporcionando agilidade, fluidez e confiança aos investidores. Embora ainda sejam previstas discussões e

adaptações para melhor adequação à realidade brasileira, ele apresenta novas alternativas para o setor. Um exemplo disso é o regime de autorização, no qual qualquer investidor pode apresentar seu projeto e a União irá analisá-lo e decidir sobre sua construção. Esse modelo foi inspirado no que ocorreu nos Estados Unidos décadas atrás.

De acordo com a ANTT (2023), desde a instituição do novo Marco em 2021, o governo recebeu 79 pedidos de autorização para construção de novas ferrovias pela iniciativa privada, totalizando R\$240,8 bilhões em potenciais investimentos. A agência já emitiu 39 autorizações e assinou 33 contratos de adesão. Estima-se que os projetos autorizados gerem investimentos de cerca de R\$170 bilhões, resultando na construção de 12 mil quilômetros de novas linhas férreas em 19 estados do país. Esse avanço representa um novo momento na logística nacional, demonstrando a eficiência e rapidez do processo de transporte de produtos.

Apesar das autorizações e avanços no setor, é necessário ter cautela para garantir que as promessas de investimento se concretizem, gerando empregos, maior renda e aumento da competitividade do país no cenário internacional. Especialmente em meio às incertezas crescentes em relação à condução fiscal e econômica do país, que têm levado a aumentos nas taxas de financiamento. Isso tem levado gestores e investidores a expressarem preocupações e reservas em relação aos investimentos em grandes projetos.

4.15 CARÊNCIA DE INTERESSE DAS PARTES INTERESSADAS NOS PROJETOS

De acordo com Vuorinen e Martinsuo (2018), projetos de infraestrutura costumam ter um grande impacto na região para a qual são planejados, além de apresentarem alto custo de implantação. Portanto, é necessário que esses projetos entreguem valor agregado suficiente para a sociedade por muitas décadas, a fim de que sejam viáveis.

O conceito de valor do projeto é multidimensional e subjetivo. Pode ser definido como o resultado da divisão dos benefícios pelos custos. Por não se tratar de um conceito absoluto, pode ser compreendido de variadas formas por cada parte interessada no projeto (VUORINEN E MARTINSUO, 2018). Essas partes são os indivíduos, grupos ou organizações afetadas por ele, de forma positiva ou negativa, e

que têm algum interesse ou expectativa em relação ao seu resultado, sendo capazes de modificar a entrega final.

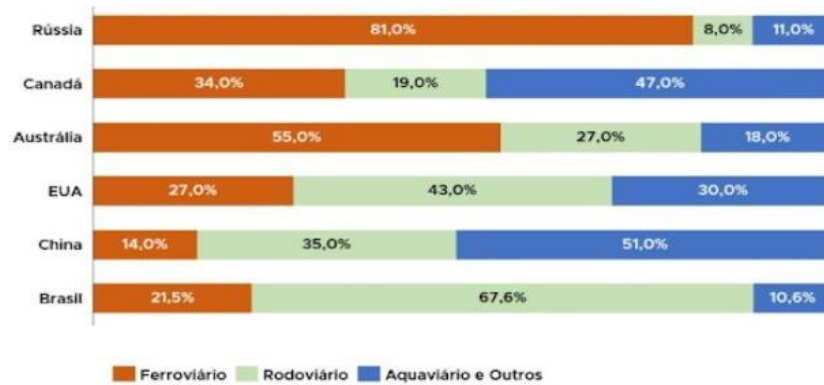
De acordo com Mohr (2019), as obras de infraestrutura impactam diretamente a região na qual estão inseridas, afetando os diferentes grupos presentes nessa região de formas distintas e gerando interesses divergentes. O reconhecimento das partes envolvidas, a identificação das necessidades e preferências de cada uma, além da escolha de estratégias de abordagem e engajamento, são essenciais para o sucesso do projeto. Conforme Vuorinen e Martinsuo (2018), a percepção das partes interessadas influencia a tomada de decisão, podendo afetar consideravelmente os projetos de infraestrutura que envolvem agentes públicos e privados.

No Brasil, os projetos de atividades que modificam o ambiente, como as ferrovias, exigem a realização de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). O RIMA deve ficar disponível para a população, sendo necessária a realização de uma audiência pública para que as partes afetadas pelo projeto possam manifestar-se a favor ou contra, expondo suas opiniões. No entanto, após essa etapa, há uma descontinuidade na comunicação das partes interessadas, diferente do que ocorre em outros países, como a Finlândia, onde a mídia é utilizada para esse propósito (VUORINEN E MARTINSUO, 2018).

4.16 CULTURA DO RODOVIARISMO

Ao analisar a matriz brasileira de transportes (Figura 30), fica evidente o predomínio do modal rodoviário, representando aproximadamente 67,6% do total. A partir do início do século XX, com a Primeira Guerra Mundial, os Estados Unidos exerceram uma influência cultural significativa sobre outros países, o que contribuiu para apresentar os automóveis como o meio de transporte moderno a partir da década de 1920 (OKUMURA, 2018). Em 1928, foi inaugurada a primeira rodovia brasileira pavimentada, e o então presidente Washington Luís proclamou que "governar é abrir estradas". Durante seu governo, Washington contribuiu para o crescimento desse modal, criando o Fundo Especial para Construção e Conservação de Estradas de Rodagem Federais em 1927 e implementando importantes ligações rodoviárias, como a estrada Rio-São Paulo e a estrada Rio-Petrópolis (OKUMURA, 2018).

Figura 30: Comparação entre a matrizes de transporte de cargas



Fonte: ANTF (2023)

Ao longo dos anos 1930 e 1940, surgiram os primeiros órgãos e planos rodoviários, com um grande direcionamento de investimentos para a ampliação do modal rodoviário, deixando os investimentos no modal ferroviário em segundo plano (OKUMURA, 2018). A consolidação do mercado interno resultou em um aumento no fluxo de mercadorias entre as regiões brasileiras. No entanto, devido ao desenvolvimento descontínuo da malha ferroviária brasileira, que se concentrou em ciclos voltados para a exportação de commodities produzidas no país, ela não era capaz de atender a essa crescente demanda. O menor custo e a maior rapidez de execução das rodovias em relação às ferrovias foram alguns dos fatores que fortaleceram as rodovias em detrimento das ferrovias.

A criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em 1941 e da Petrobrás em 1953, durante o governo de Getúlio Vargas, influenciaram significativamente a implantação das montadoras de automóveis no Brasil (CATTO, 2015). Durante o governo de Juscelino Kubitschek (1956 a 1960), foi proposto o Plano de Metas, que previa investimentos em cinco setores, incluindo o setor de transportes. Esse aumento significativo de recursos resultou em um grande crescimento do modal rodoviário no país nesse período (CATTO, 2015; OKUMURA, 2018).

Após a crise do petróleo no início da década de 1970, o transporte rodoviário passou a ser questionado devido ao aumento do preço dos combustíveis, o que evidenciou uma das fragilidades do principal modal de transporte do país (OKUMURA, 2018). Em 1988, a nova Constituição do Brasil proibiu a destinação de receitas e impostos para fins específicos, reduzindo significativamente a receita do setor rodoviário e levando à degradação das rodovias pelo país (OKUMURA, 2018). Além disso, conforme CATTO (2015), nas décadas seguintes, houve uma grande

reestruturação da indústria automobilística brasileira, com incentivos governamentais para redução do preço final dos veículos, estímulo à exportação e ao consumo interno, mantendo a predominância do setor rodoviário sobre os demais modais de transporte na matriz brasileira.

Essa dependência é um grande problema para o país, pois eleva os custos de transporte e logística. Podemos citar alguns exemplos, como a greve dos caminhoneiros de 2016, seguida por uma nova greve em 2018, a pressão das indústrias automobilísticas para adiar o cumprimento de metas de eficiência e redução de emissões dos veículos, a inclusão dos caminhoneiros no grupo prioritário de vacinação contra a COVID-19 em 2021, e o já conhecido e divulgado termo "custo Brasil", que destaca os gastos excessivos com produção, logística, transporte e impostos devido à falta de planejamento, principalmente governamental.

5 CONTRASTES NO DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO VERSUS DESENVOLVIMENTO FERROVIÁRIO

A Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra na segunda metade do século XVIII, marcou o primeiro grande período de desenvolvimento tecnológico, trazendo importantes transformações. A criação da primeira máquina a vapor por Thomas Newcomen, em 1698, e sua posterior melhoria por James Watt, em 1765, foi fundamental para o surgimento da indústria e consolidação do capitalismo.

O desenvolvimento industrial provocou mudanças significativas na economia global e no estilo de vida, acelerando a produção de mercadorias e a exploração dos recursos naturais. Além disso, trouxe transformações no processo produtivo e nas relações de trabalho. O avanço tecnológico da Revolução Industrial impulsionou o desenvolvimento de maquinário, especialmente na produção têxtil. Com o surgimento de novas máquinas, era possível produzir uma quantidade de fios que anteriormente exigiria várias pessoas trabalhando manualmente.

No início do século XIX, o progresso tecnológico foi aplicado na criação de locomotivas e estradas de ferro. A construção das ferrovias, a partir da década de 1830, em toda a Inglaterra, contribuiu para o crescimento industrial, encurtando distâncias com trechos mais retos e aumentando a capacidade de transporte de mercadorias.

O desenvolvimento das ferrovias se beneficiou da prosperidade da indústria inglesa, com capitalistas e donos de fábricas financiando sua construção. A indústria não conseguia absorver todo o capital excedente, levando a investimentos nas ferrovias para melhorar os negócios e utilizar o capital excedente.

Nos Estados Unidos, no início do século XIX, enquanto Thomas Jefferson imaginava uma nação que se estendesse de um oceano a outro, a viagem de carruagem do presidente de Monticello a Filadélfia levava dez dias.

Em 1802, Jefferson vislumbrou uma resposta: "A introdução do vapor nas rodas da carruagem trará uma grande mudança na condição humana." Nos 50 anos seguintes, os EUA construíram mais ferrovias do que qualquer outra nação, concluindo a primeira linha transcontinental em 1869, ligando Sacramento, na Califórnia, a Omaha, Nebraska. A viagem de seis meses foi reduzida a seis dias, transformando os Estados Unidos.

Esse marco da engenharia trouxe consequências imensas para o país, impulsionando o comércio e transportando US\$50 milhões em carga por ano em 1880. À medida que novas cidades surgiram ao longo das ferrovias, elas transformaram as áreas onde os americanos viviam, facilitando a expansão para o oeste e reduzindo os custos das viagens. No entanto, o projeto também devastou florestas, deslocou tribos nativas americanas e espalhou rapidamente a influência anglo-europeia por todo o país.

5.1 CORRELAÇÃO COM INDÚSTRIAS

De acordo com uma pesquisa realizada pela CNI em 2022, apenas 8% das indústrias brasileiras utilizam ferrovias como meio de transporte para sua produção. O transporte rodoviário é o mais amplamente utilizado, sendo adotado por 99% das indústrias (a soma é superior a 100% devido à possibilidade de escolha de múltiplas opções nas perguntas da pesquisa). A pesquisa revela que, entre as indústrias que utilizam ferrovias, 31% consideram o serviço de transporte ferroviário como bom ou ótimo, 26% o classificam como regular e 37% o avaliam como ruim ou péssimo. Outros 7% não souberam responder.

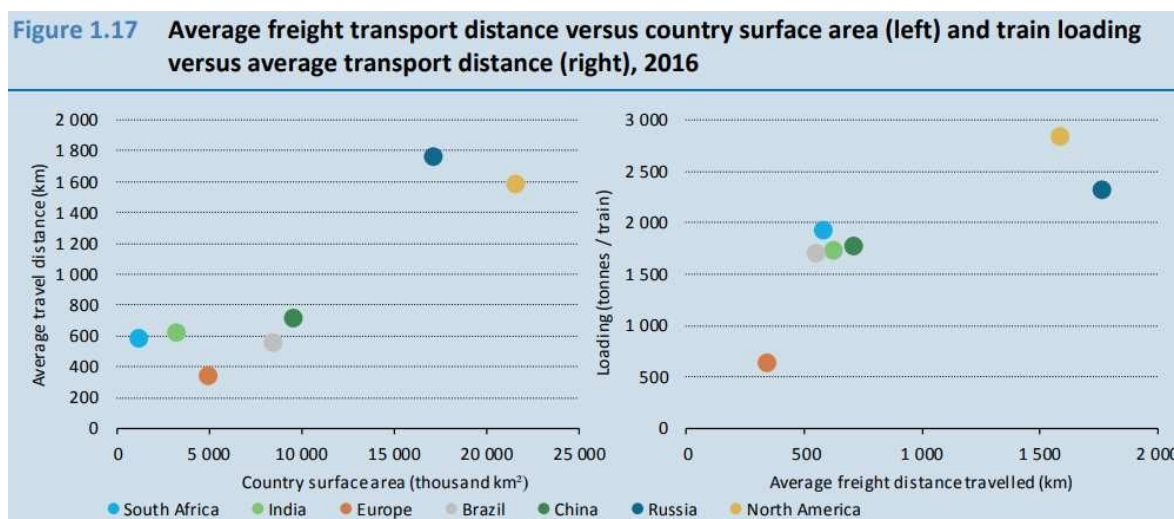
A pesquisa aponta que a distância média percorrida no transporte rodoviário é de 885 quilômetros. Segundo a CNI, o transporte rodoviário é adequado apenas para distâncias curtas e médias, mas apenas 48% das indústrias indicam trajetos com média inferior a 500 quilômetros. O transporte rodoviário de longa distância acarreta

perdas econômicas devido aos altos custos logísticos relacionados ao consumo de combustíveis, acidentes, congestionamentos, emissões de poluentes e desgaste de veículos e estradas.

A pesquisa também revela que a redução de custos é a principal razão para que os executivos considerem a mudança do meio de transporte de suas empresas (64%), seguida pela busca por maior agilidade na entrega (16%). Para 46% dos empresários, o custo é o principal problema na logística e nas operações das empresas. Segundo 84% dos entrevistados, os custos de transporte e logística na indústria são altos ou muito altos, e 79% destacam o frete como o principal custo logístico. Outros problemas relatados incluem roubo de carga (22%), más condições de transporte (20%) e baixa qualidade da frota (7%).

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), o Brasil está entre os países que mais utilizam ferrovias para percorrer distâncias de aproximadamente 600 km, juntamente com África do Sul, Índia e China. Essa tendência também pode ser observada no transporte de cargas, com uma situação semelhante nos mesmos países, conforme demonstrado na Figura 31.

Figura 31: Distância média de transporte de carga versus área de superfície do país (esquerda) e carga do trem versus distância média de transporte (à direita)



Fonte: IEA (2019)

Conforme as conclusões de estudos realizados pela CNI, é necessário que o Brasil aumente seus investimentos em transporte em pelo menos três vezes, a fim de tornar o país mais competitivo e melhorar a logística para atender à demanda interna,

exportações e importações. A confederação afirma que atualmente o Brasil investe 0,65% do Produto Interno Bruto (PIB) em infraestrutura de transporte, enquanto o valor ideal seria de 2% do PIB.

Figura 32: Evolução do PIB com a produção e o investimento do setor ferroviário



Fonte: BNDES (2017)

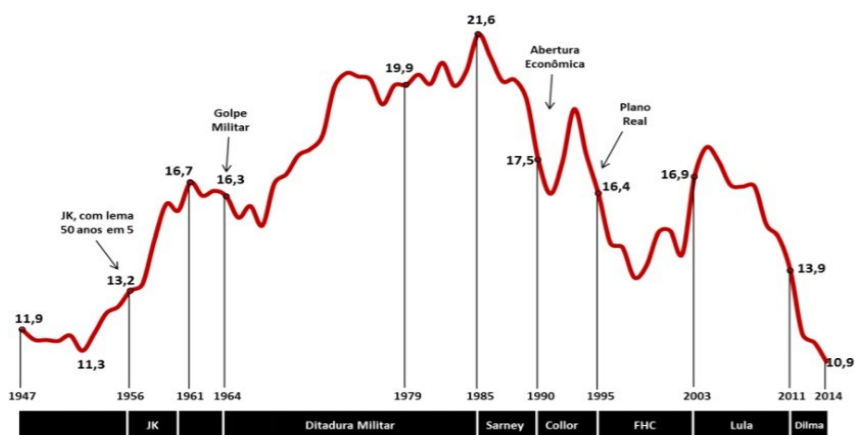
5.2 MOTIVOS DA DESINDUSTRIALIZAÇÃO NO BRASIL

A saída das multinacionais evidencia a grave situação econômica que o país enfrenta há anos, com paralisação de investimentos estratégicos que prejudicam o desenvolvimento do setor industrial.

De acordo com a CNC, em 2020, 5,5 mil fábricas encerraram suas atividades em todo o país. Embora a pandemia de Covid-19 tenha intensificado esse movimento, ele já havia começado alguns anos antes. Em 2015, o Brasil contava com 384,7 mil estabelecimentos industriais, e até o final de 2020, estima-se que esse número tenha diminuído para 348,1 mil, representando uma redução de 36,6 mil estabelecimentos. Isso equivale a uma média de 17 fábricas fechadas por dia durante esse período.

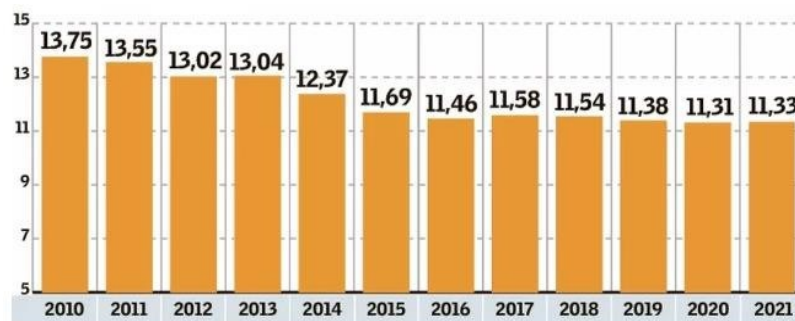
Outro indicador que reforça a tendência de desindustrialização é apresentado em um relatório do IEDI, que mostra a queda gradual da participação do setor industrial no PIB brasileiro ao longo dos anos. Em 2018, a indústria de transformação representava aproximadamente 11,3% do PIB, quase a metade dos 20% registrados em 1976.

Figura 33: Evolução da participação da Indústria de Transformação no PIB (em %)



Fonte: IBGE. Elaboração: Depecon-FIESP.

Figura 34: Evolução da participação da Indústria de Transformação no PIB (em %)



Fonte: Cálculos de Paulo Morceiro (USP) com base em dados de Contas Nacionais.

Segundo Sérgio Kannebley Júnior, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEA-RP) da USP, a análise é de que esse ambiente desfavorável não surgiu de forma repentina, mas ao longo de vários anos. O principal problema é que o setor depende essencialmente do Estado. "Nos anos 1970, o setor industrial no Brasil recebeu um forte investimento estatal e o setor privado se beneficiou desses incentivos estatais, o que resultou em um crescimento excessivo do setor. Com o tempo, o Estado perdeu sua capacidade de financiar a indústria, levando ao declínio."

Além disso, não foram implementados estímulos para aumentar a produtividade e a competitividade da indústria brasileira. "Ao longo do tempo, com a abertura comercial, a indústria ficou mais exposta à concorrência internacional, apesar de ter sido fortemente protegida. O setor não se preparou para a concorrência externa, enquanto o setor agrícola brasileiro se preparou para competir no mercado internacional, mas o setor industrial não fez o mesmo."

Para o economista Renan Rocha, assessor de Relações Institucionais na Acirp, o que falta ao Brasil é alcançar a maturidade econômica. "O processo de desindustrialização é positivo em um país quando a economia atinge um alto potencial de produtividade na indústria, levando ao início da transição para o setor de serviços." Portanto, a desindustrialização do Brasil é considerada prematura, pois, no início desse processo, o país não apresentava uma alta renda per capita.

Para alcançar a maturidade econômica e transformar a desindustrialização em um processo saudável, é necessário fazer investimentos significativos nas áreas de conhecimento e inovação. "Uma vez que o processo de desindustrialização foi iniciado sem alcançar a maturidade no setor, essa transição da economia industrial para a economia de serviços exigirá inteligência humana e capacidade de inovação muito maiores do que simplesmente a capacidade produtiva das máquinas", analisa Rocha.

Por outro lado, o economista destaca a necessidade de reformas estruturais. "O Estado precisa implementar reformas tributárias, administrativas e trabalhistas" e realizar o ajuste das contas públicas para atrair novos investimentos e criar um ambiente de estabilidade econômica, pois ninguém gosta de trabalhar em meio a incertezas. Para ilustrar, Rocha cita o caso do Citibank, que decidiu encerrar suas atividades no Brasil em 2017, pois, "apesar de representar apenas 1% de sua receita global, 93% dos processos trabalhistas estavam relacionados ao território brasileiro. Esse foi um dos principais motivos para a empresa deixar o país", conclui.

5.3 VALOR AGREGADO À SOCIEDADE POR MEIO DAS FERROVIAS

O valor agregado refere-se aos ganhos obtidos além do valor inicialmente investido, ou seja, quando um produto passa por aperfeiçoamentos, resultando em um produto final com maior valor agregado.

A competição entre as empresas gera um maior valor para a sociedade, pois resulta em uma maior oferta de produtos e serviços, além de melhor qualidade dos bens e preços mais baixos. Isso é exatamente o que os consumidores buscam: qualidade e preço acessível. Ao competirem entre si com base no mérito, as empresas se tornam mais competitivas, inovadoras e eficientes. Essa dinâmica de mercado impulsiona o crescimento econômico, cria empregos e melhora o bem-estar da sociedade.

Conforme mencionado nos capítulos anteriores, o transporte ferroviário contribui para a concorrência entre os modais de transporte, reduzindo os custos logísticos e fortalecendo o poder econômico de um país e seus integrantes. No entanto, é importante destacar a sequência dos eventos. Como mencionado anteriormente, as mudanças e avanços tecnológicos são benéficos desde que sejam planejados para promover um desenvolvimento saudável da sociedade. Caso contrário, podem se tornar prejudiciais para a mesma.

5.3.1 Exemplo do ocorrido nos EUA

A "revolução dos transportes" nos Estados Unidos, de acordo com Taylor (1977), desempenhou um papel especial na transformação econômica por meio da intervenção estatal na economia do país. Mesmo antes da Guerra Civil de 1865, foram realizadas obras em rodovias, ferrovias, hidrovias e comunicações, contribuindo para a unificação do mercado nacional. Esse processo resultou em regiões com maior

especialização produtiva e na diminuição da manufatura artesanal em favor da produção mecânica.

Naquele período, os custos de transporte eram extremamente altos. Por exemplo, em 1817, o custo de transporte de um bushel de trigo de Buffalo para Nova Iorque era três vezes maior que o preço de mercado do produto; para milho, era seis vezes maior; e para aveia, 12 vezes maior (SELLERS; MAY; MCMILLEN, 1990, p. 122). Com o objetivo de reduzir o frete, foram realizadas obras em diferentes modais.

Nas rodovias, adotou-se o modelo de estradas com pedágios. Por meio do pagamento de uma taxa, a empresa responsável pela estrada pavimentada era responsável por sua conservação, um sistema semelhante ao utilizado até hoje em vários países. Nas hidrovias, foram utilizados canais e barcos a vapor. Anteriormente, o transporte aquaviário era realizado por meio de chatas, pequenas embarcações de calado reduzido e fundo chato, ou barcos a remo.

No caso das ferrovias, foram construídas diversas conexões até 1850, de modo que, ao final da década, o país contava com mais de 48 mil quilômetros de trilhos. Paralelamente às ferrovias, as linhas telegráficas foram implantadas, permitindo comunicações muito mais rápidas, influenciando as operações comerciais e dinamizando o fluxo de informações. No final da década, os EUA possuíam 80 mil quilômetros de linhas telegráficas (SELLERS; MAY; MCMILLEN, 1990).

A expansão das ferrovias representou um marco no processo de desenvolvimento econômico, destacando a formação do capital financeiro nos Estados Unidos e seu potencial de acumulação por meio da unificação dos mercados. Conforme Teixeira (1999) destaca, a ferrovia teve efeitos transformadores na escala de produção e distribuição, no tamanho das empresas e na cadeia produtiva. Além disso, impulsionou o sistema fabril, proporcionando segurança, rapidez nos transportes e comunicação, e um modelo de organização empresarial que revolucionou o antigo sistema produtivo.

A magnitude do impacto dessas melhorias infraestruturais pode ser observada por meio de alguns dados. Em 1815, o transporte de carga de Cincinnati para Nova Iorque por meio de barcas e carroças levava mais de 50 dias; em 1850, eram necessários apenas 18 dias por meio de batelões e de 6 a 8 dias por ferrovias. Em termos de tarifas, em 1815, custavam de 30 a 70 centavos de dólar por tonelada-milha; em 1850, custavam de 2 a 9 centavos por ferrovia e cerca de 1 centavo por

batelão em canal (SELLERS; MAY; MCMILLEN, 1990). Fica evidente, portanto, a redução nos custos de transporte, que permitiu a integração do mercado norte-americano, inicialmente no sentido Leste-Oeste.

De acordo com Couto (2012), o conhecimento sobre a experiência dos Estados Unidos foi fundamental para várias ideias propostas por List, que defendeu a construção de um sistema ferroviário na Alemanha. Ele reconheceu a relação recíproca entre o poder industrial e o sistema de transporte nacional, afirmando que um não pode atingir seu máximo desenvolvimento sem o outro (LIST, 1989, p. 2).

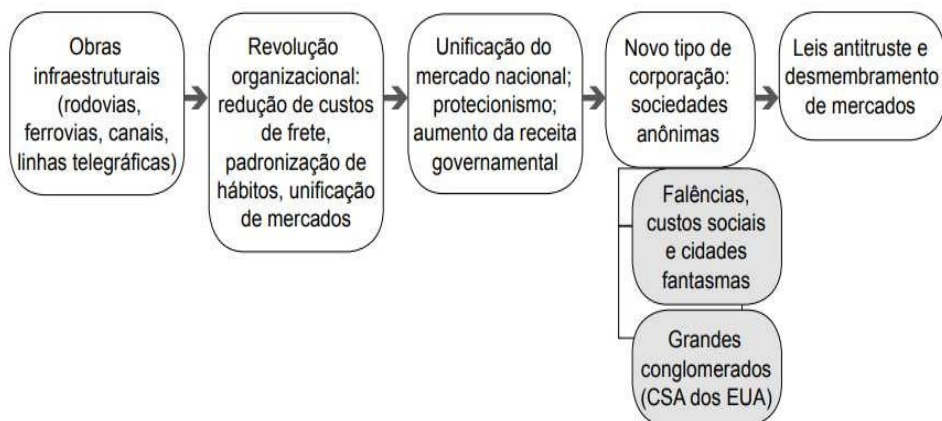
Nesse processo de unificação do mercado, que se caracterizou pela redução dos fretes e pela maior facilidade de comunicação, ocorreu uma especialização das empresas na produção. Como resultado dessa competição, muitos produtores locais acabaram falindo.

No setor de transportes, surgiu um novo tipo de empresa: as sociedades anônimas. No entanto, para garantir o funcionamento dessas empresas, foram essenciais os mecanismos de proteção estatal. Por isso, na década de 1810, foi aprovada a primeira lei de proteção aduaneira, que tinha como objetivo proteger os produtores do Nordeste dos Estados Unidos da concorrência estrangeira.

Dessa forma, as importações de produtos como tecidos de lã e algodão, artigos de ferro e têxteis estavam sujeitas a tarifas que variavam de 20% a 25% do seu valor, além de outras medidas protecionistas que foram adicionadas posteriormente, como a Tarifa Morrill e o Internal Revenue Act.

Assim, a tríade composta por indústria, infraestrutura e modelo empresarial, com corporações protegidas da concorrência estrangeira, marcou a primeira fase do modelo de desenvolvimento dos Estados Unidos. Após a Guerra de Secessão, essa tendência se consolidou e expandiu, principalmente através do desenvolvimento das ferrovias.

Figura 35: Esquema de desenvolvimento estadunidense



Fonte: Artigo de Fernando Dall'Onder Sebben e Pedro Perfeito da Silva.

5.3.2 Valor agregado à sociedade pelas ferrovias

Segundo Fangqu Niu e Fang Wang (2022), a criação de ferrovias está associada ao surgimento de interesses nas áreas interligadas. Isso pode envolver interesses econômicos, populacionais ou naturais. Após a percepção desse interesse, são construídas infraestruturas para explorar esses recursos, o que torna a região mais atrativa, levando a um aumento da população, criação de indústrias e estímulo ao turismo, entre outros fatores. Esse desenvolvimento resulta em maior fluxo econômico e de pessoas, tanto para fins turísticos como habitacionais. Com o tempo, esse rápido desenvolvimento atrai ainda mais interesse, reiniciando o ciclo

Figura 36: Sequenciamento do desenvolvimento das localidades.



Fonte: Elaboração Própria.

5.3.2.1 Crescimento dos EUA

Segundo Martin Kelly em *Effect of Railroads on the United States*, o povoamento da fronteira dos Estados Unidos, o desenvolvimento da agricultura e a exploração de recursos naturais criaram a necessidade de novos meios de transporte de pessoas e mercadorias. Inicialmente, surgiram rodovias com pedágio ou de propriedade privada, seguidas por navios a vapor em rios navegáveis e pela construção de canais. Na década de 1830, foram introduzidas as ferrovias movidas a vapor.

As ferrovias promoveram a interconexão da sociedade. Com o uso da máquina a vapor, as viagens se tornaram mais rápidas, permitindo que os condados trabalhassem juntos com maior facilidade. O sistema ferroviário também impulsionou o surgimento de novos assentamentos ao longo das linhas ferroviárias, como a cidade de Davis, na Califórnia, que se desenvolveu em torno de um depósito da Southern Pacific Railroad em 1868. Além disso, as cidades ao longo das rotas ferroviárias prosperaram. Novos assentamentos surgiram como estações onde os viajantes encontravam pontos de parada e os residentes encontravam novos mercados para suas mercadorias.

As ferrovias não apenas expandiram os mercados, mas também incentivaram mais pessoas a iniciar negócios e ingressar nesses mercados. Um mercado ampliado proporcionou a oportunidade de produzir e vender mercadorias para um número maior de indivíduos, gerando mais empregos e renda. As ferrovias permitiram o envio de mercadorias para áreas distantes, ampliando a demanda e viabilizando a produção de bens adicionais.

Assim, fica evidente a confirmação da sequência proposta por Fangqu Niu e Fang Wang (2022), onde o interesse é seguido pela construção de infraestrutura, atratividade e desenvolvimento.

5.3.2.2 EUA atualmente

Segundo a ANTF, os EUA é uma das nações que possuem uma das maiores densidades férreas no seu território, segundo demonstrado na Figura 37.

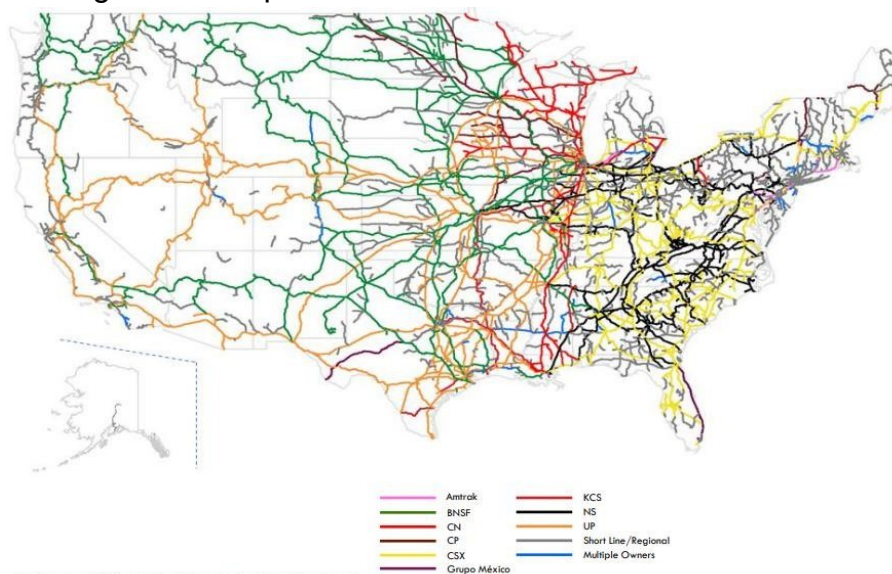
Figura 37: Densidade das Malhas Ferroviárias

	ÁREA (MILHÕES KM ²)	FERROVIA (MIL KM)	FERROVIAS/ÁREA (KM/1000KM ²)
ÍNDIA	3,29	108,71	33,04
EUA	9,83	293,56	29,86
ÁFRICA DO SUL	1,22	24,28	19,90
CHINA	9,6	141,40	14,73
MÉXICO	1,96	26,91	13,73
CANADÁ	9,98	77,93	7,81
ARGENTINA	2,78	18,00	6,47
RÚSSIA	17,1	86,00	5,03
AUSTRÁLIA	7,74	33,34	4,31
BRASIL	8,52	30,81	3,62

Fonte: ANTF (2023)

Além disso, podemos ver na Figura 38 todas as suas ramificações e interligações ferroviárias ao longo do território estadunidense.

Figura 38: Mapa Atual da Malha Férrea Estadunidense



Fonte: Association of American Railroads (2023)

De acordo com a Associação Americana de Ferrovias (AAR), atualmente, um terço das exportações dos EUA é feito por meio de transporte ferroviário, que atende a todos os setores da economia doméstica. Além disso, destaca-se a pegada ESG, evidenciando a eficiência energética ao transportar grandes cargas com o menor impacto ambiental possível. Por fim, é importante ressaltar que esse setor gera mais de 130.000 empregos em todo o país, com salários acima da média nacional (Figura 39).

Figura 39: Informações sobre a atual importância das ferrovias nos EUA

Freight railroads	623
Freight railroad mileage	136,667
Freight rail employees	134,314
Average wages and benefits per employee	\$134,990
Railroad retirement beneficiaries	495,200
Railroad retirement benefits paid	\$13.4 billion

Quick Facts



Privately Owned: Freight railroads operate on a nearly 140,000-mile network they almost exclusively own, maintain and pay for themselves.



Sustainable: Railroads are the most fuel efficient way to move freight over land. It would have taken approximately 83.2 million additional trucks to handle the 1.50 billion tons of freight that originated by rail in United States in 2021.



Economic Driver: Railroads haul 1/3 of U.S. exports and serve nearly every sector of the economy, from moving the food we eat to the chemicals that treat our water.

Fonte: Association of American Railroads (2023)

A criação de empregos é uma política social crucial para os governos e o progresso dos países. Os governantes frequentemente avaliam os projetos com base no número de empregos criados, uma vez que seu impacto social supera o aspecto financeiro. O desemprego acarreta diversas consequências, como o aumento da pobreza, especialmente nas áreas urbanas, o aumento da violência (tanto doméstica quanto urbana), o aumento da criminalidade, a redução do consumo devido à diminuição ou falta de renda das pessoas e famílias, o crescimento do trabalho informal e subemprego, o surgimento de problemas psicológicos como depressão e ansiedade, diretamente ligados à frustração, insegurança e tristeza causadas pela falta de ocupação ou renda, além do aumento de doenças físicas, que podem ou não estar relacionadas à ansiedade, estresse e depressão.

5.3.2.3 Crescimento do Brasil

O professor de Stanford, Dave Donaldson, utilizou dados históricos, teoria econômica e técnicas econométricas para responder questões importantes de longo prazo. Em seu artigo "Railroads of the Raj", ele quantifica a importância da redução dos custos de transporte para o desenvolvimento econômico, utilizando dados administrativos ingleses sobre a atividade econômica indiana durante o período em que o país era uma colônia britânica.

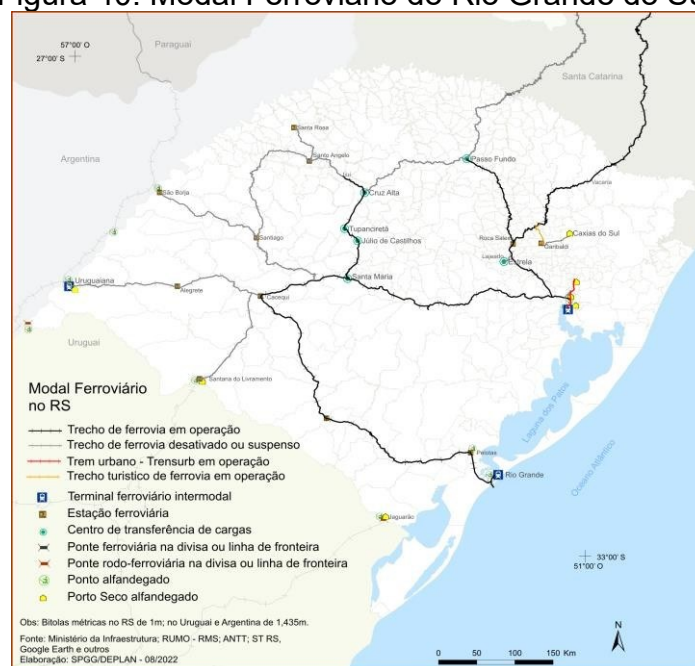
No contexto do Brasil, Dave Donaldson analisa o impacto das ferrovias na economia brasileira entre meados do século XIX e 1913. Anteriormente, o transporte

era predominantemente feito por tração animal, o que acarretava em custos elevados que restringiam o crescimento do país. A construção das ferrovias permitiu a redução desses custos de transporte, direcionando recursos economizados para outros setores, como o setor bancário e a indústria.

De acordo com as estimativas de Donaldson, as ferrovias foram responsáveis, de forma conservadora, por 19% do aumento da produtividade do trabalho observado entre 1869 e 1913, e por 7% do aumento do nível do PIB. Em resultados mais favoráveis, as ferrovias foram responsáveis por 66% do aumento da produtividade do trabalho e por 25% do aumento do nível do PIB. Isso evidencia sua importância histórica na geração de valor, empregos e desenvolvimento social.

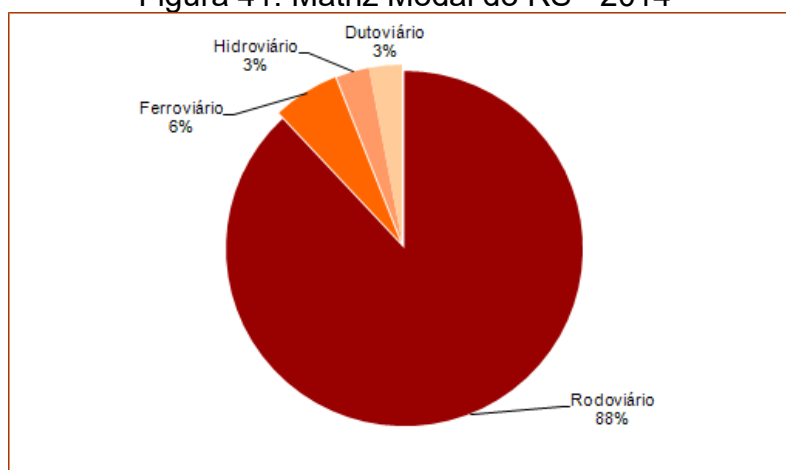
A construção das ferrovias também impulsionou o surgimento e avanço de várias cidades ao longo das linhas de trem no território brasileiro. Um exemplo é a primeira ferrovia brasileira, construída no Rio Grande do Sul, pela *Porto Alegre & New Hamburg Railway Company Limited*. In , que assumiu, em 1869, a construção de uma linha férrea destinada ao escoamento da produção agrícola da região do Vale do Rio dos Sinos, por um traçado ligando Porto Alegre a Novo Hamburgo. Inaugurado em 14 de abril de 1874, o primeiro trecho da ferrovia contava com 33,7 quilômetros de extensão, quatro estações (Porto Alegre, Canoas, Sapucaia e São Leopoldo) e um traçado predominantemente retilíneo, com curvas e rampas suaves.

Figura 40: Modal Ferroviário do Rio Grande do Sul.



Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2023)

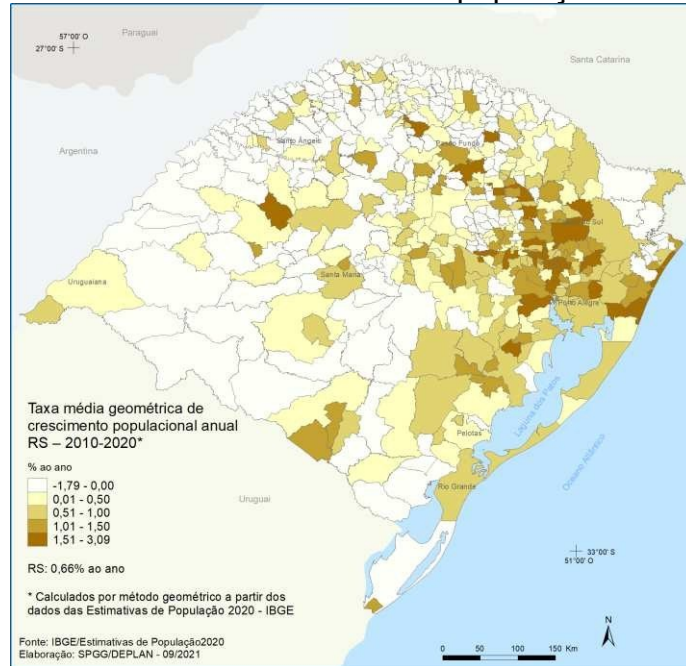
Figura 41: Matriz Modal do RS - 2014



Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2023)

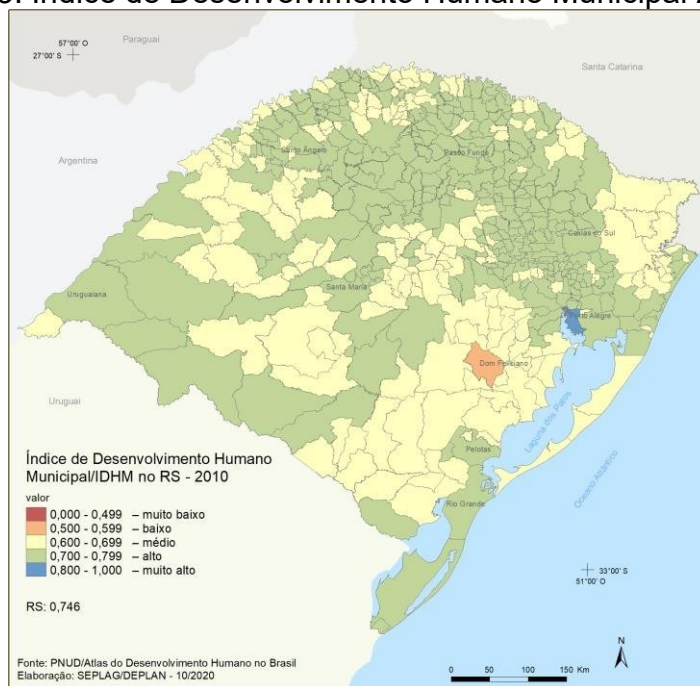
Apesar do pioneirismo no Brasil, a matriz modal do Rio Grande do Sul é predominantemente rodoviária, assim como no restante do país, devido aos planos de governos descontínuos e ineficientes, conforme demonstrado na Figura 41. Conforme pode ser observado nas Figuras 42, 43 e 44, as regiões com as maiores taxas de crescimento populacional, os melhores índices de IDH e maiores PIB per capita são aquelas onde existem ferrovias. Ou seja, seguem a lógica proposta anteriormente, que considera o interesse (econômico, populacional ou natural) e a infraestrutura em transportes, comunicações, habitação, entre outros. O crescimento populacional, a criação de indústrias e a geração de empregos são elementos de atratividade, enquanto o desenvolvimento visa a aumentar o fluxo econômico, o fluxo de pessoas e o interesse na área, repetindo o ciclo.

Figura 42: Taxa de crescimento anual da população 2010-2020 - RS



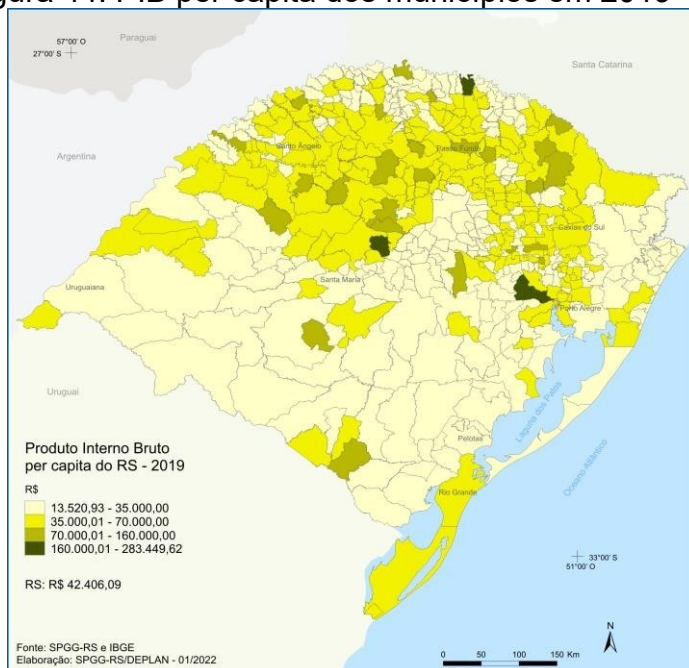
Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2023)

Figura 43: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2010 - RS



Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2023)

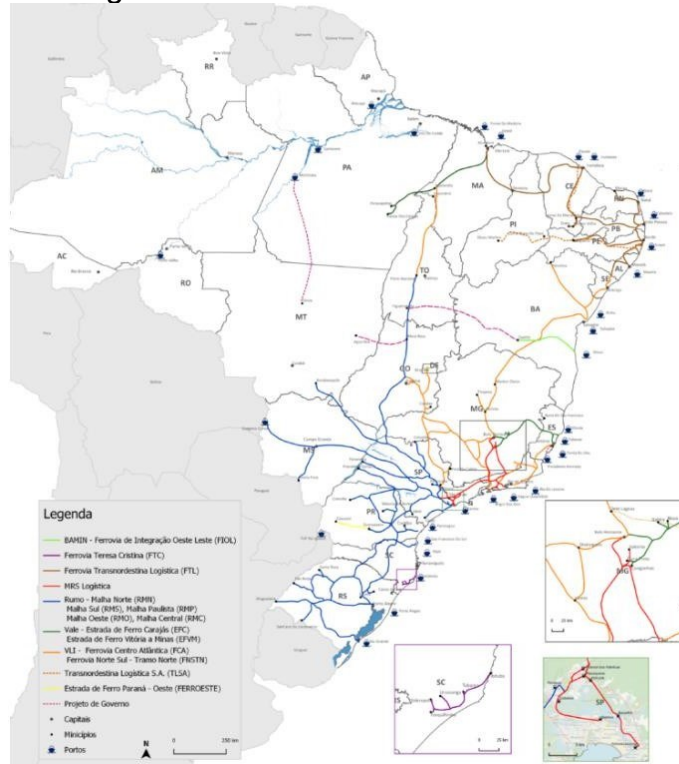
Figura 44: PIB per capita dos municípios em 2019 - RS



Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2023)

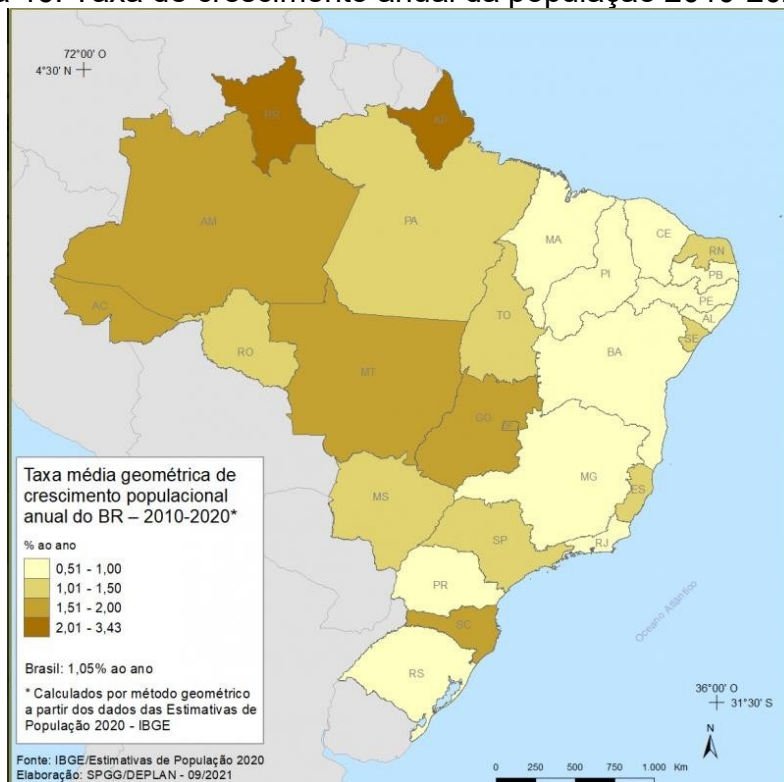
E mais uma vez, podemos perceber, conforme as Figuras 45, 46, 47 e 48 a seguir, que o que foi demonstrado para o estado do Rio Grande do Sul pode ser expandido para o Brasil, com exceção do fator de crescimento populacional. Podemos observar que as regiões com os melhores índices de IDH e maiores PIB *per capita* estão localizadas em áreas que possuem ferrovias.

Figura 45: Modal Ferroviário do Brasil.



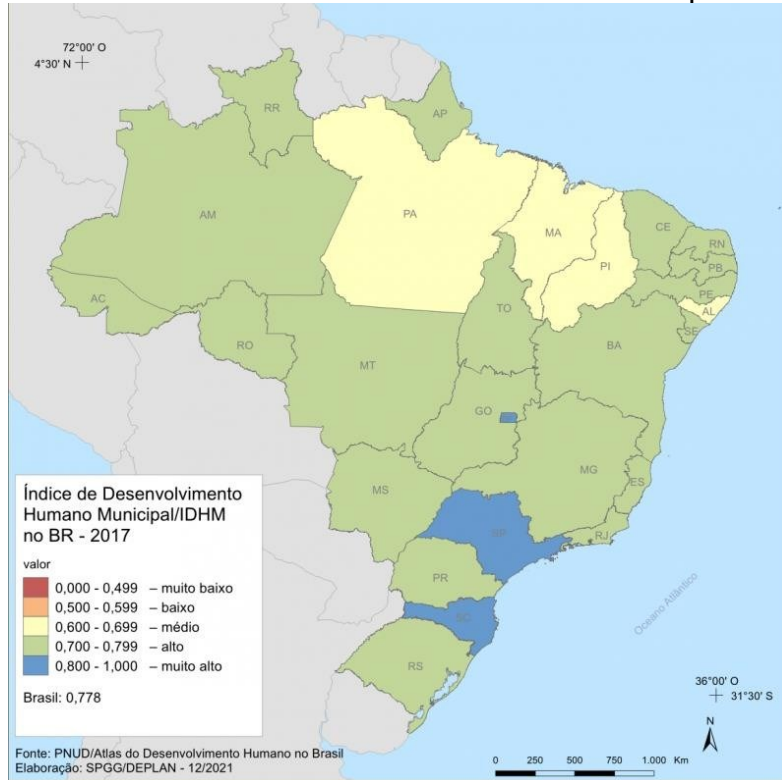
Fonte: ANTF (2023)

Figura 46: Taxa de crescimento anual da população 2010-2020 - BR



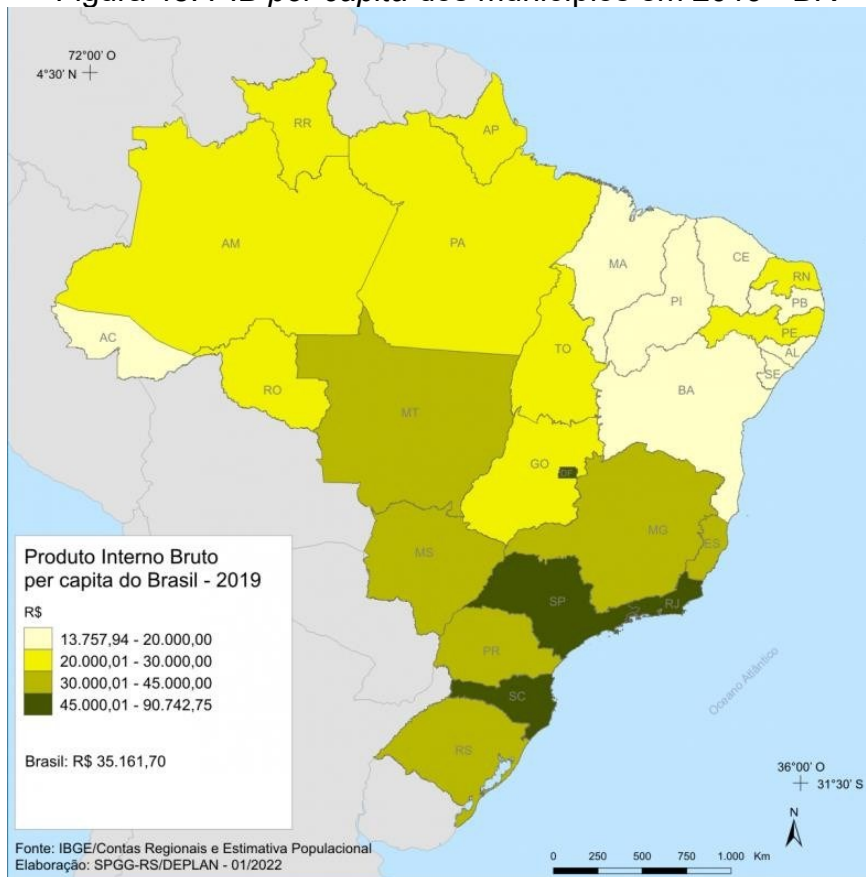
Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2023)

Figura 47: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2010 - BR



Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2023)

Figura 48: PIB *per capita* dos municípios em 2019 - BR



Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2023)

5.4 ANÁLISES, INCENTIVOS E DIFICULDADES NO PLANEJAMENTO DO MODAL

O transporte eficiente é um componente importante, tanto em escala nacional quanto global, podendo ser uma barreira ou um propulsor do desenvolvimento econômico (THE WORLD BANK, 2017). De acordo com o The World Bank (2017), os investimentos em transporte conectam os fatores de produção em uma rede e ainda, destacam as principais contribuições (Quadro 7) para o desenvolvimento econômico.

Quadro 7: Contribuições dos transportes para o desenvolvimento

Contribuição	Descrição
Efeito de rede	Quanto mais lugares são conectados, maior a eficácia do transporte
Melhor desempenho	Menor tempo para os passageiros e movimentações de carga, com consequente redução do custo
Confiabilidade	Menos perdas e danos, diminuindo a resistência econômica
Mercado	Aumento da economia de escala na produção, distribuição e consumo
Produtividade	Maior acesso à insumos e novos mercados

Fonte: Adaptada de The World Bank (2017)

Segundo o PMI (2017, p. 4), “o projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único”. Os projetos são iniciados em resposta a fatores externos, e as categorias que mais afetam o início de um projeto são mostradas na Figura 49 (PMI, 2017).

Figura 49: Categorias de fatores que influenciam o contexto de um projeto



Fonte: PMI (2017)

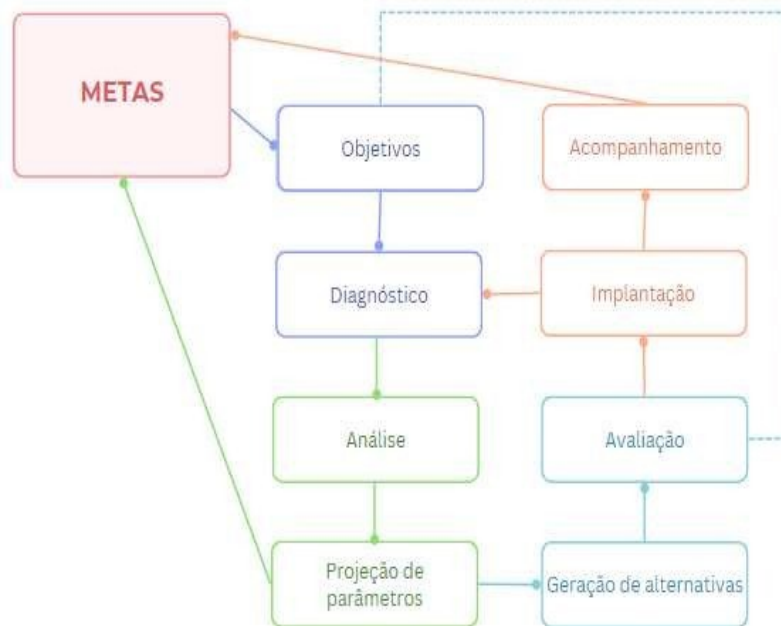
5.4.1 Planejamento de infraestrutura de transportes

Os projetos na área de transportes, como os ferroviários, devem passar pelo processo de planejamento, que podem ser definidos como:

O processo de planejamento de transporte diz respeito a todas as facilidades utilizadas para a movimentação de bens e pessoas, incluindo terminais e sistemas de controle de tráfego. O processo é baseado na coleta, análise e interpretação de dados relativos às condições existentes e ao seu desenvolvimento histórico, nas metas e objetivos da comunidade, na previsão do planejamento, mas também nas revisões periódicas e nas modificações provenientes das alterações que ocorrem (MOUETTE, 1993, *apud* BUREAU OF PUBLIC ROADS, 1963).

Mouette (1993) afirma que o planejamento é um processo dinâmico, interativo e estruturado, com várias metodologias que possuem etapas similares. A Figura 50 apresenta uma estrutura que se baseia nessa definição de planejamento, enquanto as atividades de cada etapa são detalhadas no Quadro 8.

Figura 50: Etapas do processo de planejamento



Fonte: Adaptado de Mouette (1993)

Quadro 8: Descrição das etapas de planejamento

Etapa	Definição
Metas	Desejo e objetivo da sociedade
Objetivos	São uma "sub-meta" que deve poder ser medida e alcançada
Diagnóstico	Pesquisa englobando a conformação da malha, gargalos, espaços livres e ocupados, capacidade das vias, atividades econômicas, uso do solo, características da população, distribuição de viagens, divisão modal e etc.
Análise	Observar os comportamentos e tendências da região em estudo e das características do sistema, bem como as limitações e facilidades
Projeção de Parâmetros	Prever o comportamento futuro para parâmetros importantes como características populacionais, uso do solo, geração de viagens, previsão de tráfego e desenvolvimento econômico
Geração de alternativas	Elaborar e testar planos alternativos baseados nas tendências futuras
Avaliação	Avaliar as alternativas viáveis quanto ao atendimento dos objetivos
Implantação	Fazer acompanhamento para avaliação de problemas e redefinições
Acompanhamento	Reavaliação periódica do projeto para detecção e correção de problemas, e previsão de necessidades e tendências futuras

Fonte: Adaptado de Mouette (1993)

Conforme a EPL (2019, p. 13), “o processo de planejamento para infraestrutura de transporte enfrenta desafios relacionados à sua alta complexidade, resultado dos diferentes impactos nos sistemas sociais, econômicos e ambientais”. Além dessas dificuldades, é comum enfrentar escassez de recursos e restrições ambientais, o que requer uma compreensão aprofundada do problema para realizar uma análise adequada das opções viáveis e sua devida priorização (EPL, 2019). A Figura 51 apresenta os elementos essenciais nas políticas públicas implementadas no setor de infraestrutura.

Figura 51: Elementos indispensáveis nas escolhas de políticas públicas



Fonte: EPL (2019)

5.4.2 Tomada de decisão nos projetos de infraestrutura de transportes

O processo de tomada de decisão indispensável no planejamento de projetos de infraestruturas de transportes - faz parte do cotidiano da sociedade, podendo ser visto como a ação de escolher a melhor opção entre alternativas existentes, analisando os ganhos e as perdas. Segundo Araújo, Lucena e Nobre (2018, p. 2), “na esfera pública, o processo de tomada de decisão ocorre no planejamento e na execução da alocação de recursos, decisão esta que envolve não apenas o gestor público, mas a sociedade como um todo”. Mohr (2019, p. 60) afirma que “é necessário que a tomada de decisões governamental esteja aliada a um planejamento bem fundamentado, construído em conjunto com a sociedade para que seja efetivamente relevante, gerando impacto positivo na competitividade”.

O processo decisório é o procedimento que proporciona a escolha da melhor alternativa, sendo composto por quatro etapas, são elas: processamento das informações disponíveis; levantamento das alternativas possíveis; análise dessas opções e conclusão da decisão (MUTTI, BRIDI e MIRANDA, 2018).

Figura 52: Etapas do processo decisório



Fonte: Adaptado de Mutti, Bridi e Miranda (2018)

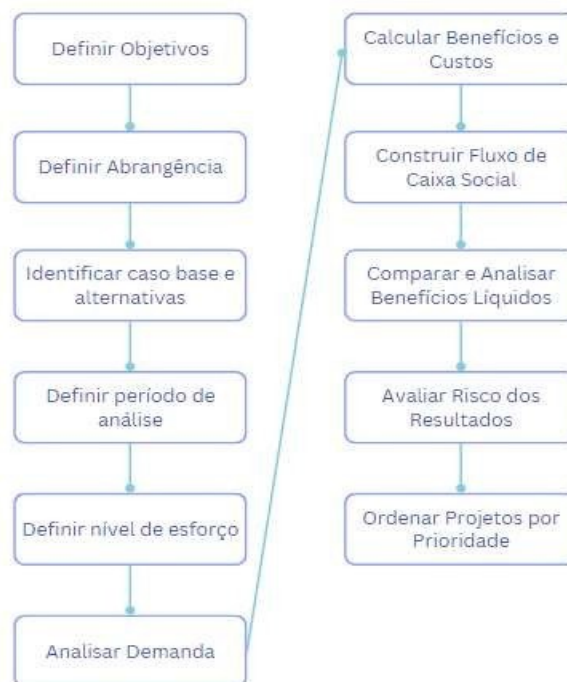
A obtenção e análise de relatórios, pesquisas e documentos que abordem dados e informações, levando em consideração critérios técnicos, socioeconômicos e ambientais, são fundamentais para embasar o processo de tomada de decisão e possibilitar escolhas coerentes e consistentes. Além disso, a utilização de ferramentas e metodologias adequadas para o processamento e análise desses dados é indispensável.

No caso da malha ferroviária brasileira, sua forma de desenvolvimento gerou diversos problemas que impactam negativamente sua operação e dificultam seu crescimento. Para minimizar as implicações desses fatores críticos em novos projetos ferroviários, é essencial realizar um diagnóstico abrangente e considerá-los desde o início do planejamento. O uso de metodologias adequadas na análise é fundamental para obter resultados positivos.

5.4.2.1 Análise custo--benefício

Segundo a EPL (2019, p. 6), “a análise custo-benefício é a avaliação dos custos e dos benefícios de um determinado projeto em relação a um cenário base”. Para realizar essa análise, é necessário corrigir os custos e benefícios envolvidos, buscando utilizar os recursos públicos de forma racional. A EPL (2019) recomenda a adoção de 11 passos, conforme mostrados na Figura 53, sendo que o sétimo passo se divide em três cálculos: valor do tempo para cargas (estimativa do custo de oportunidade do transporte de cargas), valor do tempo para as pessoas (suposição do custo do deslocamento das pessoas em suas atividades) e segurança operacional (valor decorrente da redução de acidentes).

Figura 53: Os 11 passos da ACB



Fonte: adaptado de PNL (2019)

Dinis (2015) destaca que a análise de custo-benefício frequentemente não leva em consideração os custos e benefícios sociais, enquanto Sehn (2009) ressalta que alguns critérios sociais importantes não podem ser mensurados monetariamente. Quando surge a necessidade de incluir na análise um parâmetro cujo valor seja difícil ou improvável de ser avaliado adequadamente por essa metodologia, é recomendado utilizar um método complementar para abordar todos os aspectos de maneira adequada.

Apesar de suas limitações, Sehn (2009) afirma que essa metodologia é amplamente difundida na literatura e na prática, sendo especialmente aplicada em projetos de infraestrutura, como aponta Dinis (2015). A análise de custo-benefício é utilizada em países como Austrália, Estados Unidos, Nova Zelândia, Reino Unido e União Europeia (EPL, 2019).

5.4.2.2 Análise custo-efetividade

Segundo Gonçalves et al. (2017, p. 7), "a análise custo-efetividade é uma avaliação microeconômica, constituindo uma análise comparativa de custos alternativos de ação tanto em termos de custos como de resultados obtidos com as intervenções realizadas". A análise custo-efetividade (ACE) avalia o custo em unidade monetária e o divide pelo desfecho (Figura 54), que se trata de uma unidade não monetária que é a melhoria obtida pela aplicação do projeto (GOLÇALVES ET AL, 2017).

Figura 54: Relação entre custo e desfecho



Fonte: adaptado de Gonçalves et al (2017)

Dinis (2015) menciona que a análise ACE é empregada quando a mensuração dos benefícios em termos monetários se torna muito complexa ou impossível, e essa metodologia possui três aspectos fundamentais, apresentados no Quadro 9.

Quadro 9: Aspectos fundamentais da ACE

Aspecto	Descrição
Economia	Custo dos recursos aplicados ou adquiridos
Eficiência	Relação entre os níveis de produção dos bens ou serviços e os recursos usados na sua produção
Eficácia	Relação entre os resultados esperados e os resultados obtidos pelo projeto

Fonte: Dinis (2015)

Segundo Sehn (2009), a ACE é pouco utilizada na prática para projetos de infraestrutura de transportes, principalmente devido à dificuldade em sua determinação, uma vez que requer informações detalhadas. No entanto, a ACE pode ser utilizada em conjunto com a análise custo-benefício, de forma complementar.

5.4.2.3 Análise custo--utilidade

A análise custo-utilidade confronta os custos com resultados de uma intervenção, sendo uma forma mais refinada da análise custo-efetividade. Sehn (2009) afirma que a principal diferença entre as metodologias ACE e ACU é a clareza na comparação entre os benefícios e as consequências, o que permite avaliar a intervenção de forma qualitativa e quantitativa.

De acordo com Motta (1998, p. 65), "a ACU é uma análise muito custosa, e assim, estaria acima da capacidade institucional, do compromisso político e da aceitação social nos países em desenvolvimento". Atualmente, a ACU é bastante utilizada na área da saúde para a avaliação de doenças crônicas e degenerativas.

5.4.2.4 Análise multicritérios

A análise multicritérios é uma técnica qualitativa-quantitativa que busca auxiliar um agente decisor na tomada de decisão, apontando a melhor solução para um problema complexo, considerando as diversas variáveis relevantes que devem ser atendidas (JANUZZI; MIRANDA E SILVA, 2009).

Essa metodologia torna o processo de tomada de decisão mais racional e robusto, o que é importante para projetos na área de transportes, onde é necessária

a avaliação de aspectos técnicos, econômicos, sociais, políticos e ambientais (BARBIERI; INÁCIO E LIMA, 2016). Os passos indicados para sua aplicação encontram-se elencados na Figura 55.

Com os passos definidos, pode-se recorrer a diversas técnicas quantitativas e qualitativas para a decisão (DINIS, 2015). De acordo com DINIS (2015), nesta metodologia constrói-se uma matriz de avaliação na qual são colocados, em um eixo, os critérios de avaliação e, no outro, as alternativas. A decisão costuma ser tomada através da comparação da média ou soma ponderada pelo peso atribuído a cada critério.

Figura 55: Passos para a aplicação de uma análise multicritérios



Fonte: adaptado de Jannuzzi Miranda; Silva (2009)

5.4.2.5 Método de Análise Hierárquica

O Método de análise hierárquica (AHP) baseia-se em conceitos de matemática e filosofia e pode ser utilizado na tomada de decisão (RIBEIRO, 2016). Segundo Ribeiro (2016), o método AHP possui dois mecanismos de avaliação: Hierárquico e Analítico, que compõem as duas etapas básicas para a aplicação do método.

O primeiro é a estruturação do problema. De acordo com Mutti, Bridi e Miranda (2018, p.71), essa etapa deve ser realizada de forma semelhante a uma

estrutura de árvore, onde o objetivo principal é a raiz, que se divide em fatores mais específicos até chegar às folhas. A estrutura, exemplificada na Figura 56, deve ser construída de modo que todos os itens em um mesmo nível possuam o mesmo grau de importância, e as características apresentadas nesse nível sejam independentes das apresentadas nos demais níveis (RIBEIRO, 2016).

Figura 56: Exemplo de estruturação para aplicação do método AHP



Fonte: adaptado de Ribeiro (2016)

O segundo é a modelagem, que consiste na aplicação do método. A versão clássica do método realiza uma comparação par a par dos elementos de mesmo nível hierárquico, sem considerar as propriedades dos outros elementos, resultando em uma matriz de decisão quadrada, conhecida como Matriz Dominante (MUTTI, BRIDI e MIRANDA, 2018). A escala utilizada para as comparações é mostrada no Quadro 10.

Quadro 10: Escala fundamental do método AHP

Importância	Importância de um elemento sobre o outro	Justificativa
1	Equivalente	Mesma contribuição para o objetivo
3	Pequena	Experiência e julgamento favorecem um pouco um dos elementos
5	Grande ou essencial	Experiência e julgamento favorecem muito um dos elementos
7	Grande ou demonstrada	Experiência e julgamento favorecem muito um dos elementos, com dominação demonstrada na prática
9	Absoluta	A evidência favorece um elemento em relação a outro com alto grau de certeza
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários	Condição de compromisso entre duas definições

Fonte: adaptado de Mutti, Bridi e Miranda (2018)

5.4.2.6 Matriz SWOT

Silva et al. (2011) explicam que a matriz SWOT é utilizada principalmente para avaliar a competitividade de uma organização, considerando quatro variáveis, sendo duas delas internas da organização (*Strengths* - forças) e (*Weaknesses* - fraquezas), e duas externas (*Opportunities* - oportunidades) e (*Threats* - ameaças). A matriz pode ser montada conforme mostrado na Figura 57, e em cada quadro devem ser adicionadas as informações levantadas.

Figura 57: Esquema da matriz SWOT



Fonte: UFPEL (2019)

As forças são as vantagens que a organização possui em relação aos concorrentes, enquanto as fraquezas são os pontos que podem prejudicar o andamento da mesma (SILVA *et al*, 2011). As oportunidades são as influências externas à organização que podem afetá-la de forma positiva, e as ameaças são os fatores externos que podem impactá-la negativamente, prejudicando-a (SILVA *et al*, 2011).

A análise posterior dessas informações deve compreender como elas podem afetar a organização, e a partir das conclusões obtidas, podem ser elaboradas estratégias. Devido à facilidade de aplicação dessa metodologia, atualmente, ela é utilizada em diversos campos, podendo servir para diversas áreas, apoiando o processo de tomada de decisão.

5.4.2.7 Matriz GUT

A matriz GUT é uma ferramenta bastante utilizada pelas organizações para priorizar problemas a serem resolvidos, atividades a serem executadas e tomada de

decisões em geral. Nessa matriz, são analisados três aspectos: gravidade, urgência e tendência (ALVES *et al.*, 2017).

A gravidade indica os impactos a longo prazo que serão ocasionados pela falta de resolução do problema. A urgência aponta o tempo disponível para solucionar o problema, considerando o impacto em relação aos resultados. A tendência observa o padrão de evolução do problema ao longo do tempo.

Para utilizar essa metodologia, é possível criar uma lista com as informações relevantes para a situação em estudo e, em seguida, analisar cada item listado considerando os três aspectos da matriz. Para cada um desses aspectos, atribui-se um peso de 1 a 5, em que o valor 1 indica prioridade leve e o valor 5 indica prioridade extrema. A Figura 58 apresenta um esquema para a aplicação desse método.

Figura 58: Utilização da matriz GUT



Fonte: PHS Brasil (2023)

5.4.2.8 Modelo dos cinco casos

De acordo com o Ministério da Economia (2020), em 2019 foi iniciada uma parceria técnica entre a Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura (SDI) e a Autoridade de Projetos do Reino Unido (IPA), entidade responsável por cuidar dos projetos de infraestrutura desde sua concepção até a contratação do empreendimento. Nessa parceria, a IPA está fornecendo treinamentos sobre a

metodologia utilizada no Reino Unido para as análises necessárias, conhecida como modelo dos cinco casos (Five case model - 5CM).

O 5CM analisa cinco dimensões do projeto, respondendo às perguntas-chave mostradas na Figura 59. As respostas são estruturadas em um formato padrão, visando estudar todos os aspectos importantes para a contratação, execução e operação do projeto em análise.

Figura 59: Perguntas-chave modelo dos 5 casos



Fonte: adaptado de Guia ACB de Infraestrutura (2020)

Segundo o Ministério da Economia (2020), ao avaliar cada etapa, pode-se fornecer uma justificativa racional para o projeto, demonstrando que várias opções foram consideradas para a solução do problema em estudo e que a melhor foi selecionada. Resumidamente, na abordagem 5CM verifica-se a viabilidade comercial do projeto, demonstra-se que os custos de investimento e operacionais podem ser financiados com os recursos do projeto e descrevem-se os responsáveis pelo projeto, comprovando que possuem as qualificações e experiências necessárias. (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

A avaliação multidimensional utilizando esse método prevê um processo iterativo de desenvolvimento das etapas, considerando as informações e o nível do projeto em cada fase, como resumido na Figura 60.

Figura 60: Resumo da estrutura iterativa do 5CM



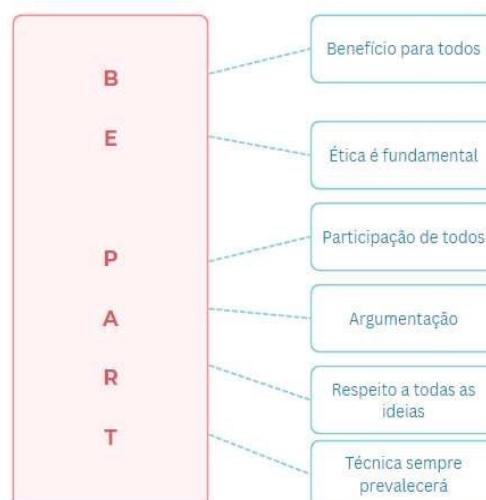
Fonte: adaptado de Guia ACB de Infraestrutura (2020)

5.4.2.9 Método BE PART

Mohr (2019, p. 121) desenvolveu a metodologia "BE PART" que tem a missão de proporcionar a "construção de um planejamento participativo supragovernamental de infraestrutura de logística de transportes". A visão definida por Mohr (2019, p. 121) para esse método é a de "ser reconhecido como um plano de logística de infraestrutura perene".

O plano determinado pelo "BE PART" deve ser efetivado nos três níveis: estratégico, tático e operacional. Cada letra componente do nome dessa metodologia significa um de seus valores, conforme mostrado na Figura 61.

Figura 61: Valores do método "BE PART"



Fonte: adaptado de Mohr (2019)

Mohr (2019) afirma que os benefícios devem visar a coletividade, e não favorecer indivíduos ou grupos específicos. Para o autor, é necessário atuar com ética, fazendo com que os processos sejam sempre transparentes.

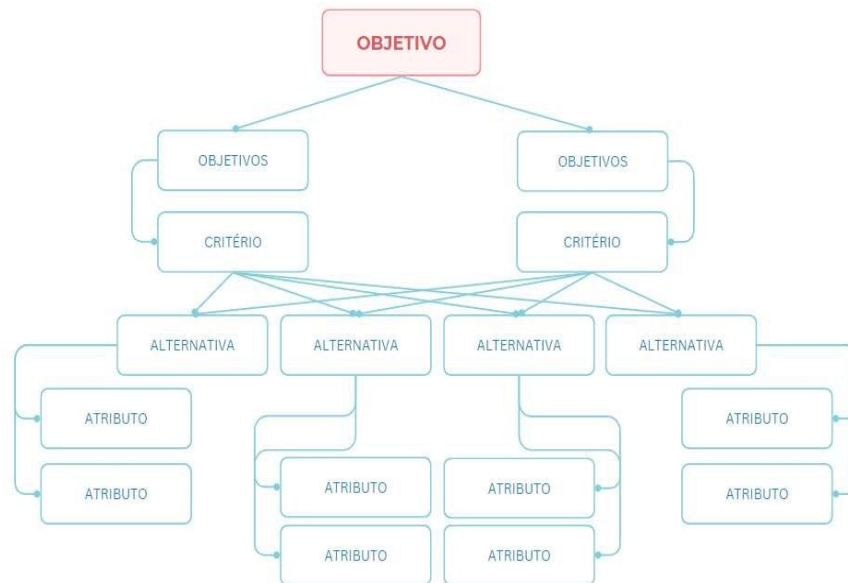
Ele destaca também que é importante a participação de todos os grupos da sociedade civil organizada e poder público - não apenas na fase de planejamento, mas também na fase de execução. Deve-se utilizar a argumentação para que a melhor solução possa ser construída a partir de diferentes pontos de vista, com a decisão final considerando conhecimentos técnicos acerca do assunto.

5.4.2.10 Árvore de decisão

As árvores de decisão são uma forma de representação gráfica bastante usada no processo de tomada de decisão, utilizando a estratégia de "dividir para conquistar" para a estruturação de problemas (VALE, 1999).

Segundo Silva et al. (2008), cada nó da árvore de decisão é o critério que será utilizado para a ramificação gerada por este, enquanto cada ramo representa um cenário existente e cada folha simboliza as alternativas para a solução desse problema. As subdivisões são feitas até que todas as alternativas de um nó estejam no mesmo nível. A árvore divide a questão que está sendo analisada em subconjuntos para os quais pode-se atribuir um valor, e elas podem ficar demasiadamente grandes se existirem muitas alternativas a serem analisadas (VALE, 1999). A Figura 62 mostra um esquema genérico de estruturação em árvore.

Figura 62: Exemplo de representação de uma árvore de decisão genérica



Fonte: elaboração própria

De acordo com Vale (1999, p. 27, *apud* J.Q. SMITH, 1988, p.18), "o algoritmo de solução de uma árvore de decisão fornece o curso ótimo de ação, ou seja, como se deve agir em função dos resultados de vários eventos que são incertos no momento da tomada de decisão".

5.4.3 Principais dificuldades no processo decisório de projetos ferroviários e contribuições para melhorias na implementação

De acordo com Williams et al (2019), as escolhas mais importantes são feitas na fase de "front-end" do projeto, que envolve as etapas entre a ideia inicial e o momento em que o projeto é definido como de alta qualidade e é possível confiar em seu sucesso.

Priemus (2010) afirma que o caminho entre a concepção e a concretização de projetos de infraestruturas, como as ferrovias, é longo e tortuoso, e muitas "armadilhas" podem surgir, especialmente nas fases iniciais da tomada de decisão. Para o autor, um projeto é uma solução, o que implica na existência de um ou mais problemas a serem resolvidos. Os itens a seguir trazem as principais dificuldades na tomada de decisão e sugestões para amenizar essas adversidades

5.4.3.1 Falta de alternativas de projeto

De acordo com Williams et al (2019), muitos projetos são selecionados com base em premissas de grupos de interesse, sem considerar várias alternativas,

incluindo a opção de não fazer nada, o que acaba resultando em projetos mal sucedidos.

Segundo Williams et al (2019), pode haver um equívoco na afirmação de que a falta de informação gera más decisões de projetos. A existência de informações limitadas, mas bem selecionadas, pode evitar o que é conhecido como "paralisia da análise", que ocorre quando muitas informações detalhadas são apresentadas muito cedo.

É importante ter conhecimento da malha ferroviária brasileira atual e de seus fatores críticos para gerar alternativas que visem a redução gradual desses problemas.

5.4.3.2 Falta de um programa funcional de requisitos

Priemus (2010) afirma que os engenheiros costumam focar demais nas especificações dos projetos, e os critérios e valores que os projetos devem atender raramente ficam claros.

Segundo Costa et al (2013), a falta de requisitos de projeto claros prejudica a sustentabilidade econômico-financeira dos projetos. A criação de requisitos mais robustos ajudaria a evitar esse problema (COSTA *et al*, 2013). Além disso, para evitar orçamentos exagerados e prazos ultrapassados, é importante estar ciente da dinâmica de mercado e da descontinuidade política (PRIEMUS, 2010).

Priemus (2010) sugere ainda que o uso de um programa concreto de requisitos funcionais é capaz de criar um espaço para as licitações no qual os participantes competem não só pelo preço, mas também pela qualidade e inovação tecnológica.

5.4.3.3 Falta de participação das partes interessadas

De acordo com Vuorinen e Martinsuo (2018), os projetos de ferrovias envolvem diversos interessados, devido às suas grandes dimensões e importância. Esses autores afirmam que estudos recentes mostram que ignorar as necessidades do público pode causar uma agitação social, que gera ações coletivas de resistência da comunidade contra o projeto.

Segundo Mouette (1993), os processos de projetos de infraestrutura de transportes devem envolver os três principais agentes: a comunidade, que é formada por usuários ou não do sistema; o planejador, que usa ferramentas e técnicas para

colher e analisar os dados para elaboração e acompanhamento do projeto; e o decisor, que decide qual, quando e como será implementado o projeto, sendo geralmente um órgão governamental em obras públicas.

Mohr (2019) e Vuorinen e Martinsuo (2018) enfatizam a importância da participação de todas as partes interessadas no projeto no processo de planejamento e tomada de decisão.

O uso de metodologias que visam estimular a participação da sociedade no planejamento e na tomada de decisão em projetos e em planos de transportes e logística, como o Método "BE PART", também é uma alternativa.

5.4.3.4 Descontinuidade política

Segundo Priemus (2010), grandes projetos levam muitos anos para serem implementados, normalmente mais do que a duração de um governo, e as mudanças em nível nacional, regional e local podem causar alterações abruptas e até mesmo a descontinuidade (abandono) do projeto. O autor recomenda que o propósito esteja bem claro e a justificativa seja bem elaborada para minimizar os problemas nas mudanças de governo.

Mohr (2019) comenta sobre a necessidade de construir planos de logística que sejam supra-governamentais e reafirma que é necessária a participação de todas as partes interessadas no planejamento de transportes.

Um planejamento que transcenda os limites de um ou mais mandatos governamentais e que, principalmente, considere a visão do usuário, de universidades, de entidades de representação de classe e da sociedade civil, somando ainda as contribuições já existentes ou possíveis em todas as fases do projeto (planejamento, execução, verificação e ações de melhoria) (MOHR, 2019 p. 31).

Mohr (2019) sugere a adoção do Método "BE PART", desenvolvido por ele, como uma ferramenta para a criação de um plano de infraestrutura de logística de transportes.

5.4.3.5 Dinâmica de mercado

De acordo com Priemus (2010), grandes projetos têm suas estimativas baseadas em suposições sobre a oferta e demanda, e conseqüentemente sobre a evolução dos preços. O autor também comenta que muitos fatores entram em jogo, como a disponibilidade de profissionais qualificados, fornecedores de matérias-

primas e materiais para a execução do projeto, evolução dos preços de combustíveis e energia, mercado de terras, situação econômica do país, inflação e mercado de capitais, como taxas de juros a longo prazo.

Pode-se perceber aqui que quatro gargalos da malha ferroviária brasileira apontados estão diretamente relacionados com essa dificuldade da tomada de decisão: segurança para investidores, regulamentação do setor ferroviário, dependência da importação de materiais e equipamentos, e falta de centros de formação profissional.

Priemus (2010) sugere ainda a aplicação de técnicas de cenário e a realização de análises de sensibilidade para tentar lidar com a imprevisibilidade do mercado.

5.4.3.6 Identificação e alocação de riscos

Segundo Priemus (2010), os escopos normalmente não estão associados apenas à infraestrutura a ser construída, mas também ao desenvolvimento de uma região. É necessário um grande esforço para conseguir conciliar um grande projeto com a cidade, a paisagem e o ambiente natural, e a realização desses projetos envolve riscos em suas diversas etapas.

De acordo com o PMI (2017), é fundamental realizar o gerenciamento dos riscos com o objetivo de reduzir os impactos dos riscos negativos e aumentar as chances de ocorrência dos riscos positivos, contribuindo para o sucesso do projeto. O PMI (2017) apresenta sete passos para o gerenciamento de riscos do projeto (Figura 63).

Figura 63: Passos envolvidos no gerenciamento de riscos



Fonte: adaptado de PMI (2017)

De acordo com o PMI (2017), durante o gerenciamento de projetos, é importante abordar todos os tipos de riscos. Muitos projetos tendem a se concentrar apenas nos riscos relacionados a eventos incertos, negligenciando os riscos que não estão diretamente ligados a eventos (PMI, 2017). Segundo o PMI (2017), esses riscos incluem a variabilidade e a ambiguidade. O risco de variabilidade refere-se a incertezas relacionadas às características-chave, atividades ou decisões planejadas, enquanto o risco de ambiguidade refere-se a incertezas sobre o que pode ocorrer.

O PMI (2017) recomenda o uso da análise de Monte Carlo para lidar com os riscos de variabilidade. A fim de evitar problemas de ambiguidade, o PMI (2017) sugere a definição das áreas afetadas por esse problema. Por sua vez, Priemus (2010) propõe uma maior flexibilidade para lidar com os efeitos das mudanças políticas e de mercado, indicando que isso pode ser alcançado por meio da divisão do projeto e da execução em componentes gerenciáveis e com decisões políticas tomadas em fases específicas.

Priemus (2010) ressalta que os governos, incluindo o governo brasileiro, estão cada vez mais investindo em parcerias público-privadas, e sugere que os riscos nesses casos sejam compartilhados entre o setor público e o investidor privado. No

caso dos riscos de sobreposição, ele indica que esses podem ser reduzidos por meio do gerenciamento de interfaces.

5.4.3.7 Conclusão da decisão

Para Bazerman (2004; *apud* SANTOS e WAGNER, 2007), As pessoas não são tomadoras de decisão ruins, mas não seguem o comportamento racional necessário. O motivo para isso é uma questão que os pesquisadores da área de tomada de decisão procuram responder.

De acordo com Malakooti (2010; *apud* MUTTI, BRIDI e MIRANDA, 2018), a conclusão da decisão é influenciada pelas características individuais do decisor. Existem quatro tipos de bloqueios mentais que podem afetar a tomada de decisão: dificuldade em se decidir e tendência a falar mais do que agir; agir por impulso, sem considerar todas as alternativas possíveis; ansiedade decorrente do medo de tomar uma decisão inadequada; falta de ação devido à falta de percepção da necessidade de agir.

5.4.3.8 Potenciais benefícios na resolução dos entraves ferroviários no Brasil

Com o intuito de incentivar a melhoria da malha ferroviária brasileira, o Quadro 11 demonstra os principais entraves encontrados para o crescimento do modal ferroviário no Brasil, juntamente com sugestões para aprimorá-lo e os principais benefícios que a correção desses gargalos poderia trazer para o desenvolvimento do modal.

Quadro 11: Principais entraves e potenciais benefícios

Gargalo	Solução	Potenciais benefícios
Baixa densidade da malha	Plano de incremento de malhas, com destaque para as regiões sudeste e nordeste	Maior equilíbrio na matriz de transportes brasileira, redução do custo logístico e crescimento do modal no mercado interno.
Adoção de bitolas variadas	Plano para a transição para uma bitola única, sendo recomendada a bitola métrica devido aos menores custos para essa alteração e a integração com a Bolívia e países do Cone Sul. Destaca-se que essa alteração teria um custo bastante elevado.	Integração das malhas brasileiras, maior facilidade na compra de materiais e equipamentos, maior eficiência devido à diminuição de tempo nas conexões.
Invasões na faixa de domínio	Remoção das edificações existentes na faixa de domínio nos casos viáveis e construção de variantes ou contornos ferroviários nos casos em que a remoção for inviável devido à alta densidade populacional.	Aumento da segurança, menos desgaste dos veículos ferroviários e possibilidade de desenvolver maiores velocidades.
Passagens de nível	Criação de passagens em desnível, contornos e variantes ferroviárias nas passagens críticas e melhorias de sinalização e programas educacionais para conscientização da população nos demais casos. Esses projetos são complexos e tem alto custo	Aumento da segurança, menos desgaste dos veículos ferroviários e possibilidade de desenvolver maiores velocidades
Uso de rampas e curvas acentuadas	Retilização de trechos críticos	Menos desgaste dos veículos ferroviários e possibilidade de desenvolver maiores velocidades
Baixa containerização	Investimento na aquisição de contêineres	Facilitação da integração entre os diferentes modais, maior eficiência na carga e descarga, padronização de equipamentos para nas operações e redução dos custos logísticos
Deficiências na interligação com outros modais	Investimento em projetos de terminais intermodais e na modernização de equipamentos	Facilitação da integração entre os modais de transporte, maior eficiência e diminuição dos custos logísticos

Fonte: adaptado de CNT (2015), Gomes (2020), Lacerda (2009) e Vuorinen e Martinsuo (2018)

Quadro 12: Principais entraves e potenciais benefícios (continuação)

Gargalo	Solução	Potenciais benefícios
Regulamentação do setor	Melhor definição das diretrizes, criação de regras para as lacunas ferroviárias e redução da complexidade de processos e burocracia.	Redução da burocracia e de lacunas regulamentares, facilitando as operações ferroviárias e incentivando investimentos e melhorias na malha brasileira.
Falta de segurança para os investidores	Criação de regulamentações e contratos que esclareçam as condições para os investidores, facilitação do acesso ao crédito e controle da inflação.	Aumento nos investimentos feitos nos projetos de infraestrutura no Brasil, incluindo os ferroviários.
Dependência da importação de materiais e equipamentos	Incentivos fiscais para aumentar a competitividade dos fornecedores nacionais.	Fortalecimento da indústria nacional, menor custo na compra de materiais e equipamentos, geração de empregos e renda, crescimento da economia brasileira.
Escassez de centros de formação profissionais	Criação de cursos profissionalizantes, de graduação e pós-graduação na área ferroviária.	Oportunidade para trabalhadores se qualificarem e serem capazes de alcançar oportunidades que ofereçam melhores condições de trabalho.
Cultura do rodoviarismo	Incentivos para a expansão do modal ferroviário.	Equilíbrio da matriz de transporte e diminuição dos custos logísticos.
Baixa participação das partes interessadas	Fortalecimento da comunicação entre as partes interessadas através de ferramenta apropriada.	A maior participação das partes interessadas nos projetos ajuda a integrar mais percepções acerca do mesmo, aumentando as chances de sucesso do empreendimento
Integração dos projetos com o ambiente	Elaboração de projeto de urbanização.	Redução dos impactos ambientais, sociais e urbanos dos projetos.

Fonte: adaptado de CNT (2015), Gomes (2020), Lacerda (2009) e Vuorinen e Martinsuo (2018)

6.5 PROJEÇÃO FUTURA

Segundo o Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) do governo, atualmente o Brasil possui apenas 8 projetos ferroviários em andamento, 27 aeroportuários, 29 rodoviários, 48 portos e terminais portuários, e apenas 1 projeto hidroviário, totalizando 113 projetos no setor de transportes no país (Figura 64).

Figura 64: Projetos em Andamento no setor de Transportes (PPI)



Fonte: PPI (2023)

Apesar do baixo número de projetos em andamento na atualidade, podemos perceber que, depois de muitos anos deixado de lado, o setor de transportes voltou a chamar atenção e interesse dos investidores e consequentemente dos governadores. Fica evidente na Figura 65 que os focos principais são nas infraestruturas de transporte e urbanas (iluminação pública, mobilidade urbana e resíduos sólidos).

Figura 65: Projetos em Andamento em todos os setores (PPI)



Fonte: PPI (2023)

Segundo estimativas do Ministério da Infraestrutura, ao longo de 30 anos, as ferrovias autorizadas têm o potencial de aumentar significativamente a participação desse modal no transporte de cargas no país, ultrapassando os 40% esperados para o período na última edição do Plano Nacional de Logística (PNL).

Recentemente, a VLI, uma empresa de logística controlada principalmente pela Vale SA, Brookfield e Mitsui, apresentou dois requerimentos propondo um investimento de R\$5 bilhões para desenvolver novos ramais, conectando-se aos trechos I e II da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL). Esse projeto visa aumentar consideravelmente o escoamento de minério de ferro em todo o território nacional, com foco principal na exportação.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho teve como objetivo explorar as mudanças socioeconômicas que surgem por meio das ferrovias ao longo do território do país. Para isso, foram realizadas diversas pesquisas, com o intuito de serem analisadas por meio de um método de análise comparativa, de acordo com critérios estabelecidos ao longo do trabalho.

O tema foi delimitado e as informações utilizadas foram filtradas, uma vez que o excesso de dados poderia levar a conclusões inadequadas e possivelmente incorretas. Dessa forma, a análise foi conduzida de maneira mais sucinta, utilizando índices que agregam diversos fatores socioeconômicos. Os critérios adotados foram qualitativos, pois as análises foram baseadas em descrição explanatória e cruzamento de dados presentes em artigos, pesquisas e estudos realizados anteriormente por especialistas do setor.

É importante notar que não há uma resposta exata para a solução deste trabalho, podendo variar de acordo com a avaliação dos critérios pelos avaliadores. De forma geral, é evidente o desenvolvimento proporcionado pelas ferrovias nos países que mais investem nesse modal, assim como na interligação dos diferentes modais de transporte. Além disso, fica evidente a falta de planejamento do Brasil em relação ao seu sistema de transporte e infraestrutura, resultando em momentos curtos e desordenados de evolução que acarretam maiores custos e perdas de eficiência para o país.

Da mesma forma, é notório o impacto e a correlação com outros setores, como o da indústria, além do avanço e melhoria na saúde econômica do país. No entanto, tanto a indústria brasileira quanto a economia como um todo enfrentam desafios, pois o excesso de burocracia e a falta de incentivos contaminaram o setor ao longo dos anos, dificultando o progresso econômico.

O novo marco regulatório traz uma nova esperança para o avanço das malhas ferroviárias ao longo do território, por meio de autorizações mais simplificadas e menos burocráticas do que as concessões anteriores. É possível observar o interesse do setor privado nessa nova fase, pois em apenas 6 meses o governo recebeu 79 pedidos de autorização para a construção de novas ferrovias, totalizando um potencial de investimento de R\$240,8 bilhões.

No entanto, é importante destacar que ainda não é possível ver esses projetos em andamento devido ao curto intervalo entre a aprovação do novo marco e o momento atual, em que as empresas ainda estão em busca dos documentos necessários e dos financiamentos

Espera-se, visto que a pesquisa nunca é finda, que futuros trabalhos, possam se inspirar e abordar os seguintes temas: o desenvolvimento do novo marco regulatório e seus pontos de atenção, analisar o processo de investimento realizado por alguma companhia devido ao novo marco regulatório, aprofundar o estudo de intermodalidade nos transportes e seu impacto socioeconômico, e incluir e relacionar o escoamento das mercadorias ao estudo, considerando a importância dos portos, aeroportos, ferrovias, rodovias e hidrovias para a sociedade.

REFERÊNCIAS

ABATE, V. **A visão da indústria ferroviária brasileira**. Engenharia, São Paulo, n.631, p. 73, 2016. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2016/12/14/edicao>. Acesso em: 1 de maio de 2023.

ABIFER. **Estatísticas de Produção. 2021**. Disponível em: <https://abifer.org.br/dados-setoriais/estatisticas-de-producao>. Acesso em: 1 de maio de 2023.

ABNT. **Norma Brasileira nº 7613, de 2020**. NBR 7613: Via férrea - Travessia Rodoviária - Determinação do grau de importância e momento de circulação. 4. ed. p. 1-20.

ABNT. **Norma Brasileira nº 15942, de 2019**. NBR 15942: Via férrea - Travessia Rodoviária – Passagem de nível pública – Classificação e requisitos para equipamento de proteção. 2. ed. p. 1-13.

ALVES, R. et al. Aplicabilidade da matriz GUT para identificação dos processos críticos: o estudo de caso do departamento de direito da Universidade Federal de Santa Catarina. **XVII Colóquio Internacional de Gestão Universitária**, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181033/101_00160.pdf?squeue=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 de abril de 2023.

ANTF. **Histórico. 2018**. Disponível em: <https://www.antf.org.br/historico/>. Acesso em: 20 de abril de 2023.

ANTF. **Informações gerais**: O setor ferroviário de carga brasileiro. 2020. Disponível em: <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

ANTT. **Lista de Concessões**. 2021a. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/concessoes-ferroviarias>>. Acesso em: 20 de abril de 2023.

ARAÚJO, R.J.R.; LUCENA, W. G. L.; NOBRE, C. J. F. **Comportamento ético na tomada de decisão governamental**: análise com base na dissonância cognitiva. XXI SEMEAD, 2018. Disponível em: <https://login.semead.com.br/21semead/anais/arquivos/896.pdf>. Acesso em: 4 de maio de 2023.

BATISTA, S. S. S.; CARVALHO, M. L. M. **Estudo sobre os cursos ferroviários nos anos de 1940 a 1960 a partir de revistas ferroviárias**. 2013. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/edur/a/tKzsSt4YVHXjKx5fYztrdFF/?lang=pt>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

BNDES. Ferrovias de Carga Brasileiras: Uma Análise Setorial, 2017.

Disponível em:

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14136/2/BNDES-Setorial-46_Ferrovias_P.pdf . Acesso em: 12 de maio de 2023.

BRASIL. Lei Nº 3.115, de 16 de março de 1957. Determina a transformação das empresas ferroviárias da União em sociedades por ações, autoriza a constituição da Rede Ferroviária S.A., e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l3115.htm. Acesso em: 05 de maio de 2023.

BRASIL. Lei Nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 11 de abril de 2023.

BRASIL. Lei Nº 8.031 de 12 de abril de 1990. Cria o Programa Nacional de Desestatização, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8031.htm. Acesso em: 11 de abril de 2023.

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 art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987compilada.htm. Acesso em: 11 de abril de 2023.

BRASIL. Lei Nº 11.033 de 21 de dezembro de 2004. Cria o Programa de Parcerias de Investimentos; altera a Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003 e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13334.htm. Acesso em: 11 de abril de 2023.

BRASIL. Medida provisória Nº 1.065 de 2021. Dispõe sobre a exploração do serviço de transporte ferroviário, o trânsito e o transporte ferroviários e as atividades desempenhadas pelas administradoras ferroviárias e pelos operadores ferroviários independentes, institui o Programa de Autorizações Ferroviárias, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.congressonacional.leg.br/materias/medidas-provisorias/-/mpv/149621> . Acesso em: 12 de abril de 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Projeto prorroga por um ano regime tributário especial do setor portuário. Câmara dos Deputados 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/> . Acesso em: 27 de abril de 2023.

CNI. **Perfil da Indústria Brasileira**. Disponível em: <https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/#/industria-total>. Acesso em: 04 de maio de 2023.

CNI. **Termômetro da Indústria Brasileira**. Disponível em: <https://termometro.portaldaindustria.com.br/>. Acesso em: 04 de maio de 2023.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho**. Brasília, 2015a.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de ferrovias 2015**. Brasília, 2015b.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Transporte e Economia: O Sistema Ferroviário Brasileiro**. Brasília, 2013.

COSTA, A. J. B. et al. **Novas concessões rodoviárias brasileiras**: requisitos de modelo conceitual para sustentabilidade econômica e financeira. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Adriano-Paranaiba/publication/273661052_NOVAS_CONCESSOES_RODOVIARIAS_BRASILEIRAS_REQUISITOS_DE_MODELO_CONCEITUAL_PARA_SUSTENTABILIDADE_ECONOMICA_E_FINANCEIRA/links/55082b0e0cf2d7a2812755d6/NOVAS-CONCESSOES-RODOVIARIAS-BRASILEIRAS-REQUISITOS-DE-MODELO-CONCEITUAL-PARA-SUSTENTABILIDADE-ECONOMICA-E-FINANCEIRA.pdf. Acesso em: 24 de abril de 2023.

DINIS, I. **Avaliação de projetos de desenvolvimento**. 2015. 26 slides. Disponível em: https://idinis.weebly.com/uploads/5/6/3/9/5639534/b4_-_analise_custo-beneficio_alternativas_.ppt.pdf. Acesso em: 28 de março de 2023.

DNIT. **Atlas de Infraestrutura Ferroviária**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/ferrovias/AtlasFerrovirioVersoFinal.pdf>. Acesso em 16 de maio de 2023.

DNIT. Escopo básico 01 (EB-01): Estudo de Viabilidade Técnica, econômica e ambiental – EVTEA de empreendimento ferroviário. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/ferrovias/instrucoes-e-procedimentos/procedimentos-para-elaboracao-de-evtea/escopo-basico-01.pdf>. Acesso em: 17 de maio de 2023.

DNIT. **Glossário dos termos ferroviários**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/glossarioterminosferroviarios.pdf>. Acesso em: 24 de abril de 2023.

DNIT. **Manual de implantação básica de rodovia**. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/glossarioterminosferroviarios.pdf>. Acesso em: 30 de março de 2023.

DNIT. ISF-2017: **Projeto de sinalização ferroviária**. 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/ferrovias/instrucoes-e-procedimentos/instrucoes-d-e-servicos-ferroviarios/isf-217-projeto-de-sinalizacao-ferroviaria.pdf/view>>. Acesso em: 25 de março de 2023.

DORNELES, S. D. **Análise de impacto da ferrovia Nova Ferroeste na segurança dos cruzamentos em nível da Região Metropolitana de Curitiba**. 2021. Dissertação submetida ao Programa de pós-graduação em Engenharia de Tráfego e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

EPL. **Manual de custo--benefício para projetos de infraestrutura de transporte**. 2019. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/metodologia-da-analise-de-custo-beneficio>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

EPL. **Plano Nacional de Logística: PNL 2035**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/participamaisbrasil/plano-nacional-de-logistica-pnl-2035>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

EPL. **Mapa Multimodal**. Disponível em: <https://ontl.epl.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/MapaMultimodal.pdf>. Acesso em: 02 de maio de 2023.

FANGQU, N. and FANG, W. **Economic Spatial Structure in China: Evidence from Railway Transport Network**. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China and School of Public Management, Inner Mongolia University, Hohhot 010020, China: 2022.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 32ª edição. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005.

GOMES, L. F. **O papel do transporte containerizado e a situação brasileira**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

IBGE. **Estatísticas**: Downloads. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 08 de maio de 2023.

IEA. **The Future of Rail**: Opportunities for energy and the environment, 2019. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/fb7dc9e4-d5ff-4a22-ac07-ef3ca73ac680/The_Future_of_Rail.pdf. Acesso em: 12 de maio de 2023.

IPEA. **Infraestrutura de Transportes**: Transporte Ferroviário. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/presenca/index.php?option=com_content&view=article&id=28&Itemid=18. Acesso em: 10 de maio de 2023.

IPEA. **Indicadores Territoriais**. Disponível em:
https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6859/1/BRU_n13_Indicadores.pdf
f. Acesso em: 10 de maio de 2023.

JACOB, E. K. **Classification and categorization: a difference that makes a difference**. 2004. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/32956263_Classification_and_Categorization_A_Difference_that_Makes_a_Difference. Acesso em: 30 de abril de 2023.

JANNUZZI, P. M.; MIRANDA, W. L.; SILVA, D. S. G. Análise multicritério e tomada de decisão em políticas públicas: aspectos metodológicos, aplicativo operacional e aplicações. **Informática Pública** ano 11, p. 69-87, 2009. Disponível em:
http://pbh.gov.br/informaticapublica/ANO11_N1_PDF/analise_multicriterio_e_tomada_de_decisao_em_Políticas_Publicas.pdf. Acesso em: 10 de maio de 2023.

KELLY, M. **Effect of Railroads on the United States**. 2020. Disponível em:
<https://www.thoughtco.com/effect-of-railroads-on-the-united-states-104724> . Acesso em: 10 de maio de 2023.

LACERDA, S. M. **Ferrovias Sul Americanas: A Integração Possível**. Revista do BNDES. Rio de Janeiro, v. 16, n. 31, jun. 2009

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. **Quantitativo Qualitativo: oposição ou Complementaridade?** Cad. Saúde Pública, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 239-262, 1993.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Guia Prático de Análise Custo--benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura**. Brasília, 2020.

MOHR, J. A. **Metodologia para a construção do planejamento participativo supragovernamental de infraestrutura logística de transportes**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

MOTTA, D., BASTOS, G. A. D., PINHEIRO, W., NOÉ, W. **Interferências entre as comunidades e as operações ferroviárias: Uma abordagem sustentável**. MRS Logística E Vale SA. Belo Horizonte, 2016. Disponível em:
<https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/18/1/Interfer%C3%A2ncias%20entre%20as%20comunidades%20e%20as%20opera%C3%A7%C3%B5es%20ferrovi%C3%A1rias%20-%20uma%20abordagem%20sustent%C3%A1vel.pdf> . Acesso em: 08 de maio de 2023.

MOUETTE, D. **Utilização do método de análise hierárquica no processo de tomada de decisão no planejamento do transporte urbano: uma análise voltada aos impactos ambientais**. 1993. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

MUTTI, C. N.; BRIDI, P. E. H.; MIRANDA, A. M. **Tomada de decisão e estratégias para a internacionalização da construção**. 1 ed. Florianópolis: Secco, 2018.

PMI. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Newtown Square, 2017.

PINHEIRO, A.C. e RIBEIRO, L.C., **A Regulação das Ferrovias**. Instituto Brasileiro de Economia, FGV, IBRE, 2017.

PRIEMUS, H. **Tomada de decisão em megaprojetos: derivando descontinuidade política e dinâmica de mercado**. EJTIR. Delf, 2010.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/44952096_Decision-making_on_Mega-projects_Drifting_on_Political_Discontinuity_and_Market_Dynamics. Acesso em: 11 de abril de 2023.

RIBEIRO, P. E. B. **Análise multicritério para implantação de projeto de sistema alternativo de geração de energia elétrica**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Curitiba, 2016.

SALES, F. E. **Fatores críticos de engenharia no processo de tomada de decisão em projetos ferroviários no Brasil**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil no Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

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

SANTOS, S. **Transporte ferroviário: história e técnicas**. São Paulo: Cengage Learning, 06 de fev. de 2011.

SEHN, D. **Avaliação econômica de projetos de infraestrutura de transportes: uma metodologia aplicada à tomada de decisão governamental**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Métodos de pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SILVA, W. V. et al. Avaliação da escolha de um fornecedor sob condição de riscos a partir do método de árvore de decisão. **Revista de Gestão USP**. São Paulo, v.15, n.3, 2008, p. 77 – 94.

SILVEIRA, M. R. **Transporte e logística: as ferrovias no Brasil**. Geosul. Florianópolis, v. 17, no 34, 2002, p. 63 – 86.

TAMAGUSKO, T. B. **Custo da falta de padronização das bitolas ferroviárias do Brasil**. 2013. Trabalho de conclusão de curso – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

THE WORLD BANK. Railway Reform: ***Toolkit for Improving Rail Sector Performance***. Washington, 2017. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/529921469672181559/pdf/69256-REVISED-ENGLISH-PUBLIC-RR-Toolkit-EN-New-report-date-2017-12-27.pdf> . Acesso em: 26 de fevereiro de 2023.

SANTOS, L. P.; WAGNER, R. Processo decisório e tomada de decisão: um dualismo. Ins: **SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, 2007.

VALE, J. L. V. **Análise de decisão**: uma abordagem comparativa entre modelagem por árvore de decisão e teoria de precificação de opções aplicada a “opções reais”. 1999. Dissertação (pós graduação) – MBA da Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1999.

VIANNA, G. **O mito do rodoviarismo brasileiro**. São Paulo: NTC&Logística, 2007.

VUORINEN, L; MARTINSUO, M. ***Value--oriented stakeholder influence on infrastructure projects***. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786318304745>. Acesso em: 23 de abril de 2023.