



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil
Curso de Graduação em Engenharia Civil



André Luís Batista dos Santos

**OPERAÇÃO LOGÍSTICA
DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGAS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Ouro Preto

2023

André Luís Batista dos Santos

Operação logística do transporte ferroviário de cargas no estado de Minas Gerais.

Trabalho Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Ouro Preto.

Data da aprovação: 04/09/2023

Área de concentração: Transporte de cargas

Orientadora: Prof^a. Marcela Paula Grobério, M.Sc. - UFOP

Ouro Preto

2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



FOLHA DE APROVAÇÃO

André Luís Batista dos Santos

Operação logística do transporte ferroviário de cargas no estado de Minas Gerais

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil

Aprovada em 04 de setembro de 2023

Membros da banca

MSc. Marcela Paula Grobério - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto

Dr. Geraldo Donizetti de Paula - Universidade Federal de Ouro Preto

Esp. Fernando Borges Campos - Universidade Federal de Ouro Preto

Marcela Paula Grobério, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 20/09/2023



Documento assinado eletronicamente por **Marcela Paula Groberio, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/09/2023, às 13:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0592287** e o código CRC **42DDCA76**.

*Dedico este trabalho aos meus pais, Geraldo
e Maria Aparecida, minha base e direção
para trilhar esta trajetória.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orixás e guias pela sabedoria, força e determinação. Agradeço também aos meus pais Geraldo e Maria Aparecida por cada gota de suor, conselhos e confiança em mim depositados. Ao meu irmão Gustavo e demais familiares, em especial, Murilo, Mercês e João Paulo.

Aos colegas e amigos da graduação, que pretendo levar para a vida, Danilo, Franciele, Victor A., Paola, Tamiris, João, Esther, Vítor F., Gabriel B., Mateus, Clauder, Gabriel A., Wenderson, Gustavo, Ana, Hugo, Bruna, Bárbara, Augusto e Edgar.

Agradeço à minha orientadora Marcela pela paciência, compreensão, disponibilidade e dedicação. A todo corpo docente, em especial, Arlene, Graciela, Hebert, Rogério, Edson, Diego, Júlia, Dulce Pereira, Hallak e Rodarte.

A cidade de Ouro Preto, UFOP, Escola de Minas, FG e república Moicana por me acolherem nesta caminhada.

RESUMO

A rede ferroviária existente no Brasil e no mundo, desde quando surgiu por volta de 1860 possui o importante papel no desenvolvimento das regiões em que atuam. Por um longo período, as ferrovias obtinham baixos investimentos causando a sua devastação em grande parte das vias. Contudo, no final do século XX, as ferrovias voltaram a receber incentivos através da “desestatização” /privatização da malha ferroviária, o que trouxe avanços significativos relacionados a investimentos, apresentando estruturas diferentes em cada ferrovia que será percorrida durante o projeto. A fim de contribuir para a literatura sobre o uso e eficiência do transporte ferroviário, o presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo de comparação entre as ferrovias que transportam cargas no estado de Minas Gerais. A partir do estudo de caso, foram observados parâmetros que influenciam no transporte de matérias-primas. O resultado deste trabalho aponta as diferenças e similaridades das ferrovias citadas. Também foram analisadas ferrovias que transportam carga tipo minério de ferro em outros países. Por fim, o desenvolvimento deste trabalho corroborou para o entendimento sobre as características físicas das ferrovias e na logística do transporte de matérias primas.

Palavras-chave: Sistema ferroviário. Malha Viária. Transporte. Cargas.

ABSTRACT

The existing railway network in Brazil and in the world, since when it appeared around 1860, plays an important role in the development of the regions in which they operate. For a long time, the railroads received low investments, causing devastation in most of the roads. However, at the end of the 20th century, the railways again received incentives through the “privatization” / privatization of the railway network, which brought significant advances related to investments, presenting different structures in each railway that will be discussed during the project. In order to contribute to the literature on the use and efficiency of rail transport, the present work aimed to carry out a comparison study between the railroads that transport cargo in the state of Minas Gerais. From the case study, parameters that influence the transport of raw materials were observed. The result of this work points out the differences and similarities of the mentioned railways. Railways that transport iron ore cargo in other countries were also analyzed. Finally, the development of this work corroborated the understanding of the physical characteristics of railways and the logistics of transporting raw materials.

Keywords: Rail system. Road Mesh. Transport. Loads.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de concessões de ferrovias no Brasil (2022) -----	15
Figura 2: Densidade das Malhas Ferroviárias -----	18
Figura 3: Malha ferroviária EUA -----	20
Figura 4: Rotas internacionais RZD International-----	22
Figura 5: Locomotiva Deutsche Bahn -----	23
Figura 6: Mapa da FCA -----	26
Figura 7 - Mapa da EFVM -----	27
Figura 8 – Mapa da MRS -----	28
Figura 9 – Mapa da RUMO-----	29
Figura 10 – Fluxograma do estudo-----	30
Figura11 – Comparativo percentual TU x TKU-----	34
Figura 12 – Número de acidentes-----	35
Figura 13 – VMP e Número de acidentes-----	36
Figura 10 – Manutenção e eficiência Operacional-----	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ferrovias Históricas -----	10
Tabela 2: Comparativo em TU -----	33
Tabela 3: Comparativo em TKU -----	33
Tabela 4: Comparativo de ferrovias mineiras-----	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparativo 2021 x 2022 (em milhões TKU) -----	12
Gráfico 2: Crescimento TU -----	16
Gráfico 3: Crescimento TKU -----	17
Gráfico 4: Crescimento PNL -----	18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivo	3
1.1.1	Objetivos Específicos.....	3
1.2	Metodologia	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1	O Comércio Exterior	5
2.2	O transporte.....	6
2.3	Os modais de transportes.....	7
2.3.1	Transporte ferroviário	7
3	FERROVIAS NO BRASIL	9
3.1	Breve histórico	9
3.2	Ferrovias históricas.....	9
3.3	Transporte ferroviário no Brasil.....	11
3.3.1	Transporte ferroviário de cargas – Cenário global	19
3.3.2	Estados Unidos da América	19
3.3.3	Rússia	21
3.3.4	Alemanha.....	22
4	PRINCIPAIS FERROVIAS BRASILEIRAS COM DESTAQUE PARA MINAS GERAIS	24
4.1	Breve Histórico das ferrovias em Minas Gerais.....	24
4.2	Ferrovias brasileiras com rotas em MG	25
4.2.1	FCA.....	25
4.2.2	EFVM.....	26
4.2.3	MRS	27
4.2.4	RMC.....	28

5	ESTUDO COMPARATIVO DE FERROVIAS MINEIRAS	30
5.1	Fluxograma.....	30
5.2	Desempenho em TU.....	31
5.3	Desempenho em TKU	33
5.4	TU x TKU	34
5.5	Segurança	34
5.6	VMP	35
5.7	Manutenção e eficiência operacional.....	36
5.8	Comparativo de ferrovias mineiras	37
6	CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES	38
6.1	Considerações finais	39
6.2	Considerações para trabalhos futuros	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O modal ferroviário é considerado um dos transportes terrestres mais eficientes quando se trata da movimentação de cargas e de pessoas. É importante, dependendo da demanda de produtos e no quesito volume, pois sua estruturação pode ser essencial para a logística, no caso das commodities, que asseguram a economia de um país.

Os avanços técnicos e econômicos têm trazido grandes favorecimentos para o sistema ferroviário e considerando a necessidade de transporte em áreas que cobrem grandes extensões como no caso o Brasil, com diversos tipos de produtos de ordem básica, a serem comercializadas em larga escala, grandes volumes e classificadas como produtos de baixo valor agregado que sustentam o produto interno bruto, PIB nacional.

No Brasil, tem sido registrado um significativo empenho da administração pública no apoio ao setor ferroviário, na modalidade de transporte de cargas, desde o início das concessões à iniciativa privada, impulsionada por necessidade de crescimento desse apoio logístico considerando o aumento no volume de produtos transportados e da condição da infraestrutura ferroviária, com melhorias na segurança e na qualidade do serviço entregue.

Minas Gerais, estado da Região Sudeste que é geograficamente estratégico comporta o corredor dos transportes, que conecta as diversas regiões do país e a poucos quilômetros da costa marítima, o que também abre portas para a rota no comércio das commodities. O estado tem assim contribuído com a economia do Brasil sob diversas circunstâncias como a exemplo a produção de muitas de suas riquezas minerais, agronegócio, indústria da transformação, bens e serviços que sustentam o giro econômico brasileiro frente aos desafios globais, o que tem exigido infraestrutura de base logística competitiva.

Os desafios para atender a diversificação da pauta exportadora brasileira, a partir do estado de Minas Gerais, requer empenho de ordem nacional de diplomacia comercial, para garantir espaços de fomento com oportunidades dentro desse mercado tão globalizado, como o das commodities. Isso devido à complexidade da conjuntura econômica global, que atualmente tem apresentado certa instabilidade na geopolítica.

Segundo a Fundação Getúlio Vargas, (FGV), (2023) a mensagem apresentada pelo Centro Brasileiro de Relações Internacionais, (CEBRI) em *policy paper* foi registada considerando o cenário político atual do Brasil: "As commodities desempenham ainda função econômica nos territórios que a produzem, uma vez que elas são mercadorias voltadas para o mercado externo. Existem muitas economias nacionais que dependem quase que totalmente da comercialização das commodities para a manutenção de uma balança comercial positiva, o que afeta tanto as relações exteriores quanto a dinâmica econômica interna desses mesmos países."

No Brasil o modal ferroviário não teve expressiva representatividade, com relação a forma obtida por outros países de grande extensão territorial.

A participação desse modal no país, por quilômetro útil, TKU variou nas décadas de 1980 e 1990, entre 20 e 23%. Este grau de utilização para o transporte de carga coloca o Brasil na companhia de diversos países europeus, como França e Alemanha que possuem extensão territorial significativamente menor que a nossa.

Além disso, a utilização do transporte ferroviário para cargas no Brasil é restrita ao segmento de curtas distâncias, em que as vantagens dos custos e serviços ferroviários não são significativas. Com observâncias, cabe ressaltar que para longas distâncias a participação do modal ferroviário é a menor dentre todos os modais de transporte no país.

Assim, este trabalho tem por objetivo colocar uma pauta de reflexão sobre a importância das ferrovias como vantagens e desvantagens comparativas, apresentando dados de cada uma das ferrovias de Minas Gerais e suas diferenças.

O trabalho está estruturado em 05 capítulos tratando dos seguintes assuntos: No capítulo 2 será apresentado os tipos de modais existentes e uma breve ênfase ao comércio exterior e no modal ferroviário. No capítulo 3 é abordado a história da ferrovia, as principais e primeiras ferrovias brasileiras, bem como um breve relato sobre cenário mundial, relatando sobre os países Estados Unidos, Rússia e Alemanha. No capítulo 4, será falado sobre as ferrovias de Minas Gerais e suas especificidades. No capítulo 5 será

apresentado o estudo comparativo das ferrovias mineiras. Por fim, no capítulo 6, as considerações e sugestões do presente trabalho de conclusão de curso.

1.1 Objetivo

O objetivo geral do presente trabalho é apresentar a operação logística do transporte ferroviário de cargas no estado de Minas Gerais.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Breve histórico das ferrovias;
- Apresentar a malha ferroviária brasileira com ênfase no estado de Minas Gerais;
- Comparativo das seguintes características: Desempenho em tonelada útil (TU), Desempenho em tonelada quilômetro útil (TKU), TU x TKU, segurança, Velocidade média de percurso (VMP) e Manutenção e eficiência operacional.

1.2 Metodologia

Neste trabalho foram desenvolvidas análises do sistema ferroviário de quatro empresas que atualmente transitam pelo estado de Minas Gerais, são elas: FCA - Ferrovia centro atlântica, EFVM - Estrada de ferro Vitória Minas, MRS Logística e RMC - Rumo malha central.

As principais informações que alimentaram a base de dados para elaboração do trabalho foram buscadas em sites do governo, como ANTT - Agência nacional de transportes terrestres e ANTF - Associação nacional dos transportes ferroviários. Outras fontes de pesquisa foram importantes para a obtenção de informações sobre as ferrovias, principalmente os próprios sites das empresas.

As informações coletadas são referentes ao ano de 2022, que por ser um ciclo fechado possibilitou a comparação dos dados e assim foi possível tirar conclusões importantes para o estudo. Foram feitas correlações com a confrontação de dados afim de elaborar uma comparação justa entre as ferrovias

estudadas. Considerou-se importantes nortes de parâmetro na análise, como desempenho, segurança, eficiência operacional e logística.

As conclusões deste estudo servirão para expor as principais deficiências de cada malha ferroviária, a fim de elencá-las e direcionar de maneira otimizada futuros investimentos. Também se destacou os pontos positivos de cada ferrovia, de modo que sirva de exemplo para as demais empresas, assim pode-se implementar melhorias para o modal ferroviário no estado de Minas Gerais e no Brasil como um todo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante este capítulo, serão apresentados os tipos de modais de transportes que mais são utilizados na atualidade, bem como seus benefícios e malefícios no Brasil, que irá servir de fundamentação para a presente monografia.

2.1 O Comércio Exterior

O comércio exterior, ao longo da evolução da humanidade sempre esteve presente como fomento da interação entre nações. E, em cada fase decorrida dessa história vivida, se processava no tempo informações com poucos recursos de serem mais bem negociadas. Os escambos ocorriam conforme as possibilidades reais que cada nação detinha e através de suas divisas, muitas vezes continentais que os limitavam nos serviços de importação e exportação minoradas de seus produtos, de forma geral.

A tecnologias desenvolvidas sempre permearam como facilitadoras dos meios de transportes desenvolvidos e na medida em que os negócios também se destacavam como forma de domínio entre os povos. Com tudo isso, os meios de transporte foram se tornando cada vez mais eficientes, buscando sempre elevar a capacidade de tramitação das cargas, diminuindo as distâncias e aumentando as relação comerciais, tanto no comércio exterior quanto nos processos desenvolvidos dentro de seus territórios nacionais.

Para o autor MALUF (2003, p. 23), comércio exterior é:

É a relação direta de comércio entre dois países ou blocos. São as normatizações com que cada país administra seu comércio com os demais, regulando as formas, métodos e deliberações para viabilizar este comércio.

A exportação e a importação dos produtos/mercadorias entre países têm como premissa o suporte para o desenvolvimento comercial, social globalizado. As tecnologias são ferramentas necessárias que assessoram o comércio interior/exterior e a alavanca exponencialmente a depender das políticas e

expertises dos atores envolvidos e, os investimentos tenham seu retorno garantido em bens capitais para um país.

Uma vez motivado o relacionamento entre países ocorre a formatação de uma rede de comércio de produtos diversos, motivo que os assegura tanto na abundância ou até na falta dela.

No território brasileiro, o comércio externo trouxe uma importante contribuição para a economia nacional, uma vez que possibilitou a expansão dos mercados interno e externo, que reduz impostos, aumentando as divisas de conhecimento, reconhecimento de seus valores no contexto mundial. Permitindo oportunidades de crescimento na indústria das coisas, em áreas diversas do consumo de produtos para a sociedade, como áreas da educação, saúde, moradia e lazer, fundamento assim um país.

2.2 O transporte

No que tange às relações comerciais externas, é importante visualizar os sistemas de transportes existentes como formato possível de se movimentar os produtos/mercadorias. Antigamente, o transporte era realizado através da tração humana, como relata KEEDI (2003, p. 25):

O início deu-se com a tração humana, o simples ato de o homem levar um objeto de um lugar para o outro, pelas mãos ou em suas costas. Isto pode ser considerado como o ponto de partida do conceito de transporte para o ser humano, que foi se aperfeiçoando através do uso de objetos que facilitassem este transporte como: cestas, carroças, plataformas carregáveis por várias pessoas, etc.

A necessidade de transportar coisas eminente da sociedade em se sustentar com mais eficácia foram criados novos meios de transporte, iniciando com a tração animal seguido do transporte aquaviário, que permitiu novos rumos, empreendimentos que apontam como principais indicativos acerca da evolução da sociedade.

Esses processos rudimentares de transportes terrestres e aquaviários prevaleceram durante milênios. No entanto, com a Revolução Industrial, no século XVIII, que criou o trem e o barco a vapor, esses sistemas tomaram um grande impulso, atingindo um ritmo vertiginoso de desenvolvimento nos dois séculos seguintes (KEEDI, 2003, p. 28).

A evolução da aplicação de estudos e conhecimentos a partir da lógica

permitiu os processos da universalidade dos direitos sociais, melhoria generalizada das condições de vida, crescente produção originárias do setores agrícola e industrial, o correlativo crescimento dos serviços fundamentando o setor de transporte e os novos caminhos da vida em sociedade.

O salto na evolução das coisas após a revolução industrial contribuiu de forma significativa e positivamente para com as relações comerciais internas e externas dos países, unido ainda mais os continentes. E, de forma geral foi permitindo novos empreendimentos, melhorias no transporte e formas de exploração dos territórios e, nisso, se destaca o Brasil, dependente de novas oportunidades para o crescimento dessa extensão territorial gigantesca que possui, enquanto país.

2.3 Os modais de transportes

Os modais de transportes são importantes e fundamentais para que a relação advinda do comércio interior/externo aconteça de forma efetiva, uma vez que tem como principal premissa realizar as entregas da carga, ou dos produtos comercializados. Atualmente, são utilizados diversos modais para o transporte dos produtos comercializados.

De acordo com Porto (2000), “os transportes podem ser classificados quanto à modalidade em: Terrestre: rodoviário, ferroviário e dutoviário; Aquaviário: marítimo e hidroviário; e Aéreo” (PORTO, 2000, p. 77).

Os transportes possuem custos nos produtos transportados; custos que são pagos pelos agentes importadores ou exportadores. Desta forma, apresentando um processo de logística bem estruturado, consegue-se diminuir os custos incorporados ao transporte final da carga.

Nos modais de transportes principais, são necessárias algumas documentações para sua realização, ou seja, cada meio de transporte segue modelos devido suas características, com requisitos próprios para que sejam utilizados, garantindo sua existência permanente no mercado cotidiano.

2.3.1 Transporte ferroviário

O transporte ferroviário utiliza como via de locomoção a estrada de ferro e seus veículos são as locomotivas e os vagões de carga. Esses conjuntos são

chamados de trens. É o modal sem flexibilidade, pois seus percursos são únicos.

A capacidade dos trens e vagões varia conforme seu tamanho e a carga para qual foram solicitados. Assim, manter-se informado das características do transporte ferroviário só trará vantagens para o usuário.

O modal ferroviário transporta todo tipo de mercadoria, dependendo da viabilidade econômica e tempo disponível. Esse modal é apropriado para mercadorias agrícolas, minério de ferro, derivados de petróleo, produtos siderúrgicos, fertilizantes, cimento, areia, etc, pois são mercadorias de baixo valor agregado e em grandes quantidades, para se ter um frete competitivo e não encarecer seu custo final.

No transporte sobre trilhos cada vagão pode transportar entre 25 e 100 toneladas de carga, dependendo da mercadoria. Além desta grande capacidade individual dos vagões, pode-se montar composições com dezenas ou centenas de vagões, criando-se trens de grande capacidade, superiores a muitos navios (KEEDI, 2004, p. 129).

O principal problema do transporte ferroviário entre países vizinhos, está relacionado com a questão da largura entre os dois trilhos (bitola), que não são padronizadas. Assim, impossibilitam o mesmo de ser utilizado como meio de transporte nas trocas comerciais com países vizinhos.

O transporte ferroviário brasileiro e mineiro, que é o objetivo deste trabalho, será tratado especificamente nos próximos capítulos deste trabalho.

3 FERROVIAS NO BRASIL

3.1 Breve histórico

O transporte ferroviário no Brasil iniciou por volta de 1852 mediante autorização do governo, que na época era modelo império, e quem obteve a autorização para construir e explorar a linha férrea foi o empreendedor Barão de Mauá ou Irineu Evangelista de Souza (1813-1889). A ferrovia foi construída entre o Porto de Estrela (RJ) em direção à Petrópolis (RJ). Em 1845, Mauá construiu em Niterói os estaleiros da Companhia Ponta de Areia, iniciando a indústria naval brasileira, onde foram fabricados 72 navios a vapor a vela no período de 11 anos.

Empolgado com as ferrovias, os primeiros trilhos lançados na terra e a primeira locomotiva chamada “Baroneza” foram obras de Mauá. A primeira seção, de 14,5 km e bitola de 1,68m, foi inaugurada por D. Pedro II em 30 de abril de 1854. A estação de onde partiu a composição inaugural receberia mais tarde o nome de Barão de Mauá.

A Estrada de Ferro Mauá permitiu a integração das modalidades de transporte aquaviário e ferroviário, introduzindo a primeira operação intermodal do Brasil. As embarcações faziam o trajeto inicial da Praça XV até o Porto de Estrela, e de lá, o trem se encarregava do transporte terrestre até Raiz da Serra, próximo a Petrópolis.

A empresa de Mauá, que operava este serviço, denominava-se “Imperial Companhia de Navegação a Vapor e Estrada de Ferro Petrópolis”. A locomotiva “Baroneza”, utilizada para tracionar a composição que inaugurou a Estrada de Ferro Mauá, continuou prestando seus serviços ao longo do tempo e foi retirada de circulação após 30 anos de uso. Construída na Inglaterra em 1852, foi a primeira locomotiva a vapor a circular no Brasil e, por seu importante papel como pioneira, constitui pedaço de nossa história ferroviária.

3.2 Ferrovias históricas

Após a inauguração da Estrada de Ferro Mauá, sucederam-se as seguintes ferrovias, conforme Tabela 1 abaixo, todas em bitola de 1,60m:

Tabela 1: Ferrovias históricas

FERROVIAS	DATA DE INAUGURAÇÃO
Recife ao São Francisco	08/02/1858
D. Pedro II	29/03/1858
Bahia ao São Francisco	28/06/1860
Santos ao Jundiá	16/02/1867
Companhia Paulista	11/08/1872

Fonte: DNIT.

A segunda ferrovia do Brasil foi a Recife-São Francisco, inaugurada em 8 de fevereiro de 1858, quando o primeiro trem chegou à aldeia do cabo Pernambuco. Embora a ferrovia não tenha alcançado seu objetivo, ela ajudou a criar e desenvolver a cidade-estado por onde traspasar o rio São Francisco, tornando-se a primeira rodovia do futuro Great Western.

A Companhia Estrada de Ferro D. Pedro II foi inaugurado em 29 de março de 1858. Com um trecho inicial de 47,21 km da estação Corte a Queimados, Rio de Janeiro. Com colossais cortes, aterros e túneis, incluindo o túnel Grande, com 2.236 m de extensão, essa ferrovia é uma das mais importantes obras de engenharia ferroviária do país especialmente no trecho de 412 m de altura da serra do oceano.

A Estrada de Ferro D. Pedro II, graças ao trabalho de seus proletários e técnicos, tornou-se mais tarde (1889) a Estrada de Ferro Central do Pau-Brasil, um dos principais eixos de desenvolvimento do país. Um dos fatos mais importantes da história do desenvolvimento ferroviário brasileiro foi a ligação Rio-São Paulo, que uniu as duas cidades mais importantes do país em 8 de julho de 1877, quando os trilhos da ferrovia paulista (inaugurada em 1867) se mesclaram com o E.F.D.

Segundo D. Pedro, a política do governo imperial de estimular a construção ferroviária, trouxe consequências para o sistema ferroviário do país que ainda hoje existe, tais como:

- Vários indicadores que dificultam a integração de negócios entre ferrovias.
- Trilhos de vagão muito longos e tortos;
- A ferrovia está localizada em um país disperso e isolado.

3.3 Transporte ferroviário no Brasil

Existem aproximadamente 30.000 km de ferrovias federais alocadas sob 15 contratos de concessão / subcontratação e 10.000 km de ferrovias autorizadas para construção privada distribuídas sob contratos de interconexão. Sem contratos de permissão para operar transporte ferroviário (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2023).

Atualmente, o modal ferroviário corresponde a 17,7 % (PNL 2035) da participação da matriz de transportes brasileira, valor modesto para um país de dimensões continentais, dedicado ao transporte ferroviário de mercadorias e pessoas (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2023).

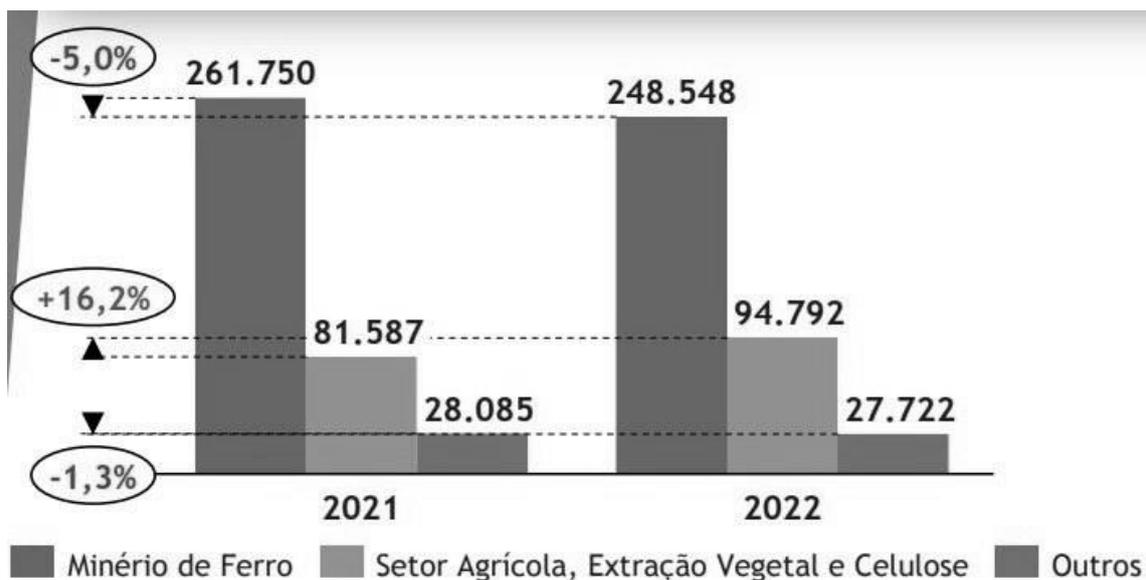
A malha ferroviária vive um momento excepcional na sua infraestrutura, pois celebrou recentemente um novo enquadramento legal para este setor (Lei n.º 14.273/2021).

Essa quantidade de quilômetros é inferior à de países como Estados Unidos com 293.564 quilômetros, China com 124.000 quilômetros e Rússia com 87.157 quilômetros, que são países com área terrestre semelhante ao Brasil. Para efeito de comparação, França e Alemanha, com extensões regionais menores que o Brasil, possuem 29.640 km e 43.468 km de linhas ferroviárias, respectivamente, mostrando potencial de expansão da malha em território brasileiro.

Segundo Telles (2011), o transporte ferroviário é o modo mais econômico para viagens de longa distância, pois é possível transportar uma grande quantidade de mercadorias em um único conjunto ferroviário, diferentemente do que acontece, por exemplo, na rodovia. Por outro lado, sua implantação é onerosa, pois é recuperada ao longo dos anos de operação, motivo que muitas vezes acaba tornando desnecessária a expansão desse modal de transporte.

No cenário mundial, o Brasil possui a nona maior malha do mundo em transporte de cargas, com 29.817 quilômetros e a sexta em produção, com 371,1 bilhões de TKUs em 2022. Dessa forma, a quantidade total de carga transportada pelas empresas afiliadas à ANTF no ano passado ocorreu de forma quase constante em comparação com o desempenho de 2021, sofrendo uma ligeira queda de 0,1%. Esse declínio foi parcialmente associado às flutuações nas condições climáticas e à redução na procura e no consumo, o que teve um efeito sobre várias operações ferroviárias.

Gráfico 1: Comparativo 2021 x 2022 (em milhões TKU)



Fonte: ANTF (2023).

De acordo com o Ministério da Infraestrutura (2022), o transporte ferroviário de cargas é realizado por ferrovias para o transporte de mercadorias. Dentre essas mercadorias expedidas estão produtos de baixo valor agregado e em grande quantidade, tais como: minérios, produtos agrícolas, fertilizantes, carvão, derivados de petróleo, etc. Além disso, possui alta eficiência energética, principalmente em casos de deslocamentos de média e longa distância e maior segurança, se comparado à operação rodoviária, com menores índices de acidentes e menor incidência de roubos e roubos (ANTT, 2022).

No início da década de 1950, o Governo Federal, com base em amplos estudos decidiu pela unificação administrativa das 18 estradas de ferro pertencentes à União, que totalizavam 37.000 quilômetros de linhas espalhadas pelo país.

Em 16 de março de 1957, foi criado pela lei nº.3115, a sociedade Rede Ferroviária Federal S.A.- A RFFSA, com o objetivo de administrar, explorar, conservar, requalificar, ampliar e melhorar o tráfego das ferrovias da associação a ela incorporadas, cujas vias atravessam o país atendendo as regiões Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul, conforme à direção Nacional de Infraestrutura de transportes (DNIT, 2009).

Com o deterioramento constante da malha ferroviária brasileira, o processo de privatização do setor ferroviário brasileiro teve início na década de 1980, mas

foi em 1990 que foi criado o programa Nacional de Desestatização (PND), ao qual a RFFSA foi incorporada em 1992. A partir desse momento, o BNDES realizou estudos e chegou ao modelo ideal de privatização, este modelo incluía a divisão da malha ferroviária em determinadas partes (nordeste, sudeste, sul, oeste, centro-leste, Teresa Cristina e São Paulo) e a transferência ao setor privado por meio de leilões, iniciados em 1996, conforme mostra o estudo do departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos (DEPEC, 2017).

Segundo a CNT (2022), atualmente, quase todas as ferrovias estão em concessões e a rede pública permanece. No caso do setor privado, a diminuição do investimento se deve ao processo de execução do atual contrato que está prestes a expirar. No caso do governo, o investimento é limitado pela falta de recursos.

- O investimento das concessionárias ferroviárias em 2019 diminuiu 26,4 % em relação a 2018.
- O investimento total das concessionárias neste ano foi de R\$ 3,51 bilhões, marcando a quarta queda consecutiva desde 2016
- O investimento federal em ferrovias caiu 36,9 % em 2020 em relação a 2019.
- No ano, o governo federal investiu um total de 364,1 milhões de reais, dos quais 308,3 milhões de reais foram pagos à FIOLOC.

Em um futuro próximo, o cenário pode mudar à medida que o governo federal reconhece o potencial das ferrovias na logística de escoamento da produção brasileira de grãos.

O plano de expansão da rede ferroviária anuncia um maior envolvimento do setor privado. Dois exemplos dessa visão para o transporte modal são a construção da Ferrogrão e da Fiol (Ferrovia de Integração Oeste-Leste).

Pelo segundo ano consecutivo, o Ministério da Infraestrutura dedicou o mês de setembro para ações que promovam a modernização do transporte ferroviário no país e o alargamento da malha ferroviária nacional a partir de novos trechos.

Em 2 de setembro de 2022, foi publicada a resolução nº 5.987/2022, que estabelece o processo administrativo de requisição pela iniciativa privada de

autorização federal para exploração de novas ferrovias, novos pátios ferroviários e demais instalações do modal, como previsto no Marco Legal das Ferrovias.

A iniciativa faz parte do programa “Pro Trilhos”, do governo federal. Foi criada em setembro de 2021 para expandir a rede ferroviária do país com investimento 100% privado.

Segundo o ministro da Infraestrutura, Marcelo Sampaio (2022),

“Desde 2019, o Ministério da Infraestrutura vem trabalhando arduamente para ampliar a participação das ferrovias no transporte de cargas no Brasil. O vagão de setembro mostra nosso compromisso. Se é uma grande mudança no quadro jurídico ou a implementação e investimento dos setores público e privado para edificar ferrovias adicionais. O novo programa permitiu à Pro trilhos receber 89 consultas de empresas privadas interessadas em operar no setor ferroviário em regime de licenciamento. Os prazos propostos por outras 39 licitantes somam 22.442 km de novas linhas em todas as regiões do país e têm projeção de investimento de R\$ 258 bilhões” (SAMPAIO, 2022, ANTT).

Vários pedidos foram feitos para expandir as ferrovias existentes. De acordo com as projeções, em 30 anos, as ferrovias licenciadas aumentarão a participação típica do país no transporte de cargas acima dos 40 % estimados para o período na última versão do plano Nacional de Logística (PNL). Segundo o Ministério da Infraestrutura, o transporte ferroviário de carga no Brasil possui as seguintes características:

- Grande capacidade de carga;
- Adequado para grandes distâncias;
- Elevada eficiência energética;
- Alto custo de implantação;
- Baixo custo de transporte;
- Baixo custo de manutenção;
- Maior segurança em comparação com o modo rodoviário;
- Transporte lento devido às operações de carga e descarga;
- Baixa flexibilidade com pequena extensão de malha;
- Baixa integração entre os estados;
- Pouco poluente.

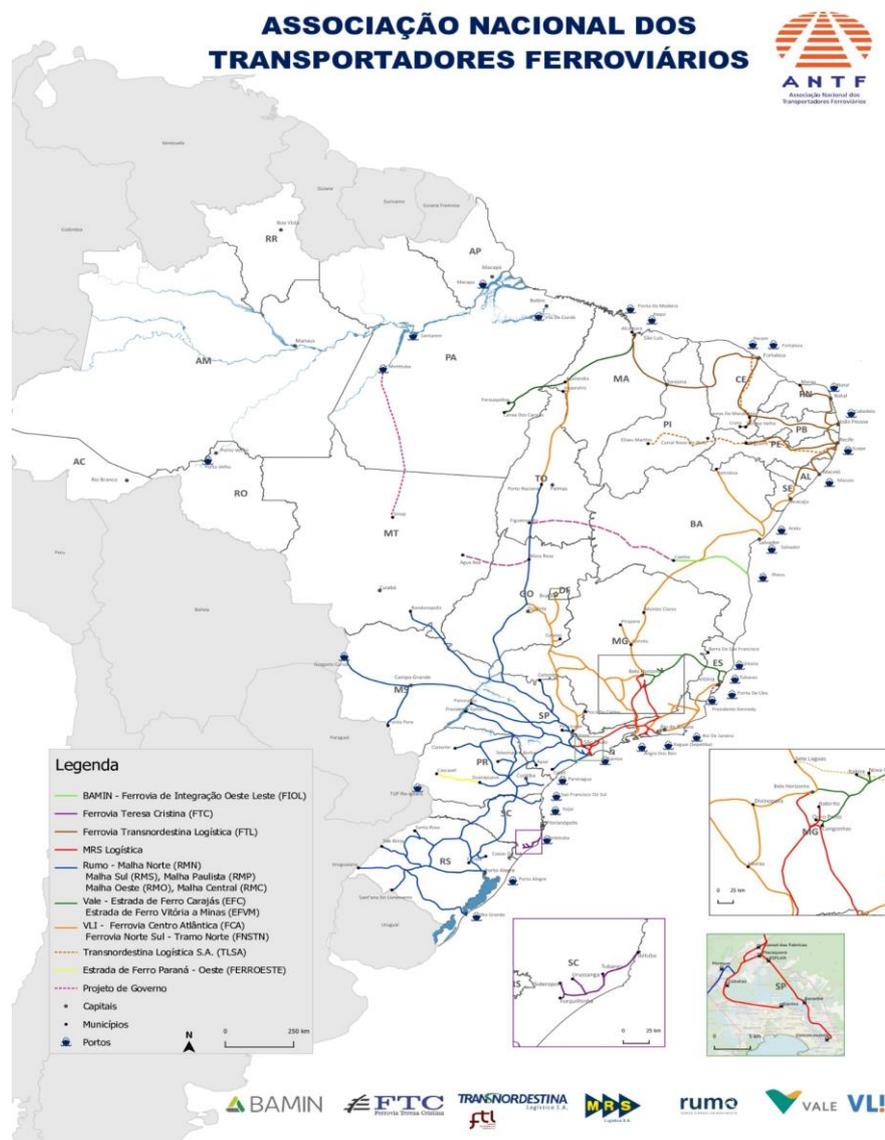
Verifica-se que muitas dessas características têm estreita relação com a situação do setor ferroviário brasileiro, ao qual se mostra atrasado em relação a

outros países, apesar dos investimentos e implantações de programas que visam favorecer a expansão da malha ferroviária a partir da desestatização.

É possível perceber, ainda, que muitos dos avanços e pontos positivos do sistema ferroviário nacional, são resultantes dos avanços nas concessões à iniciativa privada.

Com isso, as concessionárias se tornaram responsáveis pela manutenção da malha, que possibilitou resultados como: aumento da tonelagem transportada, aumento do nível de segurança e queda no índice de acidentes (CNT 2022). A Figura 1 mostra o mapa de concessões atuais no Brasil:

Figura 1 - Mapa de concessões de ferrovias no Brasil (2023)

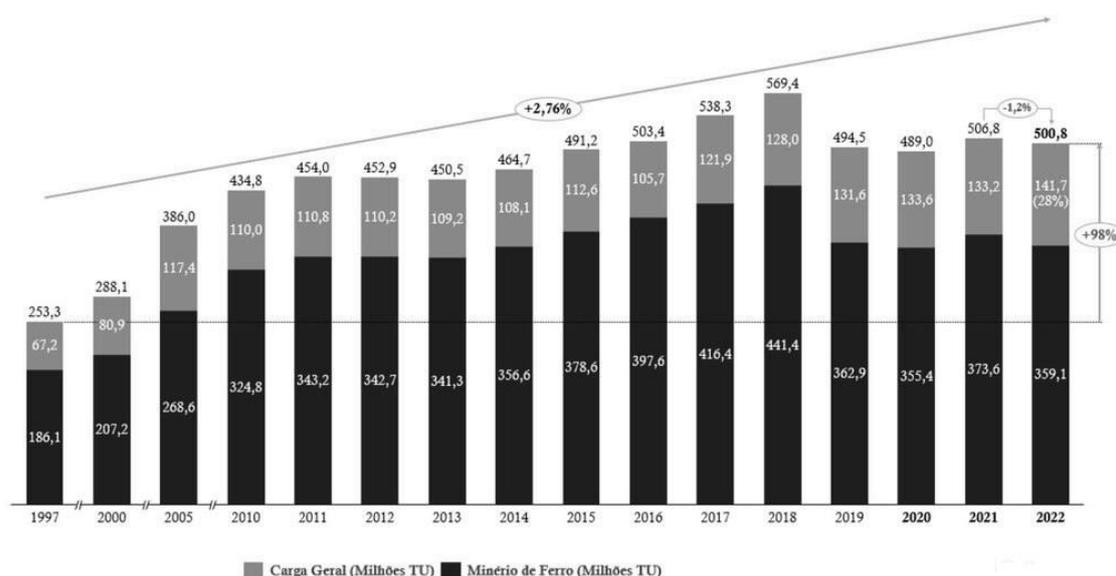


Fonte: ANTF (2023).

No ano de 2022, o segmento de transporte ferroviário de carga no Brasil registrou uma queda de 1,2% no volume movimentado, totalizando um pouco mais de 500 milhões de toneladas úteis (TU), em comparação com o volume transportado no ano anterior.

Ao longo de um período de mais de vinte anos a concessão, as empresas associadas à ANTF alcançaram um aumento de 98% na entrega de carga através das ferrovias, em relação a 1997 - o ano em que as concessões foram iniciadas, com uma entrega de 253 milhões de toneladas úteis, conforme apresentado no gráfico 2, o crescimento anual médio foi de 2,76%:

Gráfico 2: Crescimento TU



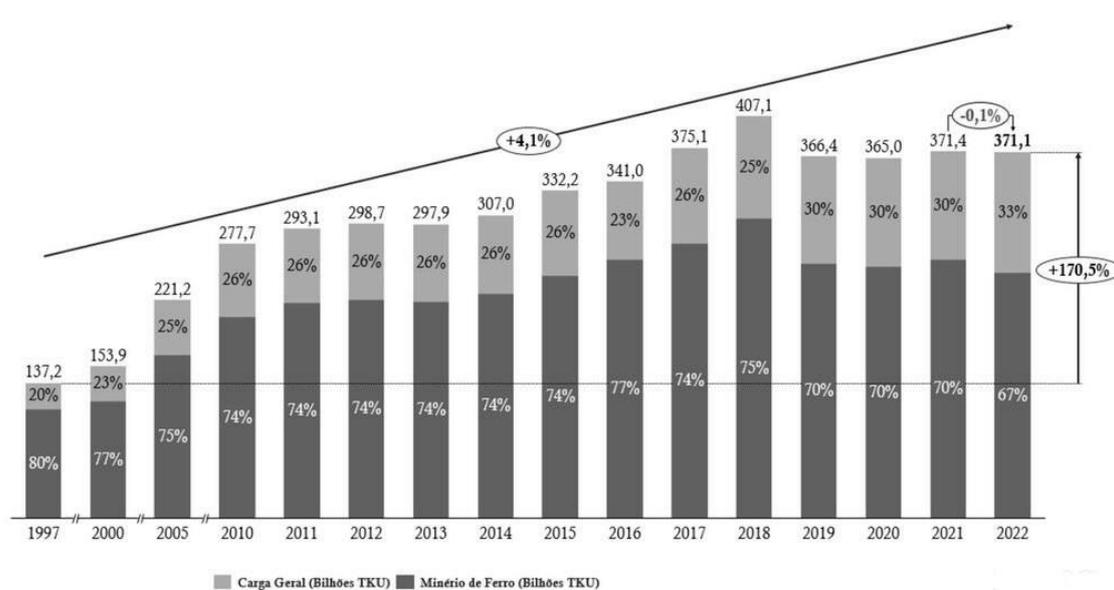
Fonte: ANFT, 2023.

No que diz respeito à produção ferroviária, o ano de 2022 assistiu ao transporte de 371,1 mil milhões de toneladas-quilómetro (TKU), marcando uma ligeira descida de 0,1% face aos valores de 2021.

Este aumento foi impulsionado pelo aumento no transporte de produtos das indústrias siderúrgica, de cimento e de construção. Quanto às commodities, os números ficaram em linha com as expectativas, com destaque significativo para o transporte de milho, que apresentou um notável aumento de 182% em relação a 2021, totalizando 44,7 mil milhões de TKU em 2022.

Ao longo da sua trajetória histórica, o setor tem experimentado consistentemente taxas de crescimento sucessivas – e robustas, sempre superiores ao PIB – ano após ano. Conforme apresentado no gráfico 3, desde o ano de 1997 aferiu-se um crescimento de 170,5%, o que representa um aumento médio anual de 4,1% desde o início das concessões:

Gráfico 3: Crescimento TKU

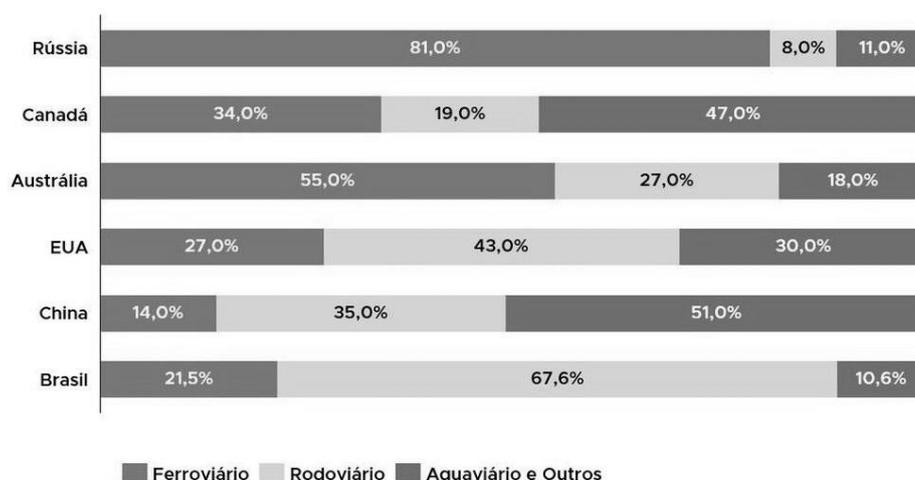


Fonte: ANFT, 2023.

Importante frisar que, nesses mais de 26 anos de concessão à iniciativa privada, as ferrovias vêm ampliando participação na matriz de transporte de cargas do Brasil — que corresponde hoje, de acordo com o Plano nacional de logística (PNL) – 2035, a 21,5%. Mas ainda há espaço para crescer. Veja dados comparativos no gráfico 4 abaixo:

Quando comparado a países de dimensões continentais como Canadá, Índia e China, bem como aos seus homólogos da América Latina, como México e Argentina, o Brasil ainda apresenta uma densidade relativamente baixa de malha ferroviária, conforme demonstrado na Figura 2:

Gráfico 4: Crescimento PNL



Fonte: ANFT, 2023.

Figura 2: Densidade das Malhas Ferroviárias

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

Fontes: Ministério das Ferrovias da Índia, World Factbook, Departamento de Transportes da África do Sul, Governo do México, Ministério dos Transportes da Rússia, Agência Nacional dos Transportes Terrestres.

Para compreender a importância das ferrovias na logística, vale ressaltar que, em 2022, mais de 91% do minério de ferro exportado chegou aos portos brasileiros por via ferroviária. O modal ferroviário é responsável pelo transporte de mais de 42% dos grãos sólidos agrícolas destinados a outros países do mundo e, no caso do açúcar e do milho, esse número chega a 51%. No complexo

soja (soja e farelo), as ferrovias transportaram cerca de 35% do volume total exportado.

3.3.1 Transporte ferroviário de cargas – Cenário global

As ferrovias são consideradas um dos meios de transporte mecânicos mais eficazes no movimento de cargas no mundo, devido a sua logística favorável, por ser um meio básico e eficiente.

No ano de 2021, nos Estados Unidos, houve um crescimento de 6,66% no transporte de cargas ferroviárias se comparado ao ano de 2020, apresentando, ainda, uma crescente de 4,9% no transporte relacionado a contêineres, conforme a Association of American Railroads – AAR. A malha ferroviária norte-americana é a maior do mundo, com cerca de 140 mil milhas (aproximadamente 293,56 mil quilômetros).

Já as ferrovias russas, que representam aproximadamente 81% da matriz de transporte, obtiveram um aumento de 3,2% em 2021, conforme dados da Sea News.

No entanto, mesmo a malha ferroviária do Brasil ser menor em comparação a esses países, as empresas de concessões têm apresentado um ganho elevador relacionado a produtividade muito em decorrência dos investimentos que não param de crescer e vêm sendo constantes pelo menos nas últimas duas décadas e meia.

3.3.2 Estados Unidos da América

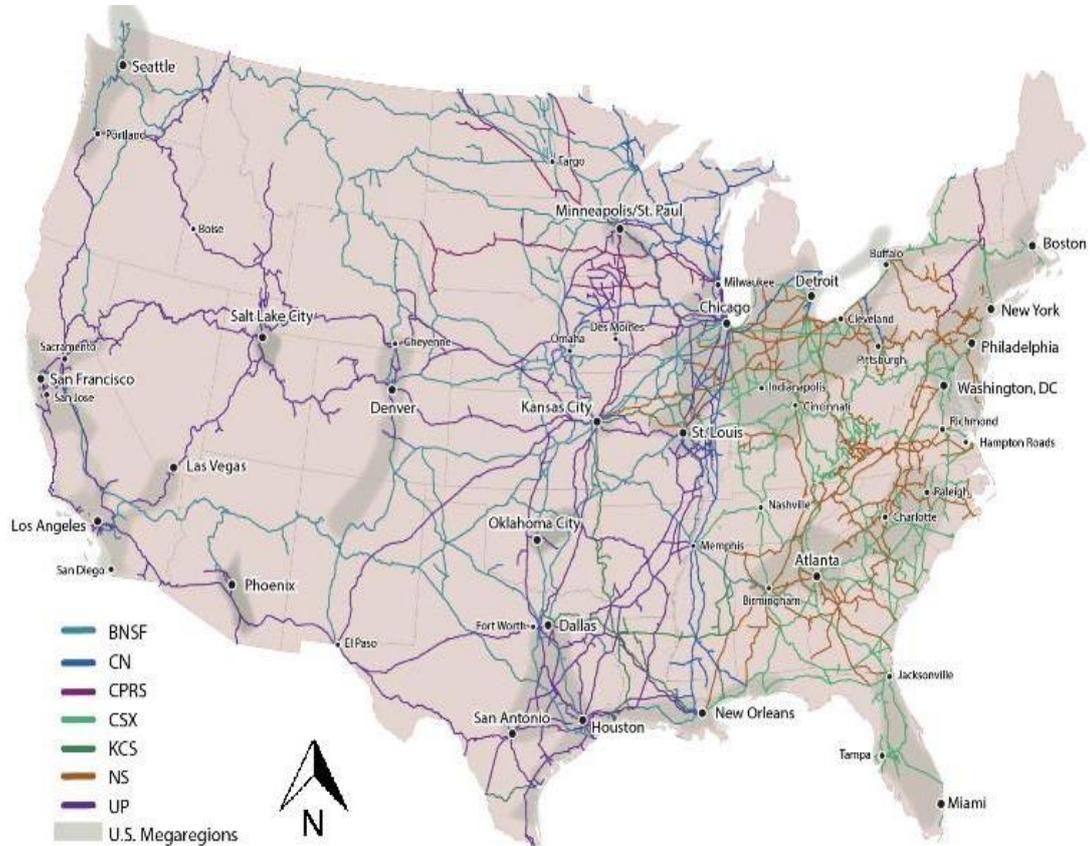
Na década de 1980, a malha ferroviária dos Estados Unidos estava em decadência, podendo chegar à falência.

Considerando o cenário grave, o governo desregulamentou radicalmente o modo ferroviário, isso deu uma vida nova ao setor, que recebeu grandes investimentos de empresas privadas.

O modelo consistia em ter apenas dois órgãos federais para o controle das atividades ferroviárias, deixar as empresas determinarem seus próprios valores de fretes além de oferecer incentivos para novos investimentos (KIM, J; GO, S., 2017; MA, C.; LAUTALA, P. T., 2011).

A Figura 3 ilustra a malha ferroviária americana:

Figura 3 - Malha ferroviária EUA.



Fonte: FRA (2019).

Hoje, a rede ferroviária de carga dos EUA, é considerada um dos sistemas de frete mais dinâmicos do mundo. Segundo a FRA (2014), até 2012 a indústria ferroviária dos EUA possuía cerca de 225.000 quilômetros de trilhos, representando uma indústria de 60 bilhões de dólares e já movimentava mais cargas que qualquer outro sistema ferroviário de cargas do mundo.

Além disso, cerca de 15 a 20% de todas as despesas de capital das empresas que operaram no país, é investido na melhoria e aumento da capacidade de transporte.

Esse investimento pode ser visualizado com os dados da AR (2018), que em 2016 indicou que as ferrovias americanas transportaram 2.551.518 milhões de TKU em seus quase 295.000 quilômetros de malha.

3.3.3 Rússia

O transporte ferroviário de cargas na Rússia é um dos mais antigos do mundo, e corresponde a 81% de todo o volume de cargas transportadas pelo país.

Com uma malha ferroviária totalmente estatal e controlada pela RZD International, uma empresa subsidiária da JSC Russian Railways e com uma grande variedade de serviços no que diz respeito a frete ferroviário, os 87.160 quilômetros de ferrovias segundo dados da CIA World Factbook, em 2016 a Rússia movimentou 2.344.087 milhões de TKU (OECD, 2016).

Dentre as rotas de transporte dentro do país, a de maior destaque fica com a ferrovia transiberiana, que leva o título de linha férrea mais longa do mundo com 10.000 quilômetros, fornecendo acesso às redes ferroviárias da Coreia do Norte, China e Mongólia.

A rota tem grande destaque para o transporte de carvão, petróleo e madeira comercial e trouxe algumas vantagens com relação à rota marítima que opera na região, reduzindo o tempo de envio em mais de duas vezes e levando menos riscos político, já que 90% da rota fica dentro do território russo.

A Figura 4, ilustra as rotas internacionais que possuem ligação com a Rússia (RZD INTERNATIONAL, 2019):

Figura 4 - Rotas internacionais RZD International



Fonte: RZD International (2019).

3.3.4 Alemanha

Um dos exemplos de transporte ferroviário mais eficiente do mundo pode ser encontrado na Alemanha, Europa, que está em operação há aproximadamente, 180 anos. Apresenta um território 26 vezes menor que o do Brasil e possui a 6ª maior malha ferroviária do mundo, com 43.468 quilômetros de extensão.

Percebe-se que, igual os EUA, o setor ferroviário da Alemanha começou o crescimento através da reforma da legislação, trazendo mais transparência e em consequência, novos investimentos.

Juntamente a isso, o governo forneceu, ainda, incentivos fiscais e subsídios, fazendo com que, tendo impostos ferroviários equilibrados, fossem possível proporcionar maiores investimentos de empresas privadas especializadas no setor,

sendo a principal delas a Deutsche Bahn, que vêm obtendo lucros significativos, de acordo com a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2017). Na Figura 5 abaixo, o transporte ferroviário da Alemanha.

Figura 5 – Locomotiva Deutsche Bahn.



Fonte: <https://viatrolebus.com.br/2016/06/trem-bala-alemao-completa-25-anos/> (2022).

4 PRINCIPAIS FERROVIAS BRASILEIRAS COM DESTAQUE PARA MINAS GERAIS

4.1 Breve Histórico das ferrovias em Minas Gerais

A Central do Brasil iniciou suas operações, em direção a Minas Gerais, cortando nossas serras, ligando o Rio de Janeiro a importantes cidades mineiras, como Ouro Preto, Diamantina, Belo Horizonte, São João Del Rei, Juiz de Fora, Cataguases, Leopoldina, Governador Valadares, Poços de Caldas, Três Pontas, etc.

Minas já era ligada ao Rio de Janeiro pelas estradas abertas durante a exploração do ouro e havia ainda, naquele tempo, uma ligação entre Petrópolis a Juiz de Fora, por uma rodovia de terra. Agora, seriam os trilhos que passariam pelas terras mineiras. Em 1869, era inaugurada a Estação de Chiador MG, Zona da Mata, com a presença do Imperador Dom Pedro II, sendo esse ano, o marco da chegada dos trens à Minas Gerais, através da E. F. Central do Brasil.

Em 1874 os trilhos da Estrada de Ferro Leopoldina, chegam à Minas Gerais, abrindo estradas de ferro na Zona da Mata, com a inauguração de estações e do ramal de Leopoldina MG. Em 1880, foi a vez da E.F. Oeste de Minas construir seus trilhos em Minas Gerais. Em 1882, era criada a E.F. Bahia e Minas, que ligava o arraial de Ponta de Areia, em Caravelas, no litoral Sul da Bahia a Araçuaí MG, no Vale do Jequitinhonha, numa extensão de 578 km. Em 1884, surgia a E. F. Minas e Rio.

No ano de 1886, foi a vez da E. F. Morgiana, entrar no território mineiro, através de Poços de Caldas, no Sul de Minas. Em 1891, foi a vez dos trilhos da Viação Férrea Sapucaí. Em seguida, surgiram a E. F. Muzambinho, em 1892, depois a E. F. Três-pontana, em 1895. Em 1907, chegaram em Formiga MG os trilhos da E. F. Goiás, bem como, neste mesmo ano, a E.F. Vitória Minas.

Em 1910 chega a Machadense e a E.F. São Paulo-Minas. Em 1911, a E.F. Piranga. Em 1912, a linha férrea chega a Paracatu MG, no Noroeste de Minas. O Norte de Minas passou a contar ligação por trens apenas em 1951, através da Viação Férrea Leste brasileiro.

Com o objetivo de promover e gerir o desenvolvimento do setor ferroviário no Brasil, foi criado em 1957, a RFFSA, sendo dissolvida a partir de 1997, quando iniciou-se o processo de privatização das ferrovias brasileiras.

Essas ferrovias ligavam as regiões mineiras. Eram centenas de km de trilhos cortando Minas Gerais, ligando cidades, povoados e distritos, pelos trilhos. Levando e trazendo gente, levando e trazendo mercadorias e desenvolvendo as cidades. Não foram apenas essas as ferrovias, existiam outras pequenas ferrovias, de particulares. Muitas dessas pequenas ferrovias foram incorporadas às maiores, ao longo do crescimento da malha ferroviária.

4.2 Ferrovias brasileiras com rotas em MG

A seguir serão elucidados os dados das ferrovias presentes no estado de Minas Gerais: Ferrovia centro atlântica (FCA), Estrada de ferro Vitória a Minas (EFVM), MRS Logística (MRS) e Rumo Malha Central (RMC), bem como comparações entre elas e no cenário nacional.

4.2.1 FCA

A Ferrovia Centro-Atlântica SA assegurou a concessão da Malha Centro-Leste, de propriedade da Rede Ferroviária Federal SA, no leilão realizado em 14 de junho de 1996. A outorga desta concessão foi formalizada através do Decreto Presidencial de 26 de agosto de 1996, publicado no Diário Oficial da União em 27 de agosto de 1996. A empresa iniciou a prestação do serviço público de transporte ferroviário de cargas em 1º de setembro de 1996.

Com uma malha de pouco mais de 7.089 km em bitola métrica, 3 km em bitola larga e 131 km em bitola mista, a Ferrovia Centro-Atlântica detém a concessão do maior sistema ferroviário federal, somando 7.223 km de extensão total. Essa extensa rede tem pontos de intercâmbio com as ferrovias EFVM, MRS, Transnordestina Logística S.A. (TNLSA) e América Latina Logística Malha Paulista S.A. (ALLMP). Os pontos de interconexão são os portos de Angra dos Reis – RJ, Aracaju – SE, Aratu – BA e Salvador – BA, conforme demonstrado na Figura 6:

Figura 6: Mapa da FCA



Fonte: ANTT (2023).

4.2.2 EFVM

Por meio de contrato firmado com a União, em 27 de junho de 1997, a Companhia Vale do Rio Doce - CVRD obteve a concessão para exploração dos serviços ferroviários de carga e de passageiros, que são realizados pela Estrada de Ferro Vitória a Minas. A outorga desta concessão foi formalizada pelo Decreto Presidencial de 27 de junho de 1997, publicado no Diário Oficial da União em 28

de junho de 1997. Posteriormente, a empresa iniciou a operação destes serviços a partir de 1º de julho de 1997.

Com 894,2 km de extensão, toda em bitola métrica, a EFVM tem pontos de intercâmbio com as ferrovias MRS e FCA e ponto de interconexão com o porto de Tubarão-ES, conforme demonstrado na Figura 7:

Figura 7: Mapa da EFVM



Fonte: ANTT (2023).

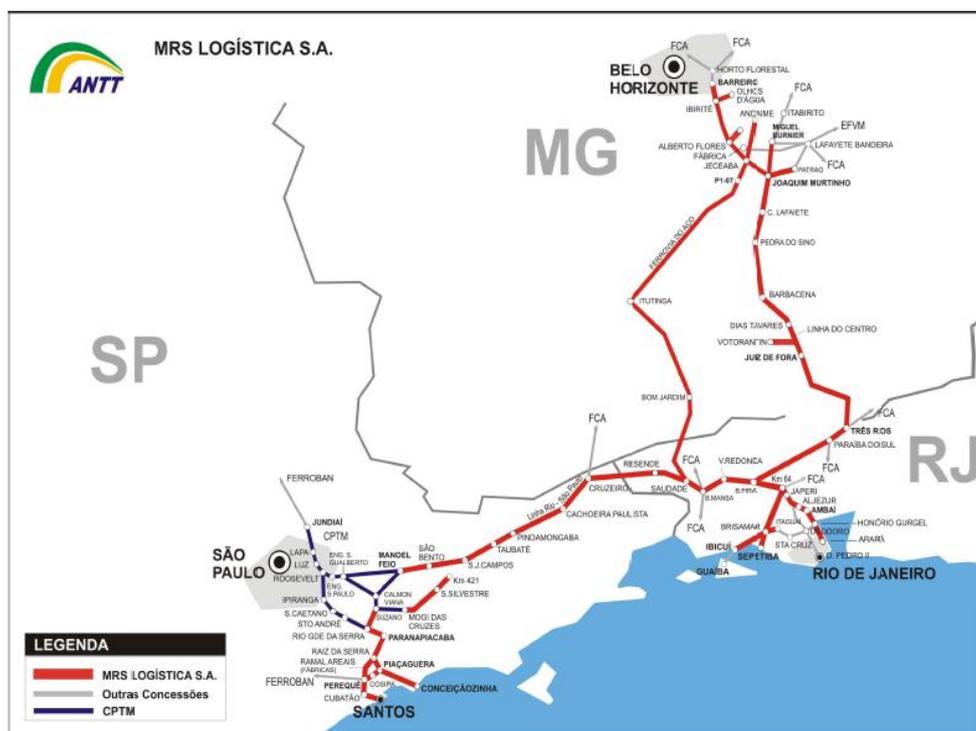
4.2.3 MRS

A MRS Logística SA adquiriu a concessão da Malha Sudeste, de propriedade da Rede Ferroviária Federal SA, no leilão realizado em 20 de setembro de 1996. A outorga desta concessão foi formalizada através do Decreto Presidencial de 26 de novembro de 1996, publicado no Diário Oficial da União em 27 de novembro de 1996. A empresa iniciou então a operação do serviço público de transporte ferroviário de cargas em 1º de dezembro de 1996.

A malha ferroviária conta com 1.632 km em bitola larga e 42 km em bitola mista, totalizando assim 1.674 km de extensão. Os pontos de intercâmbio são com as ferrovias FCA, EFVM, ALLMP e Supervia, além de ter pontos de interconexão

com os portos no Rio de Janeiro – RJ, Sepetiba – RJ e Santos – SP, como demonstrado na Figura 8:

Figura 8: Mapa da MRS



Fonte: ANTT (2023).

4.2.4 RMC

A Rumo Malha Central SA adquiriu a subconcessão da Ferrovia Norte Sul Tramo Central, anteriormente concedida à VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias SA, no leilão realizado em 28 de março de 2019. A rede ferroviária subconcedida tem uma extensão de 1.537 quilômetros e se estende desde o Porto Nacional/TO para Estrela D'Oeste/SP. O Contrato de Subconcessão foi assinado em 31 de julho de 2019.

Toda sua extensão é configurada em bitola larga, com um único ponto de intercâmbio na Rumo malha Paulista (RMP) que por sua vez tem pontos de interconexão com os portos de Santos – SP, Pederneiras – SP e Panorama – SP, conforme demonstrado na Figura 9:

Figura 9: Mapa da Rumo



Fonte: Rumo Logística (2023).

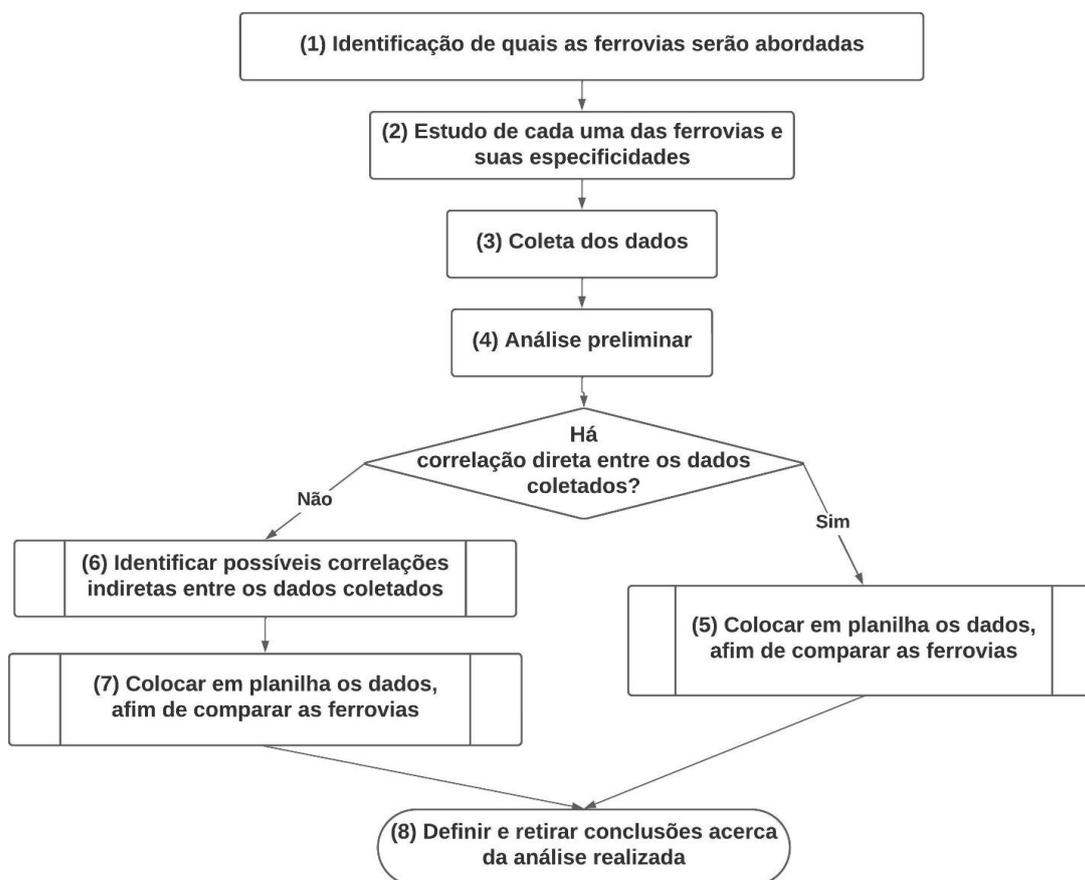
5 ESTUDO COMPARATIVO DE FERROVIAS MINEIRAS

O presente estudo visa apresentar as principais características ferroviárias das empresas que atuam no modal ferroviário de Minas Gerais, e algumas no mundo; bem como analisar as semelhanças e diferenças entre suas malhas.

5.1 Fluxograma

Com o propósito de esclarecer o direcionamento da pesquisa, foi criado um diagrama de fluxo que ilustra o processo completo de desenvolvimento do trabalho, começando a partir do ponto de origem e seguindo até as considerações finais e a análise dos resultados, como representado na figura a seguir:

Figura 10: Fluxograma do estudo



Fonte: O autor.

Como indicado no diagrama de fluxo do estudo, o primeiro passo foi estabelecer claramente os limites e a abrangência da pesquisa, que, neste caso, envolve as ferrovias que cruzam o estado de Minas Gerais. Posteriormente, procede-se com uma análise detalhada de cada uma dessas ferrovias, explorando seu histórico e características específicas.

A partir desse ponto, ocorre a coleta inicial de dados, seguida de uma análise preliminar para determinar se existe uma relação direta entre os dados. Caso tal relação seja identificada, os dados são organizados em planilhas, permitindo a criação de gráficos que, por sua vez, serviriam como base para a análise crítica e desenvolvimento de conclusões. No caso das correlações indiretas, é preciso ir além das relações óbvias e encontrar conexões que, embora não sejam imediatamente evidentes, ainda assim sejam plausíveis e fundamentadas nos dados de modo a corroborar com o estudo. Após essa identificação, segue-se o mesmo fluxo de gerar gráficos e extrair conclusões.

5.2 Desempenho em TU

A quantidade de tonelada útil (TU) transportada pelas ferrovias é um importante indicador de desempenho e é influenciada por uma série de fatores que interagem para determinar a capacidade, a eficiência e a demanda do sistema ferroviário. Aqui estão alguns dos principais fatores que implicam na quantidade de TU transportada pelas ferrovias:

1. Extensão: Uma rede ferroviária mais extensa e abrangente pode conectar áreas geográficas mais amplas e atender a uma variedade maior de clientes e mercados. Isso aumenta a capacidade de transporte e, conseqüentemente, a quantidade total de TU movimentada;
2. Tipo de carga: O tipo de carga transportada desempenha um papel crucial. Cargas mais pesadas, como minérios de ferro, carvão e grãos, podem resultar em uma maior quantidade de TU, uma vez que ocupam mais espaço e requerem trens maiores;
3. Capacidade de Infraestrutura: A capacidade da infraestrutura ferroviária, incluindo o número de trilhos, pátios de carga, terminais e faixas de

passagem, determina a quantidade de trens e cargas que podem ser acomodadas simultaneamente. Uma infraestrutura mais eficiente permite o transporte de mais carga;

4. Demanda e oferta: A demanda por transporte ferroviário de cargas, impulsionada pelos setores industriais, agrícolas e de mineração, influencia diretamente a quantidade de TU transportada. A oferta de serviços ferroviários também deve ser ajustada para atender à demanda;
5. Eficiência operacional: A eficiência na operação ferroviária, incluindo a gestão de horários, manutenção adequada da infraestrutura e otimização de rotas, afetando a capacidade de transporte de cargas de forma consistente e confiável;
6. Integração multimodal: A conexão com outros modos de transporte, como rodoviário e marítimo, pode aumentar a acessibilidade das ferrovias em áreas que não são atendidas diretamente pela rede, ampliando a demanda por transporte ferroviário;
7. Políticas e regulamentações: Regulações governamentais, incentivos fiscais e políticas de investimento podem impactar o desenvolvimento e a expansão das ferrovias, afetando negativamente a quantidade de TU transportada;
8. Tecnologia e inovação: Avanços tecnológicos, como sistemas de monitoramento, automação e melhoria de eficiência operacional, podem aumentar a capacidade de transporte e otimização do uso de recursos;
9. Condições econômicas: A saúde econômica de um país ou região influencia a produção industrial, agrícola e de mineração, que, por sua vez, impacta a demanda por transporte.

Conforme demonstrado, dois dos principais fatores que implicam no desempenho das ferrovias são a extensão e o tipo de carga transportada. Na Tabela 2 abaixo, é feito um comparativo entre as ferrovias de Minas Gerais:

Tabela 2: Comparativo em TU

Ferrovia	Extensão [km]	Extensão efetiva [km]	TU			
			Geral (milhares)	Minério	Soja e farelo de soja	Açúcar
FCA	7.856,80	697,66	30.326	22,77%	28,05%	15,24%
EFVM	894,20	559,77	83.552	87,82%	0,00%	0,00%
MRS	1.674,00	459,34	126.733	82,22%	0,35%	2,16%
RMC	1.537,00	1.149,57	7.845	0%	51%	8%

Fonte: O Autor baseado em dados da ANTT (2022).

5.3 Desempenho em TKU

O TKU é outra métrica fundamental para medir a eficiência e o desempenho das ferrovias no transporte de cargas. Essa medida combina dois aspectos essenciais: a quantidade de carga movimentada e a distância percorrida. Ela reflete a capacidade das ferrovias de transportar grandes volumes de carga por longas distâncias de maneira eficiente.

Os fatores explicitados para se levar em consideração quando se compara os valores de TU transportada por uma ferrovia estão diretamente relacionados com o valor aferido em TKU, uma vez que é diretamente proporcional, com o seu valor multiplicado pela extensão efetiva. Contudo, este índice de desempenho atesta outro ponto chave para se verificar e comparar a eficiência de uma ferrovia, o planejamento de investimentos em infraestrutura ferroviária. As operadoras podem usar essa métrica para identificar rotas de alto rendimento, conforme constatado na Tabela 3, e entender a demanda por transporte em diferentes setores e direcionar investimentos de maneira estratégica:

Tabela 3: Comparativo em TKU

Ferrovia	Extensão [km]	Extensão efetiva [km]	TKU			
			Geral (milhões)	Minério	Soja e farelo de soja	Açúcar
FCA	7.856,80	697,66	21.157	8,03%	42,68%	14,15%
EFVM	894,20	559,77	46.770	88,94%	0,00%	0,00%
MRS	1.674,00	459,34	58.214	85,05%	0,39%	2,14%
RMC	1.537,00	1.149,57	9.019	0%	51,66%	6,39%

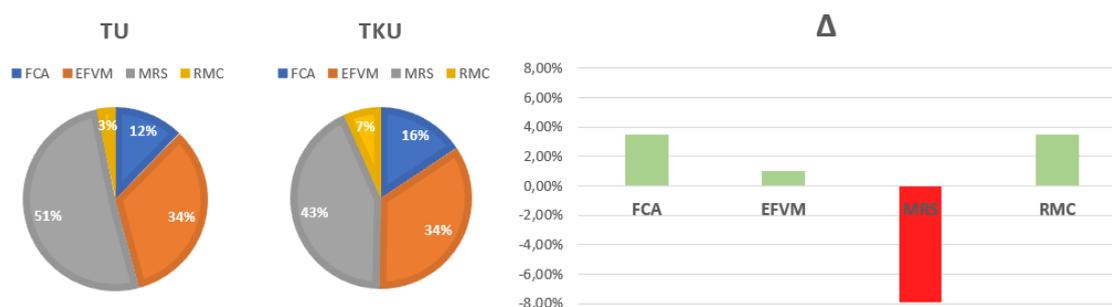
Fonte: O Autor baseado em dados da ANTT (2022).

5.4 TU x TKU

Através dos dados coletados em na Tabela 3 pode-se apontar que a ferrovia MRS demonstra um baixo rendimento, uma vez que não expressa um valor tão discrepante como no comparativo em TU da Tabela 2, com um delta de -7,94%, conforme demonstra a Figura 11 abaixo, que é um comparativo percentual de todas as cargas transportadas no estado de Minas Gerais com sua representatividade em porcentagem de TU e TKU.

Enquanto uma tonelada útil se concentra exclusivamente na quantidade de carga transportada em uma única viagem, uma tonelada quilômetro útil considera tanto a quantidade de carga quanto a distância percorrida. Isso significa que tal comparação valida o desempenho da ferrovia abordada.

Figura 11: Comparativo percentual TU x TKU



Fonte: Arquivo pessoal baseado em dados da ANTT (2022).

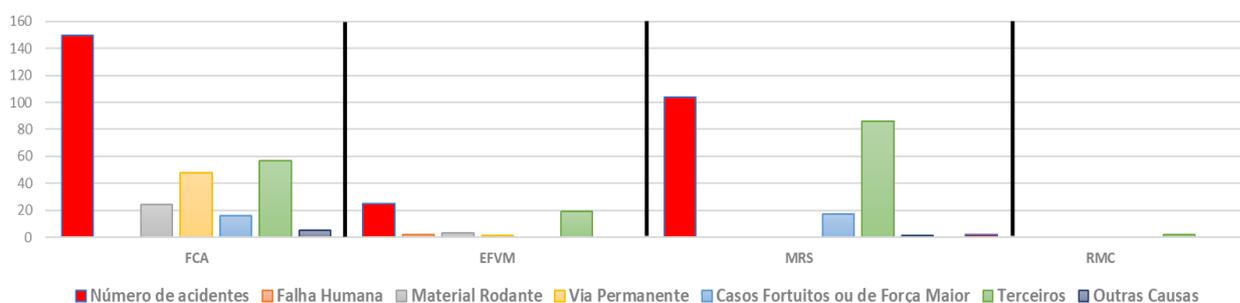
5.5 Segurança

A segurança nas ferrovias é uma questão fundamental e prioritária, visto que o transporte ferroviário envolve o transporte de cargas pesadas, trens de grande porte e a interação com áreas urbanas e cidades. A segurança abrange uma série de fatores e considerações que visam prevenir acidentes, proteger passageiros, trabalhadores e a infraestrutura, além de garantir o funcionamento seguro do sistema ferroviário como um todo.

Tal fator é de extrema relevância em fatores intrínsecos ao sistema ferroviário, sua interação com o ambiente circundante e o impacto potencial de acidentes.

A Figura 12 aponta o número de acidentes no ano de 2022 em cada uma das ferrovias objetivo do estudo, conforme declarado pela ANTT:

Figura 12: Número de acidentes



Fonte: Arquivo pessoal baseado em dados da ANTT (2022).

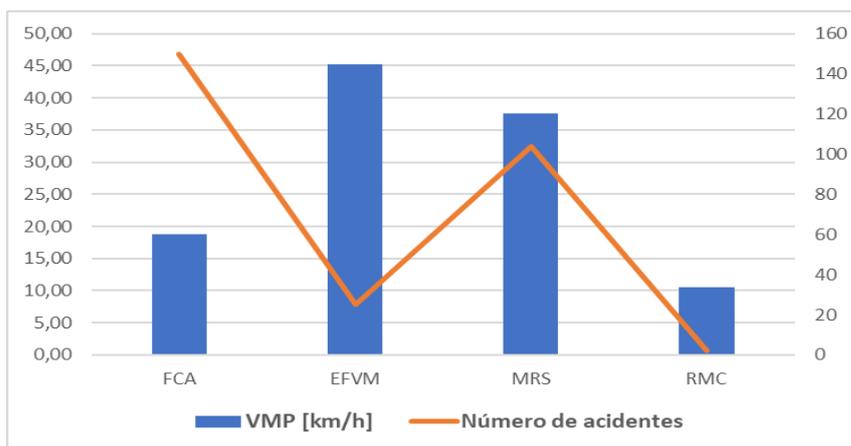
5.6 VMP

A velocidade média de percurso nas ferrovias é um fator crítico que afeta a eficiência, a competitividade e a segurança do sistema de transporte ferroviário. Essa métrica representa a relação entre a distância percorrida e o tempo necessário para percorrê-la, sem levar em consideração o tempo de parada, e é um indicador importante da capacidade das ferrovias de realizar movimentações rápidas e confiáveis.

A manutenção de uma boa velocidade média de percurso é de extrema relevância para o funcionamento eficiente e bem-sucedido das ferrovias. Essa métrica possui um impacto significativo em vários aspectos-chave do sistema ferroviário e desempenha um papel crucial na determinação da eficiência operacional, competitividade e satisfação dos clientes.

A Figura 13 compara a VMP das quatro ferrovias de Minas gerais e seu respectivo número de acidentes no ano de 2022, segundo a ANTT:

Figura 13: VMP e Número de acidentes



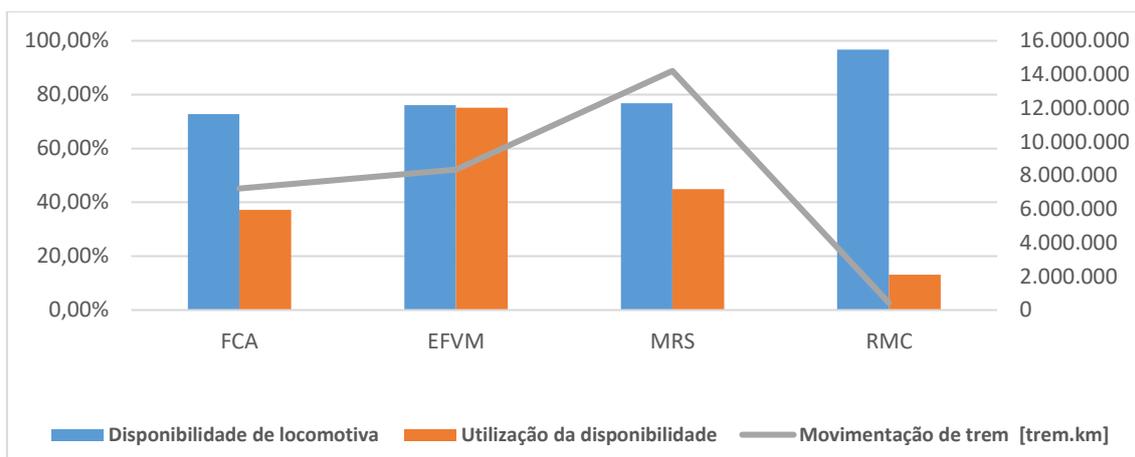
Fonte: Arquivo pessoal baseado em dados da ANTT (2022).

5.7 Manutenção e eficiência operacional

A disponibilidade de locomotivas é um aspecto crítico para o funcionamento eficaz e eficiente das operações ferroviárias. Locomotivas são o coração do transporte ferroviário, sendo responsáveis por fornecer a potência e a tração para mover os trens e suas cargas. A disponibilidade adequada de locomotivas é essencial para atender às demandas do mercado, manter horários operacionais e garantir a continuidade dos serviços de transporte. A porcentagem de utilização da disponibilidade de locomotivas infere a excelência operacional e o melhor aproveitamento do maquinário disponível.

Trem quilômetro é uma outra métrica utilizada no setor ferroviário para quantificar a operação e o desempenho dos trens em relação à distância percorrida. Essa medida é especialmente relevante para avaliar a utilização eficiente dos recursos e a produtividade das operações ferroviárias. O conceito de trem-quilômetro leva em consideração tanto a distância percorrida pelos trens quanto o número de trens em operação. Ambas as aferições estão na Figura 14:

Figura 14: Manutenção e eficiência operacional



Fonte: O Autor baseado em dados da ANTT (2022).

5.8 Comparativo de ferrovias mineiras

A fim de sintetizar e elucidar os dados aferidos elaborou-se a Tabela 4 com o posicionamento das quatro ferrovias que cruzam o estado de Minas Gerais, elencando seu posicionamento de acordo com os parâmetros levantados neste estudo:

Tabela 4: Comparativo de ferrovias mineiras

Ferrovias	Desempenho em TU	Desempenho em TKU	TU x TKU	Segurança	VMP	Manutenção e eficiência operacional
FCA	3°	3°	2°	4°	3°	3°
EFVM	2°	2°	3°	2°	1°	1°
MRS	1°	1°	4°	3°	2°	2°
RMC	4°	4°	1°	1°	4°	4°

Fonte: O Autor baseado em dados da ANTT (2022)

A segurança, o desempenho, a eficiência e a manutenção são quatro pilares interligados que são fundamentais para o funcionamento eficaz e seguro das operações ferroviárias. Cada um desses aspectos desempenha um papel crucial na garantia do transporte confiável de cargas e passageiros ao longo das ferrovias.

A segurança deve ser a prioridade máxima nas ferrovias, uma vez que envolve vidas, deste modo é o parâmetro mais relevante. O transporte ferroviário envolve o transporte de cargas pesadas e trens de grande porte, muitos dos quais podem ser perigosos. É essencial implementar medidas rigorosas de forma direcionada para prevenir acidentes e proteger trabalhadores, passageiros

e o público em geral. Isso inclui a manutenção adequada da infraestrutura, sistemas de sinalização eficientes, treinamento adequado para os profissionais ferroviários e conscientização pública sobre segurança ao cruzar trilhos.

O desempenho ferroviário envolve a eficiência de que os trens cumpram horários, minimizem atrasos e atendam às demandas de transporte. Um sistema ferroviário de alto desempenho opera de forma pontual, oferece tempos de trânsito previsíveis e cumpre metas na entrega de seus produtos. A capacidade de gerenciar fluxos de tráfego, otimizar rotas e reagir rapidamente a eventos imprevistos contribui para um desempenho sólido e confiável.

A eficiência é um fator chave para o sucesso das ferrovias. Isso se relaciona diretamente com a chamada balança econômica entre os custos e benefícios. As ferrovias buscam maximizar a utilização de recursos, minimizar desperdícios de tempo, recursos, e otimizar a capacidade de transporte. Velocidades operacionais consistentes, gestão eficiente de rotas e programação de manutenção inteligente são componentes essenciais para que as agências ferroviárias cumpram seu propósito.

A manutenção aliada à eficiência energética é vital para garantir a integridade e o funcionamento seguro da infraestrutura e do equipamento ferroviário. Isso inclui manutenção preventiva regular, bem como prevenção de futuros problemas e intervenções corretivas e preditivas. As atividades de responsabilidade da equipe de manutenção são inspeção e reparo de trilhos, vagões, locomotivas, sinalização, cruzamentos e outras partes da rede ferroviária. Uma gestão de manutenção eficaz aumenta a vida útil dos ativos da agência ferroviária, minimiza o tempo de inatividade e melhora a confiabilidade operacional.

Deste modo, segurança, desempenho, eficiência e manutenção são pilares interligados que sustentam a operação das ferrovias. Um equilíbrio bem-sucedido entre esses aspectos é essencial para atender às demandas de transporte.

6 CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES

Durante a construção do trabalho, foi apresentado, além do histórico da

malha ferroviária brasileira, as principais ferrovias atuando no estado de Minas Gerais e suas características. A malha de ferrovia de Minas Gerais apresenta muita relevância no transporte de cargas, mas também sérios problemas como o baixo desempenho, muitos acidentes, velocidade média de percurso que varia ao longo do percurso e com baixa eficiência operacional. Com a desestatização, o país, que vem crescendo gradativamente, ainda tem um longo caminho com relação a certos documentais sobre a desburocratização atividades de responsabilidades no processo das concessões para o setor ferroviário. Esses gargalos precisam de serem ajustados e que contemplam responsabilidades dos stores envolvidos, investimentos no setor ferroviário, melhoria nos processos de planejamento e execução na materialização racional de projetos futuros, visando, por exemplo, equilibrar o custo/benefício dos empreendimentos.

Entre as ferrovias mineiras citadas no estudo comparativo, foi possível identificar que nenhum modelo por si só é o melhor, pois cada um possui seus objetivos específicos, estruturas específicas que dependem das seguintes características: Desempenho em TU, desempenho em TKU, TU x TKU, segurança, VMP e manutenção e eficiência.

Portanto, de acordo com os resultados apresentados, os objetivos da análise comparativa confere ao estudo que os resultados apresentados de cada ferrovia citada teve uma performance característica de acordo com sua função.

6.1 Considerações finais

Os dados confrontados na Tabela 2 demonstram que as ferrovias EFVM e MRS têm os melhores desempenhos em TU, levando em consideração que o transporte de minério foi o principal tipo de carga transportada no ano de 2022, 87,82% e 82,22%, respectivamente. A ferrovia FCA tem um número geral em TU significativo, 30.326.000 toneladas, com mesclado tipo de mercadoria transportada. Já a ferrovia RMC se destaca pela grande extensão efetiva, 1.149,57 km, mas tem seu desempenho em TU comprometido pelo fato de não transportar minério.

Portanto, se verifica na Figura 11 que entre as quatro empresas, apesar de ter o maior índice TKU, a MRS logística é a que demanda um melhor planejamento de investimentos em infraestrutura ferroviária. A Figura 11 também

atesta um desempenho similar entre as ferrovias FCA e RMC. Já a ferrovia EFVM exibe um desempenho positivo, mas pouco expressivo comparado às demais ferrovias mineiras.

Com relação a segurança, questão prioritária no transporte, destaque para a ferrovia RMC que segundo a ANTT, no ano de 2022, somou o menor número de acidentes no estado. Vale ressaltar que em todas as ferrovias de Minas, a maior causa de acidentes são por culpa de terceiros. Levando-se em conta que acidentes em ferrovias ocasionados por terceiros são situações em que indivíduos, veículos ou outros elementos externos à operação ferroviária envolvem situações que afetam a segurança e a integridade do sistema ferroviário e de seus usuários, recomenda-se que as empresas tomem severas ações no intuito de mitigar essa constatação alarmante.

No que se refere a VMP se destaca de forma positiva a EFVM, que entre as ferrovias do estado é a mais eficiente, com quatro acidentes causados pela via permanente ou material rodante. O destaque negativo é da FCA, com baixa VMP e alto número de acidentes.

Quanto a manutenção e eficiência operacional, destaque para EFVM, que praticamente equipara sua disponibilidade de locomotivas com a utilização desta disponibilidade, 76,09% a 75,12%, além de ter bom desempenho com relação a métrica trem-quilômetro.

6.2 Considerações para trabalhos futuros

Para novos estudos relacionados ao tema, propõe-se que sejam realizados a extensão desses assuntos abordados, de análises comparativas, não apenas para o estado de Minas Gerais, mas também para demais ferrovias atuantes do Brasil e do mundo. Estudos aprimorando o entendimento acerca da importância e dos impactos da atividade ferroviária na economia de um país. Salientando ainda, estudos que fundamentem a responsabilidade do setor público para com a viabilização de maiores investimentos no setor, com melhores estruturas para o modal ferroviário em atender e criar outras demandas de fomento ao comércio de matérias-primas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA FERROVIÁRIA. Ferroeste. Disponível em: <https://abifer.org.br/operadoras/ferroeste/>. Acesso em: 14 set. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA FERROVIÁRIA. Rumo Logística. Disponível em: <https://abifer.org.br/operadoras/rumo/>. Acesso em: 14 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA FERROVIÁRIA. Vale - Estrada de Ferro Carajás. Disponível em: <https://abifer.org.br/operadoras/vale-estrada-de-ferro-carajas/>. Acesso em: 14 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA FERROVIÁRIA. Vale - Estrada de Ferro Vitória a Minas. Disponível em: <https://abifer.org.br/operadoras/vale-estrada-de-ferro-vitoria-a-minas/>. Acesso em: 14 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS - ANTF. Informações Gerais. Disponível em: <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>. Acesso em: 20 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT. Transporte Ferroviário de Cargas no Brasil. Disponível em: <https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2017/08/Palestra-vilaca-2022-ANTF-Encontro-de-Ferrovias.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

AZEVEDO, André Andrade. Estudo comparativo entre diferentes modelos de operação logística ferroviária: Aplicabilidade no mercado brasileiro. 2017. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/51/1/Estudo%20comparativo%20entre%20diferentes%20modelos%20de%20opera%C3%A7%C3%A3o%20log%C3%ADstica%20ferrovi%C3%A1ria.pdf> >. Acesso em 11 out. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. O Sistema Ferroviário Brasileiro. Disponível em: <http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/Site%202015/Pesquisas%20PDF/Transporte%20e%20Economia%20%E2%80%93%20O%20Sistema%20Ferrovi%C3%A1rio%20Brasileiro.pdf>. Acesso em: 17 out. 2022.

CUNHA, Felipe Teixeira. Análise sobre a viabilidade técnica e econômica da mecanização do processo de substituição de dormentes de madeira na manutenção de linhas férreas. 2017. Disponível em: https://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/xmlui/bitstream/handle/123456789/606/TCC_FelipeTeixeiraCunha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 11 out. 2022.

DNIT. Histórico. Disponível em: <https://189.9.128.64/ferrovias/historico/historico.com>. Acesso em: 6 out 2022

FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION. Freight rail overview. Disponível em: <https://www.fra.dot.gov/Page/P0362>. Acesso em: 01 set. 2022.

Fundação Getúlio Vargas, FGV, 2023. Disponível em: <https://ibre.fgv.br/blog-da-conjuntura-economica/artigos/superavit-brasileiro-desacelera-puxado-pelo-minerio-de-ferro/>. Acesso em: 30 ag. 2023.

KIM, J; GO, S. Impact of railroads on local economies: Evidence from U.S. history. *Journal of Distribution Science*, Coréia do Sul, v. 15, n. 4, p. 25-32. Acesso em: 18 abr. 2017.

MA, C; LAUTALA, P T. Railway education today and steps toward global education. 2011 Joint Rail Conference, China, v. 1, n. 1, p. 531-540. Acesso em: 25 mar. 2011.

MARTINS, Adroaldo Alves. Socioeconômica do carvão em Santa Catarina: uma contribuição ao estudo de sua trajetória. 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101885>. Acesso em 11 out. 2022.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. Transporte Ferroviário. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/ultimas-noticias/52-sistema-de-transportes/2849-transporte-ferroviario.html>. Acesso em: 28 set. 2022.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. Transporte ferroviário de cargas no Brasil cresce 30% em 10 anos. Disponível em: <http://transportes.gov.br/ultimas-noticias/5004-transporte-ferrovi%C3%A1rio-de-cargas-no-brasil-cresce-30-em-10-anos.html>.

MRS LOGÍSTICA. Malha Ferroviária e Frota. Disponível em: <https://www.mrs.com.br/empresa/ferrovia-frota/>. Acesso em: 14 set. 2022.

PEREIRA, Alexandre Geraldo Chaves et al. Eficiência logística: um modelo que promove o desempenho operacional da VLI no Corredor Centro-Norte. 2020. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão do Negócio) - Fundação Dom Cabral; Instituto de Transporte e Logística, Manaus, 2020. RUMO. Disponível em: http://pt.rumolog.com/conteudo_pti.asp?idioma=0&tipo=27307&conta=45. Acesso em: 14 set. 2022.

SILVA, André Otávio Moreira de. Metodologia de estabilização química de coproduto siderúrgico para uso em lastro de ferrovias. 2013. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/3723/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_MetodologiaEstabiliza%C3%A7%C3%A3oQu%C3%ADmica.pdf. Acesso em: 11 out. 2022.

SILVA, Josiane Aparecida da. Modais de transporte: um estudo sobre a importância da utilização do modal ferroviário. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Tecnologia em Logística) - Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, 2011.

TELLES, P. C. S. História da engenharia ferroviária no Brasil. Rio de Janeiro: Notícia e Cia., 2011

TRINDADE, Everton Júnio. Análise sobre a utilização de Dormentes de Concreto como solução alternativa para a Via Permanente na MRS Logística S. A. 2012. Disponível em: <<https://transportes.ime.eb.br/etfc/monografias/MON051.pdf> >. Acesso em 11 out. 2022.

VALE.Ferrovias. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 14 out. 2022.

VIANA, Emilia Carolina. Estudo da viabilidade do uso dos modais rodoviário e ferroviário para o escoamento de tubos de aço do interior do estado de Minas Gerais até o porto do Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9BVFUWU>>. Acesso em 11 out. 2022.

VLI LOGÍSTICA. Corredores logísticos. Disponível em: <http://www.vli-logistica.com.br/conheca-a-vli/corredores-logisticos/corredor-centro-norte/>. Acesso em: 12 out. 2022.