

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ECONOMIA

YURI MACHADO CHAVES

**O MODAL FERROVIÁRIO E SEU PAPEL NA MATRIZ DE TRANSPORTE DE  
CARGAS BRASILEIRA**

JUIZ DE FORA - MG  
2021

YURI MACHADO CHAVES

**O MODAL FERROVIÁRIO E SEU PAPEL NA MATRIZ DE TRANSPORTE DE  
CARGAS BRASILEIRA**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências  
Econômicas da Universidade Federal de Juiz  
de Fora como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Ângelo Cardoso Pereira

JUIZ DE FORA - MG  
2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Machado Chaves, Yuri.

O modal ferroviário e seu papel na matriz de transporte de cargas brasileira / Yuri Machado Chaves. -- 2021.

39 p. : il.

Orientador: Ângelo Cardoso Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia, 2021.

1. Logística de transportes. 2. Modal ferroviário. 3. Infraestrutura.  
4. Brasil. I. Cardoso Pereira, Ângelo, orient. II. Título.



FACULDADE DE ECONOMIA / UTJT

ATA DE APROVAÇÃO DE MONOGRAFIA II (MONO B)

Ao Presidente da Comissão Coordenadora de Monografias

Na data de 05 / setembro / 2021, a Banca Examinadora, composta pelos professores

1 – ÂNGELO CARDOSO PEREIRA orientador(a); e

2 – EDUARDO SIMÕES DE ALMEIDA,

reuniu-se para avaliar a monografia do acadêmico YURI MACILADO CLAVES, intitulada: O MODAL FERROVIÁRIO E SEU PAPEL NA MATRIZ DE TRANSPORTE DE CARGAS BRASILEIRA.

Após primeira avaliação, resolveu a Banca sugerir alterações ao texto apresentado, conforme relatório sintético anexo.

Na data de 08 / setembro / 2021, voltou a Banca a reunir-se, avaliando novamente a monografia apresentada, após introduzidas as alterações propostas, resolvendo APROVAR a referida monografia.

Juiz de Fora, 08 / setembro / 2021.

Prof.(\*) \_\_\_\_\_

Prof.(\*) \_\_\_\_\_

Recebido em: / /

Presidente da C.C.M.



Documento assinado eletronicamente por Angelo Cardoso Pereira, Professor(a), em 14/09/2021, às 10:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por Eduardo Simoes de Almeida, Professor(a), em

14/09/2021 14:25

SEI/UFJF - 0498403 - GERAL 02: Ata de Reunião



14/09/2021, às 11:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj ([www2.uffj.br/SEI](http://www2.uffj.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0498403** e o código CRC **139E7BB4**.

Referência: Processo nº 23071.929129/2021-68

SEI nº 0498403

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Criador e à Espiritualidade, meus alicerces e razões de ser, pelo amor e amparo incondicional passados através da Doutrina.

À minha família, Flávia, Edvaldo e Renan, pelos valores, exemplo, amor e compreensão ao longo de toda minha vida, e aos quais dedico essa conquista.

Aos meus tios, Denise e Paulo Sérgio, e à minha prima Cássia, pelo amor e acolhimento, fundamentais não só para minha jornada acadêmica, mas também para construção de meu caráter.

Aos meus amigos, por estarem sempre comigo nos momentos bons e ruins. Em especial, à amizade mais leal que me foi dada pela Economia, Lucas Picardi, o “Pradesh”, e à Letícia, “Lerê”, não só pela valiosa ajuda neste trabalho, mas também por me aguentar em meus piores momentos.

Ao meu orientador, Ângelo, por todo o conhecimento que me foi passado, pela disponibilidade, respeito e amizade sincera que construímos ao longo de nosso convívio.

A todos os Mestres que fizeram parte de minha jornada, pela inspiração e pelos valiosos ensinamentos que me foram passados.

Ao ensino público brasileiro, que apesar de sofrer repugnantes e infundados ataques, continua sendo a pedra fundamental de nosso desenvolvimento socioeconômico e há de ser um dia tratado com o merecido respeito e atenção.

## RESUMO

Considerando o perfil das exportações, a extensão territorial e a infraestrutura de transportes instalada no Brasil, o presente trabalho buscou analisar qualitativamente, através de uma revisão bibliográfica, as características do modal ferroviário e sua adequação à realidade brasileira. Foram desenvolvidas questões referentes às características dos modais, buscando sempre uma contraposição entre os transportes ferroviário e rodoviário. Conclui-se que, dadas as características do modal ferroviário, como sua elevada eficiência energética e sua adequação a grandes distâncias, sua parcela de participação na matriz de transporte de cargas brasileira se encontra em nível abaixo do desejável, causando impactos negativos no preço e na competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional.

**Palavras-chave:** logística de transportes; modal ferroviário; infraestrutura; Brasil.

## **ABSTRACT**

Considering the trade profile, the territorial extension and the transportation infrastructure installed in Brazil, the present study sought to qualitatively analyze, by means of a bibliographical review, the characteristics of the rail modal and its suitability to the Brazilian reality. Issues related to the characteristics of the modals were developed, always seeking a contraposition between rail and road transportation. One concludes that, given the characteristics of the rail modal, such as its high energy efficiency and suitability for long distances, its share in the Brazilian freight transportation matrix is below desirable levels, causing negative impacts on the price and competitiveness of Brazilian products in the international market.

**Keywords:** transportation logistics; rail modal; infrastructure; Brazil.

## LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

Figura 1 - Número de publicações no mundo por ano .....	8
Figura 2 - Número de publicações relacionadas ao Brasil por ano .....	8
Figura 3 - Mapa Rodoviário Federal .....	16
Figura 4 - Malha ferroviária brasileira .....	21
Figura 5 - Diferentes tipos de bitolas.....	24
Figura 6 - Produção média de soja no Brasil por estado .....	28
Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do modal rodoviário .....	18
Quadro 2 - Vantagens e desvantagens do modal ferroviário.....	23
Tabela 1 - Extensão da malha ferroviária brasileira .....	22
Tabela 2 - Densidade da malha ferroviária por país.....	23
Tabela 3 - Exportações brasileiras em milhões de Dólares .....	27
Tabela 4 - Composição percentual da matriz de transporte de cargas por país.....	30

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora

CNT – Confederação Nacional do Transporte

PIB – Produto Interno Bruto

UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development

PPP – Parceria Público-Privada

ABIFER – Associação Brasileira da Indústria Ferroviária

RFSA – Rede Ferroviária Federal S.A.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	8
3	OS MODAIS DE TRANSPORTE.....	11
3.1	Características dos modais .....	11
4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODAL RODOVIÁRIO .....	15
5	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODAL FERROVIÁRIO .....	19
5.1	Bitolas e a integração econômica .....	24
6	ADEQUAÇÃO À MATRIZ DE EXPORTAÇÕES .....	26
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	31
	REFERÊNCIAS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

A Logística, na ampla concepção do termo, é uma área de suma importância não só sob a ótica microeconômica, da empresa, dada sua intrínseca participação no preço final do produto e na percepção de qualidade do serviço prestado, mas também no cenário macroeconômico, já que seu impacto transborda o próprio setor envolvido, ampliando geograficamente mercados e afetando o nível de competitividade destes, beneficiando a sociedade como um todo. Segundo Ballou (2006, p. 25) “sistemas logísticos eficazes dão ao comércio mundial condições de tirar proveito do fato de não serem as terras e as pessoas que nelas vivem uniformemente produtivas”, contribuindo assim decisivamente para melhorar o padrão econômico de vida geral.

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte - CNT (2016), os custos logísticos no Brasil, que englobam os custos com transporte, estoque, armazenagem e serviços administrativos ligados ao processo consomem 12,7% do Produto Interno Bruto (PIB), o que é um número alto se comparado aos 7,8% do mercado estadunidense, país com dimensões semelhantes. Diante do exposto, deve-se buscar alternativas que melhor se enquadrem ao cenário brasileiro, visando a diminuição dos custos operacionais e, em última instância, o custo de se produzir no país, o chamado “Custo Brasil”, que contempla, entre outros entraves estruturais, os gargalos logísticos brasileiros.

O Brasil é tipicamente um país exportador de grandes volumes de *commodities*<sup>1</sup>, graças, principalmente, à sua abundância de recursos naturais e terras agricultáveis, o que confere ao país ampla vantagem nesse setor no cenário mundial. De acordo com o levantamento de 2019 da *United Nations Conference On Trade And Development* (UNCTAD), a parcela das exportações que diz respeito às *commodities* saltou de 44,3% no período 1998-2002 para 62,8% em 2013-2017. Sua produção está majoritariamente localizada em regiões internas do país, à relativa distância dos principais portos. Com tal distribuição geográfica, a importância de uma infraestrutura logística sólida e eficiente para o escoamento da produção se torna ainda mais relevante para a manutenção da competitividade dos produtos nacionais. O impacto dos custos na competitividade do setor é agravado pelo fato de que seus preços são determinados no mercado internacional baseando-se na oferta e demanda, deixando pouco ou nenhum espaço aos efeitos no preço possibilitados pela concentração de mercado. Segundo Capdeville (2010), devido aos entraves ou gargalos no escoamento da

---

<sup>1</sup> *Commodities* são produtos de origem agropecuária ou de extração mineral, em estado bruto ou pequeno grau de industrialização, produzidos em larga escala.

safra agrícola, o transporte da soja, por exemplo, da forma como acontece atualmente, resulta em perda da produção e de competitividade do produto.

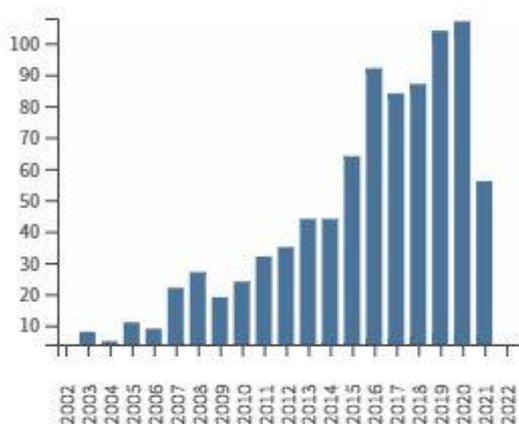
São utilizados no país, predominantemente, cinco modais no transporte de cargas, em ordem de participação: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Cada modal possui características distintas e que melhor se adequam a um determinado tipo de carga, geografia e distância percorrida.

O trabalho aqui desenvolvido pretende, através de uma revisão da literatura recente sobre o tema, chamar a atenção para organização da infraestrutura logística brasileira, mais especificamente da matriz de transportes, com foco no modal ferroviário e sua aplicação potencialmente subproveitada no transporte de cargas no território nacional, resultando em perdas de eficiência e competitividade. Inicialmente serão descritas as características dos modais de transporte, a fim de proporcionar uma base de comparação entre os modais rodoviário e ferroviário. No capítulo seguinte, serão feitas considerações relevantes acerca do modal rodoviário, dada sua expressiva participação na matriz de transportes brasileira. O capítulo que se segue tratará, por sua vez, do modal ferroviário, apresentando não só suas características próprias, mas também um breve histórico de sua utilização no Brasil. A seção conta ainda com uma análise da possibilidade de participação das ferrovias na integração econômica entre o Brasil e os demais países da América do Sul, com alguns entraves técnicos que possam vir a dificultar o processo. Por fim, será desenvolvido um estudo acerca da adequação desses modais ao processo de escoamento da produção para exportação brasileira, levando-se em conta o perfil dos principais produtos e a distribuição geográfica da produção e dos terminais portuários, com possíveis ganhos em eficiência e, por consequência, em competitividade, quando da correta utilização dos modais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

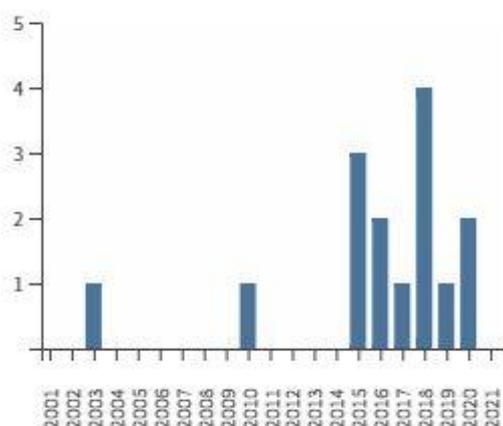
A pesquisa da literatura reforça a importância da discussão do tema para o cenário brasileiro. Ao se executar uma busca na plataforma “Web of Science” com as palavras-chave “logistics” e “railway”, a partir do ano 2000, nota-se que o tema possui tendência de crescimento, acumulando um total de 900 publicações, como demonstrado pela figura 1. Numa busca da discussão do tema para o contexto brasileiro, adicionando-se a palavra-chave “Brazil” às demais, o total de publicações no período é de apenas 15, o que demonstra a carência do debate no país, como apresentado na figura 2.

Figura 1 - Número de publicações no mundo por ano



Fonte: Web of Science (2021)

Figura 2 - Número de publicações relacionadas ao Brasil por ano



Fonte: Web of Science (2021)

Apesar do apontado, alguns estudos sobre os impactos da adoção do modal no cenário brasileiro foram realizados com o avanço dos estudos da logística ao longo dos anos. Podem ser citados, por exemplo, trabalhos recentes, como os de Colavite e Konishi (2015), Schalch (2016) e Silva (2010).

Colavite e Konishi (2015) apontam, através de uma análise quantitativa e qualitativa de dados, a dependência do Brasil em relação ao modal rodoviário, que possui fretes mais onerosos se comparados aos modais ferroviário e aquaviário, e como esse arranjo não só aumenta o custo do produto final, mas também é prejudicial do ponto de vista da eficiência energética. Estima-se que, sendo utilizado um galão de combustível para o transporte de uma tonelada de carga útil, o transporte rodoviário atinge a marca de 109 km, ao passo que o ferroviário chega a 374 km. Os autores concluem evidenciando a necessidade de investimento na diversificação e melhoria dos diversos modais, já que os custos diretos e indiretos do frete fazem parte da composição do preço final de um produto e, conseqüentemente, afetam a competitividade desses produtos no mercado interno e externo.

Schalch (2016), num estudo específico sobre a soja brasileira, busca avaliar os impactos dos gargalos logísticos do escoamento da produção do estado do Mato Grosso e como o setor privado lida com tais desafios logísticos, representado por um estudo de caso de uma das maiores empresas desse mercado. O autor baseia-se em uma pesquisa exploratória qualitativa utilizando-se estudo de caso através de entrevistas semiestruturadas. Dado que a China é um dos principais destinos da *commodity* produzida no estado, a distância da produção até os portos da região sudeste onera significativamente o preço do produto, que é escoado por rodovias. O autor aponta a solução encontrada por uma empresa líder do segmento: um sistema multimodal, composto pela rota ferroviária do Terminal Ferronorte e, posteriormente, o transbordo para o complexo portuário Mirituba-Barcarena, no Pará. A adoção da alternativa diminuiu de forma significativa não só os custos diretos, mas também os indiretos, visto que os atrasos causados pelo trânsito e más condições das rodovias não mais prejudicaram os contratos internacionais. Schalch conclui afirmando a necessidade de investimentos no setor de logística, sob o risco, inclusive, de não se conseguir aproveitar e exportar totalmente safras recorde, prejudicando toda a cadeia envolvida e a economia brasileira como um todo.

Silva (2010), ao analisar o escoamento da produção do agronegócio no Brasil, através de uma pesquisa bibliográfica e no banco de dados do grupo ESALQ-LOG, também evidencia os gargalos logísticos que prejudicam a competitividade, já que o desempenho crescente do setor não foi acompanhado pelo desenvolvimento da matriz de transportes

brasileira, que não condiz com as proporções continentais do país. O autor aponta que os principais “fatores que fazem do transporte um desafio a ser vencido são a má distribuição dos modais, a falta de planejamento global envolvendo todos os setores interessados e a disponibilização dos recursos necessários à recuperação e ampliação das vias.” (SILVA, 2010, p. 21) Ressalta, ainda, a necessidade de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento dos modais ferroviário e hidroviário, sendo o investimento necessário provido pelo estado, pelo setor privado ou por PPP (Parceria Público-Privada).

### 3 OS MODAIS DE TRANSPORTE

Os modais representam as diversas formas de se transportar produtos, serviços e pessoas. Eles se dividem, atualmente, como rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Segundo Colavite e Konishi (2015):

(...) o crescimento econômico de uma nação está diretamente relacionado à facilidade de mobilidade e acessibilidade de sua população em termos de deslocamento urbano, entre regiões e países, bem como o escoamento de sua produção de mercadorias de maneira que cheguem aos pontos de consumo, seja no contexto nacional ou internacional. (COLAVITE E KONISHI, 2015, p. 3)

Para a escolha do tipo mais adequado a ser utilizado, buscando sempre uma maior eficiência na alocação dos recursos, se faz necessária uma análise do que se deseja transportar, da distância a ser percorrida, da geografia do terreno e diversos outros fatores. Bowersox *et al.* (2006, *apud* ALMEIDA; SCHLÜTER, 2012) apontam que há dois princípios que atuam sobre a eficiência dos transportes na logística: o primeiro é a economia de escala, que está relacionada à diminuição do custo por unidade de peso à medida que o volume de carga aumenta, e a economia de distância, que está relacionada à diminuição do custo de transporte por unidade de peso à medida que aumentam a distância percorrida.

Conforme exposto anteriormente, eles possuem características distintas, resultando em aplicações ótimas diferentes para cada cenário. Tais características serão elencadas a seguir e devem ser utilizadas como ferramenta de comparação entre diferentes modais. Como o foco do trabalho se encontra no modal ferroviário, os demais modais não serão abordados na discussão, com única exceção ao rodoviário, dada sua intensiva participação no transporte de cargas no Brasil.

#### 3.1 Características dos modais

De acordo com os conceitos estruturados por Rosa (2014), algumas características relevantes dos modais de transporte são: custo, cobertura de mercado, comprimento médio do percurso em quilômetros, capacidade do equipamento de transporte (toneladas), velocidade (tempo em trânsito), disponibilidade, grau de competição (número de oferta de prestadores de serviço), tráfego predominante (valor e peso), confiabilidade e nível de risco.

O custo é o valor de frete cobrado para transportar a mercadoria de um ponto de origem a um ponto de destino. Cabe ressaltar que o frete pago é altamente impactado pelo

que se denomina frete de retorno<sup>2</sup>. Um dos principais componentes do custo é o consumo de combustível, onde o modal ferroviário, que possui grande eficiência energética, lidera com ampla vantagem em relação ao rodoviário para grandes volumes de carga. Outro ponto não menos relevante ao custo de transporte diz respeito à vida útil dos equipamentos, onde, mais uma vez, o ferroviário é superior ao rodoviário.

A cobertura de mercado trata da possibilidade de o veículo cobrir uma determinada área de atendimento. O transporte rodoviário, dada sua capilaridade e facilidade de instalação da infraestrutura, é capaz de cobrir praticamente todos os locais. Já o ferroviário, por sua natureza – já que o trem não pode circular fora das vias férreas –, possui uma abrangência bem menor. Como o valor do investimento em sua infraestrutura é muito elevado se comparado ao demandado pelo rodoviário, sua utilização deve ser pensada para atender a pontos estratégicos, seja para o escoamento da produção, seja para o transporte de pessoas.

O comprimento médio do percurso em quilômetros representa a distância mínima para a qual o modal escolhido se torna economicamente viável. Para trechos curtos e/ou quantidades reduzidas, a vantagem em eficiência energética do modal ferroviário sobre o rodoviário pode não ser suficiente para tornar sua aplicação eficiente, dado que essa condição de viabilidade está intrinsecamente ligada à diluição de custos causada pela grande diferença entre a capacidade de carga de uma unidade de composição ferroviária e a de um caminhão ou cavalo mecânico, no rodoviário, como demonstrado no parágrafo seguinte. Ademais, por possuir um maior tempo de transbordo, o modal ferroviário perde eficiência quando do transporte a curtas distâncias.

A capacidade do equipamento de transporte, mensurada em toneladas, refere-se à capacidade de carga que cada veículo de um determinado modal pode transportar por viagem. Como já dito, no caso de cargas com grande volume, o modal ferroviário possui ampla vantagem sobre o rodoviário, pela economia de escala. Segundo o mesmo autor, no que diz respeito ao modal ferroviário:

(...)deve-se levar em conta a composição ferroviária que, de uma maneira geral, para ser economicamente viável, deve ser composta de no mínimo 50 vagões e, para ser tecnicamente viável, deve ter atualmente um limite de 330 vagões de bitola larga, como o utilizado pela Estrada de Ferro Carajás para transporte de minério de ferro. (ROSA, 2014, p.63)

A velocidade mede o tempo que o veículo leva para transportar uma carga de um ponto de origem para outro ponto de destino. Quanto maior a velocidade, menor o tempo.

---

<sup>2</sup> Frete de retorno: é a possibilidade de um veículo realizar um transporte de carga de uma origem para um destino, sabendo que quando retornar à origem terá carga para realizar fretamento, ou seja, não voltar vazio. (Rosa, 2014)

Nesse quesito, o modal ferroviário, por se tratar de um transporte mais lento se comparado ao rodoviário, pode não ser o mais indicado para atender aos arranjos e metodologias adotados nas cadeias logísticas modernas, como o sistema *Just-in-time*<sup>3</sup>, por exemplo.

A disponibilidade traduz-se na possibilidade de se conseguir o transporte necessário via modal específico, a qualquer hora e momento. No caso do rodoviário, sempre há opções disponíveis para a execução do transporte. Para o ferroviário, essa oferta depende da programação das rotas das ferrovias.

O grau de competição, conceito intrinsecamente ligado ao número de oferta de prestadores de serviço e diz respeito ao tipo de mercado de oferta de fretes. Em um mercado com grande oferta de prestadores de serviço, a própria concorrência entre eles ajuda a regular o mercado. O setor rodoviário conta com grande oferta na prestação de serviços, contribuindo, naturalmente, para uma maior competitividade e, por consequência, uma menor suscetibilidade a cobranças abusivas. Mais uma vez, pela sua natureza e altos custos de infraestrutura, as ferrovias não rivalizam entre si quando tratamos de regiões específicas, acarretando num mercado com tendências oligopolísticas. As agências reguladoras, como a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), que cuida dos modais rodoviário e ferroviário, existem para coibir eventuais abusos de preço possibilitados por essa concentração e mercado.

O conceito de tráfego predominante analisa qual o perfil da carga transportada, classificando as mercadorias em valor e peso. Obtêm-se assim uma análise do valor agregado da carga predominante e o peso médio transportado para cada modal. Este é um dos principais fatores para a comparação entre os dois modais que este trabalho pretende desenvolver. Sendo assim, sua análise se dará no capítulo 10, permitindo assim um maior aprofundamento no tema.

A confiabilidade diz respeito à capacidade de o modal receber uma carga para transportar e entregar no destino com a garantia de que essa situação ocorrerá o maior número de vezes possível. No que diz respeito à segurança, o modal ferroviário possui incidência muito menor de roubos e acidentes quando comparado ao rodoviário, graças tanto ao desenvolvimento de novas tecnologias, que mitigam as chances desses acidentes ocorrerem, quanto à própria natureza do transporte, já que sua locomoção é restringida pelas vias férreas, o que dificulta o transbordo da mercadoria num eventual saque. O autor aponta que a

---

<sup>3</sup> O sistema *Just-in-time* é um método de gestão no qual todas as ações dentro de uma empresa são realizadas “na hora certa”, ou seja, atividades como compra, transporte e produção ocorrem de acordo com a demanda.

mensuração da confiabilidade pode ser dada como a razão entre o número de transportes realizados com sucesso pelo número de transportes realizados.

O nível de risco é medido pela possibilidade de extravio e avaria da carga durante o transporte. Este quesito está diretamente ligado ao da confiabilidade e compartilha da análise proposta nele, o que é corroborado pelo autor, que aponta que o modal rodoviário é significativamente impactado pelo risco de roubo de carga ao longo das estradas do país.

Faz-se necessário ressaltar que as características supracitadas são inerentes aos próprios modais, devendo-se, no planejamento logístico, cruzar tais fatores com outros quesitos, como o tipo de carga a ser transportado, a infraestrutura existente, a área geográfica de atuação bem como os prazos estabelecidos, satisfazendo de modo eficaz e eficiente tanto a alocação dos recursos disponíveis, na formulação das políticas públicas de infraestrutura, quanto as necessidades do processo logístico propriamente dito.

O caráter comparativo aqui desenvolvido tem por objetivo tão somente investigar se a matriz de transportes brasileira possui uma divisão ótima ou próxima dessa. É sabido que, para uma alocação eficiente de recursos, o cenário ideal conta frequentemente com modelos multimodais<sup>4</sup>– dadas as características de cada modalidade, tanto operacionais quanto de custos, fixos e variáveis –, onde há a integração dos modais que melhor se adequam ao trecho a ser percorrido. Tal cenário evidencia, de maneira geral, não somente a competitividade entre os modais, mas sua complementariedade.

---

<sup>4</sup> “O transporte multimodal de cargas é aquele que, regido por um único contrato, utiliza duas ou mais modalidades de transporte, desde a origem até o destino, e é executado sob a responsabilidade única de um Operador de Transporte Multimodal – OTM.” (ANTT, 2020, p. 1)

#### 4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODAL RODOVIÁRIO

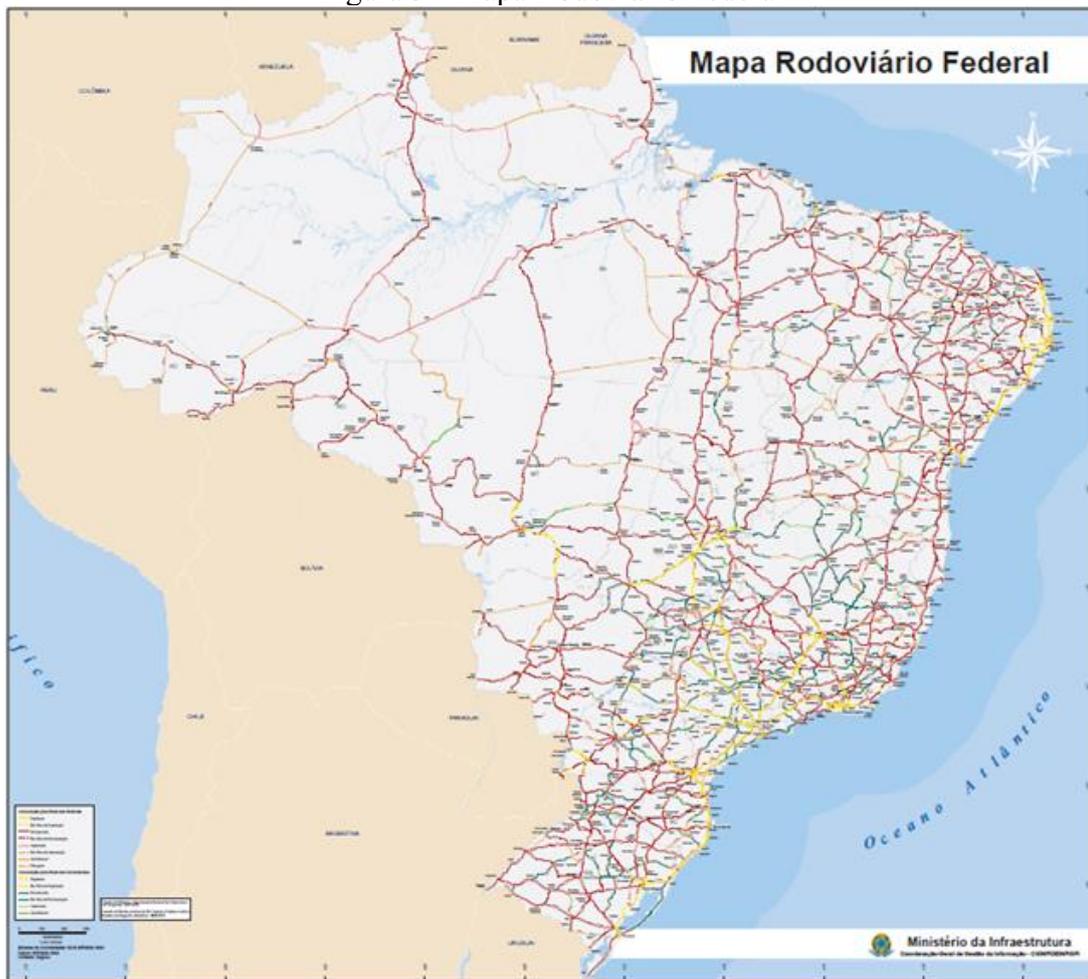
O modal rodoviário é o mais representativo no que diz respeito ao transporte de cargas no Brasil. Tal domínio se deu a partir das políticas públicas de fomento à implantação da indústria automobilística na década de 1950 e da gradual pavimentação das principais rodovias e se justifica conforme apontado por Leite *et al.* (2016):

O modal rodoviário diz respeito ao transporte por meio de rodovias, ruas e estradas, pavimentadas ou não, destinadas ao transporte de mercadorias em geral, sendo o modal mais utilizado no país, pois a única necessidade consiste na presença de rodovias; indicado pela distribuição urbana, além do mesmo poder ser utilizado com outros modais. (LEITE *et al.*, p. 5, 2016)

De acordo com dados do Ministério da Infraestrutura (2017), o Brasil conta com um total de 1.563,6 mil quilômetros de malha rodoviária, sendo 94,7% rodovias estaduais e municipais, e 5,3% federais (76,5 mil quilômetros). As estradas pavimentadas representam 13,7% do total (213,5 mil quilômetros). Os outros 86,3% são rodovias não pavimentadas (1.350,1 mil quilômetros). É possível notar, observando o percentual da malha rodoviária que possui pavimentação – esta muitas vezes em condições precárias – que, mesmo se tratando do modal com participação mais expressiva no país, seja no transporte de cargas ou de passageiros, os investimentos estão em níveis distantes do ideal, o que por si só termina por encarecer ainda mais todo o processo logístico.

A Figura 3 traz o mapa da malha rodoviária federal, a fim de demonstrar a disposição das rodovias brasileiras.

Figura 3 - Mapa Rodoviário Federal



Fonte: Coordenação-Geral de Gestão da Informação – CGINF/DPI/SFPP/MINFRA.

Uma vantagem já apontada em relação ao transporte rodoviário é que, dada a capilaridade da infraestrutura já existente, este termina por ter alta disponibilidade e frequência de utilização. Não se faz necessário, diferente dos demais modais, que outros meios o completem no que diz respeito, evidentemente, ao transporte terrestre. Há de se notar, entretanto, que tais vantagens não conferem ao modal os menores custos tampouco a maior eficiência energética quando comparado ao ferroviário. O modal possui uma alta taxa de consumo de combustível, sendo sua utilização mais indicada para transportes urbanos, a curtas e médias distâncias (LEITE *et al.*, 2016). Dentro dessa delimitação de distâncias apontada, diversos autores evidenciam a utilização ideal do transporte rodoviário, como Keedi (2001), quando afirma que o transporte rodoviário, por suas características, possui um papel chave no processo de conexão entre os modais:

(...) sua importância futura será dada mais em termos de qualidade de transporte, fazendo parte da cadeia logística como o mais importante elo de transporte, já que é o único modal que pode unir todos os demais, bem como os pontos de origem e entrega da carga. (KEEDI, 2001, p. 33)

Por fim, há de se levar em conta as externalidades negativas causadas pela massiva adoção do modal para o transporte de cargas no Brasil. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Ferroviária - ABIFER (2018), um caminhão é capaz de consumir, no pior cenário, até 13 vezes mais energia do que uma locomotiva por quilômetro no transporte de uma tonelada de carga. Ademais, uma composição de 200 vagões é equivalente, em capacidade de carga, a 400 carretas rodoviárias. Diante de tamanha disparidade nos níveis de emissão de poluentes e, em última instância, de eficiência energética, o impacto ambiental de uma matriz de transportes apoiada no modal rodoviário é inegavelmente maior do que o de uma matriz mais equilibrada, com alocação eficiente dos modais. Tal fato se agrava ainda mais quando são adotadas locomotivas elétricas no lugar das movidas a diesel. Uma segunda externalidade negativa a ser apontada é a deterioração da malha rodoviária, com trechos muitas vezes já antigos e em estado precário, não suportando o intenso tráfego atual de caminhões e carretas, o que termina por agravar não só o desgaste das estradas, mas também dos próprios veículos, prejudicando outras atividades-fim da infraestrutura, como a integração regional pelo transporte de pessoas. A terceira e última externalidade a ser abordada é o eventual congestionamento de rodovias causado pelo transporte rodoviário de cargas. Não é raro formarem-se filas quilométricas em pontos de transbordo de mercadorias, como portos, por gargalos logísticos existentes nessas estruturas, o que prejudica todo o fluxo de veículos nas regiões onde se localizam.

Wanke e Fleury (2006) demonstram as razões que levaram o país a uma matriz de transportes ineficiente, com grande dependência do modal rodoviário:

Na origem dos problemas estruturais estão as questões de priorização de investimentos governamentais, regulação, fiscalização e custo de capital, que levaram o país a dependência exagerada do modal rodoviário e, como consequência, a baixos índices de produtividade, ao elevado nível de insegurança nas estradas, a baixa eficiência energética e a altos níveis de poluição ambiental. Tudo isso vem ocorrendo ao mesmo tempo em que o transporte aumenta sua importância na economia brasileira. (WANKE, P.; FLEURY, P. F., 2006, p. 417).

O quadro 1 traz um resumo estruturado dos aspectos positivos e negativos do modal rodoviário encontrados na literatura durante a elaboração do trabalho.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do modal rodoviário

<b>Principais vantagens</b>	<b>Principais desvantagens</b>
Grande capilaridade e flexibilidade	Custo de frete elevado
Agilidade	Baixa eficiência energética
Pouco burocrático	Capacidade de carga limitada
Menor custo de infraestrutura	Risco elevado
Maior nível de investimentos atualmente	

Fonte: Elaboração própria

Feitas as considerações sobre o modal rodoviário, o próximo capítulo consiste em uma análise dos aspectos técnicos e históricos relativos ao modal ferroviário, objeto foco do presente trabalho.

## 5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODAL FERROVIÁRIO

As ferrovias são, por definição, um sistema de transporte sobre trilhos, com instalações fixas, as vias férreas, estações, pátios, equipamento de tráfego e o material rodante, as locomotivas, carros e vagões. A aplicação do modal, por se tratar de um transportador de longo curso e lento, se comparado a outros meios, se mostra mais eficiente no escoamento de matérias-primas, dada sua preferencial movimentação de carregamento completo, proporcionando ganhos de escala. Entretanto, com os avanços tecnológicos não só do setor, mas também das embalagens, aqui mais especificamente as terciárias, como os contêineres, tornou-se viável também transportar produtos refrigerados e produtos finais. A segurança e a economia de escala atingidas com a utilização do modal nos transportes de médias e longas distâncias tornam as ferrovias insubstituíveis para a maioria dos produtos. (ALMEIDA; SCHLÜTER, 2012)

O modal ferroviário apresenta custos fixos relativamente altos como decorrência do valor dos equipamentos, o direito de uso com a privatização e a implantação das linhas, pátios de manobras e terminais para transbordo. Por outro lado, as ferrovias apresentam custos variáveis de operação relativamente baixos. Com a aplicação de motores a diesel e elétricos houve uma drástica redução nos custos variáveis da tonelada/quilômetro. (...) A estrutura de custos fixos das ferrovias oferece vantagens competitivas para a movimentação em grandes distâncias. (ALMEIDA; SCHLÜTER, 2012, p. 109)

A primeira ferrovia brasileira foi instalada em meados do século 19, pelo Barão de Mauá, ligando o Rio de Janeiro a Petrópolis através de uma operação multimodal. Apesar de sua pequena extensão (cerca de 16 km), sua construção demandou “uma grande mobilização de recursos nacionais e internacionais, que seriam garantidos com o sucesso do empreendimento, numa operação similar ao que hoje se convencionou chamar de *project finance*<sup>5</sup>” (LIMA E PASIN, 1999, pg. 170). A construção da malha ferroviária e seu crescimento se deu ao entorno da expansão das atividades agrícolas, em especial a cafeeira, o que explica sua maior concentração e capilaridade na região Sudeste.

Observando-se com atenção, percebe-se que existem quatro pontos de convergência na malha ferroviária brasileira, sendo três no Sul/Sudeste (São Paulo/Santos, Rio de Janeiro e Curitiba/Paranaguá) e um no Nordeste (Recife). Essa convergência não é fortuita. Ela revela o elevado grau de conhecimento da geografia e, principalmente, da economia regional brasileiras do século 19, o que permitiu aos concessionários privados otimizar rotas, aumentando a área de influência de seus investimentos. A cidade de São Paulo é o exemplo mais notável dessa convergência geográfica, pois a jusante encontra-se o porto de Santos e a montante uma grande malha ferroviária

---

<sup>5</sup> O *project finance* é uma modalidade de estruturação financeira de projetos, muito utilizada para o desenvolvimento de grandes investimentos na área de infraestrutura, onde o fluxo de caixa gerado pelo projeto é a principal fonte de pagamento do serviço e da amortização do capital de terceiros.

que, além de São Paulo, alcança os Estados do Paraná, de Goiás e de Minas Gerais. (LIMA E PASIN, 1999, pg. 170)

Com a já citada expansão das rodovias no governo Juscelino Kubitschek, a partir da década de 1950, o setor ferroviário foi sendo cada vez mais preterido, passando por processos de encampação<sup>6</sup>, como o da criação da Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), em 1957, até as recentes privatizações na década de 1990, onde a Rede foi desmembrada e os ativos operacionais de suas malhas arrendados. Tais privatizações foram o encerramento de um período que contou com uma série de restrições ao aumento da produção e da produtividade enfrentadas pela gestão pública das ferrovias, como a contenção de tarifas, a instabilidade macroeconômica e a crise fiscal do governo federal a partir da década de 1980. Além dos fatores citados, a gestão pública não fornecia incentivos para que se comparasse administração e estratégia comercial entre as ferrovias (LACERDA, 2002).

(...) a responsabilidade pela prestação do serviço e manutenção do sistema foi transferida ao setor privado, com ganhos de eficiência e segurança, enquanto a União passou a arrecadar mais recursos. O aumento da produtividade, por um lado, e a diminuição do número de acidentes, por outro, em uma evolução permanente, têm contribuído para a redução dos custos e colaborado com o desenvolvimento do transporte de cargas no Brasil. (CNT, 2015, p. 11)

Segundo a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários — ANTF (2019), desde o início das concessões, as ferrovias já investiram mais de R\$ 75 bilhões, que representam mais de R\$ 113 bilhões se atualizados pelo IPCA de 2019. Os principais destinos desses recursos foram a melhoria e recuperação da malha, a compra e reforma de material rodante, aquisição de novas tecnologias, capacitação profissional e qualificação das operações.

A figura 4 ilustra o mapa da malha ferroviária brasileira atual de acordo com a ANTF. Cabe ressaltar que no mapa estão contidos também projetos que ainda não se efetivaram na prática, servindo aqui como um panorama do que é esperado para o setor no futuro.

---

<sup>6</sup> Ato de retomada do serviço pelo Poder Concedente durante o prazo da concessão.

Figura 4 - Malha ferroviária brasileira



Fonte: Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários – ANTF (2019)

A seguir, na tabela 1, é apresentada a extensão da malha ferroviária brasileira, com divisões administrativas e por tamanhos de bitolas, ponto a ser abordado no subcapítulo seguinte. Os dados foram obtidos na Pesquisa CNT de Ferrovias, realizada pela Confederação

Nacional do Transporte, para o ano de 2015, volume mais recente no momento do desenvolvimento do presente trabalho.

Tabela 1 - Extensão da malha ferroviária brasileira

Operadoras	Origem	Extensão (km)			Total
		Bitola larga (1,60 m)	Bitola estreita (1,00 m)	Bitola mista	
América Latina Logística Malha Norte – ALLMN	-	735			735
América Latina Logística Malha Oeste – ALLMO	RFFSA		1.953		1.953
América Latina Logística Malha Paulista – ALLMP	RFFSA	1.533	305	269	2.107
América Latina Logística Malha Sul – ALLMS	RFFSA		7.223		7.223
Estrada de Ferro Carajás – EFC (Vale)	-	997			997
Estrada de Ferro Vitória a Minas – EFVM (Vale)	-		888		888
Ferrovias Centro-Atlântica – FCA	RFFSA		6.904	137	7.041
Ferrovias Norte-Sul Tramo Norte – FNS (Valec – subconcessão)	-	745			745
Estrada de Ferro Paraná Oeste – Ferroeste	-		248		248
Ferrovias Tereza Cristina – FTC	RFFSA		163		163
MRS Logística - MRS	RFFSA	1.708		91	1.799
Ferrovias Transnordestina Logística – FTL	RFFSA		4.257	20	4.277
Ferrovias Norte-Sul Tramo Central (Valec – subconcessão)	-	815			815
Trombetas, Jari e Amapá	-	70	230		300
<b>Total</b>	-	<b>6.603</b>	<b>22.171</b>	<b>517</b>	<b>29.291</b>

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Pesquisa CNT de Ferrovias (2015)

A tabela 2 lista a extensão territorial, a cobertura da malha ferroviária e a sua densidade para o Brasil e outros países, presentes na análise a título comparativo, seja por suas similaridades socioeconômicas, em dimensões e/ou localização geográfica.

Tabela 2 - Densidade da malha ferroviária por país

<b>País</b>	<b>Área (milhões de km<sup>2</sup>)</b>	<b>Ferrovias (1000 km)</b>	<b>Densidade da malha (Ferrovias/Áreas)</b>
EUA	9,83	293,56	29,8
Índia	3,29	68,53	20,8
África do Sul	1,22	20,99	17,2
Argentina	2,78	36,92	13,3
China	9,60	124,00	13,2
México	1,96	15,39	7,8
Canadá	9,98	77,93	7,8
Rússia	17,1	87,16	5,1
Austrália	7,74	36,97	4,8
Brasil	8,52	29,18	3,4

Fonte: Elaboração própria com base nos dados obtidos no site da ANTF (2019)

O Brasil apresenta baixa densidade da malha quando comparado aos demais países de dimensões continentais, como China, Estados Unidos e Canadá, ficando atrás inclusive de outros países da América Latina com menor extensão territorial, como Argentina e México. Por suas características, em especial sua alta capacidade de carga e grande eficiência energética, principalmente em casos de deslocamentos a médias e grandes distâncias, verifica-se a alta densidade da malha ferroviária em países de grande relevância no comércio internacional. O quadro 2 traz uma síntese das principais vantagens e desvantagens do modal para o transporte de cargas, de maneira análoga à análise feita para o rodoviário.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens do modal ferroviário

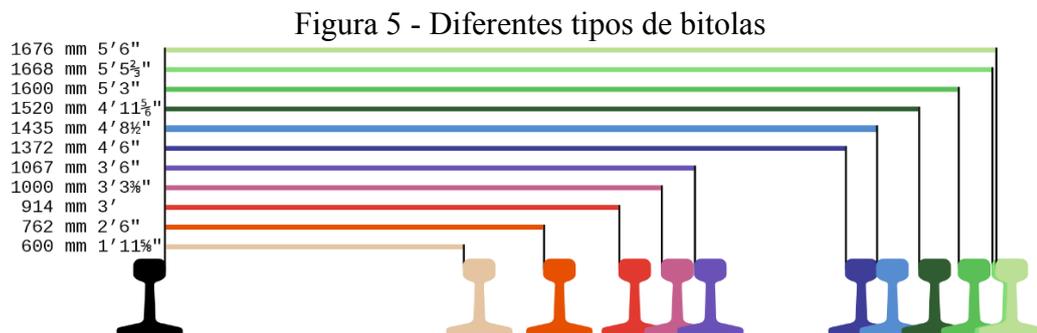
<b>Principais vantagens</b>	<b>Principais desvantagens</b>
Grande capacidade de carga	Alto custo da infraestrutura
Elevada eficiência energética	Transporte mais lento, devido ao transbordo
Adequado a grandes distâncias	Baixa flexibilidade
Baixo custo de transporte	
Maior segurança em relação ao rodoviário	
Baixo custo de manutenção	

Fonte: Elaboração própria

O próximo item traz uma análise dos diferentes tipos de bitolas, os fatores que levam à escolha do tamanho e suas implicações na conexão das malhas ferroviárias, não só no contexto nacional, mas também na integração econômica entre os países da América do Sul.

## 5.1 Bitolas e a integração econômica

No contexto ferroviário, bitolas representam as distâncias entre as faces internas dos trilhos de uma ferrovia. A adoção de diferentes medidas em diferentes regiões do mundo se deu por uma série de fatores históricos, se adaptando à tecnologia empregada na construção das locomotivas em diferentes épocas e para diferentes fins. A figura 6 traz um comparativo, em milímetros e polegadas, das diferentes bitolas adotadas mundialmente.



Fonte: Prado Trens (2018)

A discussão em torno bitolas adotadas se torna relevante para a análise, uma vez que a não padronização, conhecida como “quebras de bitola”, dificulta a integração da malha ferroviária, aumentando a complexidade do processo logístico e até mesmo o inviabilizando economicamente, dado que muitas vezes se fará necessária a utilização do modal rodoviário para desempenhar essa ligação no transbordo da carga.

Lacerda (2009) aponta que a escolha da bitola deve balancear os custos de construção da via e o desempenho operacional dos trens, de acordo com as características do trajeto a ser atendido. Quanto mais estreitas forem as bitolas, menores serão os custos de construção da via férrea, pela utilização de menor volume de lastro, menores dormentes e, por consequência, menores adaptações no terreno. Já as bitolas largas favorecem o desempenho, uma vez que conferem maior volume de carga e maior estabilidade lateral às composições, o que possibilita o desenvolvimento de velocidades mais elevadas, principalmente em curvas, pois reduzem o risco de tombamento dos vagões.

Conforme foi apresentado, a malha ferroviária brasileira foi historicamente desenvolvida para o escoamento da produção agrícola dos séculos anteriores, e sua evolução não acompanhou a nível satisfatório a expansão da produção até os dias atuais, tampouco o surgimento de novos polos. Tal cenário não difere muito ao longo de toda a América do Sul.

Uma integração econômica entre os países, já dificultada pela própria geografia — com a floresta amazônica, ao norte, e a cordilheira dos Andes, que corta o continente de norte a sul —, é agravada quando se pensa no papel do transporte ferroviário no desempenho dessa função. Somente entre Mendoza, na Argentina, e a malha do Brasil, há três quebras de bitola. Segundo Lacerda:

Governos e investidores privados não tinham visão das ferrovias como rotas de integração dos mercados nacionais, nem como instrumentos de aproximação comercial entre os países. A orientação básica dos trilhos era do interior até os portos exportadores, e as frequentes mudanças de bitolas impediam a circulação dos trens em toda a extensão das redes. (LACERDA, 2009, p. 187)

Uma integração da malha ferroviária possível seria pelo chamado Cone Sul, que não só permitiria uma maior integração econômica entre os países do continente, fortalecendo as relações comerciais — e o próprio MERCOSUL —mas também, do ponto de vista brasileiro, representaria um acesso ao oceano Pacífico mais barato, a custos de transporte, do que o representado pelo rodoviário. A complexidade desse processo de integração é evidente, uma vez que demandaria um alto custo, seja na implantação de novos trechos que possibilitem a conexão, seja na adaptação das malhas já existentes, num esforço conjunto entre os governos.

A situação atual da logística sul-americana contrasta com os esforços dos países do continente para fortalecer seus vínculos comerciais, por meio da negociação de acordos de comércio e da formação de blocos regionais. As deficiências da infraestrutura de transportes da América do Sul e, em especial, do Cone Sul são hoje uma barreira ao comércio regional mais importante do que as tarifas aduaneiras. (MOREIRA *apud* LACERDA, 2009, p. 188)

Lacerda conclui que, dada a maior extensão e presença nos países do Cone Sul, a bitola métrica seria a única alternativa economicamente viável para a conexão. No entanto, aponta que a conexão de algumas regiões do Brasil numa possível malha integrada sul-americana possa estar comprometida caso os atuais projetos, com bitolas de 1,60 m sigam adiante, limitando para sempre a integração ferroviária da América do Sul à região Sul.

## 6 ADEQUAÇÃO À MATRIZ DE EXPORTAÇÕES

Em um relatório elaborado pela Pezco Economics and Financial Analysis, em maio de 2021, fica evidente a adequação do modal aos principais produtos exportados pelo país, dado que estes são, em sua maioria, produtos com baixo valor agregado e de grande volume.

O preço médio das exportações brasileiras é relativamente baixo, US \$ 441.73 por tonelada, enquanto o preço médio de importação é US \$ 1,909.82 por tonelada, considerando-se valores CIF<sup>7</sup>. Este é um retrato típico de uma economia exportadora de produtos primários. Para os dez anos anteriores, cobrindo o período de 2000 a 2009, o valor médio das exportações era US \$ 333.87 por tonelada, enquanto as importações atingiram valores médios de US \$ 1,159.73 por tonelada, mostrando poucas mudanças no perfil de comércio internacional brasileiro. (PEZCO, 2021, p. 4, tradução livre do autor)<sup>8</sup>

A tabela 3 traz os dados detalhados das exportações brasileiras acumuladas nos dez primeiros meses do ano, janeiro a outubro, mensuradas em milhões de dólares para os anos de 2016, 2018 e 2019, com as variações percentuais entre os períodos. Os dados obtidos através dela permitem a constatação da alta participação das *commodities* nas exportações, produtos com baixo valor agregado, como petróleo e seus derivados, minérios, soja e outros cereais, produtos geralmente transportados a granel e em grandes quantidades.

Tomemos o setor agrícola, mais especificamente a produção nacional de soja para exportação — mercado liderado pelo Brasil atualmente — como exemplo. A partir de uma breve análise geográfica, constata-se que os principais pontos focais de produção desses bens encontram-se no interior do país, sendo necessária uma forte cadeia logística para o escoamento dessa produção aos portos para o transbordo marítimo, o que não se verifica na prática. Graças à alta competitividade da produção agrícola “dentro da porteira”, o Brasil é capaz de exportar grandes quantidades dessas *commodities*, mesmo com a insuficiência da infraestrutura logística instalada (Pezco, 2021).

---

<sup>7</sup> O Incoterm® CIF é sigla em inglês para *Cost, Insurance and Freight*, significando “custo, seguro e frete”.

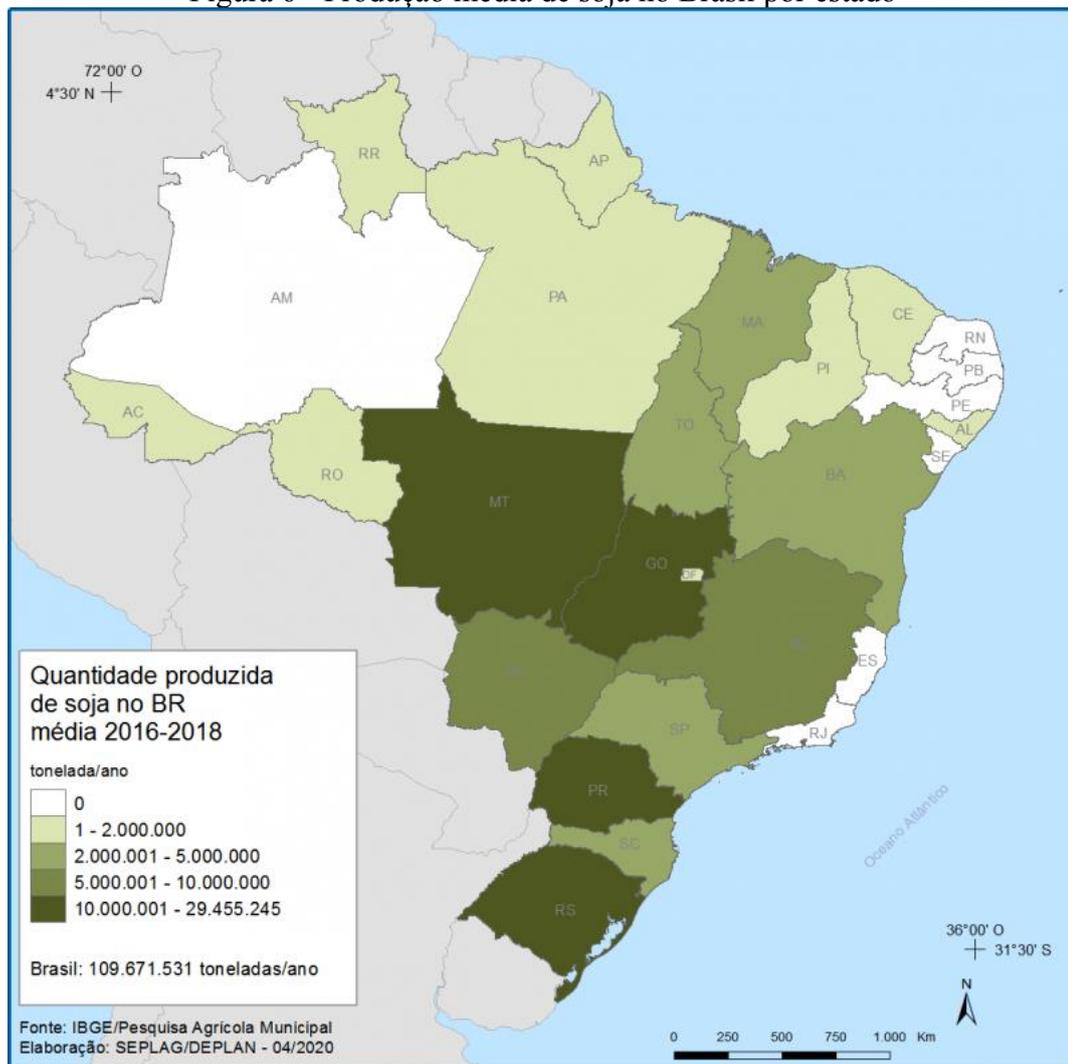
<sup>8</sup> Texto original: “*The average price of Brazilian exports is relatively low, at US \$ 441.73 per ton, while the average import price is US \$ 1,909.82 per ton, considering CIF values. It is the typical portrait of a primary-exporting economy. For the previous ten years, covering the period from 2000 to 2009, the average value of exports was US \$ 333.87 per ton while imports reached average values of US \$ 1,159.73 per ton, showing little change in the Brazilian profile of international trade.*” (PEZCO, 2021, p. 4)

Tabela 3 - Exportações brasileiras em milhões de Dólares

Produtos	2019 (a)		2018 (b)		2016 (c)		Var.%		Var.%
		%		%		%	Absol	a/b	a/c
1 Petróleo e derivados	24 374	13.14%	24 581	12.35%	9 376	6.13%	- 207	-0.84%	159.96%
2 Minérios metálicos e	23 542	12.69%	21 896	11.00%	14 318	9.35%	1 646	7.52%	64.42%
3 Soja & outros oleaginosos	23 171	12.49%	29 775	14.96%	19 058	12.45%	- 6 604	-22.18%	21.58%
4 Carnes	12 735	6.86%	11 785	5.92%	11 662	7.62%	950	8.06%	9.20%
5 Ferro e aço	9 688	5.22%	10 259	5.16%	6 735	4.40%	- 571	-5.57%	43.84%
6 Carros e caminhões	7 227	3.90%	10 654	5.35%	8 478	5.54%	- 3 427	-32.17%	-14.76%
7 Celulose e papel	6 551	3.53%	6 854	3.44%	4 562	2.98%	- 303	-4.41%	43.59%
8 Cereais e derivados	6 544	3.53%	3 291	1.65%	3 867	2.53%	3 253	98.86%	69.23%
9 Outro material de transporte	5 667	3.05%	7 367	3.70%	5 815	3.80%	- 1 700	-23.08%	-2.54%
10 Rações	5 196	2.80%	5 993	3.01%	4 808	3.14%	- 796	-13.29%	8.07%
11 Máquinas de geração de energia	4 705	2.54%	5 934	2.98%	4 334	2.83%	- 1 228	-20.70%	8.57%
12 Café	4 657	2.51%	4 301	2.16%	4 907	3.21%	356	8.29%	-5.10%
13 Açúcar	4 426	2.39%	5 734	2.88%	8 434	5.51%	- 1 308	-22.81%	-47.52%
14 Máquinas e equipamentos industriais	3 290	1.77%	3 493	1.76%	3 333	2.18%	- 203	-5.82%	-1.29%
15 Máquinas para determinadas indústrias	3 215	1.73%	3 654	1.84%	2 478	1.62%	- 439	-12.02%	29.76%
16 Ouro	2 902	1.56%	2 292	1.15%	2 409	1.57%	610	26.60%	20.48%
17 Produtos químicos	2 559	1.38%	2 663	1.34%	2 383	1.56%	- 103	-3.88%	7.41%
18 Vegetais e frutas	2 533	1.37%	2 813	1.41%	2 491	1.63%	- 280	-9.95%	1.67%
19 Produtos metálicos	2 238	1.21%	2 384	1.20%	2 459	1.61%	- 146	-6.12%	-9.01%
20 Tabaco e derivados	1 848	1.00%	1 577	0.79%	1 712	1.12%	271	17.18%	7.97%
<b>Subtotal</b>	<b>157 068</b>	<b>84.66%</b>	<b>167 298</b>	<b>84.08%</b>	<b>123 618</b>	<b>80.76%</b>	<b>- 10 230</b>	<b>-6.12%</b>	<b>27.06%</b>
<b>Outros</b>	<b>28 468</b>	<b>15.34%</b>	<b>31 681</b>	<b>15.92%</b>	<b>29 459</b>	<b>19.24%</b>	<b>- 3 214</b>	<b>-10.14%</b>	<b>-3.36%</b>
<b>Total</b>	<b>185 536</b>	<b>100.00%</b>	<b>198 980</b>	<b>100.00%</b>	<b>153 077</b>	<b>100.00%</b>	<b>- 13 444</b>	<b>-6.76%</b>	<b>21.20%</b>

Fonte: Comexstat / Secex / Ministério da Economia / Elaboração O Cafezinho.

Figura 6 - Produção média de soja no Brasil por estado



Fonte: Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul (2020)

A Figura 6 conta com dados produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, e ilustra a produção de soja por estado brasileiro, em média, para o intervalo de anos 2016-2018. É possível notar, ao se cruzar as informações da figura 6 com a disposição da malha ferroviária brasileira, apresentada na figura 4, que a acelerada expansão econômica dos centros produtivos não foi acompanhada por igual crescimento da malha ferroviária.

O modal rodoviário perde espaço, em um cenário de desejável eficiência, no transporte de *commodities*, dado o baixo valor da carga, sua quantidade e a distância a ser percorrida, pois possui um elevado custo final de transporte e baixa capacidade de carga quando comparado ao ferroviário. Na prática, entretanto, o que se vê é a grande dependência do setor em relação ao modal rodoviário, responsável por movimentar 60% da soja dentro do nosso território, seguido de 21% por parte do transporte ferroviário e em terceiro o modal

aquaviário, encarregado por transportar 14% da produção de soja no Brasil (BOZOKY *et al.*, 2014). Tal incongruência é apontada, também, pela própria CNT:

As características do modal ferroviário tornam-no particularmente competitivo para o transporte de grandes volumes de carga por longas distâncias. As cadeias produtivas das *commodities* minerais e agrícolas, nas quais o Brasil se destaca, demandam um transporte com tais características, desde as regiões produtoras até os portos onde são exportados. Os atributos do transporte ferroviário, como segurança, baixo custo e reduzida emissão de poluentes, associados à confiabilidade e à disponibilidade do serviço prestado, evidenciam o seu potencial na ampliação do volume de carga movimentado, assim como na diversificação dos tipos de mercadorias, inclusive daquelas com maior valor agregado. (...) considerando o longo período de estagnação – anterior às concessões – pelo qual passou o setor, avalia-se que a participação estimada do modal ferroviário na matriz de transportes do Brasil, de cerca de 21% da produção de carga do País, é ainda baixa em face do seu potencial de utilização. (CNT, 2015, p. 11)

Em uma abordagem mais específica para o setor das *commodities* agrícolas, há ainda um estudo recente desenvolvido por Llorca, Lima e Lopes (2018), tratando da logística interna e externa de escoamento de soja da região Centro-Oeste do país para a China, destino da maior parte da produção brasileira para exportação. A partir da expansão do Canal do Panamá, concluída em 2016, tornou-se possível a passagem de navios de dimensões e capacidade de carga superiores — os chamados *Neo-Panamax* —, além da redução do tempo médio de espera para a travessia das eclusas, estimulando a competitividade entre esta rota e a rota marítima tradicional, que contorna o Cabo da Boa Esperança no continente africano. Nesta última rota, o embarque é feito predominantemente pelos portos das regiões Sul e Sudeste. Através da modelagem do transporte, por uma otimização que visa minimizar os custos aplicando-se as devidas restrições para os diferentes cenários, constatou-se uma significativa diminuição de custos quando do embarque de parte dessa produção pelos portos do Arco Norte do Brasil, como os de Itaquí, Vila do Conde e São Luiz. Tal resultado decorre, inclusive, das limitações de capacidade dos portos localizados nas regiões Sul e Sudeste, dado que o transbordo concorre com os das demais exportações, como o minério de ferro.

No que diz respeito à logística interna, os ganhos obtidos no cenário de exportações através da rota ao norte, pelo do Canal do Panamá, guardam íntima relação de dependência com os novos investimentos em ferrovias e hidrovias, dados os custos substancialmente menores desses modais de transporte em relação ao rodoviário:

Nota-se que o Ferrogrão entre Sinop e Miritituba foi determinante para o aumento de exportação de soja pelo Canal do Panamá, já que a redução do custo de transporte interno que este traz impacta o estado inteiro do Mato Grosso, que é o principal estado produtor brasileiro (LLORCA, LIMA E LOPES, 2018, p.2129)

A tabela 4 demonstra a participação percentual dos modais que compõem a matriz de transporte de carga para países de porte territorial semelhante ao do Brasil, este incluso na tabela, proporcionando uma base de comparação da adequação dos modais à cobertura de grandes distâncias.

Tabela 4 - Composição percentual da matriz de transporte de cargas por país

<b>País</b>	<b>Ferrovário</b>	<b>Rodoviário</b>	<b>Outros</b>
Rússia	81%	8%	11%
Canadá	46%	43%	11%
Austrália	43%	32%	25%
EUA	43%	32%	25%
China	37%	50%	13%
Brasil	15%	65%	20%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados obtidos no site da ANTF (2019)

Verifica-se que a matriz de transporte brasileira não condiz com a realidade de um país com dimensões continentais, pois esta deveria contar com uma melhor distribuição entre os diferentes modais, proporcionando maiores níveis de eficiência, priorizando, por exemplo, o uso dos modais ferroviários e hidroviários ao invés do modal rodoviário. Esta relação torna-se mais evidente no caso do escoamento de produtos agropecuários, os quais possuem baixo valor agregado e necessitam de movimentação em grandes quantidades (SILVA, 2010).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização do presente trabalho foi possível perceber os impactos da alta dependência do modal rodoviário no transporte de cargas no Brasil. Após a análise qualitativa desempenhada, através da revisão da literatura existente sobre o tema, fica evidente a maior adequação do modal ferroviário para desempenhar tal papel, graças tanto às suas características e custos de transporte, quanto à própria distribuição geográfica dos focos de produção e dos terminais portuários.

A criação de novas rotas para os modais mais adequados acarretaria em uma diminuição dos custos e mitigaria gargalos logísticos, aumentando a eficiência e a competitividade da economia brasileira, além de permitir que o escoamento da produção nacional fosse mais impactado por melhorias externas, como no caso da expansão do Canal do Panamá. Notou-se uma grande defasagem da matriz de transportes do Brasil pela carência de investimentos em infraestrutura apropriada. Seja pelas condições precárias da infraestrutura de transportes já existente ou até mesmo pela adoção de modais menos eficientes, como o rodoviário, para cobrir todo o deslocamento – muitas vezes de dimensões continentais –, é inegável que o país se beneficiaria imensamente de maiores investimentos no transporte ferroviário.

Cabe ressaltar que os dados do setor ferroviário indicam que os níveis de segurança e de produtividade vêm aumentando ao longo das últimas décadas, inclusive com um salto de 208% dos empregos diretos e indiretos gerados pelo setor entre 1997 e 2019. Os investimentos por parte das concessionárias em modernização também ocorrem com relativa frequência. A recente aquisição de novos vagões *double-stack*, investimento anunciado em março de 2018 pela Brado Logística, uma subsidiária da Rumo Logística S.A., e posto em circulação nas malhas Ferronorte e Malha Paulista, possibilita o transporte de cargas em dois níveis, podendo empilhar até três contêineres.

No âmbito de novos trechos, há diversos projetos em diferentes estágios de desenvolvimento. O Corredor Oeste de Exportação ou a Nova Ferroeste, por parte do Governo do Paraná, tem como objetivo ligar o Porto de Paranaguá a Maracaju, no Mato Grosso do Sul, oferecendo um modal adequado e eficiente para o escoamento de produtos provenientes do oeste do Paraná, Mato Grosso do Sul e Paraguai. Já na integração latitudinal, podem ser citados os recentes avanços na Ferrovia Norte-Sul. Projetada em 1985, a ferrovia tem como objetivo ser a espinha dorsal do transporte ferroviário do Brasil, sendo subdividida em diversos tramos. Em 2019 os tramos central e sul da ferrovia foram arrematados em leilão

pela Rumo Logística S.A., em concessão por 30 anos, abrangendo 1537 km entre Porto Nacional, no Tocantins, e Estrela D’oeste, em São Paulo.

É evidente que, dados os altos custos fixos inerentes ao setor de transportes, toda e qualquer formulação de políticas públicas de investimento na área devem ser cuidadosamente estudadas, analisando se os benefícios dessas se estenderão por toda a população — seja pela integração regional, pela maior arrecadação fiscal ligada aos novos projetos ou pela geração de empregos, diretos e indiretos —, e não somente a uma pequena parcela, contribuindo, através dos nítidos ganhos auferidos por esses investimentos, para uma ainda maior concentração de renda em nosso país.

Diante do exposto surge, naturalmente, como ideia e sugestão de trabalhos futuros, o estudo da origem desses investimentos, seja por investimento público direto, com os devidos cuidados já mencionados, ou, com regulamentação e contratos claros, Parcerias Público Privadas (as PPPs), *project finances*, e concessões — passando, inclusive, pela a análise da possibilidade de extensão dos prazos máximos dessas licitações, atualmente em 30 anos, objeto de crítica por parte das concessionárias dado o alto valor dos investimentos demandados pelas melhorias tecnológicas e eventuais expansões da malha, e possibilitando uma maior margem de *payback* desses investimentos.

É de vital importância para a atração dos investimentos privados citados, sejam eles nacionais ou estrangeiros, que se consolide no Brasil um ambiente de estabilidade não só macroeconômica de longo prazo, mas também política e institucional, com clareza de contratos, direitos e deveres bem definidos, de forma a potencializar os atrativos já existentes num mercado de proporções continentais e de imensas possibilidades como o brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- ABIFER – Associação Brasileira da Indústria Ferroviária. **Logística: Trem versus Caminhão**. Página Institucional. Disponível em: <<https://abifer.org.br/logistica-trem-versus-caminhao>> Acesso em: 15 de julho de 2021
- ALMEIDA, C. M. P. R. de; SCHLÜTER, M. R. **Estratégia Logística**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2012.
- ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários. **Informações gerais sobre o setor ferroviário de cargas brasileiro**. Página institucional. Disponível em: <<https://www.antf.org.br/informacoes-gerais>> Acesso em: 10 de agosto de 2021.
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Transporte Rodoviário Internacional de Cargas**. Página Institucional. Disponível em: <<http://appweb2.antt.gov.br/carga/ferroviario/ferroviario.asp>> Acesso em: 21 de julho de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Operador de Transporte Multimodal – Perguntas Frequentes**. Disponível em: <<https://antt.gov.br/documents/359159/0/OTM+-+PERGUNTAS+FREQUENTES.pdf/>> Acesso em: 30 de agosto de 2021
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5 ed., Porto Alegre: Bookman, 2006
- BOZOKY, M. J.; OLIVEIRA, A. A. P.; DELIBERADOR, L. R.; FORMIGONI, A.; JACUBAVICIUS, C. **Análise do modal ferroviário no transporte de soja do centro oeste aos portos**. In: INOVAE - Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation (ISSN 2357-7797); v. 2, n. 1 (2014): (jan-abr) Publicação: abril de 2014
- CAPDEVILLE, A. de. **Categorização dos gargalos de uma cadeia logística de transporte da safra agrícola**. 2010. xv, 87 f. il. Dissertação (Mestrado em Transporte Urbano) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- CNT – Confederação Nacional dos Transportes. **Custo logístico consome 12,7% do PIB do Brasil**. Página institucional. 2016. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/custo-logistico-consome-12-do-pib-do-brasil>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa CNT de Ferrovias 2015**. Brasília: CNT, 2015.
- COLAVITE, A.S.; KONISHI, F. **A matriz do transporte no Brasil: uma análise comparativa para a competitividade**. 2015.
- KEEDI, S. **Logística de Transporte Internacional: veículo prático de competitividade**. São Paulo, Aduaneiras, 2001.
- LACERDA, S. M. **O transporte ferroviário de cargas**. In: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social 50 anos: histórias setoriais, Rio de Janeiro: Dbá , 2002.
- \_\_\_\_\_. **Ferrovias Sul-Americanas: A Integração Possível**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 16, n. 31, p. 185-214, junho de 2009
- LEITE, C. E.; PEREIRA, L. R. S.; MARINHO, C. J. M.; BITTENCOURT, J. A. **Análise comparativa de custos entre os meios de transporte rodoviário e ferroviário**. XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III INOVARSE – Responsabilidade Social Aplicada, 2016.

LIMA, E. T.; PASIN, J. A. B. **Regulação no Brasil: Colocando a Competitividade nos Trilhos**. In: Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 6, n. 12, p. 169-194, dezembro de 1999.

LLORCA, R. P.; LIMA, R. S. L.; LOPES, H. S. L. **Análise da logística de exportação da soja do Centro-Oeste brasileiro a partir da expansão do canal do Panamá**. 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, novembro de 2018.

MINFRA - Ministério da Infraestrutura. **Síntese – Setor Rodoviário**. Página institucional. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/dados-de-transportes/dados-de-transportes/sintese-rodoviario>> Acesso em: 10 maio de 2021.

PEZCO ECONOMICS AND FINANCIAL ANALYSIS & LL ADVOGADOS – **The new Brazilian railway geography and the role of regulation of access to the longitudinal axis**. Relatório empresarial. 2021

PRADO TRENDS. **Lista de Bitolas**. 2018 Disponível em: <<https://www.pradotrens.com.br/lista-de-bitolas/>> Acesso em: 15 de junho de 2021

ROSA, R. A. **Gestão Logística**. 3. Ed., Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2014.

SANTOS, H. J. dos. **Análise das perspectivas de empresas em relação à implantação de um parque ferroviário no desenvolvimento produtivo local: uma análise no distrito industrial de Rondonópolis-MT**. Revista Estudos e Pesquisas em Administração, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 73-90, 2017.

SCHALCH, Eduardo José. **Os gargalos logísticos das principais rotas de escoamento de grãos de soja do estado do Mato Grosso: um estudo de caso do complexo portuário Miritituba-Barcarena no Pará**. 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão e Inovação na Indústria Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, University of São Paulo, Pirassununga, 2016

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO DO RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico - O RS é o terceiro maior produtor de soja em grão do Brasil**. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/soja>> Acesso em: 22 de junho de 2021.

SILVA, H. J. T. **Caracterização e descrição do terminal multimodal de Alto Araguaia/MT: influência no Corredor Centro-Oeste**. 2010.

UNCTAD. **State of Commodity Dependence 2019 - United Nations publication issued by the United Nations Conference on Trade and Development**. United Nations Publications: New York, 2019.

WANKE, P.; FLEURY, P. F. **Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos**. In: Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2006. p. 409-464.