

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

LEONARDO PARISI

**INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES E O IMPACTO
SOCIOECONÔMICO CAUSADO NO BRASIL**

**Ilha Solteira
2021**

LEONARDO PARISI

**INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES E O IMPACTO SOCIOECONÔMICO
CAUSADO NO BRASIL**

Trabalho de Graduação apresentado à
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
UNESP como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Prof. Dr. Artur Pantoja Marques
Orientador

Ilha Solteira

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

P234i Parisi, Leonardo.
Infraestrutura de transportes e o impacto socioeconômico causado no Brasil
/ Leonardo Parisi. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
36 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021

Orientador: Artur Pantoja Marques
Inclui bibliografia

1. Infraestrutura de transportes. 2. Economia de transportes. 3. Modais de
transportes.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999

Leonardo Parisi

**INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES E O IMPACTO SOCIOECONÔMICO
CAUSADO NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto
ao Curso de Graduação em Engenharia
Civil, da Faculdade de Engenharia da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Câmpus de Ilha Solteira.

Aprovado em 19/10/2021

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Artur Pantoja Marques

UNESP/FE - Campus de Ilha Solteira (Orientador)

Prof. Dr. Adriano Souza

UNESP/FE - Campus de Ilha Solteira

Prof. Dr. Marco Antônio de Moraes Alcantara

UNESP/FE - Campus de Ilha Solteira

Ilha Solteira
19 de outubro de 2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meus passos e ter me proporcionado saúde para chegar até aqui.

Ao Prof. Dr. Artur Pantoja Marques, pela orientação, não apenas neste trabalho, mas por todo o período da graduação.

Ao meus pais, Paulo Roberto Parisi e Maria Regina de Souza Parisi, por sempre acreditarem em mim e me fortalecer nos momentos mais difíceis que passei.

Aos meus amigos e demais familiares, muito do que me tornei é graças a vocês.

À minha república, local onde tive oportunidade de me desenvolver como pessoa, e também criar vínculos que permanecerão por toda minha vida.

A todos os demais grupos que tive oportunidade de participar (Alicerce Empresa Junior, Movimento Jobs, Bateria, Equipe Águia, Solidarisa).

À UNESP, instituição que tenho grande admiração, por ter me proporcionado toda essa jornada incrível de enorme aprendizado e por ter me conectado com tantas pessoas extraordinárias.

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo da Infraestrutura de Transporte (IET) no Brasil e sua importância no desenvolvimento da economia de uma região. O investimento na logística de transporte do país gera benefícios para a economia e população, representando uma melhoria a longo prazo. Neste trabalho, realizou-se uma ampla pesquisa bibliográfica sobre a IET e os modais de transportes no cenário brasileiro, comparando sua distribuição com outros países desenvolvidos. Além disso, obteve-se informações acerca da malha ferroviária da região Sul do país, a partir de uma entrevista com o responsável pelo trecho Cruz Alta – RS e Rio Grande - RS. A partir dos dados e informações obtidas neste trabalho, constatou-se a dependência e dominância do modal rodoviário no Brasil, indicando a necessidade da distribuição entre o restante dos modais, de acordo com o tipo de carga a ser transportada. Propôs-se um modelo ideal para a redistribuição dos modais de transportes brasileiros, levando em consideração o cenário de países desenvolvidos e suas consequentes extensões territoriais. O modelo proposto neste trabalho distribui o transporte do país em 31 % do modal ferroviário, 31 % para o modal rodoviário e 38 % para os demais modais. O presente trabalho possibilitou novas percepções acerca da importância em investimentos corretos na IET para a economia de um país.

Palavras-chave: Infraestrutura de Transportes, Economia de Transportes, Modais de Transportes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Comparação dos custos logísticos entre Brasil e EUA.	12
Figura 2 – Investimento público e privado na infraestrutura de transporte brasileiro.	13
Figura 3 – Modais de transportes.	15
Figura 4 - Modal Ferroviário Brasileiro	17
Figura 5- Modais de transporte: (a) ferroviário; (b) rodoviário; (c) hidroviário; (d) aeroviário; (e) dutoviário.....	19
Figura 6 - Modais de transportes em países selecionados	20
Figura 7- Comparação dos modais de infraestrutura de transporte com países de áreas aproximadas ao território brasileiro.	23
Figura 8- Investimentos em Infraestrutura como percentual do PIB.....	23
Figura 9 - Fatores que contribuem para a baixa competitividade e o aumento do custo logístico no Brasil.....	26
Figura 10- Modelo proposto para a matriz de transporte no Brasil.....	27
Figura 11- Comparação Brasil 2020 x Modelo proposto.	28
Figura 12- Distribuição da matriz de transporte nos países analisados.	29
Figura 13 - Malha Ferroviária Sul	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Nota e classificação dos países em relação ao Ranking Global de Infraestrutura	24
Tabela 2 - Comparação entre as linhas ferroviária e rodoviária no transporte de grãos no trecho Cruz Alta – Rio Grande.	31

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	OBJETIVOS.....	10
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1.	INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE	11
3.1.1.	Investimentos em IET no Brasil	12
3.2.	MODAIS DE TRANSPORTE.....	14
3.2.1.	Modal Rodoviário	15
3.2.2.	Modal Ferroviário	16
3.2.3.	Modal Hidroviário.....	17
3.2.4.	Modal Dutoviário	18
3.2.5.	Modal Aeroviário	18
3.2.6.	Comparação do cenário brasileiro dos modais de transportes com países desenvolvidos.....	20
4.	METODOLOGIA	22
4.1.	INDICADORES ANALISADOS.....	22
4.2.	ENTREVISTA SOBRE MODAL MAIS CRÍTICO NO BRASIL	25
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5.1.	MODELO PROPOSTO PARA DISTRIBUIÇÃO DOS MODAIS.....	26
5.2.	ESTUDO DE CASO: MALHA SUL FERROVIÁRIA.....	30
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
	APÊNDICE A – Entrevista Malha Sul Ferroviária.....	36

1. INTRODUÇÃO

A infraestrutura de transportes (IET) é essencial para evolução e desenvolvimento econômico de um país. Há muitos anos, esse setor tem se destacado como um dos mais importantes em políticas de investimentos no Brasil, sendo que com direcionamento e ações públicas adequados, o mesmo é capaz de gerar impactos positivos na sociedade. Por outro lado, atitudes errôneas podem causar prejuízos, não apenas no setor de transportes, mas também em outros fatores que impactam diretamente o desenvolvimento da população, como sua segurança e a qualidade do ambiente em que vivem (ARAUJO, 2006).

No Brasil, há uma grande desigualdade no que diz respeito ao uso dos modais de transporte. Segundo Costa (2017), mais de 61% do transporte de carga é realizado por rodovias, o que implica em uma grande concentração dos investimentos em transporte da União nesse modal, sendo de aproximadamente 72%. Essa concentração diminui a competitividade entre os demais modais e acaba gerando uma maior dependência do setor rodoviário.

Nas últimas décadas, o investimento na infraestrutura de transporte é alvo de estudo de muitos autores, visto que esse avanço gera um incremento na produtividade, acessibilidade, fluxo de pessoas e matéria-prima, além de intensificar os laços inter-regionais. O investimento na IET resulta na diminuição dos custos de produção de diversos bens de consumo, aumentando a margem de lucro das empresas e, conseqüentemente, incentivando seu crescimento e progressão no mercado. Além disso, todos os fatores anteriormente citados, em conjunto, contribuem para uma melhor qualidade de vida dos empregados, além de aumentar a geração de empregos. (CAIXETA-FILHO; MARTINS, 2009)

Diante deste cenário, a proposta do presente trabalho é realizar uma análise aprofundada sobre a importância do investimento na infraestrutura de transporte brasileira, evidenciando os principais modais de transporte e comparando com grandes potências mundiais.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo principal estudar a Infraestrutura de Transportes no Brasil e propor um cenário ideal para a distribuição dos modais no país. De forma mais específica, seguem alguns objetivos que foram realizados:

- Estudo comparativo entre Brasil e alguns países potências com IET bem desenvolvida e expansão territorial semelhante;
- Elaboração de uma proposta de modelo ideal para a divisão da matriz de transporte brasileira;
- Entrevista com engenheiro responsável pelo modal que apresenta mais oportunidades em relação ao modelo proposto, para que seja possível um entendimento do cenário atual e perspectivas futuras.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE

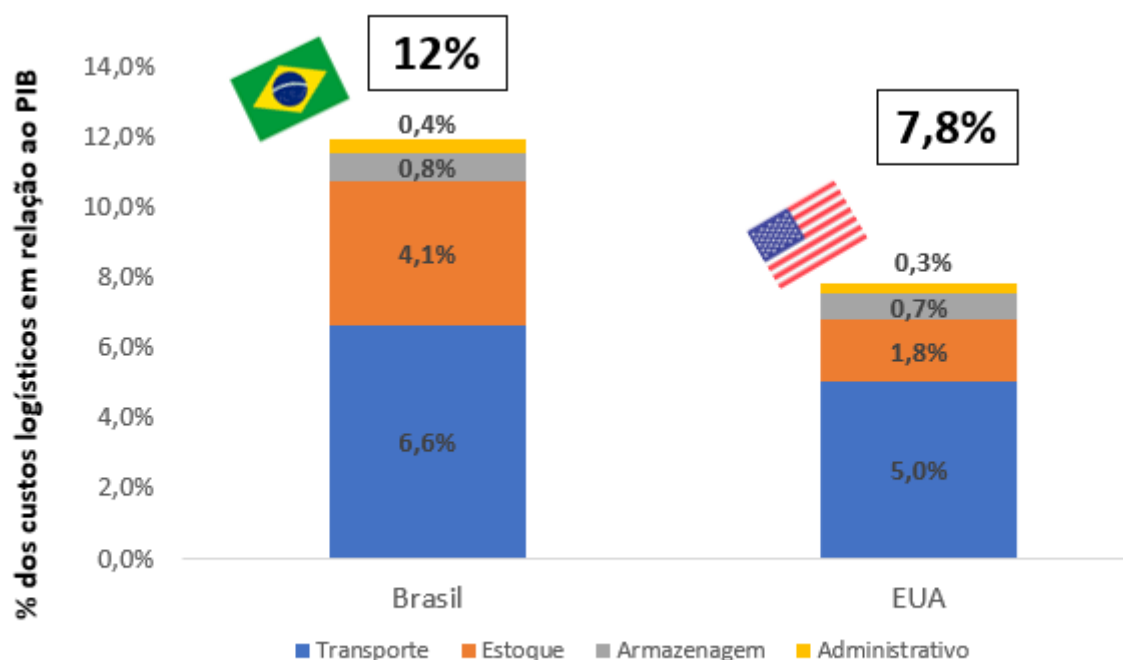
O investimento em infraestrutura é considerado, por muitos estudiosos e economistas, um dos principais responsáveis por permitir um crescimento sustentado da economia. Juntamente com os setores de energia e telecomunicações, o setor de transportes é capaz de gerar externalidades positivas, permitindo o aumento da produtividade de outros investimentos e proporcionando ganhos de escala em outras atividades.

De acordo com Herrmann (2012), a implementação da IET é capaz de gerar inúmeros benefícios, os quais podem ser citados:

- Custos de transporte;
- Segurança;
- Redução no tempo de viagem;
- Aumento de atratividade econômica regional;
- Ganhos sociais para a população afetada pelo projeto;
- Criação de empregos durante a implementação, operação e manutenção;
- Diversificação econômica regional.

O transporte é responsável pela maior parcela dos custos logísticos de uma empresa, representando, portanto, um valor muito significativo sobre o custo final de determinado produto. Em países que possuem uma IET precária, como o caso do Brasil, este custo é ainda mais representativo, enquanto nos países desenvolvidos, como EUA, nota-se que o transporte não tem representação acentuada nos custos logísticos. A Figura 1 mostra a comparação dos custos logísticos no Brasil e nos EUA.

Figura 1 – Comparação dos custos logísticos entre Brasil e EUA.



Fonte: (Adaptação de ILOS, 2016)

A IET é fundamental para garantir a segurança de trajeto, uma vez que os acidentes de trânsito representam a maior parcela das causas de mortes não naturais do Brasil. Ainda que a imprudência seja a principal causa de acidentes no país, a má sinalização e defeitos nas vias são contribuintes destes índices.

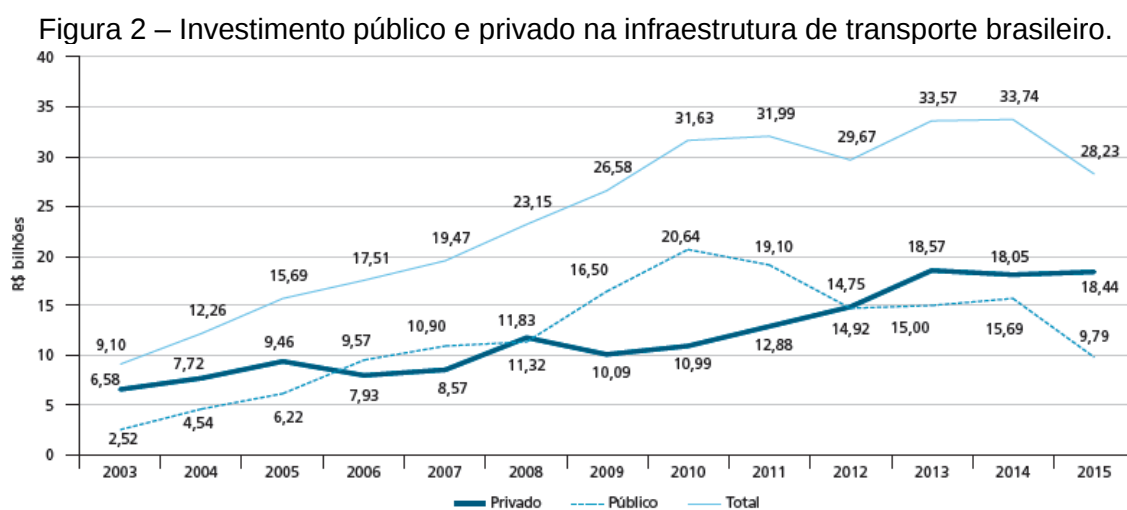
O tempo gasto com transporte é considerado improdutivo por muitos economistas, pois não agrega nenhum valor ao produto. Assim, a qualidade da infraestrutura de transportes impacta diretamente no tempo de deslocamento, podendo transformar projetos antes inviáveis em boas oportunidades (HERRMANN, 2012).

Os projetos de IET garantem uma maior mobilidade para os cidadãos, possibilitando que estes se desloquem por maiores distâncias, seja para fins de lazer, trabalho, saúde ou educação. Além disso, projetos de infraestrutura de portos, aeroportos ou ferrovias geram uma grande quantidade de emprego durante e após sua implantação (OLIVEIRA; TUROLLA, 2013)

3.1.1. Investimentos em IET no Brasil

De acordo com Neto e Silva (2016), os investimentos públicos e privados em infraestrutura de transportes no Brasil (rodovias, ferrovias, portos e aeroportos) cresceram três vezes e meia entre 2003 e 2010, passando de R\$ 9,1 bilhões para R\$ 31,6 bilhões. Entre 2010 e 2014 permaneceram relativamente estabilizados, com aplicação média anual da ordem de R\$ 32,1 bilhões. Porém, foram significativamente reduzidos em 2015, com investimentos totais de R\$ 28,2 bilhões. Devido as exigências dos contratos de concessão, o investimento privado ainda cresceu em 2015 em relação ao ano anterior, passando de R\$ 18,0 bilhões para R\$ 18,4 bilhões. Desde 2010 os investimentos públicos já vinham sendo reduzidos, sendo que o período de 2014 a 2015 apresentou uma maior retração, com queda de 37,6%.

A Figura 2 mostra a evolução dos investimentos públicos e privados em IET durante os anos de 2003 a 2015.



Fonte: (NETO; SILVA, 2016).

Apesar dos esforços empreendidos, o Brasil ainda apresenta recursos limitados para aplicação em transportes. Atualmente, o país investe menos de 0,6% do produto interno bruto (PIB) em transportes. Os países emergentes que concorrem com o Brasil, como Rússia, Índia, China, Coreia, Vietnã, Chile e Colômbia, investem, em média, 3,4% dos seus PIB em transportes. Assim, verifica-se a clara necessidade de o país elevar seus investimentos em transportes, para ter disponível uma infraestrutura adequada ao tamanho e à importância de sua economia. (CAMPOS NETO, 2014).

Devido a limitada capacidade de poupança do governo, o setor privado passou a ser considerado a principal fonte para elevar os investimentos em IET. Entretanto, deve-se ressaltar que, apesar da relevância e da magnitude dos investimentos privados em transportes, eles são uma alternativa limitada, isto é, os problemas de infraestrutura serão apenas parcialmente resolvidos com a participação do capital privado. Essa participação fica, então, condicionada à atratividade ou retorno financeiro dos empreendimentos (FRISCHTAK, 2008).

3.2. MODAIS DE TRANSPORTE

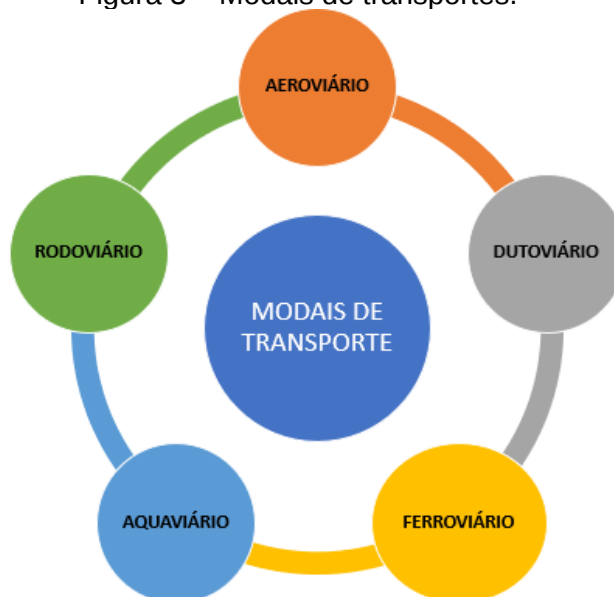
A fim de acompanhar as mudanças tecnológicas disseminadas por todo o mundo, torna-se fundamental para a economia de um país renovar seus métodos logísticos. A Logística consiste em uma área de grande potencial na conquista de melhorias e nos resultados das empresas, sendo indispensável para a boa qualidade dos serviços prestados (SCHYRA, 2019).

Conforme colocado por Alvarenga e Novaes (2000), um sistema de transporte organizado é aquele com visão sistêmica e planejada, onde é preciso conhecer o nível de serviço atual e o nível de serviço esperado. A qualidade do serviço entregue ao cliente está diretamente ligada ao transporte de cargas, onde cada tipo de transporte possui custos e características operacionais específicas.

O transporte de cargas e passageiros entre localidades exige a utilização de veículos, ou meios de transporte, para sua concepção. Tais veículos deslocam-se sobre alguma superfície (ou vias de transporte) em ambiente terrestre, hídrico ou aéreo, caracterizando dessa forma, diferentes tipos de modais (OLIVEIRA, 2012).

Existem cinco modais de transportes, os quais são evidenciados na Figura 3.

Figura 3 – Modais de transportes.



Fonte: Próprio Autor.

A escolha de um modal de transporte pode ser utilizada para se obter uma vantagem competitiva no serviço prestado. Conhecimento sobre o tipo de carga, trajeto e custos são essenciais para a escolha correta de um modal. Vale ressaltar que todas as modalidades têm suas vantagens e desvantagens, sendo algumas adequadas para um determinado tipo de mercadorias e outras, não. Para escolher a melhor opção e garantir a satisfação do cliente, analisa-se os custos, características de serviços, rotas possíveis, capacidade de transporte, versatilidade, segurança e rapidez (BALLOU, 2001).

3.2.1. Modal Rodoviário

O modal rodoviário é o mais simples e prático de ser utilizado, basta que existam rodovias, ruas, avenidas e estradas em boas condições de tráfego. Este tipo de transporte possui uma característica extremamente importante que é sua utilização na entrega e no recolhimento de produtos porta a porta, mas, para percorrer longas distâncias, torna-se oneroso, principalmente em virtude do preço do combustível e da má conservação das estradas e das rodovias (VALENTE et al., 2015)

De acordo com Valente et al. (2015), as principais características da modalidade rodoviária são:

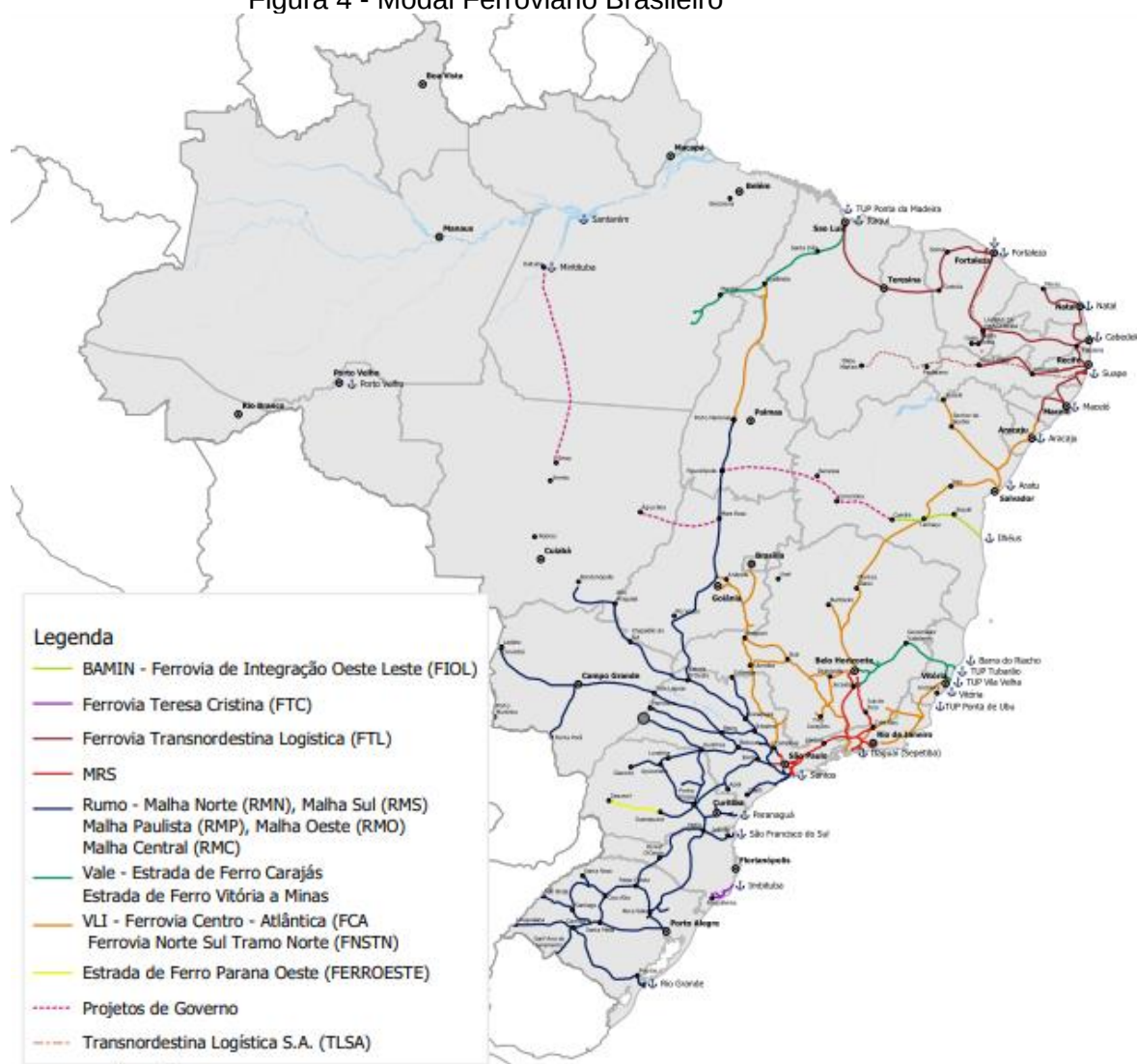
- Serviço porta a porta;
- Alta frequência e disponibilidade do serviço;
- Velocidade limitada;
- Capacidade limitada de cargas;
- Disponibilização de um transporte de produtos semiacabados e acabados.

O maior problema encontrado no Brasil em relação à modalidade rodoviária é o fato de ela corresponder, em média, a 62% das operações de transporte do país. Assim, entende-se que esse modal trabalha em seu máximo, pois sua diferença em relação às demais é enorme, mostrando que a matriz de transporte brasileira necessita de uma remodelação urgente (HARRISON; VAN HOEK, 2003).

3.2.2. Modal Ferroviário

Este modal, diferentemente do modal rodoviário, necessita de investimentos para a implantação dos trilhos e, ainda assim, não é possível atingir todos os lugares desejados. Sua principal característica está associada ao custo energético, o qual é muito eficiente para grandes quantidades de cargas a serem transportadas a longas distâncias. Investir em linhas férreas é extremamente oneroso, mas, ao mesmo tempo, vantajoso, pois elas trazem consigo a alta possibilidade do transporte de produtos. As suas baixas velocidades em relação aos outros modais disponíveis dificultam sua utilização, além de que, na maioria das vezes, esse modal, no quesito entrega, depende da utilização de outro modal (BALLOU, 2006).

Figura 4 - Modal Ferroviário Brasileiro



Fonte: (ANTF, 2021)

O Brasil é considerado o país do Agronegócio e, apesar de exportar sua produção para várias partes do mundo, não apresenta uma estrutura ferroviária capaz de escoar toda a produção até os principais portos do país. A retomada da expansão da rede ferroviária no Brasil é fundamental para acelerar o crescimento econômico (VILLELA; LOPES, 2006).

3.2.3. Modal Hidroviário

Esta modalidade refere-se aos tipos de transporte efetuados sobre a água, marítimo ou hidroviário, sendo um meio muito utilizado para produtos de baixo custo, como ferro, cimento e vários outros. Nesse modal, pode-se incluir o

transporte fluvial, o aquaviário interior - denominado de transporte lacustre - e o transporte marítimo.

Conforme Novaes (2016), o transporte marítimo é utilizado para percorrer grandes distâncias. Dependendo do tipo de carga e das quantidades de produtos a serem transportados, torna-se mais vantajoso fazer o uso desse modal através de navios cargueiros, que possuem uma grande capacidade de transporte. Já o transporte lacustre, também conhecido como cabotagem, atende os portos dos países vizinhos e os portos do seu próprio país. Por fim, o transporte fluvial consiste na utilização dos rios para o transporte de mercadorias e produtos.

É importante ressaltar que esta modalidade possui baixa velocidade de transporte, acarretando, na maioria das vezes, na utilização da intermodalidade de transporte, isto é, o auxílio de outro modal para que a entrega seja finalizada (SASSE, 2002).

3.2.4. Modal Dutoviário

Este modal é utilizado para distribuir gás, petróleo, minérios e outros, através de dutos projetados para cada finalidade. No Brasil, são pouco utilizados se comparados aos demais modais, devido principalmente à especificidade da carga a ser transportada e ao altíssimo custo de implantação, além de barreiras econômicas e políticas.

A modalidade dutoviária é considerada como a mais confiável de todas, por sofrer poucas interrupções, porém, sua desvantagem está relacionada à sua baixa velocidade, tornando-se inviável para a utilização de alguns tipos de produtos. Outra desvantagem encontrada nessa modalidade é que, caso haja uma falha em sua execução, como uma explosão, por exemplo, isso acarretará um enorme desastre natural (PÉRA; CAIXETA FILHO, 2017).

3.2.5. Modal Aeroviário

O modal aeroviário consiste no meio de transporte mais rápido e seguro, porém seu custo de implantação, como aeroportos, de manutenção preventiva e o uso de equipamentos sofisticados torna este modal limitado a certas cargas. Suas

desvantagens fazem com que esse modal não tenha alta representatividade, desvantagens estas que podem ser encontradas no seu elevado consumo de combustível, dependência das condições atmosféricas e capacidade reduzida de suas cargas (SILVA, 2018).

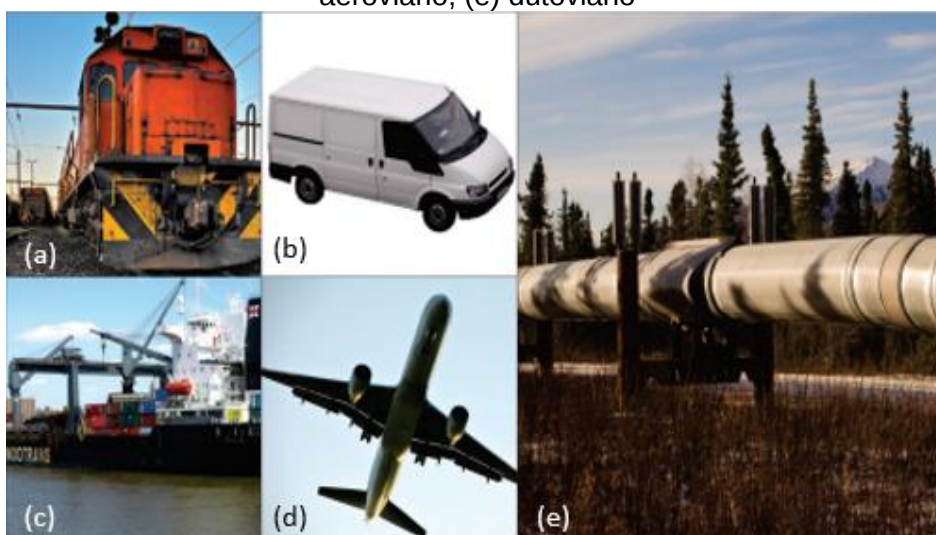
De acordo com Laurindo (2020), o modal aéreo apresenta as seguintes vantagens:

- Excelente para situações e prazos para longa distância;
- Bom para mercadoria de elevado valor a grandes distâncias;
- Boa flexibilidade e frequência entre cidades;
- Ótima velocidade de transporte.

Assim, o modal de transporte aéreo não é adequado para mercadorias de baixo valor, por se tratar de um transporte de alto custo. Esse fator é compensado por sua alta velocidade em relação aos outros modais de transportes, ou seja, a velocidade compensa seu alto custo, além de se adequar à entrega de produtos em longa distância em menor espaço de tempo.

A Figura 5 ilustra todos os modais de transportes apresentados anteriormente.

Figura 5- Modais de transporte: (a) ferroviário; (b) rodoviário; (c) hidroviário; (d) aeroviário; (e) dutoviário

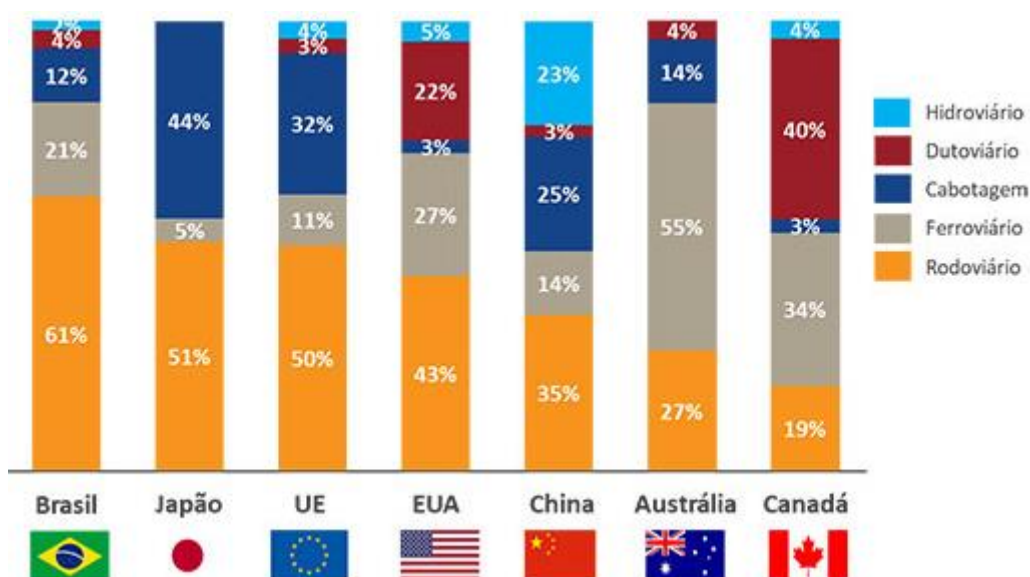


Fonte: (SILVA, 2018)

3.2.6. Comparação do cenário brasileiro dos modais de transportes com países desenvolvidos

Com o surgimento da Tecnologia da Informação, em meados dos anos 80, começou-se a pensar na logística no Brasil e, conseqüentemente, o modo de transporte da produção. Desde então, o modal rodoviário sempre foi dominante no território brasileiro. A Figura 6 retrata a distribuição de todos os modais no Brasil e de alguns países como potências mundiais.

Figura 6 - Modais de transportes em países selecionados



Fonte: (ILOS, 2020).

Comparando com a matriz de transportes de outros países, podemos perceber quão desequilibrada é a utilização dos diferentes modais para transporte de cargas no Brasil. O modal rodoviário brasileiro é fundamental e necessita de esforços e investimentos para melhoria nas condições de rodovias, porém é importante que cada modal seja utilizado de acordo com a sua vocação, reduzindo os custos logísticos para empresas embarcadoras e aumentando sua competitividade internacional (ILOS, 2020).

É importante salientar que, mesmo representando a maior fatia do transporte de cargas no país, o transporte rodoviário hoje enfrenta grandes

dificuldades, desde o crescimento do valor dos combustíveis até as condições de estradas sem pavimentação, por exemplo.

Inicialmente, as ferrovias foram criadas para o escoamento de produtos agrícolas, sendo que hoje, em sua maioria, são utilizadas para o escoamento de minérios e grãos. Durante alguns anos, o governo federal deixou de investir na malha ferroviária, a qual permaneceu abandonada até 1996, quando começaram a serem cedidas às concessionárias que atuam na maior parte das ferrovias atualmente (CRUZ, 2019).

O transporte aquaviário também apresenta baixo índice de investimento, sendo que na última década este modal ficou em última colocação no investimento de verbas governamentais em relação aos outros modais. Os demais modais de transportes aeroviário e dutoviário possuem aplicações mais específicas no transporte de cargas (SCHYRA, 2019).

Assim, nota-se a falta de uma gestão eficiente de IET no Brasil, onde os números mostram cada vez mais a urgente necessidade de uma reforma nas modalidades de transporte de cargas no país. Este trabalho traz, então, o estudo de possíveis meios para minimizar a alta dependência do modal rodoviário no Brasil, traçando um paralelo com as grandes potências econômicas mundiais que não apresentam a dominância de apenas um modal de transporte.

4. METODOLOGIA

Este tópico tratará de como foi desenvolvido o modelo para uma nova proposta de distribuição dos modais de transporte no Brasil.

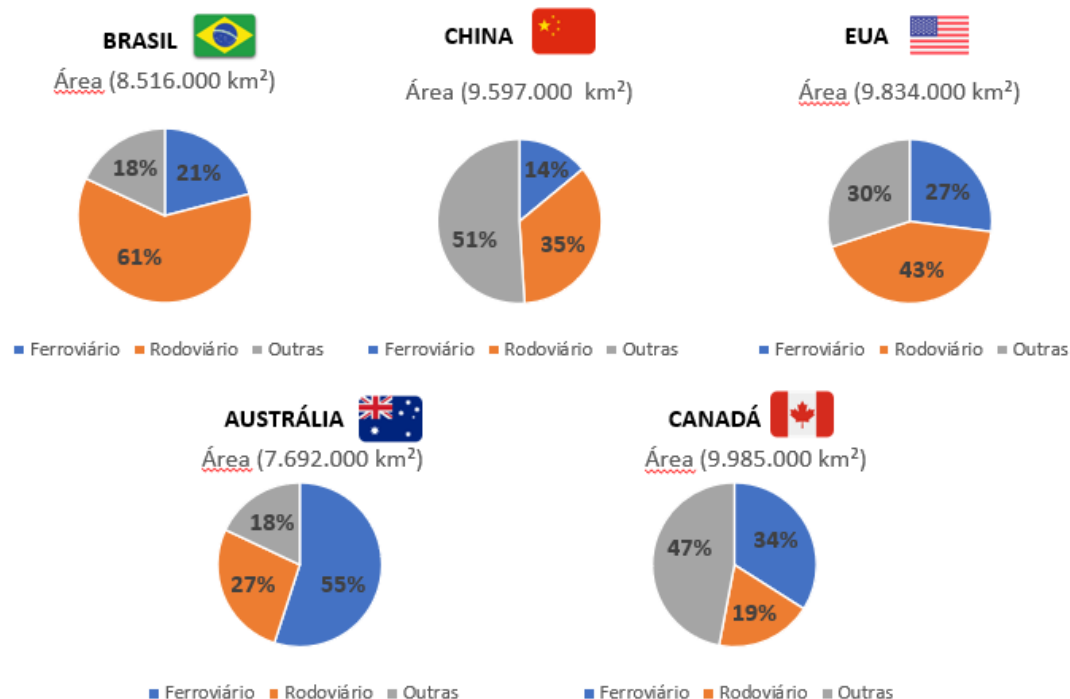
4.1. INDICADORES ANALISADOS

Para analisar a relação entre IET, modais de transporte e desenvolvimento econômico do Brasil, foi necessário definir os indicadores que representassem estas variáveis de forma significativa. Os indicadores escolhidos foram a extensão de área dos países analisados com sua consequente distribuição de modal, os investimentos em Infraestrutura (% PIB) de cada país e suas respectivas classificações no ranking de Infraestrutura global.

A fim de se obter um modelo ideal para os modais de transporte no território brasileiro, realizou-se uma ampla pesquisa na literatura sobre o tema deste trabalho, bem como o cenário das modalidades e IET em outros países.

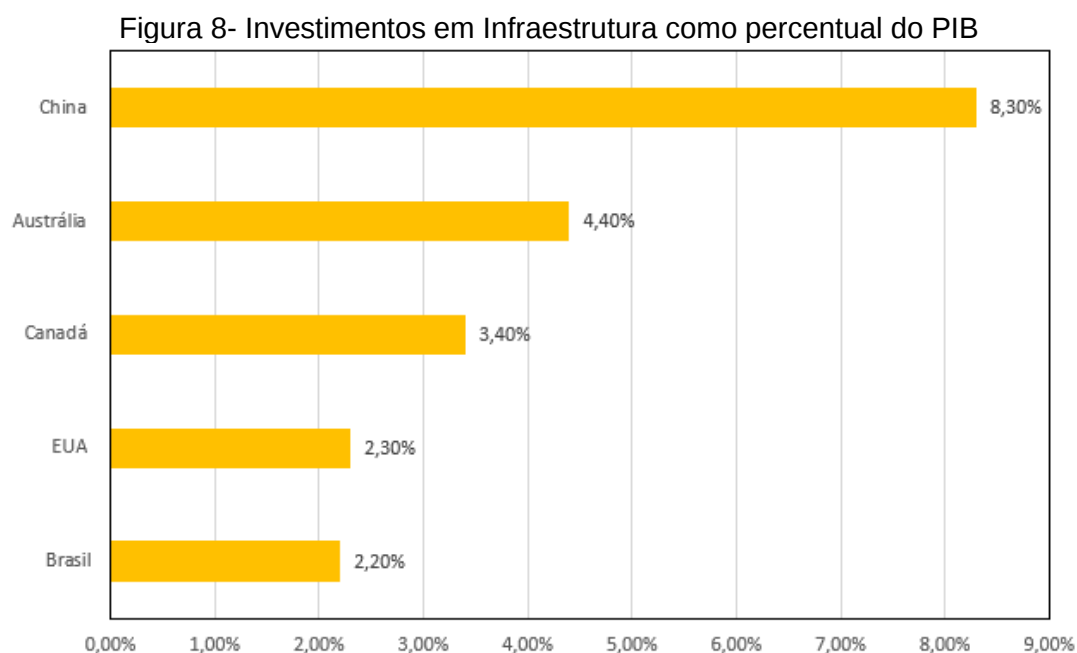
Realizou-se, então, um estudo comparativo com alguns países para identificar a relação entre os indicadores analisados e pontuar projeções futuras para o cenário estudado. Os países analisados para essa comparação e obtenção do cenário ideal da distribuição dos modais foram China, EUA, Austrália e Canadá, visto que a extensão territorial deles é aproximadamente a mesma do Brasil. A Figura 7 mostra a distribuição dos modais e a área aproximada desses países.

Figura 7- Comparação dos modais de infraestrutura de transporte com países de áreas aproximadas ao território brasileiro.



Fonte: (Adaptação de ILOS, 2020).

A Figura 8 mostra os investimentos em Infraestrutura (%PIB) dos países analisados durante o período de 2010 a 2015, dados que foram levados em consideração para o indicador analisado.



Fonte: (Adaptação de McKinsey, 2017).

Na tabela 1, é mostrado o ranking e as respectivas notas de classificação global dos países estudados referente à Infraestrutura e Competência Logística.

Tabela 1- Nota e classificação dos países em relação ao Ranking Global de Infraestrutura

País	Infraestrutura	Classificação	Competência Logística	Classificação (C.L)
China	3,75	20º	3,59	27º
Austrália	3,97	16º	3,71	21º
Canadá	3,75	21º	3,9	14º
EUA	4,05	7º	3,87	16º
Brasil	2,93	50º	3,09	46º

Fonte: (Adaptação de LPI, 2018).

A partir desses dados, foi possível verificar que o Brasil é o país que apresenta o menor investimento em infraestrutura em relação ao PIB comparado com os países citados. Isso é reflexo da má distribuição e alocação dos investimentos, pois mesmo estando em uma posição de infraestrutura mais precária, conforme mostra a figura 8, o Brasil continua investindo uma porcentagem inferior e consideravelmente baixa em relação ao PIB.

Conforme foi verificado acima, apesar de os 5 países possuírem áreas territoriais semelhantes, o Brasil está muito distante do modelo ideal e uma grande causa desse reflexo é sua discrepância na distribuição da matriz intermodal. Com isso, foi elaborado um modelo proposto espelhado na distribuição dos 4 países espelhos.

A Partir do *software* Excel foi possível estruturar as informações contidas nesses indicadores e, então, elaborar o modelo ideal dos modais de transporte para o Brasil. Para isso, obteve-se as seguintes médias ponderadas:

$$\% \text{ Modal Ferroviário Brasil} = \frac{[(\% \text{Fer} \cdot \text{CHN} \cdot \text{Área}_{\text{CHN}}) + (\% \text{Fer} \cdot \text{EUA} \cdot \text{Área}_{\text{EUA}}) + (\% \text{Fer} \cdot \text{AUS} \cdot \text{Área}_{\text{AUS}}) + (\% \text{Fer} \cdot \text{CAN} \cdot \text{Área}_{\text{CAN}})]}{\text{Área}_{\text{CHN}} + \text{Área}_{\text{EUA}} + \text{Área}_{\text{AUS}} + \text{Área}_{\text{CAN}}} \quad (1)$$

$$\% \text{ Modal Ferroviário Brasil} = \frac{[(14 \cdot 9597) + (27 \cdot 9834) + (55 \cdot 7692) + (34 \cdot 9985)]}{37108} \quad (1)$$

$$\% \text{ Modal Rodoviário Brasil} = \frac{[(\%Rod.CHN \cdot \text{Área}_{CHN}) + (\%Rod.EUA \cdot \text{Área}_{EUA}) + (\%Rod.AUS \cdot \text{Área}_{AUS}) + (\%Rod.CAN \cdot \text{Área}_{CAN})]}{\text{Área}_{CHN} + \text{Área}_{EUA} + \text{Área}_{AUS} + \text{Área}_{CAN}} \quad (2)$$

$$\% \text{ Modal Rodoviário Brasil} = \frac{[(35 \cdot 9597) + (43 \cdot 9834) + (27 \cdot 7692) + (19 \cdot 9985)]}{37108} \quad (2)$$

$$\% \text{ Outros Modais Brasil} = \frac{[(\%OutM.CHN \cdot \text{Área}_{CHN}) + (\%OutM.EUA \cdot \text{Área}_{EUA}) + (\%OutM.AUS \cdot \text{Área}_{AUS}) + (\%OutM.CAN \cdot \text{Área}_{CAN})]}{\text{Área}_{CHN} + \text{Área}_{EUA} + \text{Área}_{AUS} + \text{Área}_{CAN}} \quad (3)$$

$$\% \text{ Outros Modais Brasil} = \frac{[(51 \cdot 9597) + (30 \cdot 9834) + (18 \cdot 7692) + (47 \cdot 9985)]}{37108} \quad (3)$$

4.2. ENTREVISTA SOBRE O MODAL MAIS CRÍTICO NO BRASIL

Com o resultado do modelo proposto e os estudos realizados, foi analisado qual modal possui mais oportunidades para se desenvolver e atingir o cenário ideal de acordo com a proposta.

A fim de colher informações sobre esse modal, realizou-se uma entrevista com o Engenheiro Lucas, responsável pelo trecho Sul de uma das maiores companhias ferroviárias do país. Os dados obtidos se referem ao modal mais solicitado, ou seja, o que mais se distancia do modelo ideal para o cenário brasileiro. O questionário da entrevista encontra-se no Apêndice A (elaborado pelo autor) ao final deste trabalho.

As informações obtidas foram utilizadas para analisar as vantagens e desvantagens no aumento desse modal no território brasileiro.

Para obtenção de mais informações, foram contatadas mais 3 empresas, porém apenas foi recebida uma resposta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

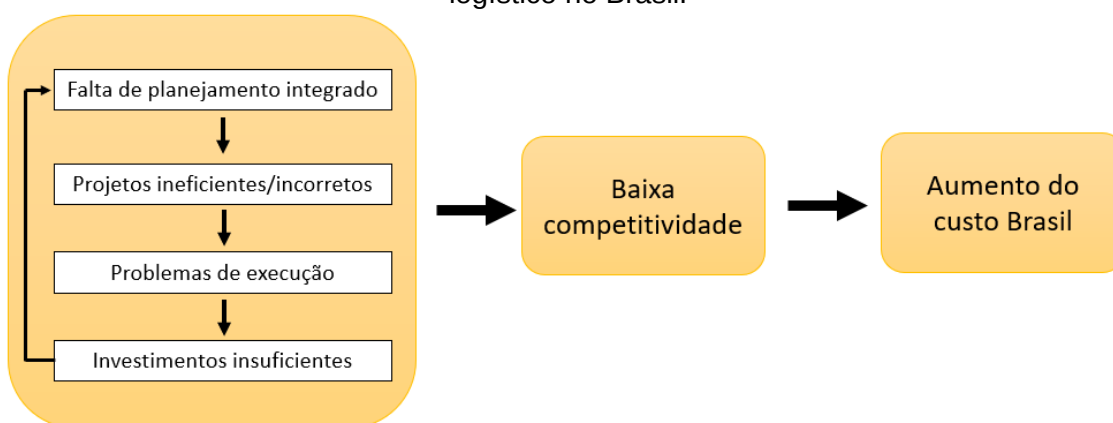
Os resultados obtidos neste trabalho, acerca da proposta de um modelo para a distribuição dos modais de transporte e informações sobre a malha ferroviária no Brasil, serão apresentados nesse capítulo.

5.1. MODELO PROPOSTO PARA DISTRIBUIÇÃO DOS MODAIS

A pesquisa bibliográfica realizada neste trabalho permitiu constatar que a alta representatividade do modal rodoviário certamente traz impactos negativos tanto para a população quanto para a economia de um país, fato que pode ser comprovado pela última greve dos caminhoneiros no Brasil, ocorrida no final de maio de 2018, e pelo aumento de preço dos combustíveis que acontece no ano de 2021.

A Figura 9 indica um fluxograma que evidencia as possíveis causas do aumento do custo na logística de transporte do Brasil. A principal explicação por esse custo logístico tão alto está no fato de o Brasil não investir o suficiente na ampliação de sua infraestrutura, mesmo em momentos de relativo crescimento da economia.

Figura 9 - Fatores que contribuem para a baixa competitividade e o aumento do custo logístico no Brasil.



Fonte: Próprio Autor.

A partir dos estudos realizados do setor de infraestrutura, observou-se que existe uma relação entre o PIB e a demanda por transporte rodoviário. Quando o PIB brasileiro cai, a movimentação por caminhão cai em proporção maior, e no aumento do PIB, a movimentação dispara. Assim, é possível constatar que o

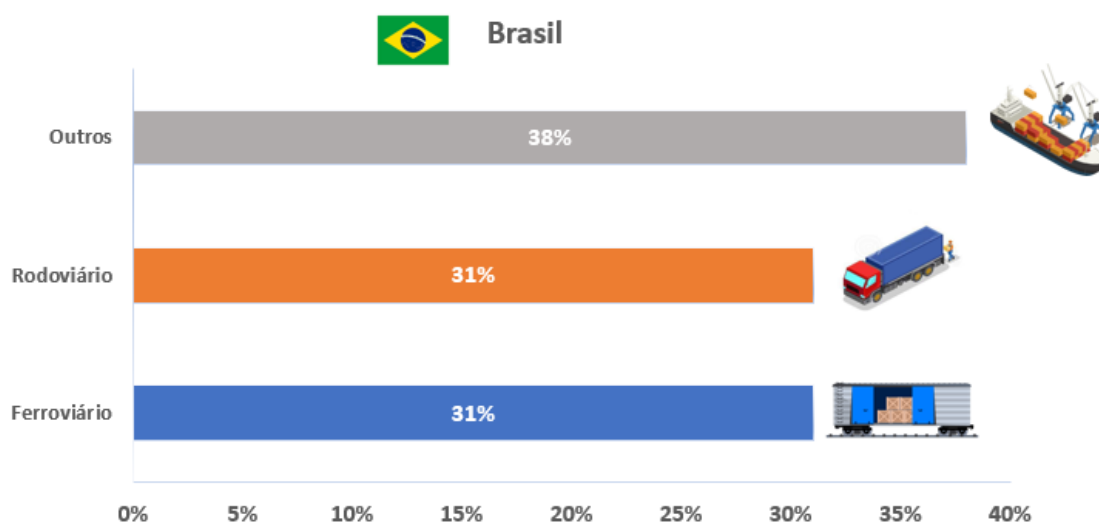
modal rodoviário atua como uma espécie de “variável sensível” de transporte no Brasil, ou seja, quando a economia se contrai, é o modal rodoviário quem mais sente a crise.

Assim, a falta de planejamento e investimento incorreto na IET ocasiona em pressão sob os custos logísticos e inflação, os quais estão associados ao aumento dos preços dos fretes, fruto do aumento da demanda pelo modal rodoviário (por falta de opção em outros modais) ser maior do que a oferta.

A comparação realizada entre os países com extensão territorial próxima ao do Brasil, sendo eles China, Canadá, EUA e Austrália, indicou que nestes países não há representatividade apenas do modal rodoviário; pelo contrário, como boa alternativa, esses países utilizam o modal ferroviário e outros modais com mais representatividade para o escoamento de produtos.

Dessa forma, por meio do estudo realizado foi encontrado um modelo ideal para o Brasil. Utilizando as equações (1), (2) e (3), obteve-se o seguinte resultado proposto para a matriz intermodal do país, indicado na figura 10:

Figura 10- Modelo proposto para a matriz de transporte no Brasil.

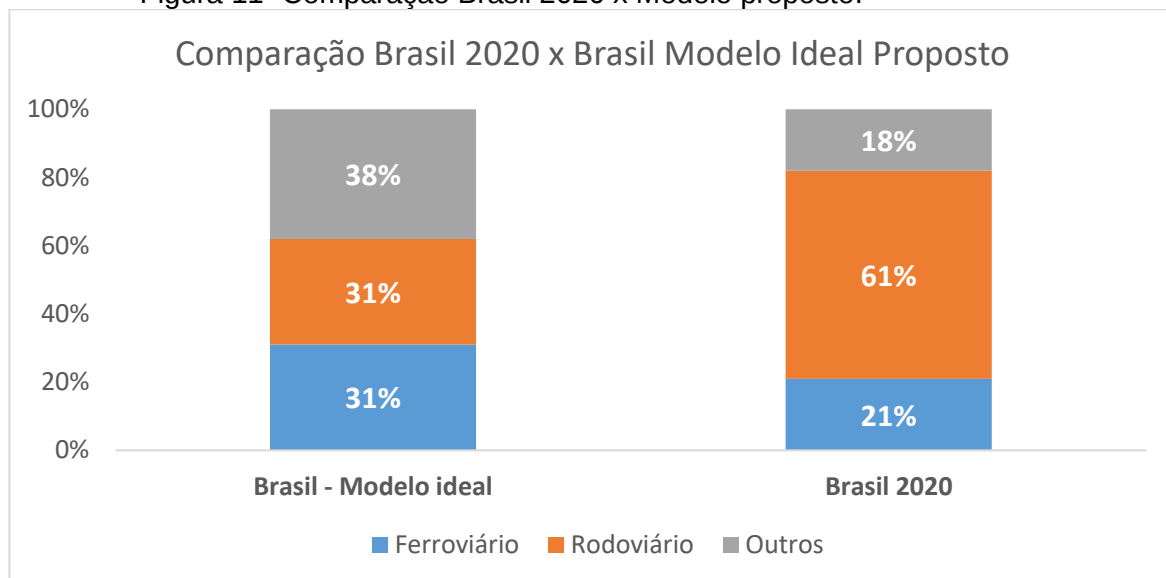


Fonte: Próprio Autor.

No gráfico da figura 11, é possível observar a diferença da matriz proposta em comparação com o cenário brasileiro estudado em 2020. Nota-se que o novo

modelo apresenta um equilíbrio entre os modais de transporte e também identifica que a grande dependência do setor rodoviário está longe de ser ideal.

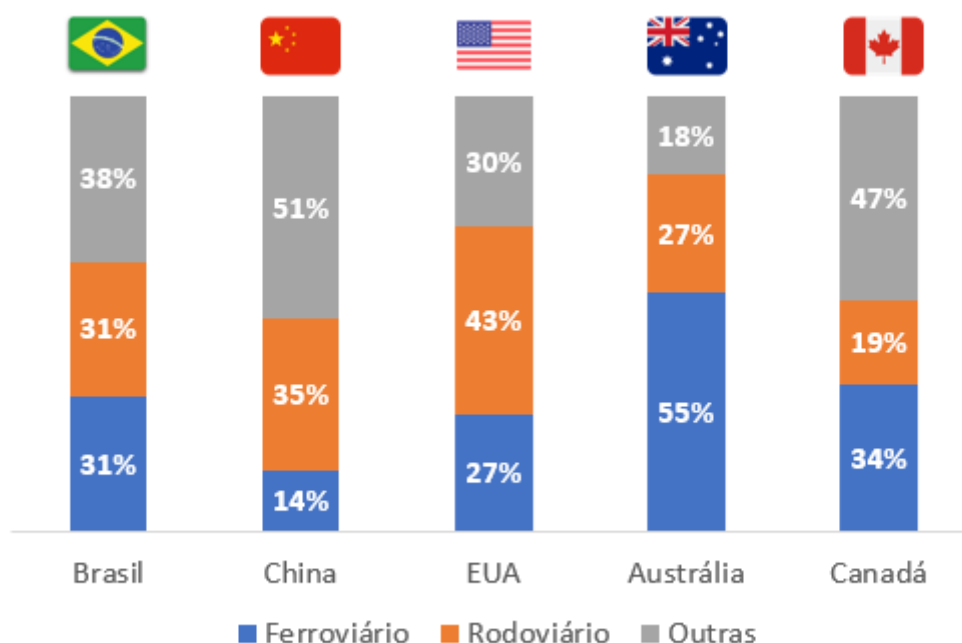
Figura 11- Comparação Brasil 2020 x Modelo proposto.



Fonte: Próprio Autor.

A Figura 12 mostra o resultado do modelo proposto juntamente com os países analisados, reforçando a nova distribuição da matriz de transportes do Brasil.

Figura 12- Distribuição da matriz de transporte nos países analisados.



Fonte: Próprio Autor.

Segundo o Ministro da Infraestrutura, Tarcísio Gomes de Freitas, a previsão é que o Brasil chegue em 36% do modal ferroviário até 2035 (UDOP, 2021).

Sabe-se que o agronegócio é uma das principais relevâncias da economia brasileira, onde o Brasil é considerado um dos maiores produtores de grãos do mundo. Dessa maneira, o aumento nos investimentos da malha ferroviária brasileira é fundamental, visto que esse transporte diminuiria o tempo de deslocamento para longas distâncias no país, número de acidentes e aumento da capacidade de carga dos grãos se comparado ao modal rodoviário.

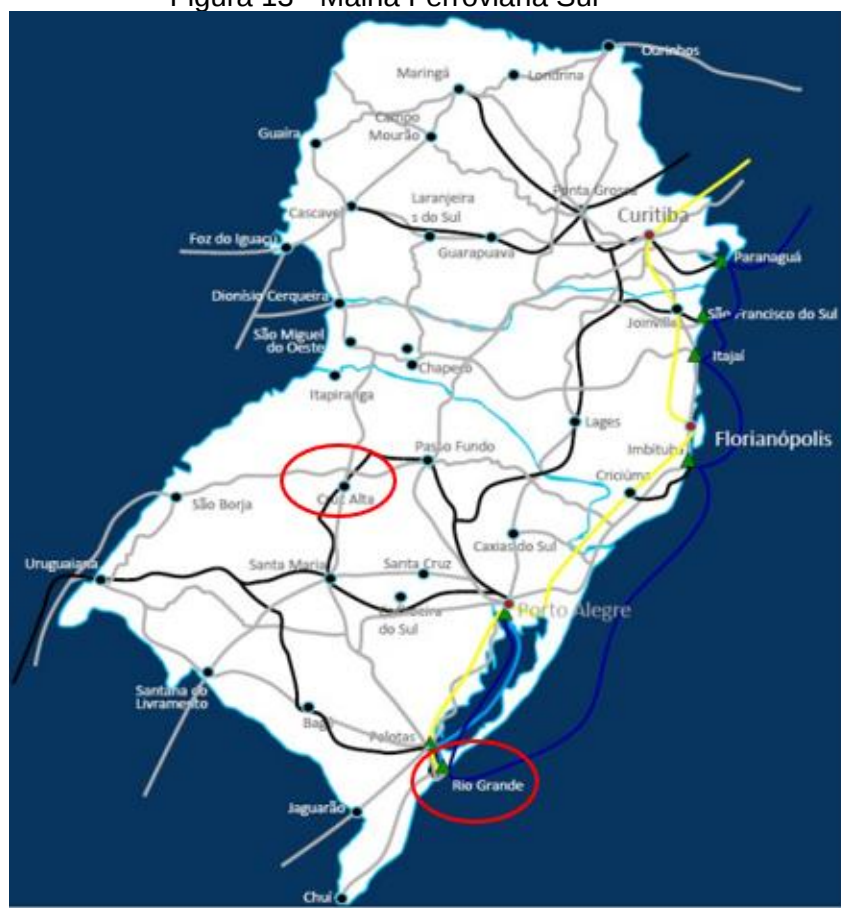
A melhor distribuição da matriz de transportes no Brasil implica em maior competitividade entre os modais e, conseqüentemente, redução nos custos da logística de transporte e no valor final dos produtos transportados.

5.2. ESTUDO DE CASO: MALHA SUL FERROVIÁRIA

A partir da entrevista com o Engenheiro responsável foi possível realizar um comparativo entre os transportes rodoviário e ferroviário, além de evidenciar suas principais vantagens e desvantagens.

O entrevistado Lucas, gerente de manutenção da malha Sul, está alocado na região do Rio Grande do Sul, e é responsável pela malha ferroviária que transporta grãos no trecho compreendido entre Cruz Alta - RS e o porto de Rio Grande – RS, conforme mostra a Figura 13.

Figura 13 - Malha Ferroviária Sul



Fonte: (VALEC, 2013).

Esses grãos são enviados do porto de Rio Grande para exportação.

O Engenheiro entrevistado informou que a redução do custo do produto transportado está totalmente ligada ao transporte em que é utilizado, sendo que o maior concorrente da ferrovia em questão é o frete realizado pelas empresas do

modal rodoviário. Com isso, foram obtidos alguns dados para realizar o estudo do caso, os quais estão organizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Comparação entre as linhas ferroviária e rodoviária no transporte de grãos no trecho Cruz Alta – Rio Grande.

	Linha Ferroviária	Linha Rodoviária
Distância Cruz Alta – Rio Grande	720 Km	480 Km
Tempo de transporte	38 horas	10 horas
Quantidade de carga transportada	70 vagões com 60 ton = 4200 ton	1 caminhão = 57 ton
Preço por tonelada	R\$ 65,00	R\$ 82,00

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 2 indica um menor tempo e distância percorrida pelo modal rodoviário, entretanto, quando se analisa a quantidade transportada e o custo por tonelada, esse modal fica em desvantagem em relação à modalidade ferroviária. Seriam necessários 73 caminhões para transportar a mesma quantia de grãos que os 70 vagões são capazes de carregar.

De acordo com o entrevistado, existem diversos fatores que podem impactar na escolha do cliente por cada modal, como:

- Quantidade de carga a ser transportada;
- Velocidade desejada para a carga ser entregue;

Para distâncias de até 250km, o modal rodoviário apresenta vantagem em relação ao transporte ferroviário.

Vale ressaltar que o modal ferroviário previne o aumento do custo de fretes, além de fugir de questões como greve de caminhoneiros e acidentes nas rodovias. Ainda, tem a vantagem de colaborar com a redução da degradação do meio ambiente, pois o volume total de CO₂ liberado na natureza é consideravelmente menor no transporte ferroviário.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do atual cenário da matriz de transportes brasileira, aumenta-se cada vez mais a necessidade de uma melhor redistribuição dos modais de transporte. Essa reestruturação nos modais de transporte é capaz de aumentar a competitividade entre todas as modalidades e reduzir os custos associados a logística do transporte. Dessa maneira, este trabalho propôs um novo modelo de distribuição dos modais de transporte no Brasil.

A pesquisa na literatura apontou alguns países com matriz de transporte mais bem distribuída que o Brasil. Países com extensão territorial próxima a do Brasil, como EUA, Canadá e Austrália têm como principal modal o transporte ferroviário. A proposta da nova distribuição dos modais, levando em consideração os países analisados, indicou uma participação de 31 % da modalidade ferroviária, 31 % da rodoviária e 38 % distribuídos entre os demais modais (dutoviários, aeroviários e hidroviários).

O modelo proposto neste trabalho vai de encontro com a previsão do Ministro da Infraestrutura (Tarcísio Gomes) de que o Brasil deve expandir entre 36% e 40% do modal ferroviário até 2035. O estudo realizado pelo Plano Nacional de Logística 2025 (PNL, 2018), onde foi realizada uma previsão sugerindo um modelo ideal para o Brasil atingir em 2025, também chegou em um resultado de 31% de participação para o setor ferroviário, o que reforça a assertividade da proposta realizada nessa pesquisa.

A entrevista com o responsável pela malha ferroviária do Sul do país revelou que para o mesmo trecho, Cruz Alta – RS e Rio Grande – RS, o modal ferroviário é o ideal para longas distâncias, consideradas acima de 250 Km. Para longas distâncias e grandes quantidades de cargas a serem transportadas, o modal ferroviário apresenta menor custo de transporte.

Assim, conclui-se que o Brasil necessita de um bom plano de investimentos em IET, além de redistribuir melhor suas modalidades de transporte, a fim de diminuir a alta participação do modal rodoviário, ou seja, seguir o exemplo das potências mundiais, adotando a estruturação de outros modais de transporte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, A. C., NOVAES, A. G. N. Logística Aplicada – Suprimento e Distribuição Física. 3a edição. São Paulo: Edgar Blücher, 2000.
- ANTF, 2021. Disponível em: <https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Mapa-Site-VF.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.
- ARAUJO, M.P. Infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BALLOU, R.H. Gerenciando a Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BALLOU, R.H. A evolução e o futuro da logística e do gerenciamento da cadeia de suprimentos. Production, v. 16, n. 3, p. 375-386, 2006.
- CAIXETA-FILHO, J.; MARTINS, R. Gestão Logística do Transporte de Cargas. 1ª Ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- CAMPOS NETO, C.A.S. Investimento na infraestrutura de transportes: avaliação do período 2002-2013 e perspectivas para 2014-2016. Brasília: Ipea, 2014. (Texto para Discussão n. 2014).
- COSTA, M.A. O estudo dos modais de transporte. Disponível em: <https://www.logisticadescomplicada.com/o-estudo-dos-modais-de-transporte/>. Acesso em: 31 ago. 2021.
- CRUZ, C.M.S. et al. Modais de transporte no Brasil. Revista Pesquisa e Ação, v. 5, n. 2, p. 1-27, 2019.
- FRISCHTAK, C.R. O investimento em infra-estrutura no Brasil: histórico recente e perspectivas. 2008.
- HARRISON, A.; VAN HOEK, R. Estratégia e gerenciamento de logística. São Paulo: Futura, 2003.
- HERRMANN, F.D. Infraestrutura de transportes: alavanca da economia. 2012.
- ILOS (Instituto de Logística e Supply Chain), 2016. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/analise-de-mercado/relatorios-de-pesquisa/custos-logisticos-no-brasil/>. Acesso em 27/08/2021.
- ILOS (Instituto de Logística e Supply Chain), 2020. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/tag/matriz-de-transportes/>. Acesso em 27/08/2021.

- LAURINDO, A.M. A eficiência logística no modal aeroviário: uma análise do programa Infraero de eficiência logística no ano de 2011 perante as importações. *Administração de Empresas em Revista*, v. 1, n. 19, p. 01-14, 2020.
- LPI, 2018. Disponível em: <https://lpi.worldbank.org/international/global?sort=asc&order=Logistics%20competence#datatable>. Acesso em: 09/10/2021.
- MCKINSEY, 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com.br/business-functions/operations/our-insights/bridging-infrastructure-gaps-has-the-world-made-progress>. Acesso em: 10/10/2021.
- NETO, C.; SILVA, C.A. Reflexões sobre investimentos em infraestrutura de transporte no Brasil. 2016.
- NOVAES, A. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição. Elsevier Brasil, 2016.
- OLIVEIRA, F.R.G. et al. Modais de Transporte: Ferroviário, Aéreo-Portuário, Hidroviário, e sua Contribuição para o Desenvolvimento dos Sistemas de Transporte. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 4, n. 2, 2012.
- OLIVEIRA, A.V.M; TUROLLA, F.A. Financiamento da infraestrutura de transportes. *Journal of Transport Literature*, v. 7, p. 103-126, 2013.
- PÉRA, T.G.; CAIXETA FILHO, J.P. Perfil da infraestrutura de transporte. *AgroANALYSIS*, v. 37, n. 10, p. 30-31, 2017.
- PNL (Plano Nacional de Logística 2025, 2018). Disponível em: <https://www.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-pnl>. Acesso em: 15 set. 2021.
- SASSE, C. Ministério dos Transportes terá novo modelo. *Revista Gazeta Mercantil*, Janeiro, 2002.
- SCHYRA, L. Diversificação dos modais de transporte no Brasil. *Artefactum-Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia*, v. 18, n. 1, 2019.
- SILVA, J.J.S. Classificação e Características dos Modais de Transportes. 2018.
- UDOP, 2021. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2021/09/03/empresas-pedem-autorizacao-para-construir-duas-novas-ferrovias-em-minas.html>. Acesso em: 05/09/2021.

- VALEC, 2013. Disponível em:
http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repdcp_m505/CED/Ferrovias%20RS%20_%2022.04.13.pdf. Acesso em: 12/10/2021
- VALENTE, A.M. et al. Qualidade e Produtividade nos Transportes. 2. ed. São Paulo, Cengage Learning, 2015.
- VILLELA, J.; LOPES, J.T. Os efeitos ambientais causados por acidentes no transporte ferroviário de produtos perigosos: Estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso em Especialização em Análise Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora. Universidade Federal de Juiz de Fora/MG, 2006.

APÊNDICE A – Entrevista Malha Sul Ferroviária

Questionário:

- Leonardo: “Boa tarde Lucas, em qual região você trabalha e qual a importância dessa malha para esse local?”
- Lucas: “Trabalho na malha Sul da empresa A, onde sou responsável pela manutenção do trecho Cruz Alta – Rio Grande, que fica situada mais precisamente no estado do Rio Grande do Sul. Atualmente, o estado é o segundo maior produtor de soja do Brasil, e devido a isso o transporte ferroviário tem grande importância no escoamento dos grãos para o porto. Atualmente, 80% do produto que transportamos é soja. “
- Leonardo: “Em relação ao transporte de soja, quais são os principais benefícios de o produtor contratar sua empresa, e quais são seus principais concorrentes na região?”
- Lucas: “Os principais concorrentes da minha empresa hoje são os caminhoneiros. O transporte rodoviário ainda é muito forte no país, porém a contratação do nosso transporte ferroviário ainda é um melhor custo-benefício para grandes quantidades de carga. Pelos dados que tenho, o ideal hoje é contratar o setor rodoviário para distâncias abaixo de 200 km, ferroviário entre 200 km e 2000km, e acima disso, utilizar o hidroviário. Ao realizar um bom planejamento e optar pela ferrovia, o cliente terá uma diminuição de custo que reflete em toda cadeia. O fato de possuir um trecho disponível além do rodoviário obriga o setor a reduzir seu custo para um valor mais competitivo. Esse é um privilégio que temos aqui no trecho Cruz Alta – Rio Grande, porém a maior parte do país ainda é coberta pelo monopólio do setor rodoviário.”
- Leonardo: “Para fins comparativos, você poderia me passar alguns dados sobre a operação de vocês, como a distância percorrida na ferrovia até chegar em Rio Grande, o tempo que dura esse trajeto, qual a carga máxima que é transportada e o custo desse transporte para o produtor?”
- Lucas: “Sim. A distância de Cruz Alta – Rio Grande é de 720Km pela ferrovia. A média de velocidade é de 20 Km/h, o que torna o tempo total de viagem equivalente a 38 horas. Nosso meio de transporte conta com 70 vagões, e cada um leva uma média de 60 toneladas de soja. Atualmente, o preço por tonelada está na faixa de R\$ 65,00.”
- Leonardo: “Qual sua perspectiva para o futuro da infraestrutura de transportes no Brasil?”
- Lucas: “Acredito que o Brasil tem muito a melhorar, porém está no caminho certo. Com as parcerias público-privadas que estão se concretizando, o desenvolvimento da malha ferroviária é promissor. Já estamos vivenciando muitas extensões, como a Ferrovia Norte-Sul que irá proporcionar uma grande otimização.