

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Danilo Gonçalves Pereira
Eber Mateus Borges de Oliveira
Gustavo de Oliveira da Silva
Hudson Gustavo dos Santos da Silva
Manoel Sampaio da Silva Neto
Thiago Alves Bessa

UTILIZAÇÃO DA MALHA FERROVIÁRIA NO BRASIL

Fernandópolis
2023

Danilo Gonçalves Pereira
Eber Mateus Borges de Oliveira
Gustavo de Oliveira da Silva
Hudson Gustavo dos Santos da Silva
Manoel Sampaio da Silva Neto
Thiago Alves Bessa

UTILIZAÇÃO DA MALHA FERROVIÁRIA NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em Logística no Eixo tecnológico de Gestão e Negócios à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor Alexandre Rodrigues Cajuela.

Fernandópolis
2023

Danilo Gonçalves Pereira
Eber Mateus Borges de Oliveira
Gustavo de Oliveira da Silva
Hudson Gustavo dos Santos da Silva
Manoel Sampaio da Silva Neto
Thiago Alves Bessa

UTILIZAÇÃO DA MALHA FERROVIÁRIA NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em Logística no Eixo Tecnológico de Gestão e Negócios à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor Alexandre Rodrigues Cajuela.

Examinadores:

Nome completo do examinador 1

Nome completo do examinador 2

Nome completo do examinador 3

Fernandópolis
2023

EPÍGRAFE

“Se você quer ter resultados melhores do que a maioria das pessoas, faça as coisas de forma diferente da maioria.” (Sir John Templeton)

UTILIZAÇÃO DA MALHA FERROVIÁRIA NO BRASIL

Danilo Gonçalves Pereira
Eber Mateus Borges de Oliveira
Gustavo de Oliveira da Silva
Hudson Gustavo dos Santos da Silva
Manoel Sampaio da Silva Neto
Thiago Alves Bessa

RESUMO: O presente artigo consiste em um estudo sobre a logística da malha ferroviária brasileira, desde a sua criação, ápice, declínio e atual panorama, reunindo informações sobre sua utilização no território nacional, apresentando suas vantagens e desvantagens e influência na economia do país em relação aos outros modais existentes, são eles, rodoviário, aquaviário, aeroviário, dutoviário e o modal ferroviário, que foi o objeto de estudo desse artigo. O estudo foi motivado pelo fato de a malha ferroviária brasileira ser pequena em comparação a outras grandes nações, por exemplo, EUA, Rússia e China tem entre 87 e 293 mil quilômetros de vias férreas enquanto o Brasil tem apenas 31 mil. Os dados foram obtidos por meio de pesquisa realizada com empresas que já utilizam as ferrovias, para identificar a capacidade de utilização e viabilidade. A pesquisa revelou que as commodities são os principais produtos transportados pelas ferrovias brasileiras e que a pouca flexibilidade, lentidão de deslocamento, alto custo de implantação e falta de investimento estatal em infraestrutura, impedem o crescimento do modal em escala nacional.

Palavras-chave: Ferrovia. Logística. Malha ferroviária. Modal.

ABSTRACT: This article consists of a study on the logistics of the Brazilian railway network, since its creation, apex, decline and current panorama, gathering information about its use in the national territory, presenting its advantages and disadvantages and influence on the country's economy in relation to the other existing modes are road, waterway, air, pipeline and rail, which was the object of study in this article. The study was motivated by the fact that the Brazilian railway network is small compared to other large nations, for example, USA, Russia and China have between 87 and 293 thousand kilometers of railways while Brazil has only 31 thousand. The data were obtained through research carried out with companies that already use railroads, to identify the usability and viability. The survey revealed that commodities are the main products transported by Brazilian railroads and that the lack of flexibility, slow displacement, high cost of implementation and lack of state investment in infrastructure, impede the growth of the modal on a national scale.

Keywords: Railway. Logistics. Railway network. Mode.

1. INTRODUÇÃO

Para aqueles leigos no assunto, a Logística se resume apenas em transporte, entretanto, não se trata apenas de coletar encomendas e entregar a seus destinatários, porém quando se aprofundam os conhecimentos sobre a área, percebe-se que a logística vai muito além disso.

Segundo Ballou (2006, p. 26) a “logística é um processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com propósito de atender às exigências dos clientes”. Sendo assim, pode-se ver que a logística é muito mais do que o transporte de cargas, englobando toda a cadeia de fornecedores e clientes, planejamento e fluxo de informações.

Um dos principais custos logísticos é o do transporte, que segundo Fleury, Wanke e Figueiredo (2009) pode corresponder entre 4% e 25% do faturamento bruto, representando valores bilionários no mercado mundial anualmente. Os tipos de transporte são conhecidos como “modais” dentro da Logística e são divididos em cinco categorias: rodoviário, ferroviário, aquaviário, aeroviário e dutoviário, cada um com características peculiares, vantagens e desvantagens.

No escopo desse projeto, será analisado o modal ferroviário, ou seja, utilização de trens e vias férreas, que tem como vantagem o custo baixo para longas distâncias (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2009) e uma alta capacidade de carga. Porém, como desvantagem, “os custos fixos de uma ferrovia são altos: conservação da via permanente, operação dos terminais de carga e descargas, operação das estações, alimentação de energia no caso de via eletrificada etc.” (NOVAES, 2007, p. 246).

Neste trabalho será abordado a utilização do modal ferroviário pelas indústrias que operam na região de São José do Rio Preto, no Noroeste Paulista e nacionalmente com o objetivo de criar uma referência da utilização desse modal nessa região.

1.1. Problema de Pesquisa

Na região noroeste de São Paulo e nacionalmente, existem diversas indústrias, desde as de pequeno até as de grande porte, algumas já possuem

conhecimento e utilizam o modal ferroviário como um de seus meios de transporte. Porém, ainda há muitas empresas que não aderiram ao uso deste modal, talvez por falta de conhecimento em relação a sua operação, receio quanto aos custos elevados que esse modal apresenta e a falta de infraestrutura das linhas férreas na região.

1.2. Objetivo

- a) Descrever as características do modal ferroviário brasileiro.
- b) Projetar como seria o cenário, caso o modal ferroviário fosse bem utilizado e desenvolvido nessa região.

1.3. Justificativa

Este projeto de pesquisa visa verificar a viabilidade do modal, apresentando os motivos que levam as indústrias da região a não utilizarem o modal em grande escala. Muitas empresas não possuem conhecimento quanto as vantagens que o modal ferroviário oferece, bem como quais seriam os custos para implantação. Este meio de transporte, consegue abranger grandes quantidades de mercadorias, sendo assim bem favorável para as indústrias de nossa região.

A economia do país se apoia nas commodities que tem baixo valor agregado, portanto é indicado a utilização de modais com baixo custo de transporte e grande capacidade de carga, nesse quesito o modal ferroviário é bem indicado (MENCHIK, 2010, p. 36).

As empresas da região que mais podem se beneficiar de tal modal são as indústrias do setor sucroalcooleiro, onde se produzem grandes quantidades de açúcar e álcool, bem como outros produtos, assim sendo viável para este setor, desde que feito com um projeto bem elaborado e analisando todas as possibilidades da implantação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Conceito de Logística

Logística é uma área que se dedica em gerenciar o transporte, armazenamento e distribuição de produtos de forma eficiente, visando atender às necessidades dos clientes e reduzir custos. Ela é importante para a integração dos processos e para a gestão da cadeia de suprimentos, que envolve desde a obtenção da matéria-prima até a entrega do produto ao consumidor (NOVAES, 2007 p. 35).

2.1.1. História da logística

A palavra logística tem origem francesa e era utilizada originalmente no contexto militar para se referir à organização, transporte e suprimento de tropas. Com o tempo, a logística passou a ter um significado mais amplo, abrangendo atividades como o suprimento de matérias-primas, controle de produtos e apoio nas vendas até o consumidor final. A logística se tornou cada vez mais importante para as empresas, devido à competição do mercado e à necessidade de garantir prazos de distribuição e oferecer um melhor nível de serviço. As organizações buscam melhorar a logística para atingir resultados melhores em suas operações, com maior enfoque no transporte. A logística é considerada a última fronteira ainda não explorada e é crucial para as empresas se diferenciarem das demais (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Oliveira (2011), a logística é fundamental para o comércio atual e a melhoria das empresas depende da melhoria na área de logística. A redução de custos na movimentação de cargas é essencial para aumentar o potencial competitivo das empresas e evitar perda de clientes devido a preços altos. Para alcançar seus objetivos, a logística deve realizar três atividades primárias: transporte de mercadorias, manutenção de estoque e processamento de pedidos.

2.2. Conceitos de Modal

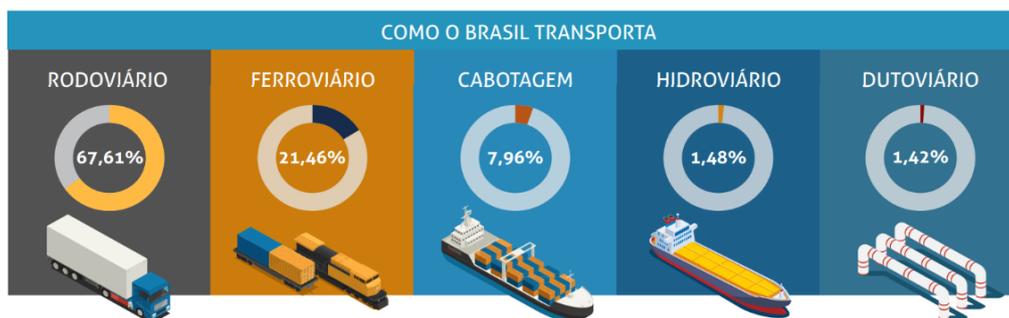
Cada vez mais, as empresas buscam otimizar os custos com o transporte de mercadorias, visando sempre o menor custo e menor tempo de deslocamento até o consumidor final, e para que esse processo ocorra de forma eficiente, a escolha do melhor modal é essencial para se atingir os objetivos (AVELLA; SANTOS; BAPTISTA, 2022).

Modal de transporte nada mais é do que o meio de deslocamento para produtos, que, claramente, pela sua grande importância para a locomoção, contém

despesas necessárias para uma empresa. No livro de Closs, Bowesox e Cooper temos base deste assunto abordado.

“O transporte é necessário para movimentar produtos tanto no sentido jusante quanto montante, entre etapas do processo de fabricação ou até um local fisicamente mais próximo ao cliente final, estejam os produtos na forma de matéria-prima [...]” (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006). A Figura 1 mostra a proporcionalidade da utilização dos modais, para o transporte de cargas no Brasil.

Figura 1 - Proporção da utilização dos modais no Brasil



Fonte: Empresa de planejamento e logística s.a.; Observatório nacional de transporte e logística (2023, p.2)

2.2.1. Modal rodoviário

Segundo Menchik (2010, p.48), o transporte rodoviário é bastante flexível e independente, permitindo o transporte de uma grande variedade de materiais para qualquer destino. Esse modal apresenta uma característica única, que é a capacidade de tráfego por qualquer via, não se restringindo a trajetos fixos. O transporte rodoviário de carga é realizado principalmente por caminhões e carretas (Figura 2), e a reserva do transporte pode ser feita diretamente com a transportadora, podendo ser de dois tipos: reserva de um espaço no veículo ou para um veículo integral. O documento referente ao transporte de carga é o Conhecimento de Transporte Rodoviário de Cargas (CTRC), que representa um contrato de transporte entre as partes e tem função de recibo de carga entregue e título de crédito.

Figura 2 - Modal rodoviário



Fonte: Sinproquim (2021)

2.2.2. Modal aquaviário

Segundo Paura (2012, p.37):

O modal hidroviário tem importância muito grande no que diz respeito a transporte de cargas entre diferentes países. Dentro da classificação deste modal temos o transporte marítimo feito por navios no mar, o fluvial feito por navios ou balsas em rios, e o lacustre feito por navios ou balsas em lagos. É amplamente utilizado em operações de comércio exterior.

O modal hidroviário desempenha um papel fundamental no transporte de cargas entre países, utilizando as vias navegáveis para o comércio internacional. Compreendendo o transporte marítimo, fluvial e lacustre, é essencial para operações logísticas eficientes. A Figura 3 ilustra esse importante modal.

Figura 3 - Modal aquaviário



Fonte: GOV.BR (2022)

2.2.3. Modal aeroviário

De acordo com Paura (2012, p. 37), modal aeroviário é um dos modos de transporte mais rápidos e eficientes para a movimentação de carga e pessoas em todo o mundo. Ele é especialmente importante para o transporte de cargas urgentes, como produtos perecíveis, remédios e itens de alta tecnologia, que precisam chegar rapidamente ao destino para cumprir seus objetivos. O transporte aéreo também é importante para o comércio internacional, pois permite que as empresas movam seus produtos rapidamente em todo o mundo. Ele conecta cidades e países distantes, diminuindo as barreiras geográficas e permitindo que as empresas expandam seus mercados para novas regiões. A Figura 4 ilustra o modal aeroviário.

Figura 4 - Modal aeroviário



Fonte: GOV.BR (2020)

2.2.4. Modal dutoviário

De acordo com PLATT (2015, p.42)

Destinado principalmente para o transporte de líquidos e gases em grandes volumes, funciona 24 horas por dia e nos sete dias da semana. Apresenta o custo fixo mais alto (devido aos investimentos em direitos de acesso, construção, equipamentos de controle e bombeamento), e o custo variável superior apenas ao hidroviário entre os modais.

O modal dutoviário é um sistema de transporte que utiliza tubos e dutos para movimentar líquidos, gases e até mesmo sólidos pulverizados em grandes volumes. Esses dutos são projetados para garantir a integridade e segurança dos materiais transportados, permitindo o fluxo contínuo e controlado ao longo de longas distâncias (BALLOU, 2006), como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Modal dutoviário



Fonte: Portal do Agronegócio (2021)

2.2.5. Modal ferroviário

O transporte ferroviário se caracteriza por vagões de carga sendo tracionados por locomotivas, sobre trilhos em rotas fixas, não possuindo flexibilidade (INÁCIO; FRANCISCO, 2017), como ilustra a Figura 5.

Apesar de não ser tão ágil e, principalmente, não existirem tantas vias de transporte como o modal rodoviário, esse tipo de transporte apresenta custos menores de frete e de seguros, maior capacidade de transporte e ausência de congestionamentos. É adequado a longas distâncias e grandes quantidades.” (PLATT, 2015, p.42).

Figura 5 - 1Modal ferroviário



Fonte: LinkedIn (2019)

2.3. Histórico do Modal Ferroviário

A invenção dos trens durante o século XIX contribuiu para a industrialização e a urbanização de grande parte dos países desenvolvidos hoje, permitindo o transporte mais rápido de mercadorias e pessoas, a medida que as ferrovias foram cruzando fronteiras as viagens de longa distância passaram a ser possíveis para pessoas de todas as classes sociais resultando no aumento da migração (SANTOS, 2021, p. 20-23).

A história dos trens é muito mais antiga do que pensamos, os antecessores dos trens foram os vagões, que eram veículos com rodas tracionados por homens ou animais, muitas vezes no formato de carroça de madeiras. Esses vagões eram muito utilizados no transporte de materiais extraídos das minas de escavações. Isso tudo mudou no século XVII, exatamente no ano 1681 quando o jesuíta francês Ferdinand Verbiest idealizou o primeiro veículo autopropelido, o precursor da locomotiva a vapor. Mais só em 1769, o militar francês Joseph Cugnot tirou essa ideia do papel, com o primeiro veículo a vapor (SANTOS, 2021, p. 20-23).

Santos (2021, p. 20-23) afirma que o aparecimento da locomotiva, só veio com o engenheiro inglês Richard Trevithick que criou um protótipo rudimentar pois via futuro naquele projeto. Para muitos não passava de um enorme tonel deitado,

com chaminé e rodas. Richard foi desafiado por um proprietário de uma mina onde queria ver o desempenho da invenção. Após vários testes, Richard construiu uma locomotiva que deslizava sobre trilhos de ferro, o teste foi feito no dia 13 de fevereiro de 1804. Richard provou que sua máquina funcionava. Porém devido a alguns problemas na máquina logo voltou a ser substituída pelo cavalo.

No entanto a evolução das ferrovias só veio com o inglês George Stephenson, que em 1814 construiu sua primeira locomotiva a vapor, capaz de puxar 30 toneladas de cargas a 6 km por hora. Entusiasmado com o sucesso da sua primeira invenção, George construiu entre 1823 e 1825, uma ligação férrea que ligava a cidade de Stockton a mina de Darlington, norte da Inglaterra. Essa ligação tinha 61 Km de comprimento e foi inaugurado em 27 de setembro de 1825. A partir disso, começou a corrida por novas evoluções tecnológicas (SANTOS, 2021, p. 20-23).

Segundo Santos (2021, p. 20-23), a história das ferrovias no Brasil começou em 1835, onde foi sancionada pelo Regente do Império em 31 de outubro de 1835 a lei Feijó como foi conhecida, com a ideia de ligar Rio de Janeiro as capitais de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Bahia. Mais só se concretizou em 26 de junho de 1852 com a lei 641.

O primeiro transporte ferroviário, surgia da colaboração entre Dom Pedro II e Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá em 1854, recebeu o nome de Estrada de Ferro Mauá. A linha férrea possuía 14,5 km de extensão e ligava o Rio de Janeiro que era a capital do Brasil na época à cidade de Petrópolis e se interligava com o modal aquaviário. Era utilizada principalmente para o transporte de ouro (AVELLA; SANTOS; BAPTISTA, 2022).

O Barão de Mauá em 1857, em parceria com os ingleses, construiu a estrada de ferro em São Paulo que ligava Jundiaí ao Porto de Santos para escoar a safra de café (SANTOS, 2021, p. 20-23).

A invenção da máquina a vapor levou à criação da locomotiva, que foi utilizada para transportar mercadorias com rapidez durante a Revolução Industrial na Europa. As ferrovias se mostraram vantajosas em relação às rodovias para distâncias maiores e terrenos menos acidentados. No Brasil, o relevo suave favorece o desenvolvimento ferroviário, apesar da estrutura de transportes predominante ser rodoviária. O transporte ferroviário é mais lento, mas permite transportar grandes cargas a baixos custos e é usado para matérias-primas e produtos de baixo valor. Ele

é mais barato que o transporte rodoviário, mas menos eficiente em curtas distâncias e suscetível a furtos (SANTOS, 2021, p. 20-23).

2.4. Características Técnicas

Segundo Assis et al. (2017), o modal ferroviário tem grande importância para a logística brasileira, pois se trata de um modal com baixo custo de operação e mais sustentável se comparado ao modal rodoviário.

O Brasil é a nação que menos utiliza o modal ferroviário, se comparado com nações com dimensões semelhantes. Em termos de comparação, a Rússia transporta 81% de suas cargas através das ferrovias, os EUA 43% e a China 37%, enquanto o Brasil transporta apenas 21% de suas cargas pelas ferrovias. (EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A.; OBSERVATÓRIO NACIONAL DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA, 2023, p. 2).

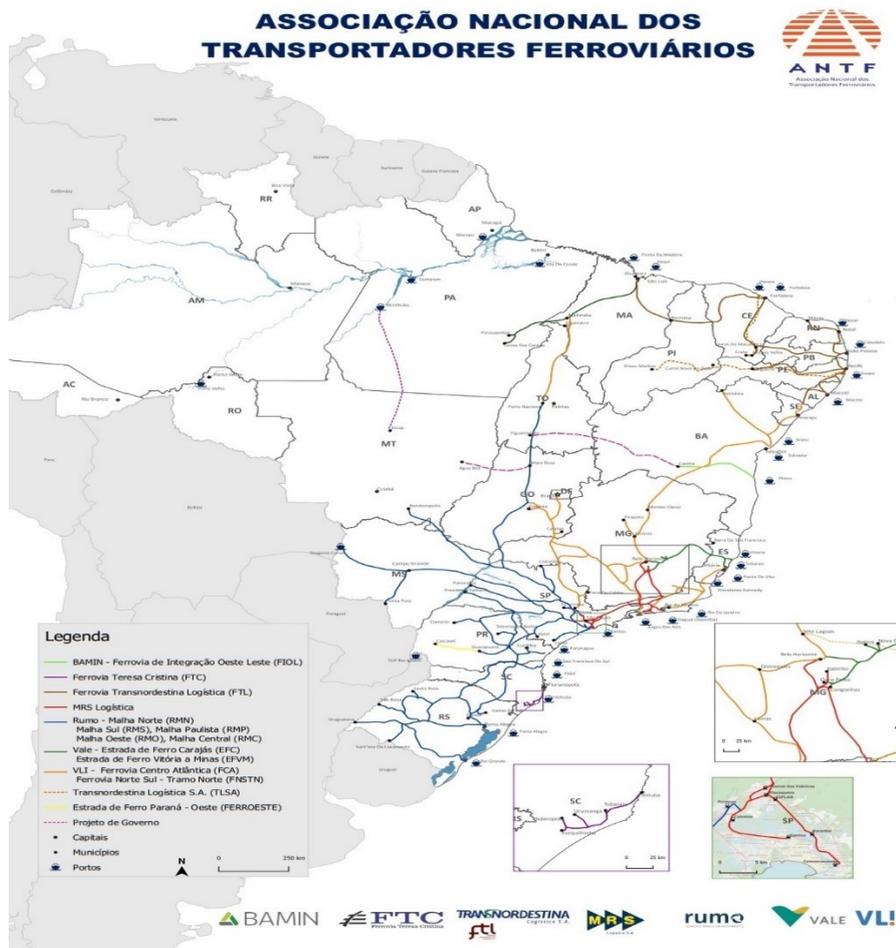
De acordo com o Boletim de Logística da Empresa de Planejamento e Logística S.A. e do Observatório Nacional de Transporte e Logística (2023, p.3), atualmente, as malhas ferroviárias de países continentais com o Estados Unidos, China e Rússia têm extensões que vão de mais de 87 mil quilômetros até quase 300 mil quilômetros.

Em comparação, a malha ferroviária brasileira conta com 31 mil quilômetros, onde os bens produzidos são transportados até os principais portos do país. Em 2021, as ferrovias brasileiras transportaram 506,8 milhões de toneladas uteis e foram investidos 85 bilhões de Reais desde o início das concessões em 1997, de acordo com a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF, 2023).

Segundo a ANTF (2023), as ferrovias brasileiras, contam com 3.297 locomotivas e 114.974 vagões. Um vagão graneleiro pode transportar até 100 toneladas de carga. Uma composição com 120 vagões pode substituir 368 caminhões graneleiros contribuindo para a redução de emissão de dióxido de carbono em 85% se comparado ao rodoviário.

A Figura 6 apresenta o mapa da malha ferroviária no Brasil, que se estende por mais de 31 mil quilômetros. Essas ferrovias, operadas pelas empresas associadas à ANTF, conectam o Quadrilátero Ferrífero, centros de mineração, áreas agrícolas e os principais polos industriais aos principais portos brasileiros, incluindo Santos, Itaquí, Vitória e Rio de Janeiro (ANTF, 2023).

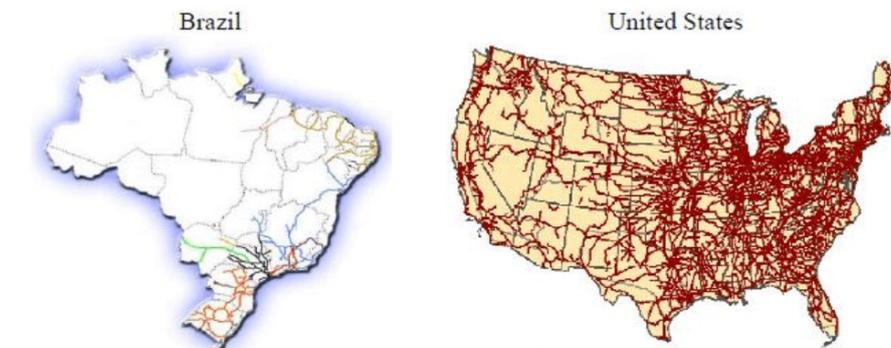
Figura 6 - Malha ferroviária do Brasil



Fonte: ANTF (2023)

Já a Figura 7 apresenta a comparação entre a malha ferroviária do Brasil e dos EUA.

Figura 7 - Mapa comparativo malha ferroviária Brasil x EUA



Fonte: Massa (2020)

2.5. Aspectos Econômicos, Vantagens e Desvantagens

Dentre os custos de produção, o custo com transporte representa cerca de 2/3 desses custos (INÁCIO; FRANCISCO, 2017). Analisando a porcentagem do PIB gasto com custos logísticos, essa chegou a 12,6% no Brasil, em 2004, e 10,1% nos EUA, em 2007 (MENCHIK, 2010), se mostrando um dos principais gastos do setor industrial mundial. Diminuir tais gastos, por menor que seja essa redução, é essencial para a lucratividade dos negócios.

O modal ferroviário se destaca com maior relevância em longas distâncias, com um maior prazo de entrega, devido às baixas velocidades, e uma melhor aplicação para transportar commodities – como grãos, açúcar, minérios e cimento – e produtos industrializados com baixo valor agregado (INÁCIO; FRANCISCO, 2017). Quanto mais carga levada e mais longo o trecho percorrido, mais relevante e vantajoso se torna o modal ferroviário.

Dentre as vantagens do modal ferroviário, podemos citar, a baixa emissão de dióxido de carbono, sendo menos poluente que o modal rodoviário, a grande capacidade de carga, o baixo custo do transporte, pois transporta grandes quantidades de carga por longas distâncias em apenas uma viagem, não sendo necessários realizar várias viagens que aumentariam os custos, alta durabilidade dos trilhos, não sendo preciso manutenções constantes, se comparado as rodovias que necessitam de reparos a cada 5 anos por conta da superutilização da malha rodoviária (AVELLA; SANTOS; BAPTISTA, 2022).

Para transportar uma tonelada de carga geral em contêiner, em uma distância de 1.000 km, o transporte rodoviário custa cerca de 6 vezes mais que o transporte ferroviário, a depender da distância. (EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A.; OBSERVATÓRIO NACIONAL DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA, 2023, p.2).

Em relação as desvantagens do modal ferroviário, podemos citar que as rotas são fixas, portanto, não há flexibilidade no transporte, necessidade de entrepostos especializados, necessita de outros modais, aumentando os custos do transporte, custos fixos altos, em decorrência do alto valor dos equipamentos utilizados e infraestrutura, como pátios de manobra e vias exclusivas, vias

insuficientes e sucateadas, falta de investimento estatal e maior tempo de viagem (GUIMARÃES; MACHADO, 2016).

2.6. Impactos Ambientais

Segundo Américo et al. (2021) “de acordo com a resolução 001 do CONAMA (1986), a implantação de uma ferrovia somente pode ser efetuada mediante o licenciamento ambiental”.

O impacto ambiental é todo e qualquer mudança nas características físicas, químicas e biológicas no meio ambiente que são causadas pelo Homem, podendo assim afetar a saúde da população, a economia e o meio ambiente. Para se construir uma ferrovia, é essencial que tenha um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e apresentar um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) durante o processo de licenciamento. É necessário também analisar os impactos positivos e negativos, a curto e longo prazo, temporários ou permanentes, e adotar medidas para mitigar os impactos negativos. Sendo assim, é preciso ter cautela, pois nem todos os impactos ambientais podem ser mitigados, e alguns países não se preocupam com as consequências ambientais de suas ações (AMERICO et al., 2021).

Um dos impactos que são causados pela implantação da malha são os que prejudicam a fauna. No Brasil, há poucos estudos sobre os impactos que a operação das ferrovias tem sobre a fauna silvestre, tanto para os investigadores, operadores do sistema quanto para o próprio governo. O problema mais evidente é o atropelamento de animais nas regiões onde há 30 mil milhas de trilhos instalados. No entanto, como as ferrovias estão em ambientes de acesso restrito e pouco visível, acaba dificultando a visualização dos impactos associados aos animais silvestres (MARQUES, 2022).

Apesar da falta de informações sobre os efeitos da operação mantida na fauna brasileira, o país está ampliando o uso desse modal de transporte, com novas ferrovias em construção. Após a entrada em vigor da medida provisória que instituiu a possibilidade da outorga por autorização (processo menos burocrático que a concessão), o Ministério da Infraestrutura recebeu 76 pedidos para construção e operação de 19 mil milhas de novas ferrovias privadas (MARQUES, 2022).

Um exemplo de ferrovias sustentáveis é a construção da Ferrovia de Integração Estadual em Mato Grosso, que liga Cuiabá a Rondonópolis e Lucas do Rio

Verde, é uma iniciativa pioneira no Brasil para reduzir os impactos sobre a fauna silvestre. A empresa Rumo Logística, responsável pela ferrovia, recomenda um estudo preditivo de atropelamento de animais para auxiliar na prevenção de acidentes a empresa que ficou responsável por este estudo foi a “ViaFauna Estudos Ambientais”. A análise preditiva foi realizada com o uso de funções matemáticas que integram um grande conjunto de dados para identificar tendências futuras e padrões de ocorrência. Foram utilizados dados de animais atropelados entre 2013 e 2017 para elaboração do estudo preditivo, em uma ferrovia com fauna e paisagem semelhante a estudada. O modelo preditivo identificou algumas zonas críticas de fatalidades para a fauna em geral e para espécies ameaçadas de extinção, além disso, uma análise indicou a instalação de passagens inferiores e superiores de fauna, bem como o cercamentos em cada trecho de alto risco para evitar acidentes. Essa iniciativa é uma contribuição importante para minimizar os impactos da operação preservada sobre a fauna silvestre no Brasil (MARQUES, 2022).

A empresa Rumo Logística anunciou que a Ferrovia de Integração Estadual, em construção em Mato Grosso, contará com 155 passagens de fauna, incluindo passagens inferiores e suspensas, além de um viaduto vegetado - o primeiro do estado. A empresa também planeja conectar 126 milhas de cercas para direcionar a fauna até as passagens e está implementando um sistema de monitoramento para identificar e atender animais feridos por atropelamento durante a construção e operação da ferrovia. Tais medidas foram tomadas após a elaboração do estudo preditivo de atropelamento de animais realizado pela empresa “ViaFauna Estudos Ambientais” (MARQUES, 2022).

3. MÉTODO

O desenvolvimento do artigo foi baseado em informações e dados obtidos em livros e sites, para se obter conhecimento específico sobre o tema em questão e buscar exemplos de utilização das ferrovias e os custos envolvidos em adotar esse modal como um meio de escoar a produção das indústrias.

Unido à pesquisa bibliográfica, foi elaborado um questionário de campo com a concessionária da linha férrea da região e entrevista com gestores das principais indústrias do noroeste paulista e indústrias nacionais, para se identificar os motivos pelos quais as ferrovias são pouco exploradas pelas empresas.

3.1. Resultados do Questionário

3.1.1. Nível Brasil

Na primeira pergunta, foi questionado quais são as principais cargas que podem ser transportadas por ferrovias em nosso país. A pesquisa de campo identificou os seguintes produtos de destaque nas exportações: grãos em geral, açúcar, fertilizantes, combustíveis, produtos de origem animal congelados, carne, bebidas, minério, celulose, cimento, madeira, granéis líquidos e diversos tipos de contêineres. Esses itens representam uma parte significativa do comércio exterior, abrangendo uma ampla gama de setores, como agricultura, pecuária, mineração e indústria.

Na segunda pergunta, questionou-se sobre o potencial de crescimento do transporte ferroviário no Brasil. Foi indicado que o transporte ferroviário no Brasil possui um potencial de crescimento significativo. Atualmente, o país tem uma baixa proporção de transporte ferroviário - 25% do transporte nacional utiliza as ferrovias - em comparação com nações desenvolvidas, onde esse percentual pode ultrapassar os 50%, nas estimativas de um entrevistado. No entanto, a crescente demanda logística no escoamento da safra em constante crescimento e a indústria de mineração impulsionam o potencial de expansão do setor. Por exemplo, a produção de soja no Mato Grosso tem um potencial de aumento de 55,7% frente a safra de 2022. A extensão existente da malha ferroviária pode permitir triplicar o volume transportado. Isso destaca a necessidade de investimentos para aproveitar ao máximo as oportunidades de crescimento nessas áreas.

A terceira pergunta teve como ênfase, quais são as principais limitações do modal ferroviário brasileiro em termos de infraestrutura, tecnologia e regulamentação. As respostas apontaram algumas limitações no setor ferroviário brasileiro, como a falta de linhas e acessos, ferrovias obsoletas, desalinhamento com padrões internacionais e altos custos de materiais e manutenção. Além disso, a insegurança jurídica, devido a mudanças de lideranças governamentais, e restrições ambientais afastam investimentos internacionais, sendo as principais dificuldades apontadas. Outras limitações incluem instabilidade econômica, construção de trechos sem viabilidade econômica e falta de regulamentação para devolução ou nova licitação de trechos. Questões como bitola (espaçamento entre os trilhos), curvas e

material rodante também são desafios. Superar essas limitações é essencial para modernizar e desenvolver o setor ferroviário no Brasil.

Outrossim, é de suma importância questionar-se quais são as perspectivas de investimento em infraestrutura ferroviária em nosso país. Sendo assim, na quarta pergunta, a pesquisa de campo revelou que as ferrovias exigem altos investimentos e têm um retorno financeiro a longo prazo. A transferência para a iniciativa privada não resolve todos os problemas, sendo necessária uma prioridade efetiva do governo. Com isso, nos últimos anos, têm surgido vários projetos ferroviários no Brasil, indicando um horizonte de investimento promissor. Empresas como a Rumo estão investindo bilhões de reais na construção de novas linhas ferroviárias e na renovação de malhas existentes. Atualmente, as Parcerias Público-Privadas (PPPs) são consideradas a melhor opção para impulsionar o desenvolvimento do setor ferroviário. Em resumo, embora haja desafios, há oportunidades de investimento, principalmente por meio de parcerias entre o setor público e privado.

Com isso, pode-se criar análogas na quinta questão sobre a tecnologia na malha ferroviária. Com base nisso, os equipamentos utilizados no modal incluem detectores de descarrilamento e computadores de bordo. Além disso, houve uma atualização da infraestrutura, com a adoção de trens em bitola larga e locomotivas mais modernas e potentes. Essas mudanças resultaram em um aumento da velocidade comercial, produtividade e segurança.

Outras tecnologias mencionadas foram o trem semiautônomo (Trip Optimizer), o detector de trilhos quebrados e a utilização de fibra ótica nos trilhos e a eficiência energética e da gestão logística na área ferroviária. Esses avanços tecnológicos são detalhados no Relatório de Sustentabilidade Rumo de 2022.

Na sexta questão foi questionado quais são os benefícios socioeconômicos que o transporte ferroviário poderia trazer para o Brasil. Neste viés, pesquisa de campo mostrou que o desenvolvimento do transporte ferroviário no Brasil traz uma série de benefícios, como a redução dos custos logísticos e do "custo Brasil", aumento da competitividade dos produtos brasileiros, maior fluidez do trânsito e segurança. Além disso, há o potencial de desenvolver regiões com infraestrutura logística deficiente, gerar empregos e promover uma logística mais eficiente e sustentável. Empresas como a Rumo acreditam no impacto positivo do transporte

ferroviário no futuro do país. No geral, investir no setor ferroviário traz vantagens econômicas, sociais e ambientais para o Brasil.

Por conseguinte, na sétima questão, o transporte ferroviário poderia se integrar com outros modais de transporte, como rodoviário e aquaviário, para melhorar a logística no Brasil. Logo, a pesquisa de campo destaca que o transporte ferroviário melhora a gestão logística, a conectividade e os acessos. A integração logística intermodal é crucial para reduzir custos e competir globalmente. Ademais, a empresa Rumo, por meio da Brado, enfoca o transporte multimodal como algo crucial para que a malha ferroviária funcione, integrando transporte rodoviário e transporte aquaviário. Essa integração reduz distâncias, custos e impactos ambientais, impulsionando a eficiência logística brasileira. A implantação de terminais multimodais também é mencionada como estratégia relevante.

Na oitava pergunta, foi questionado se existem estudos para implantação de locomotivas 100% elétricas. No Brasil, a implementação de cercas ao longo das linhas ferroviárias é inviável devido a questões de segurança, como roubos de cabos e telas, além de insegurança jurídica nas propriedades e invasões de terras, que dificultam a passagem e representam riscos à segurança.

Logo, há avanços na fabricação de máquinas híbridas nacionais, como o Progresso em Minas Gerais, que têm apresentado ótimos resultados operacionais, incluindo maior potência, redução no consumo de diesel e emissões de CO₂ mais baixas.

Empresas produtoras de locomotivas estão conduzindo estudos nesse campo, e algumas locomotivas já estão em uso experimental. Além disso, testes estão sendo realizados em algumas ferrovias, embora seja necessário estabelecer parcerias entre as indústrias para impulsionar essas iniciativas.

Essas descobertas destacam a importância da segurança, dos avanços tecnológicos em máquinas híbridas e dos estudos em locomotivas, assim como a necessidade de colaboração entre as indústrias para impulsionar o desenvolvimento ferroviário no Brasil.

3.1.2. Nível regional

Na primeira pergunta, foi questionado quais são as principais cargas que podem ser transportadas por ferrovias na região. Com base nas respostas da

pesquisa de campo, identificamos uma variedade de produtos mencionados, como soja, milho, açúcar, etanol, diesel, gasolina e celulose. Esses produtos estão associados a diferentes categorias industriais.

Saber qual o potencial de crescimento do modal ferroviário na região noroeste paulista foi o tema da segunda questão. Com base nas respostas foi observado que o setor de celulose apresenta perspectivas de crescimento. Essa projeção de crescimento é atribuída ao aumento da demanda internacional por commodities, incluindo a celulose.

Questionamos também quais são as principais limitações do modal na região em termos de infraestrutura, tecnologia e regulamentação. Identificou-se um problema de restrição de velocidade em trechos da ferrovia que passa pelo noroeste paulista devido a linha ser única o que limita o tráfego. Essa restrição tem impacto negativo no tempo de chegada dos trens ao porto de Santos, resultando em um maior consumo de diesel e elevação dos custos operacionais.

Na quarta questão, indagou-se quais são as perspectivas de investimento em infraestrutura na malha férrea da região noroeste do estado. Foi mencionado que existe um estudo em andamento para a duplicação da ferrovia no futuro. Essa medida tem como objetivo melhorar a circulação de trens e solucionar os problemas de restrição de velocidade e limitações de tráfego atualmente enfrentados. O valor estimado desse investimento é de aproximadamente 6 bilhões de Reais, informado por um dos entrevistados. Essa iniciativa demonstra um esforço para melhorar a infraestrutura ferroviária e potencialmente otimizar o transporte de cargas na região.

Em seguida questionou-se quais inovações tecnológicas estão em implantação na malha ferroviária do noroeste do estado. Com base nas respostas do questionário, informações relevantes foram apontadas. Primeiramente, foi mencionado que o sistema PTC (Positive Train Control) – sistema de sensores que evita colisões entre trens – está sendo utilizado, juntamente com locomotivas equipadas com o sistema AECS (Automatic Engine Start/Stop), que liga e desliga automaticamente, economizando combustível. Essas tecnologias visam aumentar a eficiência e reduzir os custos operacionais do transporte ferroviário. Além disso, está em andamento a ampliação dos pátios de cruzamento, que permitem que trens se cruzem em determinados pontos da ferrovia, melhorando o fluxo e a capacidade de tráfego. Também há a renovação de trechos mais antigos da malha da

região. Essas medidas têm como objetivo aprimorar a infraestrutura e a qualidade do transporte ferroviário, proporcionando uma operação mais eficiente e segura.

Então, pautou-se os benefícios socioeconômicos que o transporte ferroviário poderia trazer para a região noroeste, quando foi mencionado o crescimento de empregos na região. Esse crescimento está relacionado ao desenvolvimento da cultura de matérias-primas impulsionado pela facilitação do transporte. A melhoria nas infraestruturas de transporte, como a ampliação da ferrovia e a otimização do sistema de transporte ferroviário, também contribuiria para a expansão das atividades econômicas na região.

A sétima questão tinha como tema as formas como o transporte ferroviário poderia se interligar com outros modais para melhorar a logística no noroeste do estado de São Paulo. Os entrevistados convergiram para a maior integração com o modal hidroviário, sendo a região de Santa Fé do Sul apontada como propícia para a instalação de um porto multimodal, que poderia integrar modais ferroviário, hidroviário e rodoviário para o escoamento da produção local. Essa integração otimizaria o transporte de cargas, possibilitando uma maior eficiência e redução dos custos logísticos. A abertura de novos portos e a integração dos diferentes modais de transporte são medidas que visam melhorar a infraestrutura logística da região e impulsionar o desenvolvimento econômico.

Para finalizar, levantou-se a questão sobre a existência de estudos para a implantação de locomotivas 100% elétricas. Foi apontado que, embora os estudos existam, essa proposta permanece como uma perspectiva distante. Porém, foi mencionado que as locomotivas atuais utilizam o sistema eletrodiesel, onde um motor diesel gera energia elétrica para os motores de tração. Essa é a tecnologia predominante no momento, indicando que uma transição completa para locomotivas totalmente elétricas ainda não está em vigor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a elaboração do artigo científico e estudo aprofundado sobre a nossa malha ferroviária, podemos observar que a malha ferroviária brasileira, em comparação com outros países, é bem pequena, possuindo cerca de 31 mil quilômetros de trilhos disponíveis para circulação dos trens, o que restringe o alcance desse modal.

Com isso, evidencia-se que existe um potencial de crescimento para o modal ferroviário, visto que é utilizado principalmente para o transporte de commodities, e o Brasil é forte na produção e escoamento desse tipo de carga, tornando as ferrovias um meio viável de transporte. No entanto, o país carece de estudos e investimentos em manutenção das vias já existentes e implantação de novas vias, tais fatos impedem o desenvolvimento das ferrovias no Brasil, deixando o país dependente do modal rodoviário.

Logo, portanto, se o modal ferroviário obtiver mais visibilidade e investimentos em nosso país, relacionando malha ferroviária, intermodalidade e tecnologia, será, de fato, o modal que levará a economia de nossa pátria para o futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICO, Adriana Xavier et al. **IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA IMPLANTAÇÃO DE FERROVIAS.** out. 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2021/TRABALHO_EV161_MD1_SA106_ID2325_13102021212914.pdf. Acesso em: 16 maio 2023.

ANTF - Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários. **Mapa Ferroviário.** Disponível em: <https://www.antf.org.br/mapa-ferroviario/>. Acesso em: 11 jun. 2023.

ASSIS, Ana Carolina Velloso et al. **FERROVIAS DE CARGA BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE SETORIAL.** set. 2017. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14136/2/BNDES-Setorial-46_Ferrovias_P.pdf. Acesso em: 25 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Informações gerais.** Disponível em: <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Mapa ferroviário.** Disponível em: <https://www.antf.org.br/mapa-ferroviario/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

AVELLA, Denise da Costa; SANTOS, Orion Riyan Silva dos; BAPTISTA, Jose Abel de Andrade. **OS IMPACTOS DO MODAL FERROVIÁRIO NO SISTEMA PRODUTIVO NO BRASIL.** jun. 2022. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2022/203-330-1-RV.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2023.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby. **Gestão estratégica de transporte e distribuição.** São Paulo: Editora Atlas, 2006.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A.; OBSERVATÓRIO NACIONAL DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA. **Boletim de Logística: A retomada dos investimentos ferroviários para aumentar a eficiência da matriz de transportes.** Disponível em: <https://ontl.epl.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/Setor-Ferroviario-Brasileiro-1.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

GOV.BR. **Transporte Aéreo.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aereo>. Acesso em: 03/06/2023

GOV.BR. **transporte-aquaviario.jpg.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/img/transporte-aquaviario.jpg/view>. Acesso em: 03/06/2023

GUIMARÃES, Yuri da Silva; MACHADO, Alexandre Ricardo. **O MODAL FERROVIÁRIO DE GRANÉIS SÓLIDOS NO PORTO DE SANTOS**. Set. 2016. Disponível em: https://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20191204164214.pdf. Acesso em: 27 de maio de 2023.

INÁCIO, Danilo de Andrade; FRANCISCO, Paulo Celso. **LOGÍSTICA: O GERENCIAMENTO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO NA ESTRATÉGIA EMPRESARIAL**. 2017. Disponível em: <http://fio.edu.br/biblioteca/tcc/Administra%C3%A7%C3%A3o/2017/DANILO%20DE%20IN%C3%81CIO%20ANDRADE.%20Log%C3%ADstica%20O%20Gerenciamento%20da%20Cadeia%20de%20Abastecimento%20como%20Diferencial%20Competitivo%20na%20Estrat%C3%A9gia%20Empresarial.pdf>. Acesso em: 03/06/2023

LINKEDIN. **Transporte Ferroviário no Brasil... Será que agora vai?** 2019. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/transporte-ferrovi%C3%A1rio-brasil-ser%C3%A1-que-agora-vai-basqueroto?articleId=6594216652039041024>. Acesso em: 03/06/2023

MARQUES, Dimas. **Atropelamento de animais em ferrovias: impacto ainda desconhecido no Brasil**. ago. 2022. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2022/08/atropelamento-de-animais-em-ferrovias-impacto-ainda-desconhecido-no-brasil/>. Acesso em: 16 de maio 2023.

MENCHIK, Carlos Roberto. **Gestão Estratégica de Transportes e Distribuição**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2010.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

OLIVEIRA, Viviane Gomes Barbosa de. **A APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA NO SETOR SUCROALCOOLEIRO DA REGIÃO DE ASSIS**. 2011. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0811261219.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2023

PAURA, Glavio Leal. **Fundamentos da Logística**. São Paulo: Editora Érica, 2018.

PLATT, Allan Augusto. **Logística e Cadeia de Suprimentos - 3ª edição**. São Paulo: Editora Atlas, 2019.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Logum logística realiza a primeira operação de exportação de etanol**. 2021. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/energias-renovaveis/etanol/noticias/logum-logistica-realiza-a-primeira-operacao-de-exportacao-de-etanol>. Acesso em: 03/06/2023

SINPROQUIM. **ANTT estabelece procedimentos relacionados ao transporte rodoviário internacional de cargas**. 2021. Disponível em: <https://sinproquim.org.br/antt-estabelece-procedimentos-relacionados-ao-transporte-rodoviario-internacional-de-cargas/>. Acesso em: 03/06/2023