

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E AMBIENTE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENERGIA E AMBIENTE

RODRIGO FREITAS RODRIGUES

A IMPORTÂNCIA DO PORTO DO ITAQUI COMO HUB DE COMBUSTÍVEIS
AOS ESTADOS DO MARANHÃO, TOCANTINS E PIAUÍ

São Luís, MA

2024

RODRIGO FREITAS RODRIGUES

**A IMPORTÂNCIA DO PORTO DO ITAQUI COMO HUB DE COMBUSTÍVEIS
AOS ESTADOS DO MARANHÃO, TOCANTINS E PIAUÍ**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Magalhães
Nascimento

São Luís, MA

2024

RODRIGO FREITAS RODRIGUES

**A IMPORTÂNCIA DO PORTO DO ITAQUI COMO
HUB DE COMBUSTÍVEIS AOS ESTADOS DO
MARANHÃO, TOCANTINS E PIAUÍ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Aprovada em: / /

BANCA EXAMINADORA

*Prof. Dr. Ulisses Magalhães Nascimento
Universidade Federal do Maranhão – UFMA*

*Prof.^a Dr.^a Jaciene Jesus Freitas Cardoso
Universidade Federal do Maranhão – UFMA*

*Prof. Dr. Sérgio Sampaio Cutrim
Universidade Federal do Maranhão – UFMA*

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Freitas Rodrigues, Rodrigo.

A Importância do Porto do Itaqui como Hub de Combustíveis aos Estados do Maranhão, Tocantins e Piauí / Rodrigo Freitas Rodrigues. - 2024.

61 f.

Orientador(a): Ulisses Magalhães Nascimento.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Energia e Ambiente/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024.

1. Granéis Líquidos. 2. Logística. 3. Porto do Itaqui. I. Magalhães Nascimento, Ulisses. II. Título.

Não desista, vá em frente. Sempre há uma chance de você tropeçar em algo maravilhoso. Nunca ouvi falar em ninguém que tenha tropeçado em algo enquanto estava sentado.

(Charles F. Kettering)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais, Gladys e Robério, epítomes de incentivo e perseverança. À minha avó, Terezinha, que sempre está ao meu lado em todas as minhas vitórias, torcendo como se fossem dela. Ao meu irmão, Yago, por ser símbolo de paciência e inteligência. À minha afilhada, Helena, por me trazer paz e risos leves mesmo nos momentos mais difíceis. Ao Leandro Medina, que nunca mediu esforços para que, apesar dos percalços, eu viesse a cursar este mestrado. Por fim, ao Renato França, por sempre trazer leveza aos meus pensamentos e por sempre acreditar em mim.

RESUMO

O presente trabalho visa destacar a significativa relevância do Porto do Itaqui como um centralizador crucial na distribuição de combustíveis para os Estados do Maranhão, Piauí e Tocantins. Nesse contexto, são apresentados dados operacionais abrangentes do Porto do Itaqui, elucidando detalhes de sua infraestrutura, destacando suas conexões estratégicas com os modais ferroviário e rodoviário, enfatizando sua localização estratégica para o mercado internacional. Adicionalmente, é explicada a logística envolvida na movimentação de combustíveis em toda a área de influência do porto, além de mostrar sua expansão no decorrer dos anos e analisar sua participação no mercado global de transporte de cargas. Este estudo visa proporcionar uma compreensão abrangente do papel desempenhado pelo Porto do Itaqui no cenário nacional e internacional de logística de combustíveis.

Palavras-chaves: Porto do Itaqui. Granéis Líquidos. Logística.

ABSTRACT

The present work aims to highlight the significant relevance of the Porto do Itaqui as a crucial hub in the distribution of fuels to the states of Maranhão, Piauí, and Tocantins. In this context, comprehensive operational data of the port is presented, elucidating details of its infrastructure, emphasizing its strategic connections with the railway and road transport modes, underscoring its strategic location for the international market. Additionally, the logistic involved in fuel movement throughout the port's influence area is explained, highlighting its expansion over the years, and analyzing its participation in the global cargo transportation market. This study seeks to provide a comprehensive understanding of the role played by the Porto do Itaqui in the national and international scenario of fuel logistic.

Keywords: Porto do Itaqui. Liquid Bulk. Logistics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução do Porto do Itaqui	11
Figura 2: O Porto do Itaqui e suas Conexões	12
Figura 3: Localização do Porto do Itaqui	13
Figura 4: Movimentação de carga em 2021 - modais	14
Figura 5: Logística de transportes no Brasil	16
Figura 6: Mapa ferroviário do Brasil	21
Figura 7: Histórico da ferrovia no Brasil	22
Figura 8: Estrada de Ferro Carajás	25
Figura 9: Ferrovia Transnordestina	26
Figura 10: Ferrovia Norte-Sul	27
Figura 11: Ferrovia Norte-Sul e suas conexões existentes e projetadas	28
Figura 12: Ligação entre a FNS e FTL	29
Figura 13: Portos públicos organizados do Brasil	30
Figura 14: Berços Operacionais do Porto do Itaqui.....	34
Figura 15: Estrutura de Armazenamento de Granéis Líquidos do Porto do Itaqui	36
Figura 16: Tempo de reposição de componentes ferroviários	43
Figura 17: Competição entre o modal rodoviário e ferroviário levando em consideração o peso da carga e a distância a ser percorrida	44
Figura 18: Incêndio na Estrada de Ferro Carajás	50
Figura 19: Mapa da margem equatorial	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Origens e destinos para derivados do petróleo em 2018.....	15
Tabela 2: Características Estrutural e Útil dos Berços do Porto do Itaqui.....	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Ranking de Movimentação de Instalações Portuárias Brasileiras em 2022.....	31
Gráfico 2: Tipos de cargas movimentadas (% por toneladas) – 1º trimestre de 2023.....	32
Gráfico 3: Total de carga movimentada por tipo de navegação – 1º trimestre de 2023.....	32
Gráfico 4: Histórico e Projeção de Demanda por Importação de Derivados de Petróleo	34
Gráfico 5: Valor médio do frete rodoviário e ferroviário para cada 1.000L (1m ³)	38
Gráfico 6: Recebimento de granéis líquidos pela Raízen através do Porto do Itaqui.....	38
Gráfico 7: Distribuição de combustível realizada pela Raízen, a partir do recebimento no Porto do Itaqui	39
Gráfico 8: Movimentação de volumes de cargas provenientes do Itaqui	39
Gráfico 9: Compartilhamento de cargas por modal.....	40
Gráfico 10: Emissões de gases de efeito estufa por meio dos transportes no Brasil.....	46
Gráfico 11: Consumo do setor de transporte por fonte de energia no mundo ..	48
Gráfico 12: Distribuição dos pontos críticos nas rodovias brasileiras em 2021	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Metodologia	16
1.3 Objetivo Geral.....	17
1.4 Objetivos Específicos	17
1.5 Estrutura do Trabalho.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Granéis Líquidos	19
2.2 Ferrovias	20
2.2.1 Estrada de Ferro Carajás (EFC)	25
2.2.2 Ferrovia Transnordestina Logística (FTL).....	26
2.2.3 Ferrovia Norte-Sul (FNS).....	26
2.3 Estrutura Portuária Brasileira	29
3 A LOGÍSTICA DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS LÍQUIDAS NO PORTO DO ITAQUI	33
3.1 Recebimento de Mercadorias	34
3.2 Armazenamento	35
3.3 Exportação de Combustíveis para o Interior do Maranhão e Estados Vizinhas.....	37
3.4 Recepção dos Líquidos Combustíveis nos Estados de Tocantins e Piauí.....	40
4 TRANSPORTE FERROVIÁRIO VERSUS RODOVIÁRIO	42
4.1 Comparação Econômica Entre os Modais.....	42
4.2 Comparação Ambiental Entre os Modais	44
4.3 Eficiência Energética nos Tipos de Transporte	47
4.4 Dificuldades no Uso de Ferrovias e Rodovias Brasileiras.....	48
4.5 A Margem Equatorial Brasileira e os Desafios ao Itaqui e Maranhão	51
5 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	

1 INTRODUÇÃO

Em 1923, o projeto para a construção do Porto do Itaqui começou a ser desenvolvido. A região de Itaqui foi indicada para a construção de um porto no Maranhão, através de estudos realizados em 1939 pelo Departamento Nacional de Portos e Navegação, que no momento pertencia ao Ministério da Viação e Obras Públicas. Em 1960, o cais do Porto do Itaqui deu início às obras e, em 1972 começou a ser operado, com aproximadamente 637 metros de extensão. (Porto do Itaqui, 2023).

Após o início de suas operações, os trechos de alguns berços de operação do porto foram concluídos e novos berços operacionais foram construídos, ampliando não apenas a extensão do Porto do Itaqui, mas a sua capacidade de oferecer serviços de logística portuária para as cadeias de produção e estar apta a se inserir em novos projetos. Atualmente o porto realiza suas atividades contando com 9 berços operacionais. A Figura 1 mostra a evolução do Porto do Itaqui, comparando o seu tamanho no ano de 1970 e 2022 (Porto do Itaqui, 2023).

Figura 1: Evolução do Porto do Itaqui

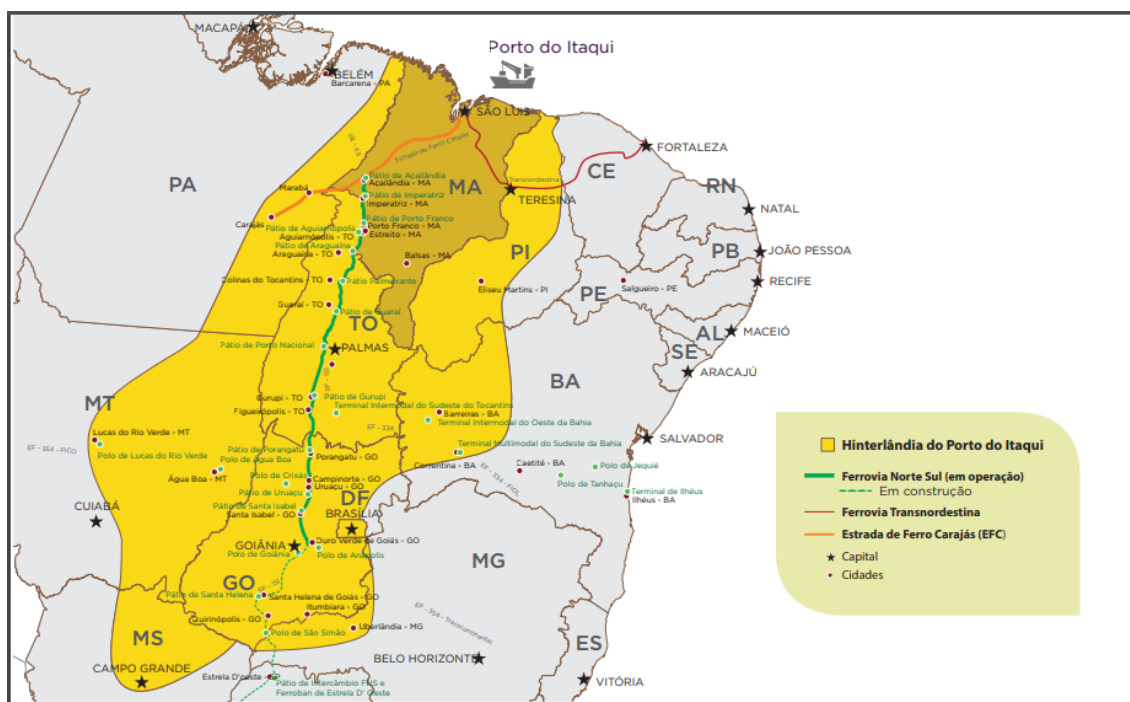


Fonte: (Porto do Itaqui, 2023)

A sua infraestrutura ainda conta com importantes conexões a ferrovias e rodovias. O porto possui uma conexão ferroviária direta com a Transnordestina (FTL), que passa por sete estados da região Nordeste e com a Estrada de Ferro Carajás (EFC), que é uma concessão à empresa VALE SA, ligando a cidade de São Luís à cidade de Carajás, no estado do Pará. Além das conexões diretas com a EFC e a FTL, o porto ainda possui uma conexão indireta com a Ferrovia Norte-Sul (FNS), que se conecta com a EFC na cidade de Açailândia, localizada no Maranhão (Porto do Itaqui, 2023).

A ligação do porto com rodovias se dá através das rodovias federais BR-135 e BR-222 e, através delas, é feita a interligação com outras rodovias como a BR-316, BR-320, BR-226, BR-010 e a rodovia estadual MA-230 (Porto do Itaqui, 2023). A Figura 2 ilustra o porto com as conexões acima citadas.

Figura 2: O Porto do Itaqui e suas Conexões



Fonte: (Porto do Itaqui, 2023)

Em relação à sua movimentação de cargas, o porto realiza tanto a movimentação de cargas gerais, como caixas, fardos, sacos; granéis líquidos, como o diesel e a gasolina e os granéis sólidos, sendo estes os responsáveis pelo maior número de movimentação pelo porto no Maranhão, dando destaque para o escoamento de grãos, como a soja e o milho (Porto do Itaqui, 2023).

O Porto do Itaqui faz parte do Complexo Portuário de São Luís e é administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP).

Sua competitividade no mercado é devido à sua eficiência multimodal, pois suas conexões com ferrovias e rodovias fazem com que seja um importante corredor logístico para a região central do Brasil.

1.1 Justificativa

A importância deste trabalho se deve ao grau de relevância do Porto do Itaqui, não só para Maranhão, mas para os estados vizinhos, como Piauí e Tocantins. A sua localização privilegiada e a sua sinergia com o modal ferroviário fazem com que o Porto consiga movimentar cargas em longas distâncias de forma econômica e ambientalmente amigável, fazendo com que o Porto do Itaqui exerça grande influência no corredor Centro-Norte.

Localizado na Baía de São Marcos, em São Luís (MA), o Porto do Itaqui dista apenas 11km do centro da cidade de São Luís e faz parte do complexo portuário do Maranhão, assim como os Terminais de Uso Privado (TUP) das empresas VALE e ALUMAR. Além disso, como ilustrado na Figura 3, o Porto do Itaqui possui uma localização estratégica para o mercado mundial, ficando mais próximo dos mercados norte-americano e europeu, quando comparado aos demais portos do Brasil (Sindicado dos Operadores Portuários do Maranhão, 2022).

Figura 3: Localização do Porto do Itaqui



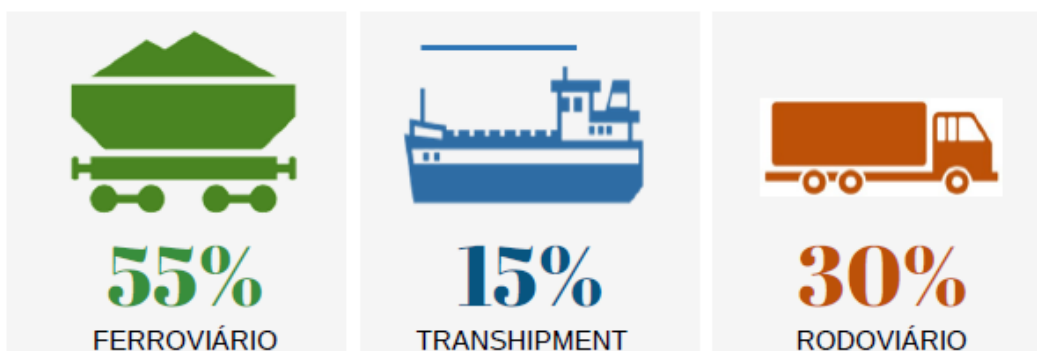
Fonte: (Docplayer, 2016)

A localização privilegiada do porto ajuda a estabelecer uma conexão da região nordeste do país com as demais regiões e ainda favorece a exportação para vários países. Ademais, o Porto do Itaqui possui a maior amplitude de maré em relação aos demais portos brasileiros (Dantas et al., 2023).

Em 2023, o Itaqui movimentou mais de 36 milhões de toneladas. Em 2021, o Complexo Portuário do Maranhão foi responsável pela movimentação de 228 milhões de toneladas, com a VALE movimentando 182,4 milhões de toneladas, Itaqui com 31 milhões de toneladas e a Alumar com 14,6 milhões de toneladas. Com números tão expressivos, este complexo se torna o maior do país em movimentação quando considerado o volume (Porto do Itaqui, 2023).

Dentre os diversos modais de transporte empregados, o modal ferroviário desempenhou um papel preponderante ao efetuar mais da metade da movimentação total de carga em 2021, conforme evidenciado na Figura 4. Cabe ressaltar que os números apresentados dizem respeito exclusivamente às operações realizadas no Porto do Itaqui, revelando de maneira destacada a significativa contribuição do modal ferroviário no processo de distribuição de mercadorias (Porto do Itaqui, 2021).

Figura 4: Movimentação de carga em 2021 - modais



Fonte: (Porto do Itaqui, 2021)

Desde 2021, seguido de 2022 e 2023, o Porto do Itaqui tem consistentemente superado seus registros tanto anuais quanto mensais de movimentação de cargas. No ano de 2023, observou-se um aumento notável de 8% em comparação a 2022, sendo digno de destaque o impressionante crescimento constante nas movimentações de graneis líquidos (Porto do Itaqui, 2023).

O Porto do Itaqui conta com três berços operacionais estrategicamente designados para priorizar a movimentação de graneis líquidos, dispondo de uma

infraestrutura robusta para realizar eficientemente essas operações de transporte. No ano de 2023, as cargas desse tipo destacaram-se, representando 23% do volume total movimentado no porto, atingindo a marca de 8,3 milhões de toneladas. Além disso, a capacidade de armazenamento correspondente a essas cargas alcançou mais de 500.000m³ em 2023, com projeções maiores para 2024, com expansões dos terminais da Raízen, Santos Brasil, Ultracargo além de um novo terminal da Temape. (Porto do Itaqui, 2023).

A Tabela 1 mostra a origem e destino dos derivados de petróleo no ano de 2018.

Tabela 1: Origens e destinos para derivados do petróleo em 2018

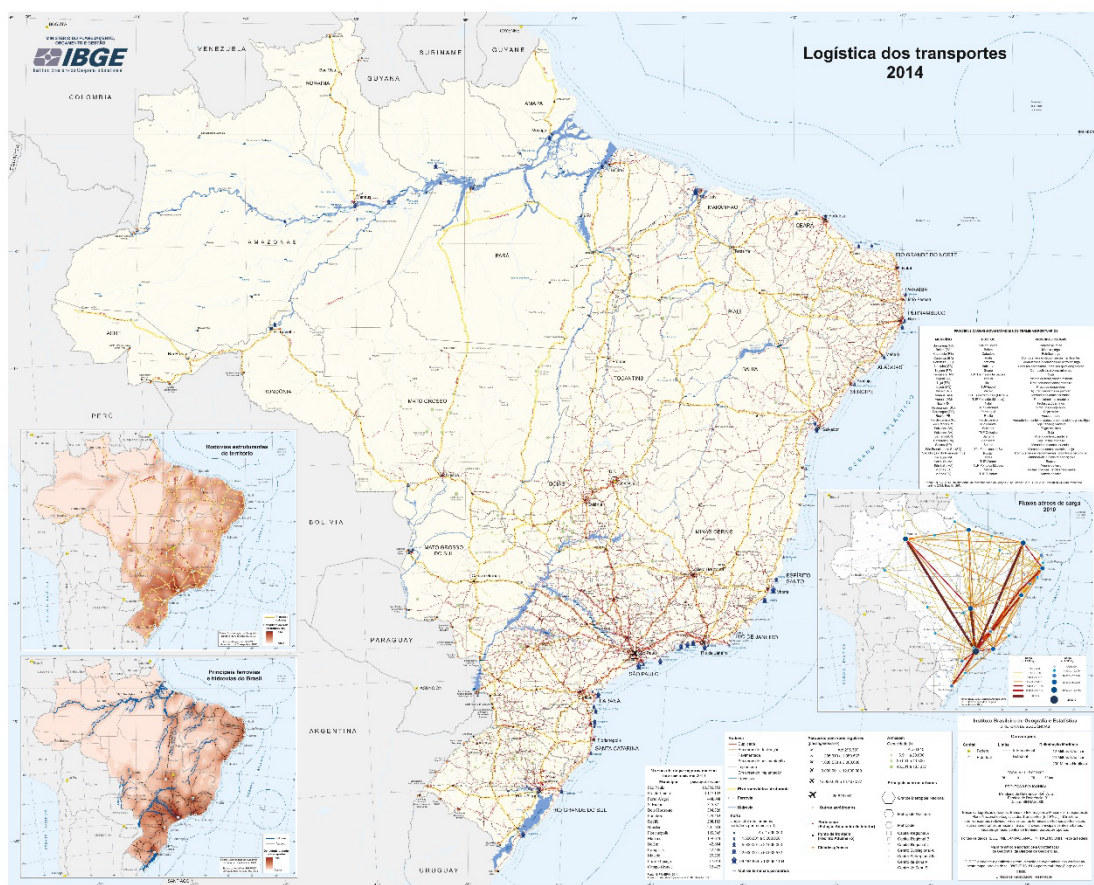
Produto	Sentido	Origem	Destino	%
Derivados de petróleo	Importação	Estados Unidos	Maranhão	81%
		Holanda	Maranhão	4%
		Emirados Árabes	Maranhão	4%
		Estados Unidos	São Paulo	3%
		Estados Unidos	Tocantins	2%
	Cabotagem	Maranhão	Manaus	53%
		Maranhão	Belém	13%
		Maranhão	Recife	12%
		Maranhão	Fortaleza	10%
		Santos	Maranhão	54%
		Salvador	Maranhão	20%
		Recife	Maranhão	15%

Fonte: (Porto do Itaqui, 2021)

Além disso, em 2018, o Brasil testemunhou a maior greve no setor de transportes de sua história, protagonizada pelos caminhoneiros. Essa paralisação teve impactos significativos no abastecimento de combustíveis, alimentos e outros insumos em todo o país. As rodovias foram bloqueadas, causando perturbações no abastecimento nos postos de combustíveis, prateleiras de supermercados, hospitais e até voos foram prejudicados pela falta de querosene de aviação. A população enfrentou escassez e restrições na venda de combustíveis, juntamente com o aumento desproporcional dos preços nos postos, inclusive do racionamento na comercialização de outros bens essenciais (BBC News Brasil, 2018).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) desenvolveu, em 2014, um mapa que ilustra a logística de transportes no Brasil e evidencia a dependência do modal rodoviário para o transporte de cargas no país, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5: Logística de transportes no Brasil



Fonte: (IBGE, 2014)

A crise instaurada no Brasil em 2018, devido à paralisação no setor de transporte rodoviário, mostra a necessidade de investir na diversificação da matriz de transporte nacional para diminuir a dependência do transporte rodoviário.

Dado que o Porto do Itaquí exerce uma influência significativa nos estados vizinhos, considerando a distribuição de combustíveis para a sua área de influência e o uso predominante do modal ferroviário para o transporte da maioria das cargas, torna-se evidente a capacidade do porto de manter sua atividade, mesmo em períodos críticos, como a crise de 2018 acima citada.

1.2 Metodologia

O método utilizado para a produção deste estudo foi realizado por meio de levantamento bibliográfico, na forma de revisão bibliográfica no que tange a logística de combustíveis líquidos, seguindo de estudo de custos, análise de viabilidade entre modais. Uma análise comparativa foi realizada, verificando

permissão de otimização de tempo, viés sustentável e viabilidade financeira, visando detalhamento da logística envolvendo os três estados em estudo.

A obtenção de dados e fornecimento de informações foram obtidos por meio de observação direta em campo, com valores reais de empresas que vivenciam o que está sendo estudado diariamente, em especial a Raízen. Além de consultas em sites que fornecem informações confiáveis sobre os sistemas de transportes brasileiros, como portais do Governo Federal, relatórios de operações e demais informações disponibilizadas nos sites de empresas que detêm a concessão de estradas de ferro no Brasil.

A Raízen, criada a partir de uma *joint venture* entre a Cosan e a Shell, é a terceira maior companhia em faturamento, a segunda maior distribuidora de combustíveis do país, a principal fabricante de etanol de cana-de-açúcar do Brasil e a maior exportadora individual de açúcar de cana no mercado internacional; (Valor 1000, 2023) possuindo, portanto, grande relevância no assunto, ao sumarizar o que se passa no país, de forma macro.

Para a descrição da logística de movimentação de grânéis líquidos no estado do Tocantins por meio do sistema ferroviário, os dados foram obtidos por meio de dados públicos fornecidos pela empresa Infra SA, que administra a Ferrovia Norte-Sul. Já para a recepção de combustíveis no estado do Piauí, que utiliza a Ferrovia Transnordestina Logística, foram considerados dados operacionais na cidade de Teresina, obtidos de forma interna por meio da empresa Raízen.

1.3 Objetivo Geral

O objetivo geral consiste na descrição detalhada da logística que envolve os líquidos combustíveis armazenados no Porto do Itaquí, do seu recebimento ao envio ao interior do estado e estados vizinhos, realizando comparativo econômico e ambiental entre modais.

1.4 Objetivos Específicos

- Descrever a logística de recepção e armazenagem dos líquidos combustíveis no porto;

- Descrever a logística de exportação do líquido combustível para o interior do Maranhão e para os estados vizinhos;
- Descrever a logística de recepção dos líquidos combustíveis nos estados vizinhos.
- Realização de comparativos entre modais, custos, vantagens e desvantagens entre a ferrovia e a rodovia, incluindo o viés ambiental e de eficiência energética.

1.5 Estrutura do Trabalho

No primeiro capítulo é realizada a introdução do trabalho, onde, inicialmente o tema em questão é abordado de uma forma ampla, permitindo que a importância do tema tratado seja entendida. Ainda no mesmo capítulo são apresentados outros itens, como a justificativa para a escolha deste tema, os objetivos gerais e específicos, e a metodologia adotada para a elaboração do presente trabalho.

O capítulo dois aborda alguns conceitos importantes, como a definição de graneis líquidos e ferrovias. No mesmo capítulo, a Estrada de Ferro Carajás (EFC), a Ferrovia Transnordestina Logística (FTL) e a Ferrovia Norte-Sul (FNS) são apresentadas de forma breve, com o intuito de fazer com que o leitor obtenha uma visão macro das conexões das principais ferrovias que participam da logística do Porto do Itaqui.

O capítulo três consiste na revisão bibliográfica, no qual os processos de logística do Porto do Itaqui são detalhados. Este capítulo também mostra alguns números de operação, que ajudam a reforçar a importância do Itaqui em números de movimentação.

O capítulo quatro tem por objetivo realizar um comparativo entre modais, considerando as vantagens e desvantagens entre o transporte ferroviário e rodoviário. Este comparativo leva em consideração o viés ambiental, os custos e a eficiência energética.

O capítulo cinco é responsável por realizar a conclusão do trabalho desenvolvido, resumindo todo o desenvolvimento deste e mostrando a importância do Porto do Itaqui na logística de combustíveis do Maranhão para com os estados vizinhos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Logística exerce um papel indispensável dentro do mercado. Sendo parte da cadeia produtiva, ela é responsável por fazer o melhor proveito dos recursos disponíveis para ser mais eficiente em suas operações e obter ganhos. Segundo Christopher (2012), a cadeia de suprimentos é a “gestão de relações a montante e jusante com fornecedores e clientes, a fim de entregar ao cliente valor superior ao menor custo para toda a cadeia de suprimentos”.

Uma das formas de exercer melhores práticas de mercado é adotar medidas sustentáveis em suas operações, diminuindo os custos operacionais e aumentando a competitividade de mercado (Confederação Nacional do Transporte, 2021).

A logística é a responsável por garantir que o consumidor possa ter o produto desejado no momento esperado, sendo ela responsável por oferecer soluções e ferramentas que abrangem a aquisição, o armazenamento e a distribuição dos produtos (Ferreira, 2007).

Uma das grandes preocupações da logística é diminuir o custo com transportes. Para Castiglioni e Pigozzo (2018), o transporte é o elemento mais importante do custo logístico, assumindo 66% do custo total. Se faz sempre necessária a integração de diversos modais de transporte para que a qualidade do tempo de entrega do produto seja mantida, ao mesmo tempo em que a empresa consiga diminuir seus gastos operacionais.

Para permitir a melhor compreensão da logística do manuseio de cargas e da combinação de modais de transporte no Brasil, abaixo são explicados alguns conceitos importantes, como o conceito de cargas à granel, com ênfase nos graneis líquidos e um panorama da estrutura ferroviária e portuária brasileira.

2.1 Granéis Líquidos

Os graneis são um grupo de cargas definidos como cargas homogêneas que não possuem um tipo de condicionamento específico dentro das embarcações. Eles são subdivididos em graneis sólidos e graneis líquidos. Os líquidos também possuem uma subdivisão, sendo umas delas os derivados do petróleo, como o diesel, gasolina, gás liquefeito de petróleo (GLP), etc. e petroquímicos, que são a soda cáustica e biocombustível, como o etanol (Porto

do Itaqui, 2023). Além disso, os graneis líquidos são classificados em alimentos, bebidas líquidas e Gás Natural Liquefeito (GNL) (DFREIGHT, 2023)

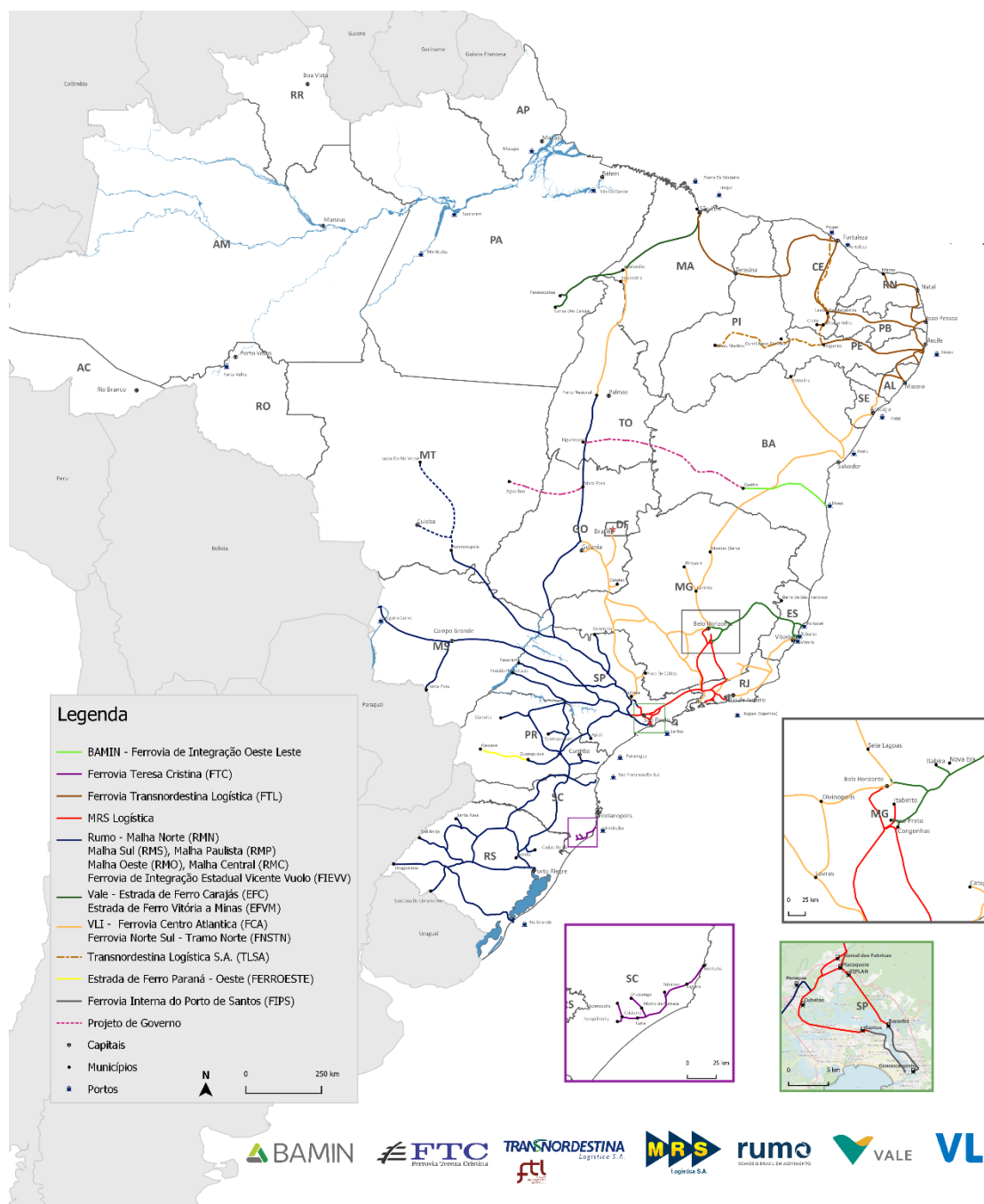
A carga líquida à granel precisa ser movimentada com os devidos cuidados para que não ocorra vazamentos e contaminações. No transporte rodoviário, essa carga é movimentada através de caminhões com grandes reservatórios, como caminhão tipo tanque, pipa ou cisterna. No transporte ferroviário, essa movimentação é feita por meio de vagões que também são adaptados para receber este tipo de carga. Para o envio de líquidos para o exterior através de navios, a embarcação ideal são os navios tanques, nos quais apenas embarcações líquidas podem ser condicionadas, levando em consideração a preocupação com a conservação do meio ambiente e com a integridade da carga a ser transportada (Rocha Terminais Portuários e Logística, 2023).

2.2 Ferrovias

O transporte ferroviário permite o transporte de grandes quantidades de materiais por trechos longos. Porém, no Brasil, a utilização dessa modalidade de transporte não é tão popular quanto o modal rodoviário. O transporte rodoviário detém o protagonismo no território brasileiro, movimentando aproximadamente 65% das mercadorias produzidas no país (Transporte Mundial, 2023).

Segundo o Ministério dos Transportes (2020), em 2020 o transporte ferroviário tinha participação de 17,7% na matriz de transporte do Brasil, possuindo mais de 30 mil quilômetros de ferrovias com contratos de concessão/subconcessão e 10 mil quilômetros de construção autorizadas, a serem realizadas por particulares através de 25 contratos de adesão. Um panorama do traçado ferroviário do Brasil é mostrado na Figura 6.

Figura 6: Mapa ferroviário do Brasil



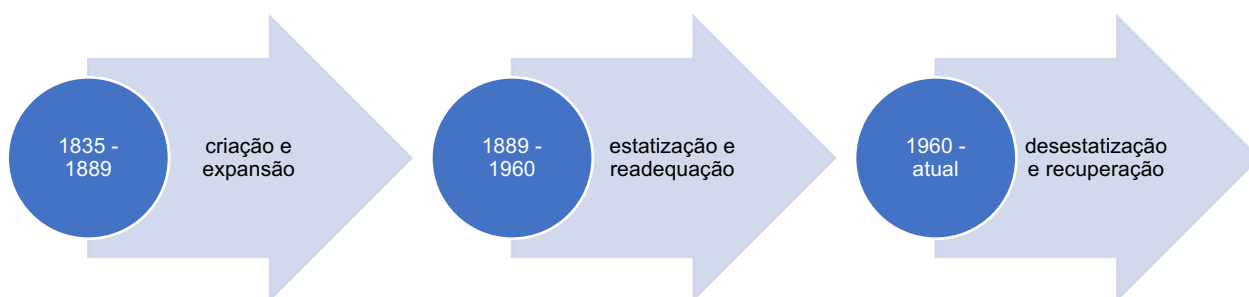
Fonte: (ANTF, 2023)

Na visão de Kreuz e Juruena (2019), um país de vastas dimensões territoriais como o Brasil necessita priorizar a exploração do sistema ferroviário como a principal infraestrutura de transporte de carga. Ainda é ressaltado que o sistema ferroviário brasileiro foi negligenciado em determinado período, compreendido entre os anos de 1930 e 1980, em favor da expansão da malha rodoviária. Tal estratégia, segundo as autoras, foi adotada para atrair grandes empresas e indústrias internacionais, motivadas por considerações econômicas.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a malha ferroviária é usada principalmente para o transporte de *commodities*, como o minério de ferro e grãos provenientes das atividades agroindustriais (IBGE, 2014).

Para estabelecer uma melhor compreensão do histórico da ferrovia e sua participação no cenário econômico nacional, é necessário o entendimento da divisão do histórico ferroviário brasileiro em três partes: criação e expansão, estatização e readequação, e desestatização e recuperação, como esquematizado na Figura 7. Segundo a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), o desenvolvimento do sistema ferroviário brasileiro teve início no período imperial do Brasil e sempre esteve relacionado às políticas governamentais, que continuamente sofrem variações com o decorrer do tempo (ANTF, 2023).

Figura 7: Histórico da ferrovia no Brasil



Fonte: Autoria própria

O primeiro período da história do desenvolvimento da malha ferroviária brasileira, que compreende a criação e expansão, foi marcado pelo início da implantação de ferrovias no Brasil e o crescimento lento desse sistema, que foi realizado por intermédio de empresas de iniciativas privadas. Porém, a partir de 1873 houve uma expansão acelerada da malha ferroviária, por meio de empreendedores privados, motivados pela garantia de juros (ANTF, 2023).

Em 1828, no Brasil, foi promulgada a Lei José Clemente que permitiu a construção de estradas no país tanto por empresários nacionais quanto por empresários estrangeiros. Já em 1835, a lei brasileira denominada Lei Feijó permitiu que a ferrovia que ligava a capital do império – Rio de Janeiro – às

províncias de Minas Gerais, Bahia e Rio Grande do Sul fosse criada (ANTF, 2023).

Ainda nessa primeira fase ocorreu a inauguração da primeira ferrovia do Brasil, uma estrada com 14,5km, construída por Irineu Evangelista de Souza, mais conhecido como Barão de Mauá. A segunda ferrovia do Brasil foi inaugurada em 1858, entre Recife e Cabo, ambas cidades do estado de Pernambuco. No mesmo ano, em 1858, ocorreu a finalização da construção do primeiro trecho entre as cidades do Rio de Janeiro e Queimadas, ambas cidades do estado do Rio de Janeiro. Este último trecho foi inaugurado com a denominação Estrada de Ferro D. Pedro II, que posteriormente passou a se chamar Estrada de Ferro Central do Brasil (ANTF, 2023).

Entrando no período em que ocorreu a expansão acelerada da ferrovia no país, o Brasil concedeu garantia de juros relativo ao capital que a iniciativa privada investia na construção de ferrovias por meio da Lei 2.450 de 24 de setembro de 1873. Porém, por conta de conflitos entre o Governo e as ferrovias relacionado a cláusulas de manutenção das estradas, que antes não foram estabelecidas, ocorreu a promulgação do Decreto 6995 de 10 de agosto de 1878 para complementar a legislação anterior que tratava das concessões, a fim de sanar conflitos e corrigir qualquer arbitragem presente anteriormente (ANTF, 2023).

A segunda fase da ferrovia no Brasil foi marcada pela estatização e readequação da malha ferroviária nacional. A ferrovia ainda se mostrava em expansão, mas por problemas financeiros das empresas responsáveis pela administração das estradas, o Estado precisou tomar de volta o controle do sistema ferroviário (ANTF, 2023).

No segundo período ocorreu, por iniciativa da Estrada de Ferro Central do Brasil, a inauguração do primeiro laboratório para testes de materiais de construção e, em alguns anos depois, foi inaugurada a Estrada de Ferro Madeira-Mármore. Em 1922 o Regulamento para Segurança, Polícia e Tráfego das Estradas de Ferro entrou em vigor, e no mesmo ano foi realizada a eletrificação do trecho da ferrovia Paulista Campinas-Jundiaí. Outra criação importante para a história da ferrovia no Brasil foi a Contadoria Geral do Transportes, realizada em 1926, que passou a ser responsável pela organização do tráfego das estradas de ferro que operavam no país.

Em 1942 a Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) foi criada pela Cia. Vale do Rio Doce, atualmente VALE SA, e em pouco tempo depois se tornou a ferrovia mais importante do país. Em 1945 ocorreu a edição do Decreto 7632 de 12 de junho, que criava taxas destinadas à renovação e melhoramento do patrimônio ferroviário. Já em 1950 foram criados o Fundo Ferroviário Nacional e a Comissão Mista Brasil-Estados Unidos para o Desenvolvimento Econômico, que foi criada com o intuito de reformular o setor ferroviário Brasileiro. Encerrando esta fase, em 1957 foi criada a Rede Ferroviária Federal S.A (RFFSA), resultado da união de inúmeras ferrovias que eram controladas pelo Estado (ANTF, 2023).

A terceira fase da história da ferrovia, que se dá até os dias atuais, pode ser caracterizada pela privatização e recuperação da malha ferroviária, que teve início com a privatização da RFFSA através da iniciativa do Governo por meio do Plano Nacional de Desestatização (PND).

Vários marcos importantes podem ser citados, como a criação da Ferrovia Paulista S.A por meio da junção de cinco ferrovias do Estado de São Paulo; a criação do Fundo Nacional de Desenvolvimento, destinado à aplicações no setor ferroviário; a criação da Empresa de Engenharia Ferroviária – Engefer para implementação de empreendimentos ferroviários; criação da Cia Brasileira de Trens Urbanos – CBTU, através da cisão da RFFSA e absorção da Engefer; a inauguração da Estrada de Ferro Carajás – EFC, pela Cia. Vale do Rio Doce; início da construção da Ferrovia Norte-Sul – FNS; início da construção da estrada Ferronorte; Privatização de algumas malhas da RFFSA, sendo concedidas às empresas Ferrovia Centro-Atlântica – FCA, MRS Logística e Ferrovia Novoeste; em 2007 a Ferrovia Norte-Sul (FNS) teve as operações dos trechos entre Açailândia (MA) e Palmas (TO) concedidas à VALE SA por um período de 30 anos; em 2011 a VLI Logística foi criada pela Diretoria de Logística de Cargas Gerais da Vale, incorporando a ferrovia FCA e a FNS (ANTF, 2023).

Em 2014 a empresa *Brookfield Asset Management* passou a ter o controle da VLI, que antes possuía à VALE; em 2015 a concessionária Rumo S.A nasceu por meio de uma fusão; em 2017 a promulgação da Lei 13.448/17 permitiu a prorrogação antecipada da concessão de contratos das operadoras que são associadas à ANTF, permitindo o investimento de longo prazo na malha ferroviária por meio das empresas privadas (ANTF, 2023).

2.2.1 Estrada de Ferro Carajás (EFC)

A Estrada de Ferro Carajás foi inaugurada no ano de 1985 e atualmente é concedida à empresa VALE SA e operada pela VLI Logística (VLI Logística, 2023). A EFC liga o Porto do Itaqui, no Maranhão, à região da Serra dos Carajás, localizada no estado do Pará. Na cidade de Açailândia, no Maranhão, ela possui uma ligação com a Ferrovia Norte-Sul (FNS) formando, assim, o Corredor Centro-Norte (Vale, 2020).

Atualmente a EFC, ilustrada na Figura 8, percorre 27 cidades pertencentes ao Maranhão e Pará, e possui 972 quilômetros de extensão onde, destes, 575 quilômetros são de via duplicada. São utilizados trens com 330 vagões, onde cada vagão pode transportar a capacidade de 104 toneladas de material como grãos, combustíveis líquidos e sólidos, minério de ferro, ferro gusa, manganês e cobre. Além disso, a EFC também possui operação com trem de passageiros entre as cidades de São Luís e Parauapebas, no Pará. Em 2019, o trem de passageiros transportou cerca de 320 mil pessoas (Vale, 2020).

Figura 8: Estrada de Ferro Carajás



Fonte: (Vale, 2023)

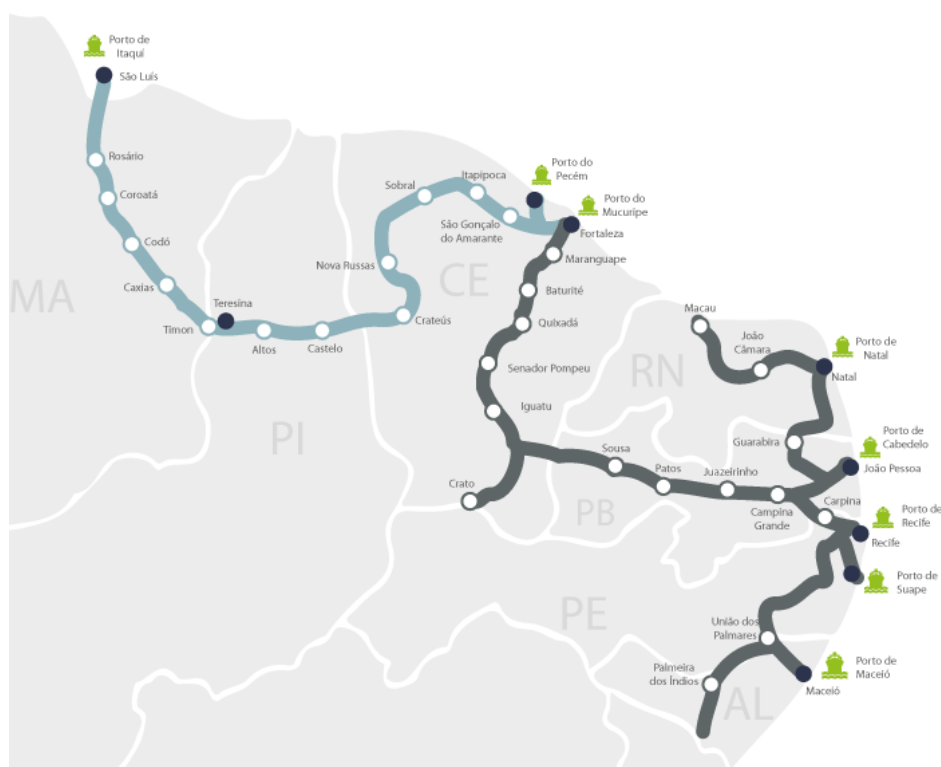
A extensão da EFC e as suas conexões permitem que mercadorias com origem fora do Maranhão e Pará também possam chegar ao Terminal Portuário de São Luís (TPSL). O transporte de grãos e celulose é feito através da FNS e EFC até chegar ao TPLS. Os combustíveis seguem a rota de transporte de São Luís até as cidades de Açailândia e Marabá, localizadas no Maranhão e Pará, respectivamente. Além disso, na interligação com a FNS, os combustíveis conseguem chegar até Porto Nacional, no estado do Tocantins. O ferro gusa parte de Marabá e Açailândia com destino a São Luís. O manganês parte de

Marabá com destino a São Luís e os fertilizantes que partem de São Luís até chegarem na FNS (VLI, 2023).

2.2.2 Ferrovia Transnordestina Logística (FTL)

A FTL, ilustrada através da Figura 9 (trecho em cinza claro), é uma ferrovia concedida à Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e realiza o transporte de cargas desde 1998. Atualmente, a empresa possui 1.237 quilômetros de malha ferroviária em operação, ligando três pontos: Porto do Itaqui (São Luís, Maranhão), Teresina (Piauí), Pecém (São Gonçalo do Amarante, Ceará) e Mucuripe (Fortaleza, Ceará). A FTL movimenta cargas através de 105 locomotivas e 1.377 vagões (CSN, 2023).

Figura 9: Ferrovia Transnordestina



Fonte: (Companhia Siderúrgica Nacional, 2023)

2.2.3 Ferrovia Norte-Sul (FNS)

A Ferrovia Norte-Sul começou a ser construída em 1987 com um projeto inicial de 1.150 quilômetros de extensão. Seu primeiro traçado ligava a cidade de Açailândia - MA à Anápolis - GO, dessa forma, passando pelos estados do Maranhão, Tocantins e Goiás. Em 2006 a ampliação da ferrovia foi realizada

através de um projeto que incorporou mais um trecho ao seu traçado original, por meio da Lei nº 11.297 de 9 de maio de 2006, da Presidência da República. Em 2008 sua extensão foi ampliada novamente, desta vez por meio da Lei nº 1.772. Desta forma, a FNS também está presente no Estado de São Paulo e Minas Gerais (Infra SA, 2023).

Atualmente a FNS possui 2,2 mil quilômetros de extensão, sendo administrada pela VLI no Tramo norte e pela Rumo no Tramo central e sul (G1, 2023). Uma visão panorâmica de seu traçado está ilustrada na Figura 10.

Figura 10: Ferrovia Norte-Sul



Fonte: (Infra SA, 2023)

O Tramo Norte da FNS compreende um trecho de 720km entre as cidades de Açailândia - MA e Porto Nacional - TO. O Contrato Regulador N° 033/07 de subconcessão entre a Infra SA e Ferrovia Norte Sul S/A, assinado em 20 de dezembro de 2007, transfere as operações de transporte no trecho do Tramo Norte (Infra SA, 2023).

Entre Porto Nacional (TO) e Anápolis (GO) está localizado o Tramo Central da FNS. Este trecho possui 855km, abrangendo 14 municípios do estado do Tocantins e 19 municípios do estado de Goiás. Em maio de 2014 o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) expediu a licença de operação de cargas no trecho do Tramo Central e atualmente este trecho opera em capacidade plena (Infra SA, 2023).

A Figura 11 ilustra a Ferrovia Norte-Sul e suas conexões tanto atuais quanto futuras.

Figura 11: Ferrovia Norte-Sul e suas conexões existentes e projetadas



Fonte: (Infra SA, 2023)

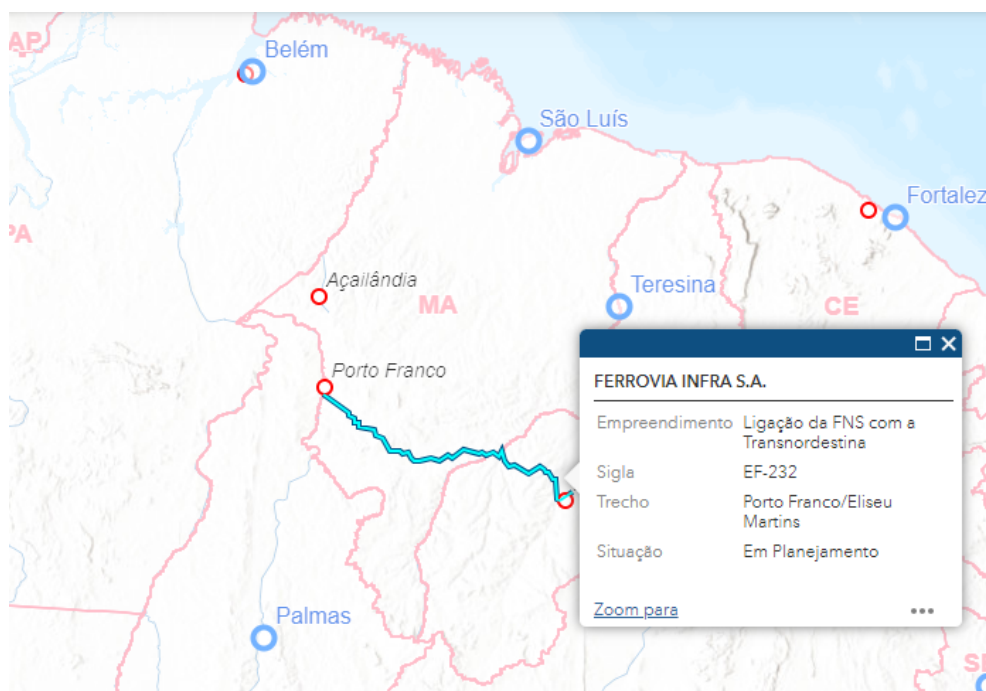
Os números destacados na figura acima, ainda de acordo com a Infra SA, são:

- “1- Conexão da FNS com a Estrada de Ferro Carajás, em Açailândia, para acesso ao Porto de Itaqui e conexão futura com o trecho Açailândia - MA a Barcarena - PA;
- 2- Conexão com a Rumo Malha Paulista em Estrela D'Oeste, possibilitando acesso ao Porto de Santos;
- 3- Conexão da FNS com o tramo norte (subconcedido à FNS S.A.) em Porto Nacional - TO;
- 4- Conexão futura com a FIOLE até o Porto de Ilhéus - BA;
- 5- Conexão futura com a FICO, em Campinorte - MT, sentido Porto Velho - RO;
- 6 – Conexão futura com a Transnordestina S/A, em Aguiari - TO.”

(Infra SA, 2023)

Visando a capacidade de suprir a necessidade da região do cerrado, a Infra SA está com um planejamento de ligar a FNS à FTL, conforme ilustrado na Figura 12, ligando Porto Franco (MA) à Eliseu Martins (PI), com um trecho de 620km de extensão (Infra SA, 2023).

Figura 12: Ligação entre a FNS e FTL



Fonte: (Infra SA, 2023)

2.3 Estrutura Portuária Brasileira

O Ministério de Portos e Aeroportos brasileiro define os principais conceitos relacionados ao sistema portuário brasileiro, sendo indispensáveis a compreensão das categorias a seguir:

(...) **Porto organizado:** bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária;

Portos marítimos: são aqueles aptos a receber linhas de navegação oceânicas, tanto em navegação de longo curso (internacionais) como em navegação de cabotagem (domésticas), independente da sua localização geográfica;

Portos fluviais: são aqueles que recebem linhas de navegação oriundas e destinadas a outros portos dentro da mesma região hidrográfica, ou com comunicação por águas interiores;

Área do porto organizado: área delimitada por ato do Poder Executivo que compreende as instalações portuárias e a infraestrutura de proteção e de acesso ao porto organizado;

Instalação portuária: instalação localizada dentro ou fora da área do porto organizado e utilizada em movimentação de passageiros, em movimentação ou armazenagem de mercadorias, destinadas ou provenientes de transporte aquaviário;

Terminal de uso privado: instalação portuária explorada mediante autorização e localizada fora da área do porto organizado (...)

(BRASIL, LEI N° 12.815, de 5 de junho de 2013, dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações

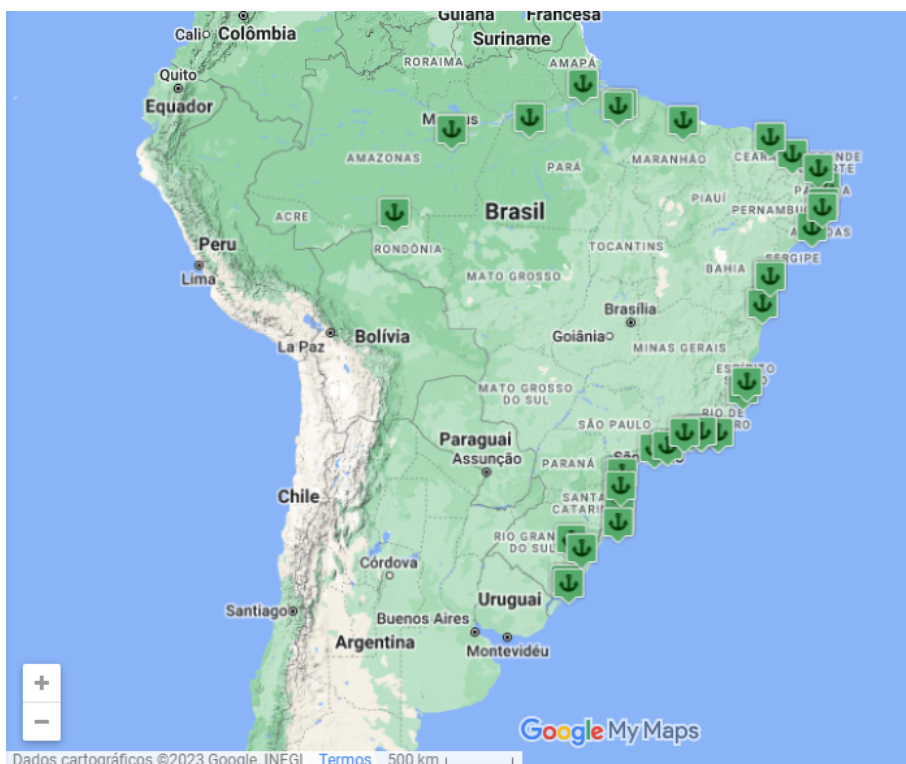
portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários)

O sistema portuário brasileiro exerce um papel muito importante na relação comercial do Brasil com outros países de todo mundo, pois o país possui uma grande extensão de terras litorâneas, fazendo com que o Brasil se torne competitivo nesse segmento (Souza; Azevedo; Hora, 2021).

Para Pereira e Ferreira (2017), os portos são estruturas que desempenham um papel fundamental no impulso ao desenvolvimento de uma região, integrando-se de maneira indispensável ao sistema econômico capitalista. Como componentes essenciais do modo de produção, os portos estão em constante evolução, moldando-se de acordo com as tendências ambientais e socioeconômicas.

O Brasil possui 235 instalações portuárias. São instalações tanto públicas quanto privadas que são classificadas como marítimas ou fluviais. Das 235 instalações portuárias, 36 são classificadas como Portos Públicos organizados, sendo administrados pela União – Companhia das Docas - ou com administração delegada aos municípios, estados e consórcios públicos (BRASIL, 2013). A Figura 13 mostra a localização dos 36 portos públicos.

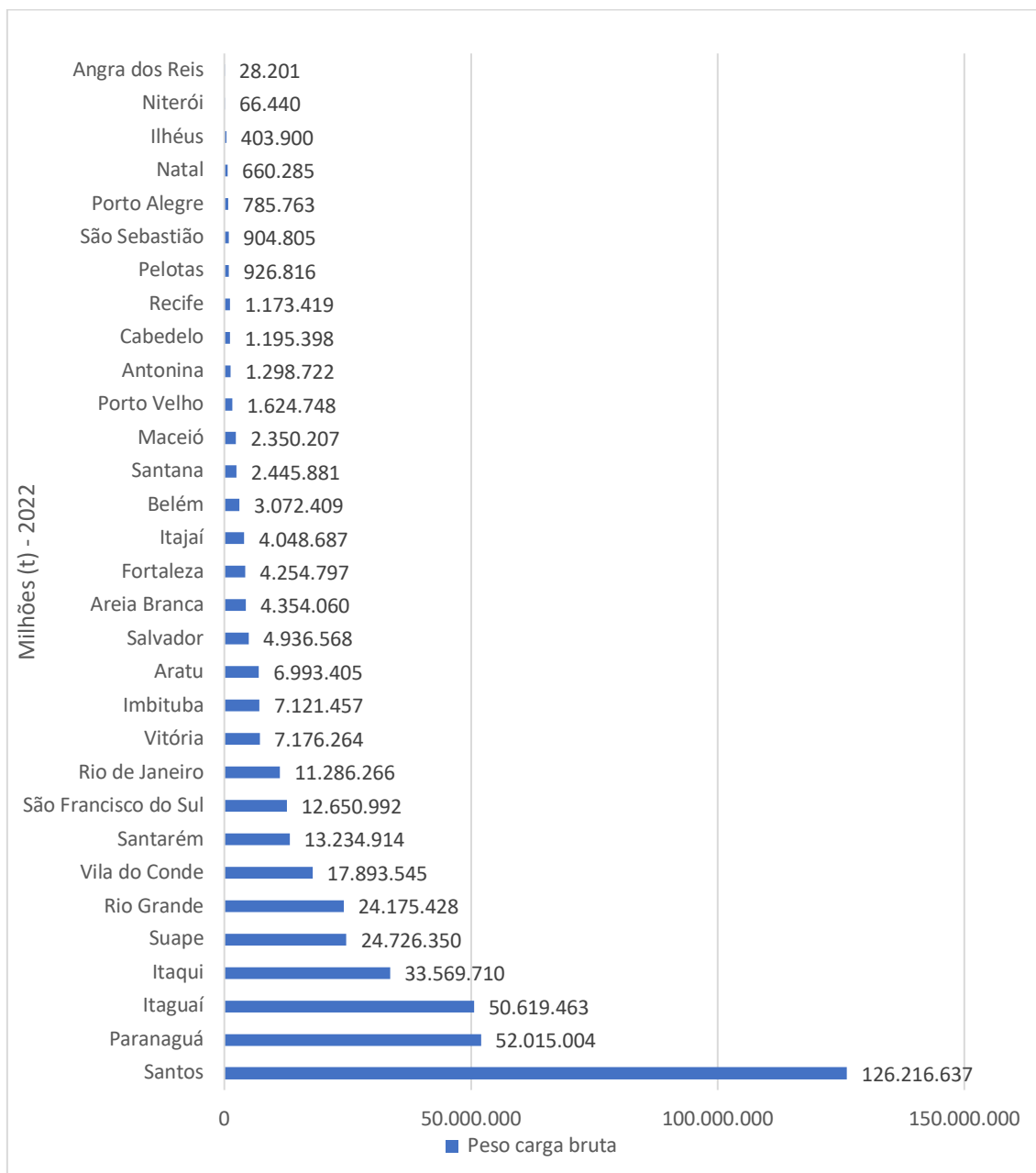
Figura 13: Portos públicos organizados do Brasil



Fonte: (Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2022)

Segundo dados estatísticos da ANTAQ (2023), o Porto de Santos é a instalação portuária brasileira responsável por realizar a maior movimentação de cargas do país, considerando os portos públicos. Os dados da Gráfico 1 ilustram o número de movimentação de cargas em milhões de toneladas entre os meses de janeiro de dezembro de 2022.

Gráfico 1: Ranking de Movimentação de Instalações Portuárias Brasileiras em 2022

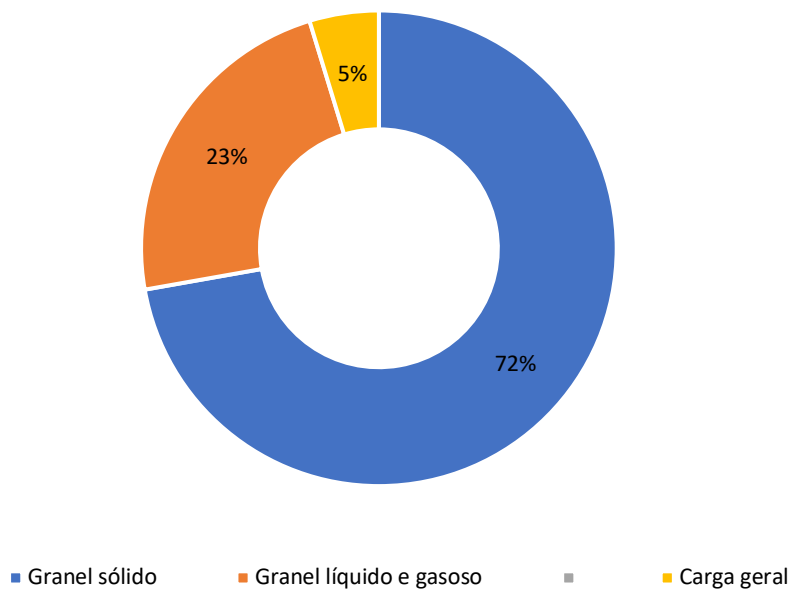


Fonte: (Adaptado, ANTAQ, 2023)

Em relação às categorias das cargas movimentadas pelos portos públicos, os granéis sólidos e ganheis líquidos ganham destaque em relação aos

demais tipos de cargas. O Gráfico 2 mostra a distribuição da movimentação de mercadorias durante o ano de 2023, no Itaqui.

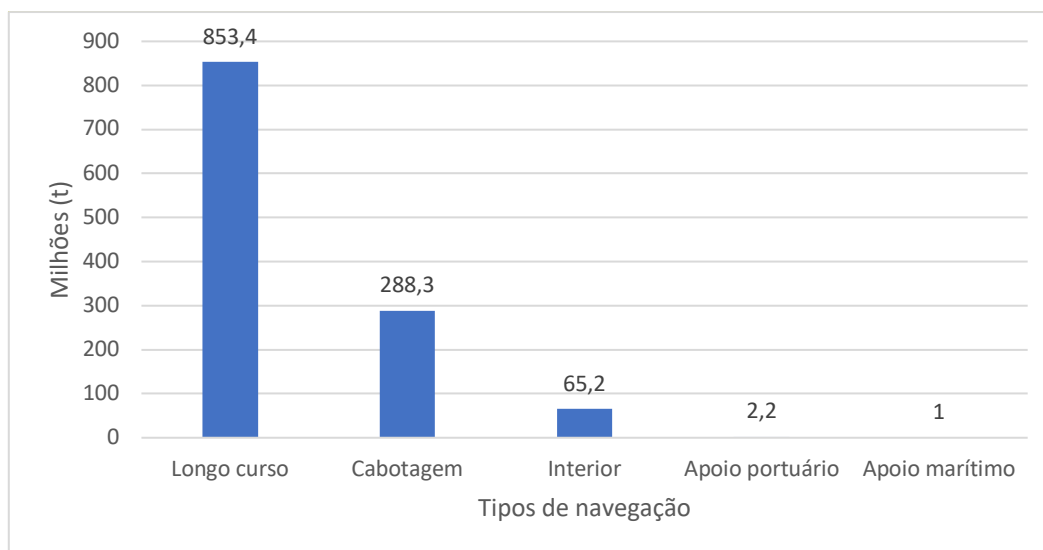
Gráfico 2: Tipos de cargas movimentadas no Itaqui (% por toneladas) –2023



Fonte: (Porto do Itaqui, 2023)

Em termos de navegação, as navegações de longo curso são responsáveis por movimentar a maior parte de cargas, sendo seguida pela cabotagem. O gráfico 3 representa a participação das diversas modalidades de navegação.

Gráfico 3: Total de carga movimentada por tipo de navegação – 2023



Fonte: (Adaptado, ANTAQ, 2023)

Ainda em 2023, o Brasil teve como principais parceiros comerciais a China e os Estados Unidos na exportação e importação, respectivamente. 51% do que

o país exportou teve como destino a China, na importação, 24% foi representado pelos Estados Unidos. (ANTAQ, 2023)

3 A LOGÍSTICA DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS LÍQUIDAS NO PORTO DO ITAQUI

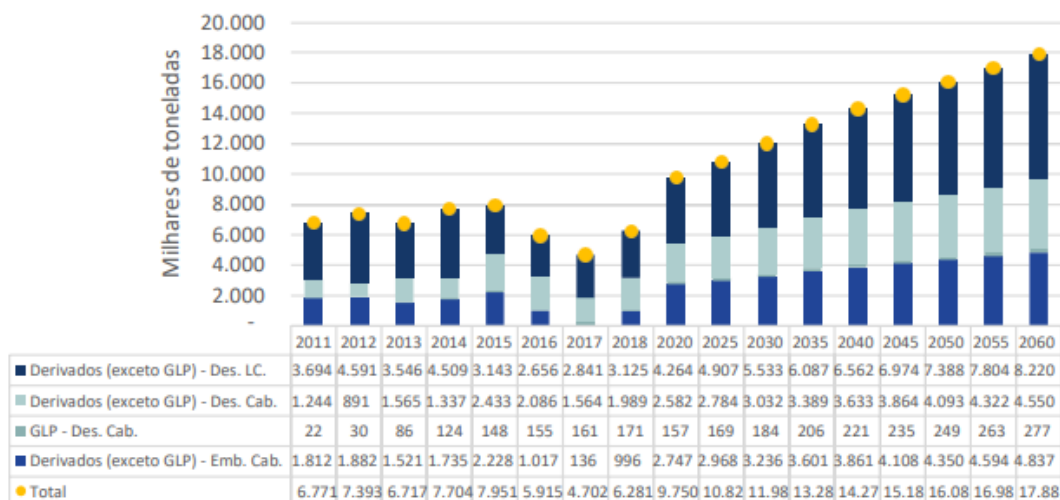
A Empresa Maranhense de Administração Portuária – EMAP relata que, em 2023, os graneis líquidos, que incluem combustíveis e outros líquidos, representaram 23% do volume total de carga movimentada no Porto do Itaqui. A considerável demanda nacional por esse tipo de mercadoria torna o porto um elemento de significativa importância na economia regional. Embora o Brasil tenha uma capacidade substancial de extração e produção de derivados do petróleo, o país ainda é amplamente dependente da importação desses produtos (EMAP, 2023).

A logística relacionada às operações com derivados do petróleo no Porto do Itaqui engloba importações, desembarques e embarques de cabotagem. Os combustíveis recebidos no porto são distribuídos para as áreas de influência do Porto do Itaqui, abrangendo os estados do Maranhão, Pará, Tocantins, Mato Grosso e Piauí (EMAP, 2021).

Segundo estudos de Dörner et al. (2022), a cadeia logística que envolve os combustíveis gerou mais de 4.600 vínculos empregatícios ao Maranhão em 2020, mais de 7.000 ao Piauí e por volta de 5.100 ao Tocantins.

Apesar do impacto da desaceleração econômica na movimentação de combustíveis entre os anos de 2017 e 2018, o Porto do Itaqui mantém seu papel central como *hub* de distribuição de combustíveis para a região. Segundo a EMAP, a projeção é de que a demanda por importação de derivados de petróleo continue a crescer. O Gráfico 4 fornece uma representação histórica e uma previsão da demanda por derivados de petróleo até o ano de 2060.

Gráfico 4: Histórico e Projeção de Demanda por Importação de Derivados de Petróleo



Fonte: (EMAP, 2021)

3.1 Recebimento de Mercadorias

O Porto do Itaqui possui um canal de acesso às suas instalações portuárias. Este canal possui 101km de comprimento, 19m de profundidade (o canal), 500m de largura limitante e 22,3m de calado máximo autorizado. Seu cais conta com a operação de 9 berços operacionais, como ilustra a Figura 14. O berço 108 é especializado na movimentação de derivados de petróleo e o berço 99 é dedicado à movimentação de celulose (Porto do Itaqui, 2023).

Figura 14: Berços Operacionais do Porto do Itaqui



Fonte: (Porto do Itaqui, 2022 ou 2023)

A Tabela 2 mostrada a seguir mostra a característica dos 9 berços operacionais do Porto do Itaqui.

Tabela 2: Características Estrutural e Útil dos Berços do Porto do Itaqui

Berço	Comprimento Estrutural (Metros)	Comprimento Útil (Metros)	Dead Weight Tonnage (TON)	Largura (Metros)	Profundidade (Metros)	Calado Máximo (Metros) (Hb – Altura da Baixa-mar)
99	264	238	72.800	40	15	14,5 + Hb
100	320	278	100.000	50	15	14,5 + Hb
101	223	200	80.000	50	12	11,5 + Hb
102	223	200	80.000	50	12	11,5 + Hb
103	270	236	100.000	50	15	14,5 + Hb
104	200	200	80.000	50	13	12,5 + Hb
105	280	235	150.000	50	18	17,5 + Hb
106	340	315	155.000	50	19	18,5 + Hb
108	300	275	91.600	50	15	14,5 + Hb

Fonte: (Adaptado, Porto do Itaqui, 2023)

3.2 Armazenamento

O armazenamento de líquidos é importante devido à falta de previsibilidade do mercado em relação a oferta e demanda de combustíveis, dado isso, faz-se necessário manter espaços destinados ao condicionamento dessas mercadorias, mesmo que para isso seja preciso a disponibilidade de grandes áreas, estruturas específicas para guardar estes produtos e pessoal disponível para realizar o melhor gerenciamento do material.

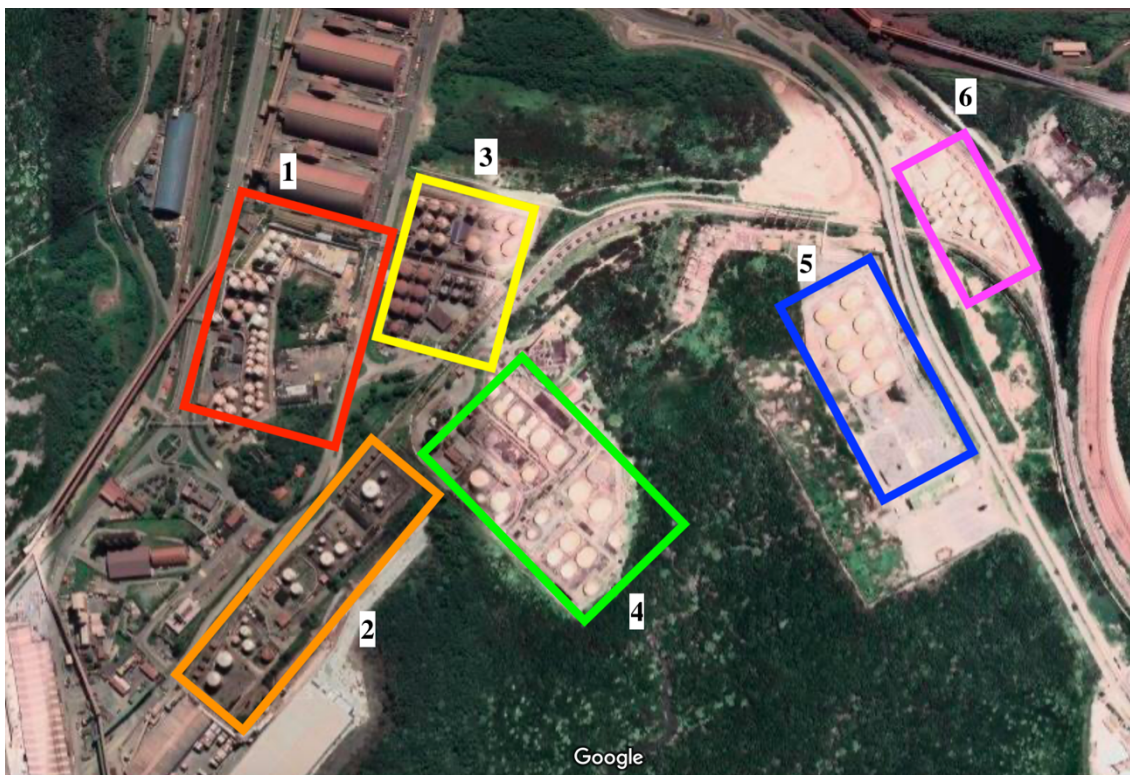
Para Slack, Chambers e Johnston (2009), uma organização precisa adequar suas necessidades às demandas de mercado através de três categorias de política de gestão de capacidade, sendo elas a Política de Capacidade Constante, Política de Acompanhamento de Demanda e Política de Gestão de Demanda. Para o caso do Porto do Itaqui, as políticas de capacidade constante e gestão de demanda são perfeitamente aplicáveis às suas operações.

A Política de Capacidade consiste na ideia de que uma organização precisa sempre manter o seu estoque com a capacidade constante. Isso significa que a empresa pode usar o seu estoque tanto para atender uma demanda quando existe uma falta de abastecimento em seu estoque, quanto para guardar os seus produtos até que seja viável revendê-los por um preço que forneça

lucros para a empresa. Já a Política de Gestão de Demanda tem o foco em manter estável o número de demanda para evitar o aumento de custo e a busca de novas fontes que possam gerar riqueza.

Dado o exposto acima, cabe levantar que o Porto do Itaquí possui instalações para o acondicionamento de materiais, incluindo 15 armazéns, 8 pátios, 21 silos e tanques. Para a armazenagem e distribuição de granéis líquidos, o porto possui 4 terminais em sua área e mais 2 em sua redondeza, observando-os na Figura 15.

Figura 15: Estrutura de Armazenamento de Granéis Líquidos do Porto do Itaquí



Fonte: Autoria própria

Os terminais:

- 1- Granel Química, Terminal I;
- 2- Santos Brasil;
- 3- Ultracargo;
- 4- Vibra Energia (Petrobrás);
- 5- Raízen;
- 6- Granel Química, Terminal II.

A Granel Química possui 55 tanques na sua totalidade, 41 no Terminal I e 14 no Terminal II, com capacidade aproximada de 150.000m³ de armazenagem, contabilizando seus dois terminais na área portuária.

A empresa Santos Brasil, em um leilão da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), passou a ser arrendatária, por pelo menos 20 anos, de dois terminais do Itaqui: o antigo terminal da Ipiranga e o antigo terminal da Raízen, em um contrato celebrado com o governo federal (Cade, 2023). A Santos, então, dispõe de 15 tanques para armazenamento de combustíveis, totalizando 50.000m³ de armazenagem, com projeção de expansão de mais 9 tanques até 2025.

A Ultracargo, empresa do grupo Ultra, detentor da distribuidora Ipiranga desde 2010 (Ultra, 2023), possui 30 tanques, com capacidade total de armazenagem de 155.000m³, com a previsão de expansão de 80.000m³ para o ano de 2025, chegando a totalizar 235.000m³.

Após sua privatização, a BR Distribuidora passou a ser chamada de Vibra Energia (Vibra, 2021), na qual possui atualmente no Itaqui 16 tanques, com capacidade para 67.000m³ de armazenagem.

A Raízen possui um terminal nas proximidades do Itaqui, com conexões dutoviárias ao píer, para recebimentos marítimos, com capacidade total de 80.000m³, em expansão para, até fim de 2024, possuir na totalidade 120.000m³ de volume de armazenagem.

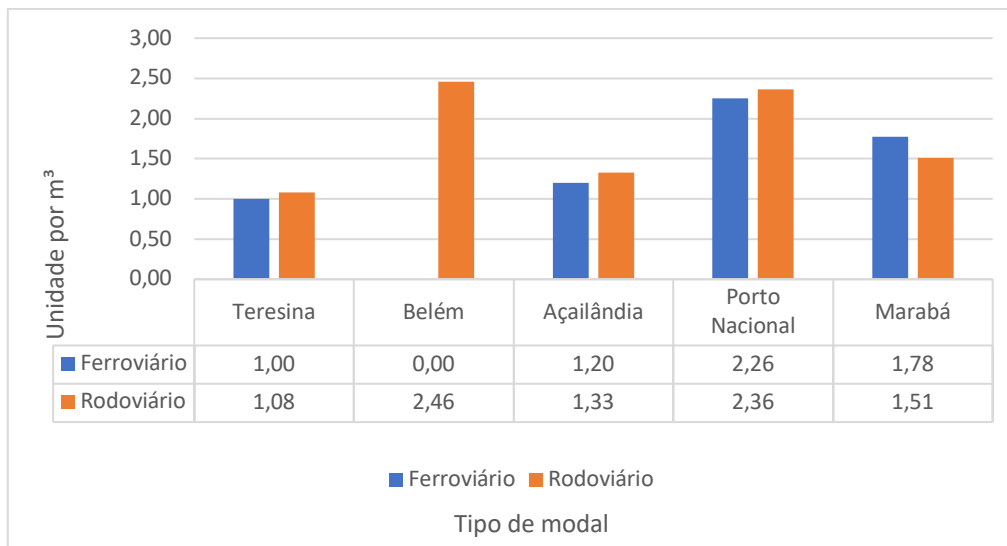
3.3 Exportação de Combustíveis para o Interior do Maranhão e Estados Vizinhos

Tanto o modal ferroviário quanto rodoviário possuem seus benefícios de utilização, para determinar qual modalidade é a mais adequada para o transporte de carga, são levados em consideração alguns fatores como: a estrutura da região onde será realizada o transporte, a capacidade de movimentação, a distância a ser percorrida, a situação do mercado financeiro, os impactos ambientais e os custos de frete.

Os dados abaixo, no gráfico 5, mostram os valores médios do frete rodoviário e ferroviário vigentes no ano de 2023, realizando uma comparação entre o frete dos dois modais para a mesma cidade de destino. Os dados são fornecidos pela empresa Raízen, obtidos de forma interna.

Por âmbito de confidencialidade, utilizou-se como base o valor do frete ferroviário de São Luís a Teresina, definido como 1 (uma unidade). Seguindo do valor, formou-se, então, pela proporcionalidade, os outros.

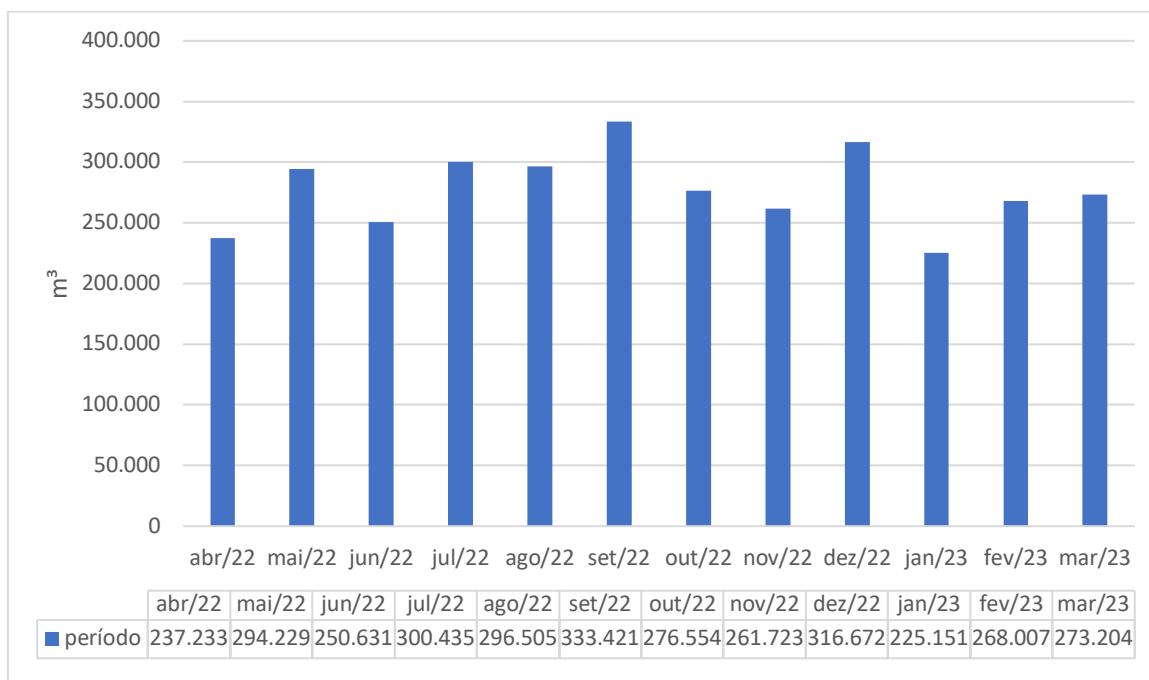
Gráfico 5: Valor médio do frete rodoviário e ferroviário para cada 1.000L (1m³)



Fonte: Autoria própria

Para entender a grandiosidade dos granéis líquidos, tem-se, no Gráfico 6, o volume de entrada de 3.333.762m³ de combustível, via modal marítimo, somente para a Raízen, entre abril de 2022 e março de 2023.

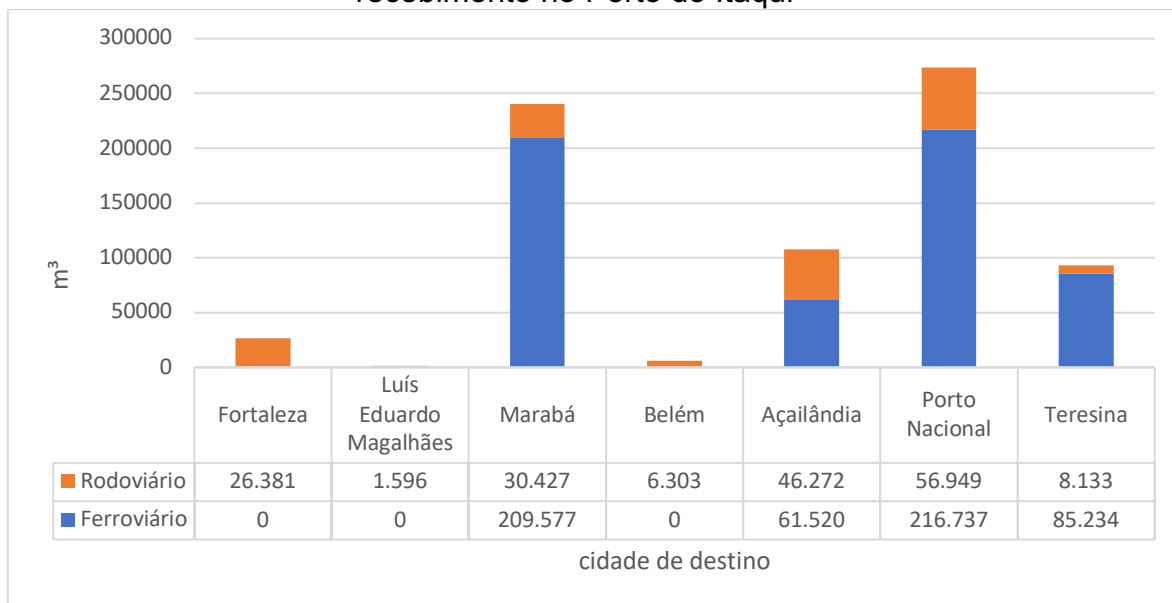
Gráfico 6: Recebimento de granéis líquidos pela Raízen através do Porto do Itaqui



Fonte: Autoria própria

Dos valores acima, tem-se então a distribuição para os estados adjacentes e suas cidades, como mostra o gráfico 7, em números anuais no período de abril de 2022 a março de 2023.

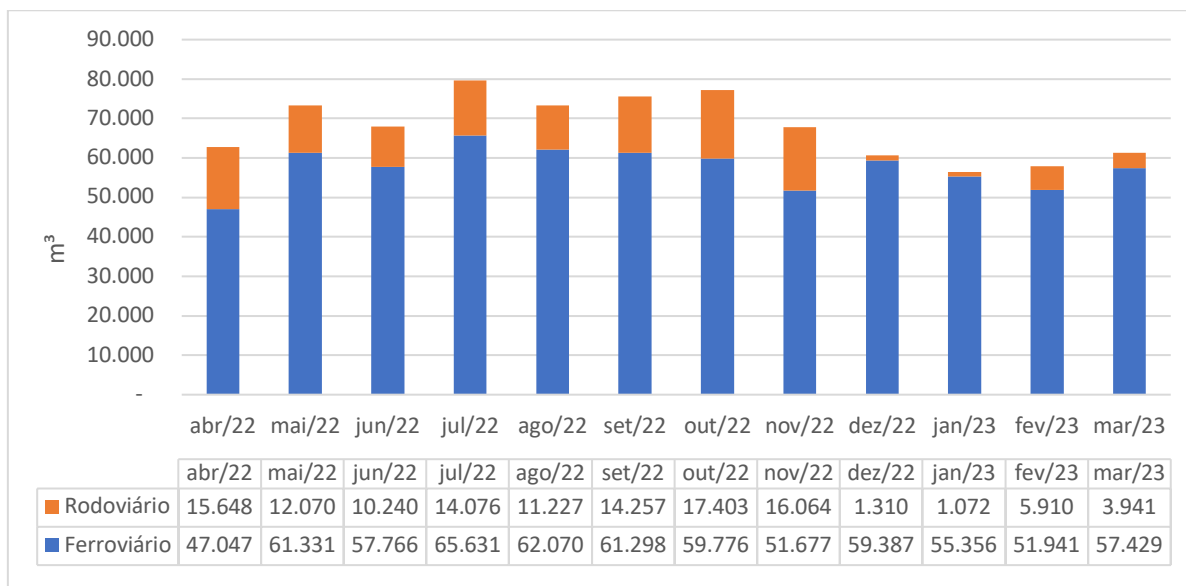
Gráfico 7: Distribuição de combustível realizada pela Raízen, a partir do recebimento no Porto do Itaqui



Fonte: Autoria própria

O Gráfico 8 mostra o volume de carga movimentado entre os meses de abril de 2022 e março de 2023, distribuído entre os modais rodoviário e ferroviário.

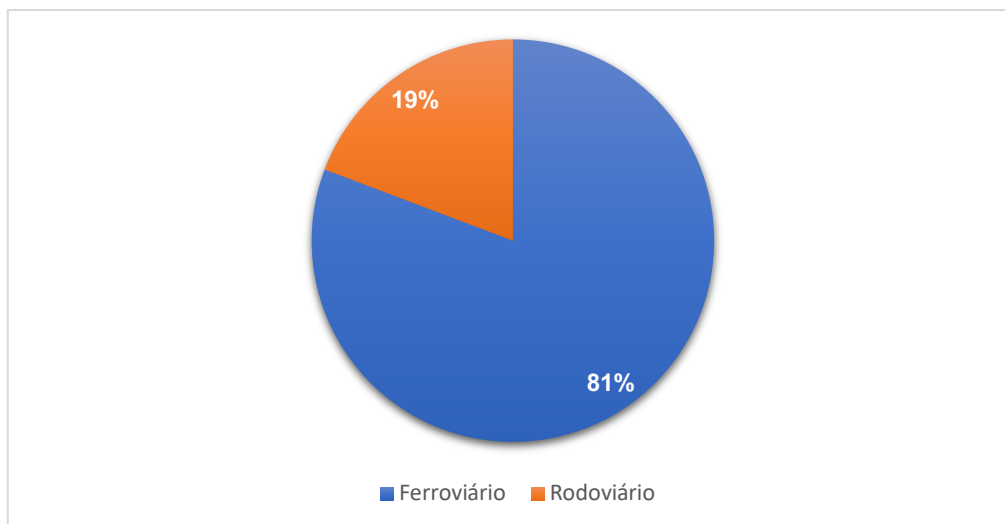
Gráfico 8: Movimentação de volumes de cargas provenientes do Itaqui



Fonte: Autoria própria

O gráfico 9 mostra a distribuição da utilização dos transportes ferroviário e rodoviário para a movimentação de combustíveis para as bases adjacentes da Raízen no Maranhão e nos estados vizinhos, no período de abril de 2022 e março de 2023.

Gráfico 9: Compartilhamento de cargas por modal



Fonte: Autoria própria

3.4 Recepção dos Líquidos Combustíveis nos Estados de Tocantins e Piauí

A Ferrovia Norte-Sul possui polos de carga ao longo de todo seu trecho. Estes polos são centros de transferências de cargas e de serviços logísticos, pois realizam a combinação de mais de um modal para realizar com muita eficiência um serviço de logística, avaliando sempre a possibilidade de reduzir os custos com transporte através da intermodalidade (Infra SA, 2023).

A FNS possui 9 pátios intermodais, no qual o Pátio Intermodal de Porto Franco (MA) e Pátio Intermodal de Colinas (TO) realizam a movimentação de granéis sólidos; o pátio intermodal de Guaraí (TO) realiza movimentação de granéis líquidos e o Pátio Intermodal de Porto Nacional (TO) realiza movimentação tanto de granéis sólidos quanto de granéis líquidos (Infra SA, 2023).

O Pátio Intermodal de Gurupi (TO) está com sua estrutura ferroviária concluída e teve a empresa Porto Seco Centro Oeste S/A como vencedora do Edital de Concorrência nº 009/2015 para concessão de uso da área. Atualmente a empresa está realizando os trâmites finais para dar início às suas operações,

como entrega de projeto e licença do terminal. O Pátio Intermodal de Uruaçu (GO) também está com suas obras finalizadas, mas ainda não está sendo objeto de concorrência pública para a concessão. O Pátio Intermodal de Anápolis (GO) encontra-se com suas estruturas ferroviárias concluídas, porém ainda não está em operação, pois encontra-se em fase de elaboração de contrato com os terminais. O Polo do Sudoeste de Goiás (GO) ainda está em fase de construção e o Pátio Intermodal de São Simão (GO) está com a concorrência para a concessão suspensa (Infra SA, 2023).

Os pátios que realizam a movimentação de granéis líquidos estão localizados em Tocantins (Infra SA, 2023):

1. **Pátio Intermodal de Guaraí:** localizado no município de Tupirama com acesso rodoviário pela rodovia estadual TO 336, próximo ao km 21. Operado pela empresa Consórcio Pedro Afonso-Bunge, eles realizam a movimentação de álcool e biodiesel com capacidade de 4.000m³, um transbordo rodoviário com duas bombas de descarregamento e um transbordo ferroviário com quatro bombas de descarregamento;
2. **Pátio Intermodal de Porto Nacional:** este pátio também está localizado no município de Tupirama, com acesso pela rodovia estadual TO 080, km 23. A movimentação de diesel, álcool, biodiesel e gasolina é realizada pela Petrobrás Distribuidora SA, pela Raízen e pela Norship Participações e Representações Comerciais Ltda.

A Petrobrás opera com capacidade estática de 32.840m³. O transbordo ferroviário é realizado em posição de 15 vagões para descarga e 9 vagões para carregamento. Já no transbordo rodoviário, há 6 posições de carga e 10 posições de descarga.

A Raízen opera com uma capacidade estática de 13.100m³, com 10 vagões de descarga e 2 vagões de carregamento no transbordo ferroviário. Já no rodoviário, possui 4 posições de carga e 4 posições para descarga.

A Norship possui capacidade estática de 17.000m³, compartilhando a malha ferroviária com a Raízen. No rodoviário, há 4 posições de carga e 4 posições de descarga.

Em Teresina (PI), de acordo com dados internos, na Ferrovia Transnordestina, a Raízen possui capacidade estática de 14.500m³, 24 pontos de descarga, com a capacidade de descarregar 100 vagões por dia e com a expectativa de aumento da capacidade de descarga diária para 120 vagões, sendo operados em um *pool*, constituído pela Vibra, Ipiranga e Raízen. Além do *pool*, a Granel Química possui 7.000m³ de capacidade estática e 12 posições para descarga ferroviária.

4 TRANSPORTE FERROVIÁRIO *VERSUS* RODOVIÁRIO

A existência de um sistema de transporte eficiente é um fator essencial para o desenvolvimento econômico e social de uma região. Segundo Romeiro (2012), o conceito de desenvolvimento precisa conciliar os objetivos econômicos, as melhorias das condições sociais e uso consciente do meio ambiente para evitar a escassez dos recursos naturais com o passar do tempo.

Na Europa, as linhas férreas foram essenciais para impulsionar a comercialização de manufaturas não apenas dentro do continente, mas para facilitar a comercialização de commodities de países exportadores. Após isso, outros países utilizaram os corredores ferroviários como estratégia para impulsionar a economia (Confederação Nacional do Transporte, 2023).

Uma rede de transporte ineficiente pode se tornar um obstáculo para a aceleração da economia de determinada região, principalmente quando essa região depende da exportação, pois as mercadorias comercializadas se tornam refém dos valores de fretes, fazendo com que apenas as economias com um sistema de logística eficiente consigam mostrar competitividade no mercado global (Confederação Nacional do Transporte, 2013).

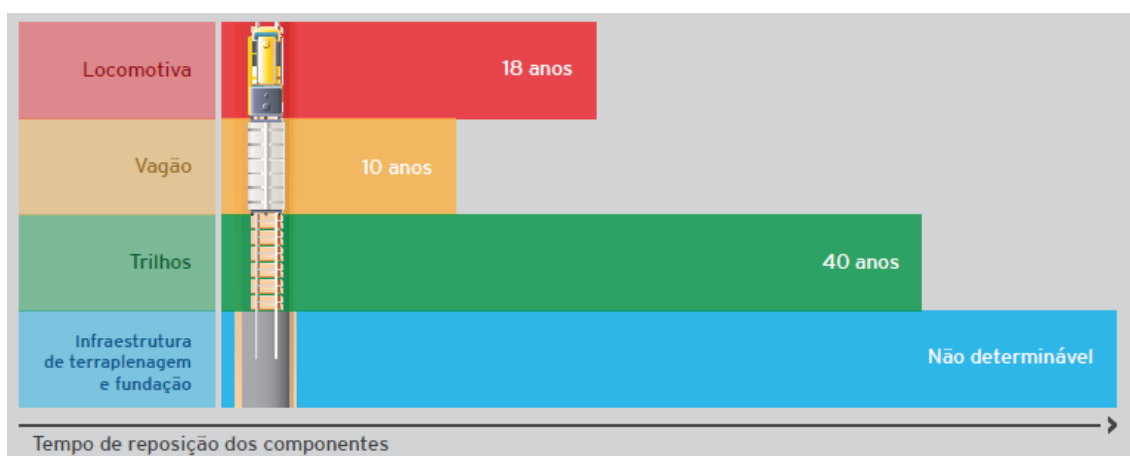
4.1 Comparação Econômica Entre os Modais

A criação de uma rede ferroviária é marcada por características como o monopólio, custos iniciais elevados e gastos que não podem ser recuperados, como os investimentos em terraplanagem e fundações. Portanto, é essencial que haja uma demanda substancial para justificar o significativo investimento. No entanto, em termos operacionais, não é necessário que a demanda seja extremamente alta, pois a estrutura ferroviária permite que várias empresas

utilizem sua infraestrutura para o transporte de mercadorias (Confederação Nacional do Transporte, 2013).

O sistema de transporte ferroviário possui um longo intervalo de tempo entre a manutenção ou substituição de seus componentes e possui custos de manutenção relativamente baixos. Alguns elementos da infraestrutura podem permanecer em uso por até 40 anos, enquanto os vagões e locomotivas têm uma vida útil média de 10 e 18 anos, respectivamente (Confederação Nacional do Transporte, 2013). A Figura 16 fornece uma representação visual do tempo médio de substituição dos componentes da infraestrutura ferroviária.

Figura 16: Tempo de reposição de componentes ferroviários



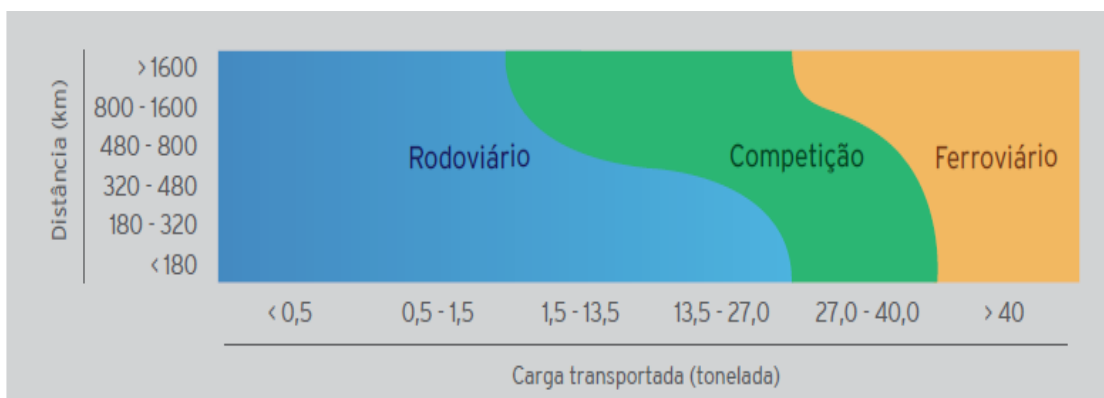
Fonte: (CNT, 2013)

A tendência é que ocorra o aumento do movimento de grandes volumes de carga devido a sua capacidade de mover cargas completas, por conseguir transportar produtos manufaturados de baixo custo, por ser um transportador longo e de baixa velocidade para matérias-primas. Em comparação com o transporte rodoviário, este possui menor capacidade de transporte e faz a movimentação de produtos semiprontos ou acabados (Alves; Ramos; Silva, 2020).

A Figura 17 apresenta uma análise comparativa entre os modos de transporte ferroviário e rodoviário, considerando as vantagens com base no peso da carga e na distância a ser percorrida. Para cargas com um peso entre 27 e 40 toneladas, ocorre uma competição entre esses dois modais, sendo que a distância desempenha um papel determinante na escolha do método de transporte mais adequado. Conforme a distância de transporte aumenta, torna-se mais vantajoso utilizar ferrovias para cargas dentro dessa faixa de peso. Por

outro lado, para distâncias menores e quantidades de carga reduzidas, o modal rodoviário se mostra mais favorável. No caso de cargas superiores a 40 toneladas, o sistema ferroviário se revela vantajoso, independentemente da extensão do percurso a ser realizado.

Figura 17: Competição entre o modal rodoviário e ferroviário levando em consideração o peso da carga e a distância a ser percorrida



Fonte: (Confederação Nacional de Transporte, 2013)

Em um estudo realizado por Costa (2020), evidenciou-se, em entrevistas anônimas que, apesar das demais comparações entre os modais, a comparação econômica tem grau de importância máximo para a tomada de decisões. Os custos movem o direcionamento na escolha do modal, visando a obtenção da maior margem de lucro.

4.2 Comparação Ambiental Entre os Modais

Para Batalha (2018), na construção de uma ferrovia, é imprescindível a mobilização de muitos trabalhadores e de grandes máquinas, além da desapropriação de terras e alteração da vegetação e da fauna onde as obras ocorrem. O mesmo acontece para a construção de uma rodovia.

A construção de estradas, tanto ferroviárias quanto rodoviárias, gera impactos ambientais para todo o ambiente em torno desses empreendimentos. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define impactos ambientais como:

“Art. 1º Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;
III - a biota;
IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
V - a qualidade dos recursos ambientais.”

(BRASIL, 1986, p.1)

Para Vieira (2018), os estudos de impactos ambientais são inevitáveis na construção dessas estruturas, pois levantam pontos importantes sobre a área que vai ser afetada, fazendo com que a melhor opção seja executada, visando diminuir ao máximo os danos ambientais, tendo em vista que estes são inevitáveis.

Os impactos associados a essas obras vão desde o início da execução do projeto de construção dessas estruturas até suas operações. À priori, no meio físico podem ser citados a erosão, assoreamento e inundação; a interferência no sistema de drenagem natural; a redução da qualidade do ar devido à emissão de gases poluentes; alteração na qualidade da água. Ainda podem ocorrer a proliferação de vetores e doenças devido a transferência de material de um lugar para o outro; a diminuição da área vegetal e a perda da biodiversidade; atropelamento de animais; desequilíbrio na distribuição geográfica das espécies de animais; despejo inadequado de resíduos sólidos e o ruído proveniente da atividade dos transportes (Vieira, 2018).

Um trem com 120 vagões pode ser capaz de substituir 368 caminhões nas estradas brasileiras, ajudando a diminuir a emissão de ruídos e a emissão de gases, pois as emissões de gases de efeito estufa dos trens de carga são muito menores em relação aos caminhões. Um vagão transporta mais de 100 toneladas e uma carreta convencional pode levar 33 toneladas. Isso implica dizer que cada vagão pode substituir 3 a 4 caminhões (ANTF, 2023).

Conforme dados do WRI Brasil (*World Resources Institute* – WRI, Instituto de Recursos Mundiais), o setor de transporte, em geral, foi responsável por mais de 24% das emissões totais de dióxido de carbono no ano de 2016 no mundo. Dentre os diversos meios de transporte, os sistemas marítimo, rodoviário, ferroviário e aéreo se destacaram como os mais influentes nesse contexto (WRI, 2019).

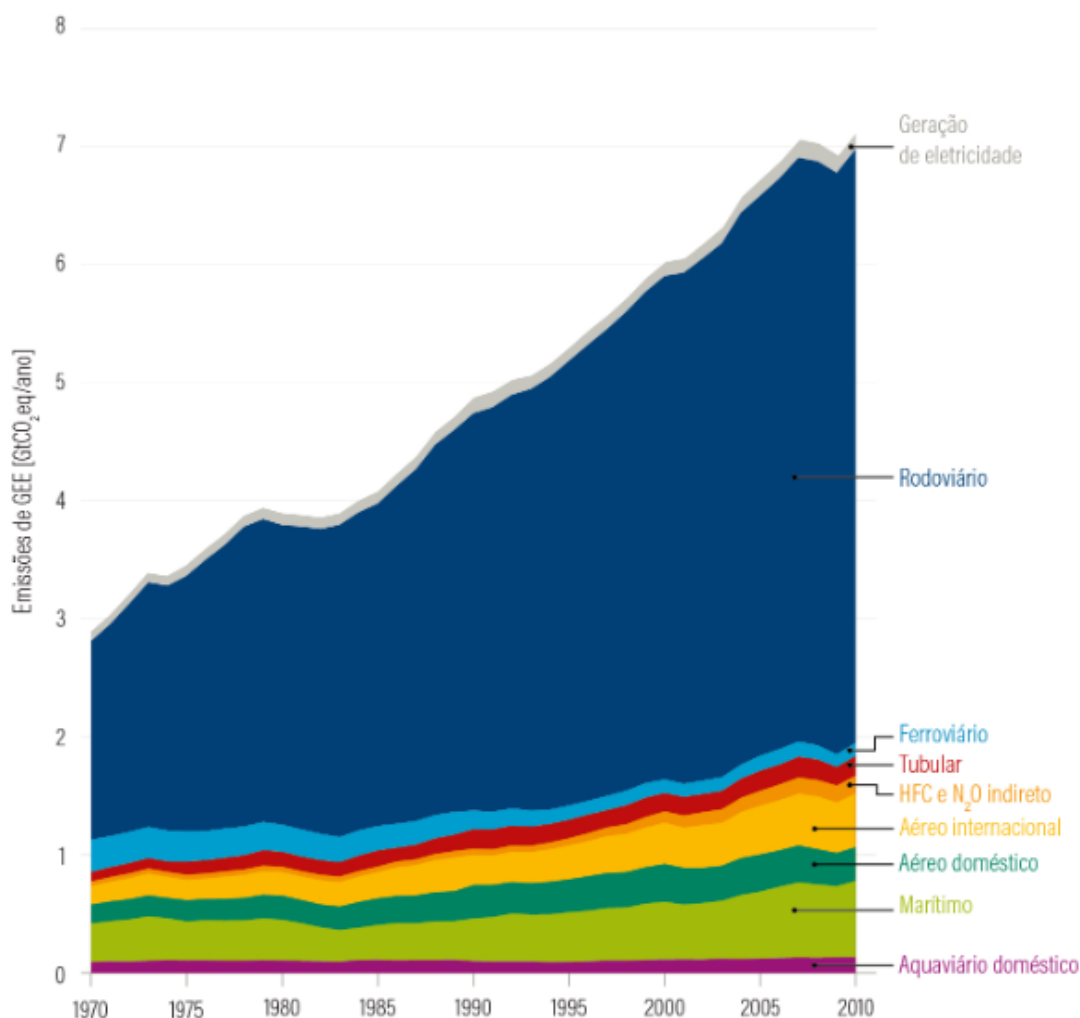
Quando levados em consideração exclusivamente as emissões de Gases de Efeito Estufa por meio dos transportes, o modal rodoviário assume uma responsabilidade significativa, contribuindo com 72% das emissões globais.

Notavelmente, esse modal também foi responsável por 80% do aumento nas emissões de GEE no período entre os anos de 1970 e 2010. Por outro lado, a modalidade ferroviária se destaca como uma exceção, pois não apresentou um aumento nas emissões de gases de efeito estufa nos últimos anos, em grande parte devido à sua alimentação elétrica (WRI, 2019).

Um estudo realizado pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) (2023) mostra que no Brasil, em 2021, foram emitidas 203,8 milhões de toneladas de CO₂. Quando comparado às emissões de GEE provenientes do desmatamento do Cerrado, a emissão pelo setor de transporte representa quase o dobro das emissões realizadas pelo desmatamento.

O gráfico 10 oferece uma visão clara da distribuição das emissões prejudiciais ao meio ambiente de acordo com o tipo de transporte.

Gráfico 10: Emissões de gases de efeito estufa por meio dos transportes no Brasil



Fonte: (WRI Brasil, 2019)

Conforme informações do WRI, as emissões de Gases de Efeito Estufa tendem a ser mais elevadas em países com uma renda per capita classificada como média ou alta. Em 2014, um conjunto de 10 nações foi responsável por mais da metade das emissões globais de gases provenientes do setor de transportes, totalizando 53%. O Brasil ocupou a quinta posição nesse grupo de países líderes em emissões, destacando-se como um dos maiores contribuintes no cenário global (WRI, 2019).

4.3 Eficiência Energética nos Tipos de Transporte

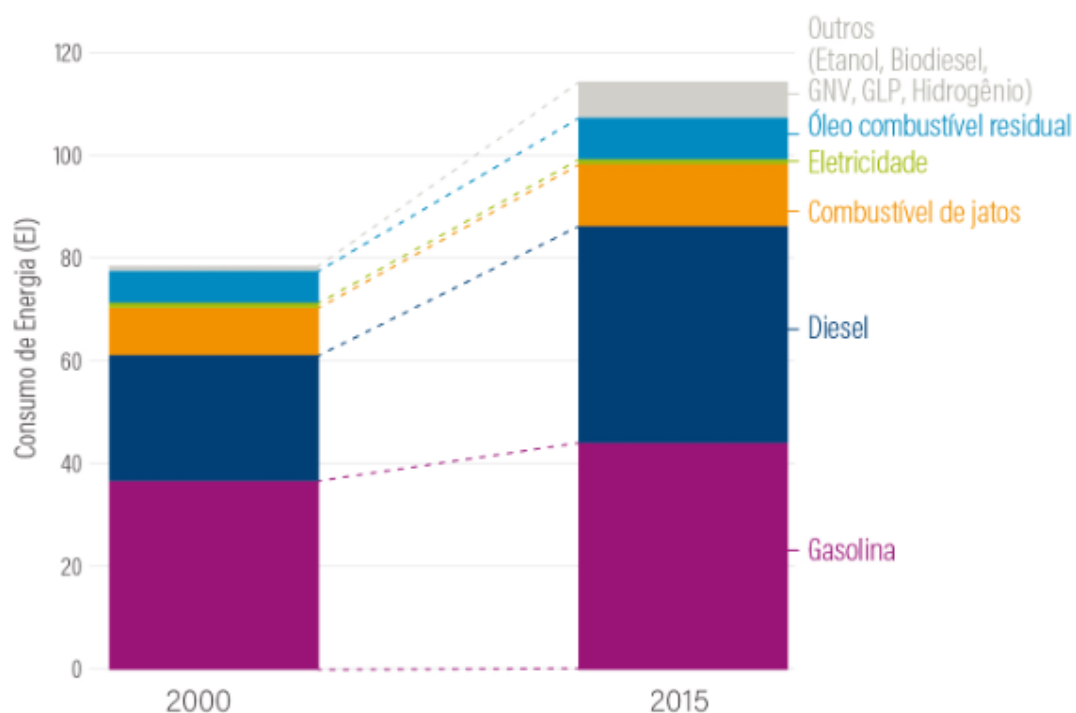
Quando se avalia a eficiência energética nos meios de transporte, nota-se que, nos primeiros 15 anos do século 21, o consumo de energia no setor de transporte aumentou em, aproximadamente, 44%, ao passo que as emissões cresceram em 31% (WRI, 2019). No entanto, de acordo com a Agência Internacional de Energia – AIE, o setor de transporte experimentou um impacto substancial em decorrência da pandemia de Covid-19, com uma redução de 14% no consumo de energia em 2020, seguida de um aumento de 8% no ano seguinte. Essa tendência de recuperação é evidente, mas ainda não alcança os níveis de demanda observados antes da pandemia. Embora a eletrificação esteja ganhando terreno no setor de transporte, ainda persiste uma considerável dependência dos produtos derivados do petróleo, que representam cerca de 91% do uso final de energia (Agência Internacional de Energia, 2022).

Segundo dados da AEI, o transporte rodoviário responde por 75% da demanda de energia e emissões. A projeção da AEI indica que até o ano de 2030, a demanda de energia no setor de transporte apresentará uma redução significativa de 22%. Além disso, a dependência de produtos derivados do petróleo, que atualmente está em 91%, está prevista para cair para 80% até 2030 (Agência Internacional de Energia, 2022).

Atualmente, as ferrovias utilizam uma proporção substancial de eletricidade, representando 39% da matriz energética, enquanto os derivados de petróleo constituem 56%. O aumento restante no consumo de energia é atribuído ao crescimento no uso de gasolina, diesel, eletricidade e outros tipos de combustíveis (WRI, 2019).

O Gráfico 11 mostra uma representação das diversas fontes de energia empregadas nos sistemas de transporte entre os anos 2000 e 2015, evidenciando um notável aumento e predomínio das fontes derivadas do petróleo, conforme mencionado anteriormente. Entretanto, é observável uma tendência em direção à redução da dependência dessas fontes, impulsionada pelos acordos ambientais firmados entre as nações do mundo. Essa mudança tem como objetivo contribuir para a melhoria do clima, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa que comprometem o equilíbrio ambiental.

Gráfico 11: Consumo do setor de transporte por fonte de energia no mundo



Fonte: (WRI, 2019)

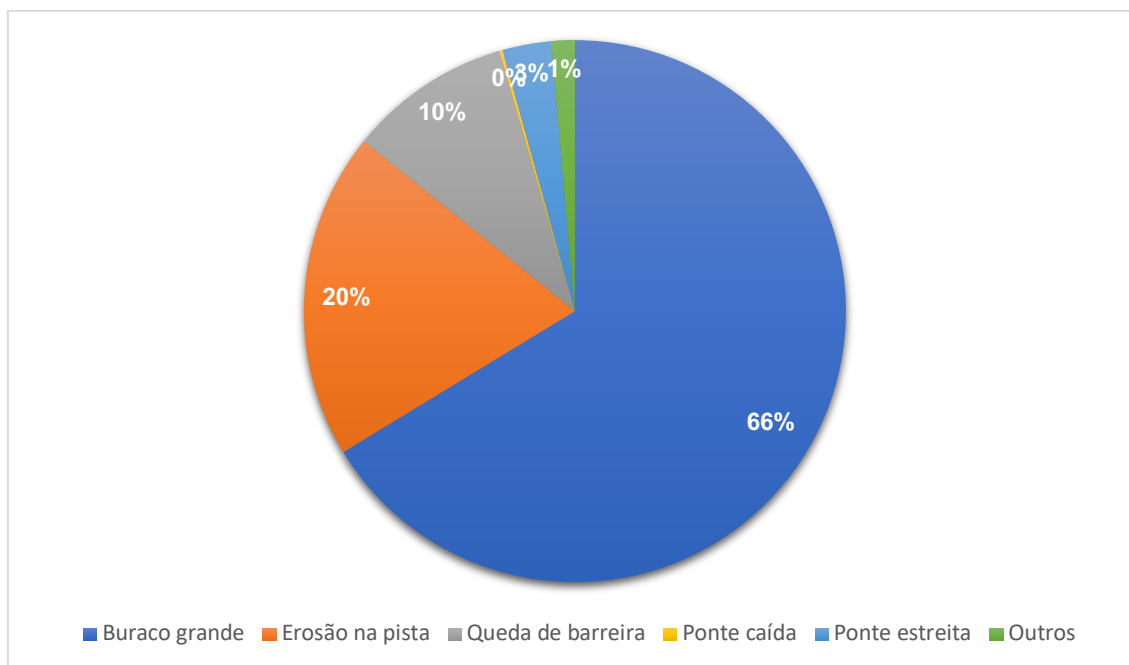
4.4 Dificuldades no Uso de Ferrovias e Rodovias Brasileiras

A Confederação Nacional do Transporte realizou um levantamento para identificar os pontos críticos das rodovias brasileiras, a fim de compreender suas causas, características e buscar ações para contorná-las.

A CNT (2021) identificou mais de 2.600 pontos críticos nas estradas brasileiras em 2021, representando um aumento de 50% em relação à 2020. Os pontos críticos observados incluem Unidades de Coleta com buracos grandes, erosões nas pistas, quedas de barreiras e de pontes, pontes estreitas e demais obstáculos, como interdições, por exemplo.

O Gráfico 12 o mostra a distribuição percentual dos tipos de pontos críticos nas rodovias, identificadas pela Confederação Nacional dos Transportes em 2021.

Gráfico 12: Distribuição dos pontos críticos nas rodovias brasileiras em 2021



Fonte: (Adaptado, CNT, 2022)

Ainda de acordo com a CNT, o número de pontos críticos nas rodovias brasileiras se supera a cada ano e apenas 6% deles estão devidamente sinalizados, o que influencia diretamente na segurança do transporte rodoviário. A estimativa de investimento para a resolução dos pontos acima citados, revela que em 2021 eram necessários mais de R\$ 1,81 bilhão, onde a maior parte deste investimento seria destinada para a correção de buracos grandes. Já para 2022, a estimativa do investimento para resolução destes pontos triplicou, chegando a somar R\$ 5,24 bilhões, representando 28% de toda verba que é destinada ao Ministério da Infraestrutura (CNT, 2022).

Já em relação às dificuldades enfrentadas para a utilização do setor ferroviário, a CNT (2015) levantou alguns aspectos físicos e operacionais que dificultam a expansão do uso de ferrovias, como problemas de traçado, cruzamentos entre rodovias e ferrovias no mesmo nível, problema de compartilhamento de vias, falta de disponibilidade de áreas nos portos, baixo número de terminais, e principalmente a falta de padronização no número de bitolas dos trilhos, dificultando a integração.

Além dos problemas físicos, os conflitos urbanos devido ao risco em que a população que vive em regiões por onde passam ferrovias representam um grande obstáculo. A falta de eficiência na sinalização ferroviária, o vandalismo e a não conscientização da população em relação a medidas de segurança que devem ser tomadas são os principais responsáveis pela ocorrência de acidentes (CNT, 2015).

Outro problema importante que ocorre na malha ferroviária é a paralização em suas operações quando ocorrem acidentes, tombamentos ou incêndio em vias não duplicadas, por exemplo, pois a via permanece inoperante até a liberação do trecho interditado, fazendo com que as demais operações sejam interrompidas. A Figura 18 ilustra uma ocorrência ferroviária com perdas financeiras, onde 20 vagões tanques foram atingidos por um incêndio na Estrada de Ferro Carajás, em um trecho próximo à cidade de Alto Alegre do Pindaré (MA) (Correio de Carajás, 2023).

Figura 18: Incêndio na Estrada de Ferro Carajás



Fonte: (Correio de Carajás, 2023)

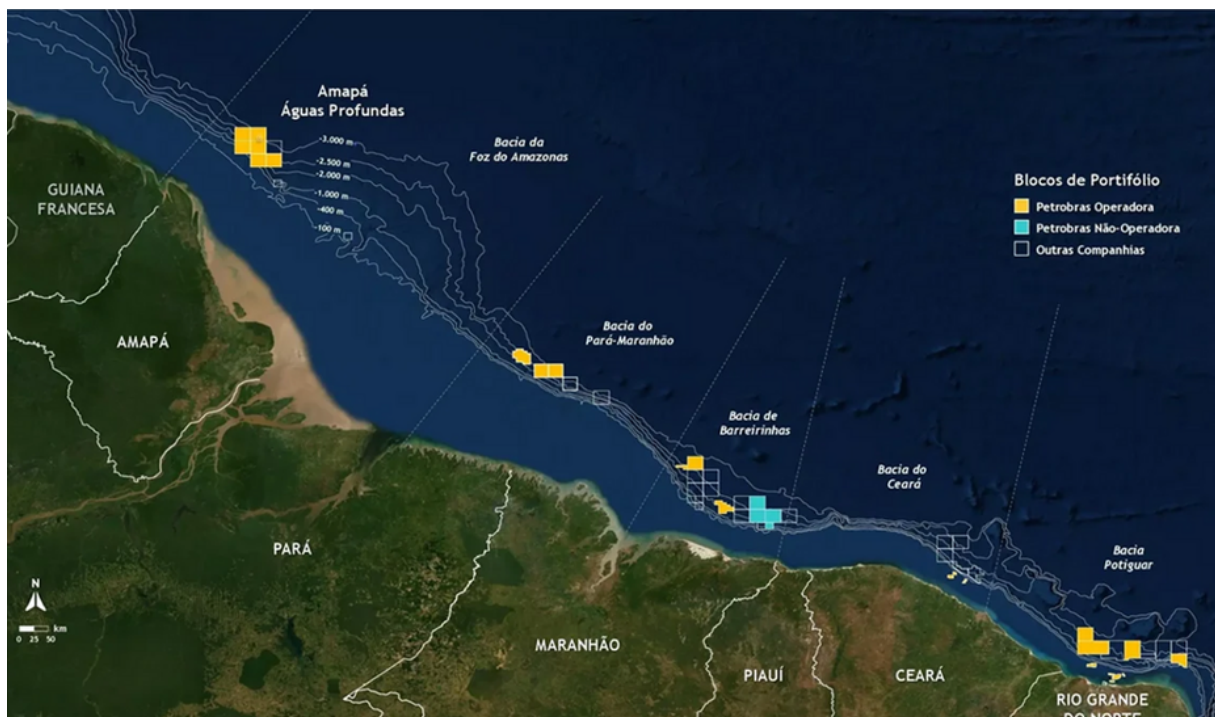
Ainda para a CNT (2015), em áreas urbanas, os trens precisam diminuir drasticamente sua velocidade, fazendo com que ocorra um desgaste mais rápido das locomotivas, o aumento do consumo de combustível e a possibilidade de roubo de cargas devido à baixa velocidade.

4.5 A Margem Equatorial Brasileira e os Desafios ao Itaqui e Maranhão

O Brasil possui um grande potencial para obtenção de sucesso na exploração petrolífera das margens do país. Nas últimas décadas, o Brasil passou a ser um dos maiores produtores de petróleo do mundo. Porém, para alcançar a independência brasileira em relação ao petróleo, é preciso que o país explore ainda mais as riquezas de suas águas (Barros; Carmona; Zalán, 2020).

Possuindo uma localização privilegiada, o Brasil tem, em suas margens, um grande potencial petrolífero que pode ser explorado em sua Margem Equatorial atlântica. A Margem Equatorial, ilustrada na Figura 19, é compreendida como “o conjunto de bacias sedimentares que se formam nas margens continentais passivas situadas ao longo da costa norte-nordeste” (Rio, p. 89, 2023) e é composta por cinco bacias, sendo elas a bacia do Foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas, Ceará e Potiguar (Rio, 2023).

Figura 19: Mapa da margem equatorial



Fonte: (Petrobrás, 2023)

O Plano Estratégico 2024-2028+ da Petrobrás prevê a escavação de 16 poços na Margem Equatorial, o que é equivalente a um investimento de US\$ 3,1 bilhões, em exploração, entre os anos de 2024 e 2028 (Petrobrás, 2023).

Ainda de acordo com Barros, Carmona e Zalán (2020), a exploração do litoral brasileiro trará inúmeros benefícios para o desenvolvimento do país, principalmente para os estados que estão situados na região Arco-Norte. Ressalta-se ainda, que a bacia Pará-Maranhão é a bacia mais promissora e que trará retornos mais rápidos, pois possui a maior probabilidade de possuir petróleo de boa qualidade, tendo em vista que ela possui o mesmo sistema petrolífero de países como a Venezuela – que possui a maior reserva de hidrocarbonetos do planeta –, Suriname, Guiana Franca, Gana e Costa do Marfim.

Para o Itaquí e o Maranhão, existirão inúmeros desafios para os próximos anos, seguindo o Plano Estratégico da Petrobrás. Na corrida para a diminuição da dependência da importação de derivados de petróleo, precisa-se, primordialmente, grandes incentivos de refino, não só no Maranhão, mas no país. Além disso, ainda que haja incentivos, haverá a capacidade de exportar o petróleo bruto provenientes das escavações. Pela proximidade das bacias, o Itaquí possui grande potencial para se tornar um dos principais pontos focais de exportação do petróleo da Margem Equatorial brasileira ao mundo.

5 CONCLUSÃO

O Porto do Itaqui desempenha um papel crucial na movimentação de cargas no Brasil, desempenhando funções essenciais tanto na recepção quanto na distribuição. Sua integração ao Complexo Portuário do Maranhão impulsiona a administração a buscar constantemente inovações tecnológicas, visando aprimorar a eficiência das operações portuárias.

Caracterizado por sua localização geográfica estratégica para o atracamento de navios de grande porte, devido à sua profundidade, e pelas conexões eficientes com ferrovias e rodovias que facilitam o escoamento de cargas para o Maranhão e estados vizinhos, o Porto do Itaqui desempenha um papel fundamental na economia local e nacional. Seu expressivo volume de movimentação de cargas, em constante crescimento anual, torna-o indispensável não apenas para a região, mas também para o abastecimento de combustíveis em sua área de influência.

Além de possuir uma estrutura completa para recepção e armazenamento de combustíveis, o Porto do Itaqui otimiza o sistema ferroviário para o transporte de mercadorias, destacando-se em meio aos crescentes debates ambientais. O contexto atual, marcado pela busca por práticas sustentáveis, oferece oportunidades para ampliar suas operações, alinhando-se às demandas das empresas que buscam métodos ecologicamente responsáveis para conciliar objetivos financeiros e ambientais.

Em sintonia com as crescentes preocupações relacionadas às mudanças climáticas, as empresas buscam incessantemente inovações em suas operações, visando resultados lucrativos enquanto adotam práticas ambientalmente sustentáveis. Nesse cenário, o Porto do Itaqui, em meio à modernização de suas estruturas e planos para aprimorar suas operações, encontra-se numa posição propícia a crescer.

A modernização da malha ferroviária emerge como um fator determinante para o crescimento do Itaqui, pois a eficiência aprimorada no transporte ferroviário permite uma maior participação no mercado. Medidas como a eletrificação do sistema ferroviário ganham relevância, proporcionando vantagens ambientais ao tornar o transporte ferroviário ainda menos poluente. Considerando os impactos ambientais das operações ferroviárias, inclusive as

emissões associadas à geração de eletricidade para operar locomotivas, o transporte ferroviário continua a apresentar um impacto ambiental relativamente reduzido.

Comparativamente ao transporte rodoviário, o sistema ferroviário revela suas vantagens em distâncias consideráveis, especialmente ao ponderar a relação entre a quantidade de material a ser transportado e a distância a ser percorrida. Destaca-se como a escolha mais vantajosa para mover grandes volumes de materiais ao longo de distâncias significativas.

Apesar da importância de promover o transporte ferroviário no Brasil para benefícios ambientais e redução da dependência do rodoviário, é crucial aprimorar a qualidade das rodovias nacionais. A integração eficiente dos dois modais é essencial para otimizar o transporte de cargas, ampliando a capacidade do país de contribuir para o desenvolvimento econômico através da logística de transportes.

O mercado opera com previsão de demanda, enfrentando picos imprevisíveis e, por vezes, escassez surpreendente. Esta dinâmica imprevisível pode resultar em congestionamento nas bases adjacentes, com tanques carregados em ambos os modais, mas sem espaço disponível em terra para descarga.

No setor ferroviário, um desafio significativo surge na interação entre empresas que compartilham a mesma linha férrea, como a Transnordestina (FTL) e a VLI. É essencial estabelecer faixas de encoste para evitar interferências. Em situações adversas, quando tais interferências ocorrem, é imperativo recorrer ao modal rodoviário para suprir a demanda nas áreas adjacentes que não podem ser atendidas pelo transporte ferroviário.

Contratualmente, há a possibilidade de a ferrovia não cumprir os termos acordados, seja devido a adversidades mecânicas, como avarias em vagões, ou problemas na linha férrea, como tombamentos. Nessas circunstâncias, a alternativa rodoviária se torna essencial para garantir o cumprimento das obrigações contratuais e a continuidade do fluxo logístico.

Além da importância para os estados adjacentes, com a exploração da Margem Equatorial, o Itaqui poderá ter papel de destaque na exportação futura do petróleo bruto ao mundo, expandindo ainda mais seu grau de relevância ao país.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. G. C.; RAMOS, R. B. S.; SILVA, C. R. **Transporte Ferroviário no Brasil – Desafios e Oportunidades**. Disponível em:

<https://fatecrl.edu.br/revistaconecta/index.php/rc/article/view/18/14>. Acesso em 15 nov. 2023

Análise das Emissões de Gases de Efeito Estufa e suas Implicações para as Metas Climáticas no Brasil 1970-2021. Instituto de Energia e Meio Ambiente. 2023. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2023/04/SEEG-10-anos-v5.pdf>. Acesso em 15 nov. 2023

BARROS, Allan Kardec; CARMONA, Ronaldo Gomes; ZALÁN, Pedro. **Nota técnica sobre a margem equatorial brasileira**. 2020. Disponível em: https://storage.epbr.com.br/2021/11/NOTA-TECNICA-SOBRE-A-MARGEM-EQUATORIAL-BRASILEIRA-Port_VF.pdf. Acesso em 31 jan. 2024

BATALHA, Thalline dos Santos. **Impactos ambientais na construção de ferrovias: uma iniciativa para a minimização de riscos na construção civil**. Disponível em: <http://sou.undb.edu.br/public/publicacoes/impactos-ambientais-na-construcao-de-ferrovias-thalline-dos-santos-batalha.pdf>. Acesso em 17 nov. 2023

Boletim Estatístico Aquaviário. Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ. 2023. Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/ea>. Acesso em 25 dez. 2023

BRASIL. LEI Nº 12.815 de 5 de junho de 2013, Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as Leis nºs 5.025, de 10 de junho de 1966, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.683, de 28 de maio de 2003, 9.719, de 27 de novembro de 1998, e 8.213, de 24 de julho de 1991; revoga as Leis nºs 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, e 11.610, de 12 de dezembro de 2007, e dispositivos das Leis nºs 11.314, de 3 de julho de 2006, e 11.518, de 5 de setembro de 2007; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12815.htm. Acesso em 25 dez. 2023

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em:

https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em 21 nov. 2023

Cade avaliará compra de ativos da Ipiranga e Sabbá Petróleo pela Santos Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/cade-avaliara-compra-de-ativos-da-ipuranga-vibra-energia-e-sabba-petroleo-pela-santos-brasil>. Acesso em 10 nov. 2023

Carga a Granel: o que é e quais são seus tipos? Rocha Terminais Portuários e Logística. c2023. Disponível em: <https://www.rochalog.com.br/o-que-e-carga-a-granel/>. Acesso em 10 nov. 2023

CASTIGLIONI, J. A. M.; PIGOZZO, L. **Transporte e Distribuição**. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2014.

CHRISTOPHER, Martin. **A Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 6. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018

Complexo Portuário de São Luís. Docplayer. 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/68661185-Complexo-portuario-de-sao-luis.html>. Acesso em 06 nov. 2023

Complexo Portuário do Maranhão. Sindicato dos Operadores Portuários do Maranhão – SINDOMAR. c2022. Disponível em: <https://sindomar.com.br/complexo-portuario-do-maranhao/#:~:text=O%20complexo%20portu%C3%A1rio%20do%20Maranh%C3%A3o,e%20dois%20Terminais%20de%20Uso>. Acesso em 09 nov. 2023

COSTA, Larisse Oliveira. **Análise da logística de distribuição de combustíveis líquidos no Ceará**. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 1, p.1201-1215 jan. 2020

DANTAS et al. **Porto do Itaqui: Os desafios que envolvem a logística portuária e os problemas ambientais**. 2023. Disponível em: <https://periodicos.undb.edu.br/index.php/ceds/article/download/112/129/471>. Acesso em 01 jan. 2024

Desempenho do Transporte de Cargas em 2022 e o que Esperar de 2023. Transporte Mundial. 2023. Disponível em: <https://transportemundial.com.br/desempenho-do-transporte-de-cargas-em-2022-e-o-que-esperar-de-2023/>. Acesso em 18 nov.2023

Distribuição de Combustíveis – Ultra e Ipiranga. Disponível em: <https://ri.ultra.com.br/show.aspx?idMateria=qTSNdnWuYyh/0c0uq9LA5A==&IdCanal=zHYuPMHpLC0CJ6rsvRTyFQ==>. Acesso em 10 nov. 2023

Dörner et al. **O Porto do Itaqui como vetor do desenvolvimento socioeconômico**. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/13X6-ofal0ddRyI9fm-RFQBHRInEV-7xj>. Acesso em 02 fev. 2024

Eficiência Energética. Agência Internacional de Energia. 2022. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/7741739e-8e7f-4afa-a77f-49dadd51cb52/EnergyEfficiency2022.pdf>. Acesso em 27 nov. 2023

Estrada de Ferro Carajás (EFC). VLI. [s.d]. Disponível em: <https://www.vli-logistica.com.br/ativos-mapa/estrada-de-ferro-carajas-efc/>. Acesso em 08 nov. 2023

Estrada de Ferro Carajás é Classificada como Ferrovia Mais Segura do Brasil. Vale. 2020. Disponível em: <https://www.vale.com/pt/w/estrada-de-ferro->

caraj%C3%A1s-%C3%A9-classificada-como-ferrovia-mais-segura-do-brasil.
Acesso em 08 nov. 2023

Estrada de Ferro Carajás. Vale. [s.d]. Disponível em:
https://www.vale.com/pt/logistica?_gl=1*842zue*_ga*ODUyMjl5MzQ3LjE2OTU3NDc4OTY.*_ga_BNK5C1QYMC*MTY5NTc0Nzg5NS4xLjEuMTY5NTc0ODAzMy42MC4wLjA. Acesso em 08 nov. 2023

FERREIRA, Antonio; PEREIRA, Danielle. **O desenvolvimento regional sustentável e a produção do espaço portuário: um estudo de caso sobre o Porto do Itaqui – São Luís – MA.** 2017. Disponível em:
<https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/download/16263/4307>. Acesso em 31 dez. 2023

FERREIRA, Breno. **A Logística como Ferramenta de Gestão.** 2007.
Disponível em:
<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/913/2/20386859.pdf>.
Acesso em 25 dez. 2023

Ferrovia Norte-Sul (FNS). INFRA SA. [s.d]. Disponível em:
<https://www.infrasa.gov.br/ferrovias-da-infra-s-a/ferrovia-norte-sul/>. Acesso em 09 nov. 2023

Ferrovia Norte-Sul: veja detalhes da construção de 2,2 mil km que custou mais de R\$ 11 bilhões e levou quase 40 anos para ficar pronta. G1. 2023.
Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2023/10/04/ferrovia-norte-sul-veja-detalhes-da-construcao-de-22-mil-km-que-custou-mais-de-r-11-bilhoes-e-levou-quase-40-anos-para-ficar-pronta.ghtml>. Acesso em 09 nov. 2023

Ferrovias Brasileiras. Ministério dos Transportes. Disponível em:
<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transporte-terrestre/ferrovias-brasileiras>. Acesso em 07 nov. 2023

FTL. Companhia Siderúrgica Nacional. 2023. Disponível em:
<https://www.csn.com.br/quem-somos/grupo-csn/ftl/>. Acesso em 07 nov. 2023

Greve dos Caminhoneiros: a cronologia dos 10 dias que pararam o Brasil. BBC News. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44302137>. Acesso em 23 nov. 2023

Histórico. Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários – ANTF. C2023. Disponível em: <https://www.antf.org.br/historico/>. Acesso em 07 nov. 2023

Histórico. Porto do Itaqui. 2023. Disponível em:
<https://www.portodoitaqui.com/porto-do-itaqui/historico>. Acesso em 09 nov. 2023

IBGE Mapeia a Infraestrutura dos Transportes no Brasil. Agência de Notícias IBGE. 2014. Disponível em:
<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia->

de-noticias/releases/14707-asi-ibge-mapeia-a-infraestrutura-dos-transportes-no-brasil. Acesso em 15 nov. 2023

Infraestrutura. Porto do Itaqui. [s.d]. Disponível em:

<https://www.portodoitaqui.com/porto-do-itaqui/infraestrutura>. Acesso em 09 nov. 2023

KREUZ, Letícia Regina Camargo; JURUENA, Cynthia Gruedling. **Greve dos caminhoneiros e crise de abastecimento no Brasil: infraestrutura, neoliberalismo e o desmonte do Estado social.** Paraná, v.5, 2019.

Disponível em:

<https://www.redalyc.org/journal/6559/655969795005/html/#fn110>. Acesso em 23 nov. 2023

Ligação da FNS com a Transnordestina. Infra SA. c2023. Disponível em:

<https://www.infrasa.gov.br/ferrovias-da-infra-s-a/ferrovia-norte-sul/ligacao-da-fns-com-a-transnordestina/#:~:text=Essa%20liga%C3%A7%C3%A3o%20mudar%C3%A1%20a%20log%C3%ADstica,norte%20e%20nordeste%20do%20pa%C3%ADs..> Acesso em 08 nov. 2023

Localização. Porto do Itaqui. [s.d]. Disponível em:

<https://www.portodoitaqui.com/porto-do-itaqui/localizacao>. Acesso em 09 nov. 2023

Logística dos Transportes. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2014. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15793-logistica-dos-transportes.html>. Acesso em 26 nov. 2023

Mapa – Elementos do Transporte Aquaviário. Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/central-de-conteudos/informacoes-geograficas>. Acesso em 25 dez. 2023

Mapa das Ferrovias. Infra SA. 2023. Disponível em:

<https://www.infrasa.gov.br/ferrovias-da-infra-s-a/ferrovias/>. Acesso em 15 nov. 2023

Mapa Ferroviário do Brasil. Agência Nacional dos Transportadores Ferroviários. 2023. Disponível em: <https://www.antf.org.br/mapa-ferroviario/>. Acesso em 15 nov. 2023

Novas fronteiras de exploração. Petrobrás. 2023. Disponível em:

<https://petrobras.com.br/quem-somos/novas-fronteiras>. Acesso em 31 jan. 2024

O Meio Ambiente Agradece. Agência Nacional dos Transportadores Ferroviários. 2023. Disponível em: <https://www.antf.org.br/releases/o-meio-ambiente->

<agradece/#:~:text=Segundo%20dados%20do%20Sistema%20de,a%202011%20C%20em%20sua%20participa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 15 nov. 2023

Operações da Ferrovia Norte-Sul. Infra SA. c2023. Disponível em: <https://www.infrasa.gov.br/ferrovias-da-infra-s-a/ferrovia-norte-sul/operacoes/>. Acesso em 01 dez. 2023

Pesquisa CNT de Ferrovias 2015. Confederação Nacional dos Transportes – CNT. 2015. Disponível em: <https://cnt.org.br/pesquisa-cnt-ferrovias>. Acesso em 03 nov. 2023

Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto do Itaqui. Porto do Itaqui. 2021. Disponível em: https://www.portodoitaqui.com/_files/arquivos/pdf/pdz-itaqui.pdf. Acesso em 05 nov. 2023

Plano estratégico 2024-2028+. 2023. Petrobrás. Disponível em: https://petrobras.com.br/documents/d/f3a44542-113e-11ee-be56-0242ac120002/pe-2024-28-portugues-versao-completa_v24?download=true. Acesso em 31 jan. 2024

Polos de Carga. Infra SA. c2023. Disponível em: <https://www.infrasa.gov.br/ferrovias-da-infra-s-a/ferrovia-norte-sul/polos-de-carga/>. Acesso em 17 nov. 2023

Relatório de Sustentabilidade de 2021. Porto do Itaqui. 2021. Disponível em: https://www.portodoitaqui.com/_files/arquivos/RS-EMAP-2021-V.1.pdf. Acesso em 03 dez. 2023

RIO, Gisela Aquino. **Margem Equatorial brasileira: desafios postos sobre a mesa.** 2023. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/742/554>. Acesso em 31 jan. 2024

Rodovias brasileiras apresentam, em 2022, a maior quantidade de pontos críticos das últimas edições da Pesquisa CNT de Rodovias. Confederação Nacional dos Transportes. 2022. Disponível em: <https://cnt.org.br/pesquisas>. Acesso em 28 nov. 2023

ROMEIRO, Ademar. **Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica.** 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/F9XDcdCSWRS9Xr7SpknNJPv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 31 dez. 2023

Sistema Portuário Nacional. Ministério de Portos e Aeroportos. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/sistema-portuario>. Acesso em 25 dez. 2023

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Camilla; AZEVEDO, Edson; HORA, Henrique. **Sistema Portuário Brasileiro: Políticas Públicas e Desempenho de Produtividade.** 2021.

Disponível em: <https://seminariodeintegracao.ucam-campos.br/wp-content/uploads/2019/12/Sistema-Portu%C3%A1rio-Brasileiro-Pol%C3%ADticas-P%C3%BAblicas-e-Desempenho-de-Produtividade.docx.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2023

Terminais de Carga do Brasil: Aspectos Gerais. Confederação Nacional do Transporte. 2021. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/pesquisas>. Acesso em: 25 dez. 2023

Transporte é a Fonte de Emissões que Mais Cresce. WRI Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/transporte-e-fonte-de-emissoes-que-mais-cresce-veja-o-que-dizem-os-numeros>. Acesso em 25 nov. 2023

Transporte e Economia – O Sistema Ferroviário Brasileiro. Confederação Nacional do Transporte – CNT. 2013. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1nH5-Belj604l0la_WuJahk6ktEwPIILh/view. Acesso em 10 nov. 2023

Vale diz que fogo em vagões da Ferrovia Carajás já está controlado. Correios de Carajás. 2023. Disponível em: <https://correiodecarajas.com.br/vale-diz-que-fogo-em-vagoes-da-ferrovia-carajas-esta-controlado/>. Acesso em 15 nov. 2023

Valor 1000. **Os destaques das 1000 maiores empresas do Brasil.** 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/valor-1000/noticia/2023/08/29/valor-1000-os-destaques-das-1000-maiores.ghtml>. Acesso em 10 nov. 2023

VIEIRA, Patrick Santos. **Impactos ambientais causados na implantação de uma rodovia e/ou ferrovia.** 2018. Disponível em: <https://www.unicerp.edu.br/ensino/cursos/engenhariacivil/monografias/2018/IMPACTOSAMBIENTAISCAUSADOSNAIMPLANTACAO.pdf>. Acesso em 06 nov. 2023