



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS JOINVILLE
DEPARTAMENTO ENGENHARIA NAVAL
CURSO ENGENHARIA NAVAL

Evandro Tozzi Mendonça

A EVOLUÇÃO DA HIDROVIA TIETÊ
Desafios, Avanços e Perspectivas futuras

Joinville/SC
2024

Evandro Tozzi Mendonça

A EVOLUÇÃO DA HIDROVIA TIETÊ
Desafios, Avanços e Perspectivas futuras

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Naval do Campus Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenheiro Naval

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) Viviane Lilian Soethe Parucker.

Joinville / SC

2024

Mendonça, Evandro Tozzi

A EVOLUÇÃO DA HIDROVIA TIETÊ: : Desafios, Avanços e
Perspectivas futuras / Evandro Tozzi Mendonça ;
orientadora, Viviane Lilian Soethe Parucker, 2024.

93 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville,
Graduação em Engenharia Naval, Joinville, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia Naval. 2. Hidrovia Tietê-Paraná. 3.
Comboio Tipo. 4. Obras de melhorias na via. 5.
Infraestrutura hidroviária. I. Parucker, Viviane Lilian
Soethe. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia Naval. III. Título.

Evandro Tozzi Mendonça

A EVOLUÇÃO DA HIDROVIA TIETÊ
Desafios, Avanços e Perspectivas futuras

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Naval e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia Naval

Local Joinville, 28 de novembro, de 2024,

Profa. Dra. Viviane Lilian Soethe Parucker
Coordenação do Curso

Banca examinadora

Profa. Dra. Viviane Lilian Soethe Parucker
Orientadora

Prof. Dr. Ricardo Aurélio Quinhões Pinto
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Antônio Eduardo Assis Amorim
Faculdade de Tecnologia de Jahu

Joinville, 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me conceder forças, sabedoria e perseverança ao longo de mais esta jornada acadêmica. Sua presença me iluminou nossos momentos de dúvida e desenvolveu a busca constante pelo conhecimento.

À minha esposa Isabela, meu alicerce e apoio incondicional, que, com paciência e compreensão esteve ao meu lado em cada etapa deste caminho. Às minhas filhas, Helena e Vitória, que me motivaram e acreditaram que cada esforço contribuirá para um futuro melhor. Vocês são a razão do meu compromisso e a fonte da minha inspiração diária, e cada conquista é também de vocês.

À Profa. Viviane, minha orientadora, expresso minha profunda gratidão pela orientação, paciência e pelo conhecimento compartilhado ao longo desse percurso. Sua dedicação e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento não só deste trabalho, mas para a concretização do sonhado título de Engenheiro Naval.

Nenhuma engenharia constrói caráter, mas com
caráter se faz os melhores engenheiros.

Jordan Lucas

RESUMO

Este estudo investiga a evolução da Hidrovia Tietê-Paraná, destacando seu papel estratégico na logística brasileira, especialmente no transporte de cargas das regiões centrais do país até o Porto de Santos. A hidrovia, que integra o sistema multimodal do país, tem sido uma alternativa eficiente para o escoamento de produtos agrícolas e industriais, contribuindo significativamente para a economia nacional. A pesquisa adota uma abordagem exploratória e descritiva, com base em uma extensa revisão bibliográfica de documentos oficiais, artigos acadêmicos e relatórios técnicos, visando uma compreensão aprofundada das transformações históricas e das inovações tecnológicas implementadas ao longo dos anos. Foi elaborado e aplicado um questionário pelo *Windows Forms* aos comandantes que operam na Hidrovia Tietê, com o objetivo de conhecer a percepção deles quanto as obras de infraestrutura instaladas na via. Além de mapear os principais marcos históricos da hidrovia, o estudo analisa os desafios operacionais, como as limitações estruturais em eclusas e pontes, as questões ambientais relacionadas ao impacto ecológico e as restrições impostas por períodos de seca, que afetam a navegabilidade. A pesquisa aborda também os avanços em tecnologia e sustentabilidade, como a implementação de sistemas de sinalização eletrônica e monitoramento em tempo real, que buscam melhorar a segurança e a competitividade da hidrovia frente a outros modais de transporte. São propostas estratégias para o fortalecimento desse modal, sugerindo investimentos em infraestrutura, parcerias entre os setores público e privado e o uso de práticas sustentáveis, como embarcações movidas a combustíveis alternativos e tecnologias de baixo impacto ambiental. O estudo conclui que a Hidrovia Tietê-Paraná possui um potencial logístico promissor, mas que seu desenvolvimento sustentável requer esforços integrados, planejamento contínuo e adaptação às exigências ambientais e econômicas atuais. De acordo com os pesquisados, o desenvolvimento sustentável da Hidrovia Tietê depende de investimentos em infraestrutura, capacitação e tecnologias. Os participantes apontaram a necessidade de melhorias em eclusas, pontes, sinalização, além da manutenção dos canais e, a criação de um sistema de monitoramento em tempo real integrado a outras plataformas logísticas, aumentará a competitividade do modal hidroviário. A capacitação contínua dos tripulantes e o uso de tecnologias, como cartas eletrônicas e monitoramento, são essenciais para a segurança e eficiência.

Palavras-chave: Hidrovia Tietê-Paraná; infraestrutura; sustentabilidade.

ABSTRACT

This study investigates the evolution of the Tietê-Paraná Waterway, highlighting its strategic role in Brazilian logistics, particularly in the transportation of goods from the central regions of the country to the Port of Santos. The waterway, which is part of the country's multimodal transport system, has proven to be an efficient alternative for the flow of agricultural and industrial products, significantly contributing to the national economy. The research adopts an exploratory and descriptive approach, based on an extensive bibliographic review of official documents, academic articles, and technical reports, aiming for an in-depth understanding of the historical transformations and technological innovations implemented over the years. A questionnaire was designed and applied using Windows Forms to captains operating on the Tietê Waterway to understand their perceptions of the infrastructure works installed along the route. In addition to mapping the main historical milestones of the waterway, the study analyzes operational challenges, such as structural limitations in locks and bridges, environmental issues related to ecological impacts, and restrictions imposed by drought periods that affect navigability. The research also addresses advancements in technology and sustainability, such as the implementation of electronic signaling systems and real-time monitoring, aimed at improving the safety and competitiveness of the waterway compared to other transport modes. Strategies are proposed to strengthen this mode of transport, suggesting investments in infrastructure, partnerships between the public and private sectors, and the adoption of sustainable practices, such as vessels powered by alternative fuels and low-impact technologies. The study concludes that the Tietê-Paraná Waterway holds promising logistical potential, but its sustainable development requires integrated efforts, continuous planning, and adaptation to current environmental and economic demands. According to respondents, the sustainable development of the Tietê Waterway depends on investments in infrastructure, training, and technologies. Participants highlighted the need for improvements in locks, bridges, and signaling, as well as channel maintenance. Additionally, the creation of a real-time monitoring system integrated with other logistics platforms will enhance the competitiveness of the waterway. Continuous training for crew members and the use of technologies such as electronic charts and monitoring are essential for safety and efficiency.

Keywords: Tietê-Paraná Waterway; infrastructure; sustainability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Eclusas da Hidrovia Tietê (SP).....	24
Figura 2 - Eclusas de Nova Avanhandava e Três Irmãos (SP).....	24
Figura 3 – Canais Artificiais (SP).....	25
Figura 4 – Restrições com Desmembramento de Comboios na Hidrovia.	27
Figura 5 – Embarcações Paradas no Porto de Pederneiras pela paralisação.	30
Figura 6 - Detonação de Pedra Submersa em Nova Avanhandava.	32
Figura 7 - Local das obras de ampliação do Canal a Jusante da	33
Figura 8 – Boias e Placas delimitadoras de canal preferencial de navegação.	36
Figura 9 - Sistema de combate a incêndio e sinais especiais de navegação.	36
Figura 10 - Dispositivos de Segurança e monitoramento nas Eclusas.	37
Figura 11 - Canal atual de navegação e futuro canal ampliado.	38
Figura 12 - Implosão dos pilares para ampliação do canal de navegação.....	38
Figura 13 - Transporte do novo vão metálico.	38
Figura 14 - Encaixe do novo vão metálico para início do içamento.	39
Figura 15 - Comparativo do Volume de carga entre os Modais,	41
Figura 16 – Consumo de Combustível.	42
Figura 17 – Custo do Frete.	42
Figura 18 – Estradas de Ferro e a Hidrovia Tietê.	44
Figura 19 - As Rodovias e a Hidrovia Tietê.	44
Figura 20 – Crescimento de 9% ao ano no total de Carga Transportada	49
Figura 21 – Terminais em São Simão (Goiás).....	50
Figura 22 – Comparação de Matrizes de Transporte de carga em.....	53
Figura 23 – Sistemas Flutuantes Projetados pela Naval/IPT.	56
Figura 24 – Pontes com o Sistema Flutuante instalado e Acidentes.	57
Figura 25 - Ponte Robert Street Saint Paul Minnesota.	58
Figura 26 – Tipos de Proteção Pilares de Pontes.	58
Figura 27 – Modal Hidroviário menos poluente.	61
Figura 28 – Encomendas de Navios a Combustíveis Alternativos.....	63
Figura 29 – Proposta de Ampliação da Área Navegável	68
Figura 30 – Comboio de 9.000 toneladas.....	69
Figura 31 – Layout Preliminar Embarcação de Manobra.....	69
Figura 32 - Embarcação Autônoma.....	70

Figura 33 - Embarcação movida a hidrogênio - H2 Barge 2	70
Figura 34 – Embarcação Elétrica Dinamarquesa.	71
Figura 35 - Esquema de abastecimento da balsa elétrica	71
Figura 36 - Postos operacionais (azul); em planejamento (vermelho).	72
Figura 37 – Cargo e tempo na função.	74
Figura 38 – Frequência que navega pela Hidrovia Tietê-Paraná.....	74
Figura 39 – Manutenção da infraestrutura da Hidrovia.	76
Figura 40 – Fatores que Afetam a Navegação na Hidrovia.	77
Figura 41 – Treinamento e Capacitação.	78
Figura 42 – Competitividade entre os modais.	79
Figura 43 – Desafios ao Navegar pela Hidrovia.	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Breve Histórico das Operações e Concessões	26
Quadro 2 - Obras na Hidrovia Tietê	34
Quadro 3 – Empresas instaladas em Pederneiras (SP).	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definição das obras na Hidrovia Tietê	35
Tabela 2 – PIB, área e N° de habitantes das regiões no rio Tietê.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DH	Departamento Hidroviário.
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
GESP	Governo do Estado de São Paulo
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
MB	Marinha do Brasil
NORMAM	Normas da Autoridade Marítima
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PD	Plano Diretor
PPA	Plano Plurianual
SLT	Secretaria de Logística e Transportes
TUPs	Terminais de Uso Privados

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	JUSTIFICATIVA.....	16
1.2	OBJETIVO PRINCIPAL	17
1.2.1	Objetivos Específicos	17
2	METODOLOGIA.....	19
2.1	TIPO DE PESQUISA	19
2.2	FONTES DE DADOS.....	19
2.2.1	Capítulo 3 – História e Desenvolvimento da Hidrovia Tietê.....	20
2.2.2	Capítulo 4 – Dificuldades Operacionais e Infraestrutura:	20
2.2.3	Capítulo 5 – Aspectos Econômicos e Logísticos:.....	20
2.2.4	Capítulo 6 – Perspectivas Futuras e Sustentabilidade:	20
2.3	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	21
2.3.1	Revisão Bibliográfica e Documental	21
2.3.2	Pesquisa de Campo	21
2.3.3	Mapeamento de Obras e Infraestrutura:.....	21
2.4	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	21
2.4.1	Dificuldades Operacionais:	22
2.4.2	Perspectivas Futuras	22
2.5	LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA	22
3	HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA HIDROVIA TIETÊ.....	23
3.1	CONCEPÇÃO E PLANEJAMENTO INICIAL.....	23
3.2	EXECUÇÃO E PRINCIPAIS MARCOS HISTÓRICOS	25
4	DESAFIOS OPERACIONAIS E MELHORIAS NA INFRAESTRUTURA ...	28
4.1	DESAFIOS OPERACIONAIS E AMBIENTAIS DA HIDROVIA TIETÊ	29
4.2	TECNOLOGIA EMPREGADA E INFRAESTRUTURA	31
5	ASPECTO ECONÔMICO E LOGÍSTICO DA HIDROVIA TIETÊ	40
5.1	LOGÍSTICA E COMPETITIVIDADE DA HIDROVIA TIETÊ	41
5.1.1.	Desenvolvimento Regional e Intermodalidade	43
5.2	PAPEL DA HIDROVIA NO TRANSPORTE DE CARGAS	44
5.2.1	Principais Cargas Transportadas	45
5.2.2	Papel Estratégico no Corredor Logístico do Brasil	47
5.2.3	Principais Polos de Carga da Hidrovia Tietê.....	48

5.3	BENEFÍCIOS E DESAFIOS LOGÍSTICOS	50
5.3.1	Vantagens Logísticas e Operacionais	51
5.3.2	Desafios de Infraestrutura e Manutenção	51
6	PERSPECTIVAS FUTURAS E SUSTENTABILIDADE	53
6.1	PLANOS FUTUROS PARA A HIDROVIA	54
6.1.1	Expansão e Modernização da Infraestrutura	55
6.1.2	Projetos de Integração Multimodal	59
6.2	ESTRATÉGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE	60
6.2.1	Gestão Ambiental e Preservação dos Ecossistemas	60
6.2.2	Uso de Tecnologias Verdes e Redução de Emissões	62
6.3	PROPOSTAS DE MELHORIAS E INOVAÇÕES.....	63
6.3.1	Tecnologias de Navegação Inteligente.....	64
6.3.2	Parcerias e Investimentos em Infraestrutura	65
6.3.3	Desenvolvimento de Novos Projetos	67
7	ANÁLISE DA PESQUISA DE CAMPO E RESULTADOS	73
7.1	CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	73
7.1.1	Perfil dos Participantes	73
7.2	RESULTADOS DA PESQUISA.....	75
7.2.1	Questões sobre a Infraestrutura	75
7.2.2	Condições Operacionais e Desafios	77
7.2.3	Percepção sobre Sustentabilidade e Futuro da Hidrovia.....	80
7.2.4	Limitações Da Pesquisa	80
7.3	SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	81
8	CONCLUSÃO.....	82
	REFERÊNCIAS	84
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ELABORADO E APLICADO AOS COMANDANTES QUE OPERAM NA HIDROVIA TIETÊ	88

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Governo do Estado de São Paulo (GESP, 2023), a Hidrovia Tietê-Paraná é um dos principais corredores de transporte fluvial do Brasil, ligando o interior do país ao Porto de Santos, por meio da conexão multimodal. Com 2.400 quilômetros navegáveis, dos quais 800 estão no estado de São Paulo, a hidrovia apresentou em 2023, um crescimento de 76% na movimentação de carga em comparação ao ano anterior. Utilizada para o escoamento da produção agrícola, conecta seis estados e possui 14 terminais intermodais para carga e descarga. O modal hidroviário é de extrema importância para a logística econômica do Estado e desempenha um papel crucial no escoamento de produtos e bens.

Segundo o Departamento Hidroviário - DH (2020), a hidrovia apresenta alguns trechos críticos que dificultam a navegação de comboios, especialmente em relação aos vãos de pontes e eclusas. Essas limitações exigem o desmembramento dos comboios tanto a montante quanto jusante. Além disso, alguns pontos de espera ficam afastados das eclusas, resultando em um aumento no tempo de viagem e nos custos operacionais pelo desmembramento. A Marinha do Brasil (MB) define o termo vão navegável, “aquele que pela maior altura do vão, profundidade local, afastamento entre pilares, dolphins de proteção e direção de tráfego é recomendado a todas as embarcações” (NPCF, 2023).

Diante desse cenário, verifica-se a necessidade de desenvolver soluções de engenharia para garantir uma navegação mais segura neste ambiente. Este estudo visa explorar a evolução da Hidrovia Tietê, analisando os desafios enfrentados, os avanços tecnológicos e operacionais realizados, e identificando perspectivas para seu futuro sustentável.

1.1 JUSTIFICATIVA

O estudo da Hidrovia Tietê-Paraná é essencial, considerando seu impacto significativo na economia nacional e seu papel fundamental no transporte de cargas, especialmente agrícolas, que contribuem para o crescimento econômico das regiões produtoras. A hidrovia conecta estados estratégicos e oferece uma alternativa de

transporte mais econômica e ambientalmente responsável em comparação com outros modais, como o rodoviário.

Estudar o impacto das obras na hidrovia é fundamental para entender como essas melhorias podem impulsionar a economia, otimizando o transporte de mercadorias e reduzindo custos logísticos. Além disso, fornece subsídios para a formulação de políticas públicas mais eficientes, que promovam o desenvolvimento sustentável e a integração regional. Do ponto de vista ambiental, a análise permite identificar e mitigar possíveis impactos negativos, promovendo práticas mais ecológicas. Socialmente, essas obras podem gerar empregos, melhorar a qualidade de vida das comunidades ribeirinhas e aumentar a acessibilidade a serviços e mercados, contribuindo para um desenvolvimento mais inclusivo e equitativo.

Compreender a evolução da hidrovia e identificar seus desafios operacionais e de infraestrutura é crucial para a proposição de melhorias e estratégias de longo prazo, que garantam a sustentabilidade e a eficiência do modal. Este trabalho traz ainda um levantamento bibliográfico não disponibilizado no meio acadêmico e, explora inovações tecnológicas que possam potencializar o desempenho logístico da hidrovia.

1.2 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar as necessidades para o desenvolvimento da Hidrovia Tietê-Paraná, com foco nos problemas enfrentados e nas obras realizadas para melhorar sua eficiência. Além disso, busca-se identificar as perspectivas futuras para tornar a hidrovia uma alternativa de transporte cada vez mais segura e sustentável.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Elaborar um estudo bibliográfico atualizado sobre o desenvolvimento inicial da Hidrovia Tietê, identificando os projetos de infraestrutura que foram fundamentais para sua implementação.

- Apresentar os principais desafios ambientais e operacionais enfrentados ao longo dos anos.
- Destacar as melhorias e avanços implementados na infraestrutura, com foco na otimização e aumento de capacidade da hidrovia. Realizar uma pesquisa com os Comandantes que operam na Hidrovia Tietê, com respeito as obras de infraestrutura do canal de navegação, analisando os dados obtidos e contrastando-os com o estudo proposto.

2 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos adotados para investigar a evolução da Hidrovia Tietê-Paraná, abordando sua história, desafios operacionais, avanços tecnológicos, e as perspectivas futuras, conforme os objetivos estabelecidos.

2.1 TIPO DE PESQUISA

O trabalho utiliza uma abordagem metodológica de natureza exploratória e descritiva.

2.1.1 Exploratória

Para aprofundar o conhecimento sobre o desenvolvimento da hidrovia, incluindo obras estruturais, desafios ambientais e avanços tecnológicos.

2.1.2 Descritiva

Para detalhar as características da infraestrutura, os fenômenos operacionais e os dados obtidos por meio da análise documental e pesquisa de campo. Conforme Gil (2002), as pesquisas descritivas permitem descrever características de populações e fenômenos, sendo amplamente utilizadas em estudos de engenharia e logística.

2.2 FONTES DE DADOS

A pesquisa utiliza múltiplas fontes de dados, como Estudos Acadêmicos, Leis e Regulamentações, Publicações de Órgãos Governamentais, que foram organizadas de forma a atender aos tópicos apresentados nos capítulos subsequentes.

2.2.1 Capítulo 3 – História e Desenvolvimento da Hidrovia Tietê

Revisão de estudos, leis e regulamentos que fundamentam a implementação da hidrovia, apresentando sua concepção e planejamentos inicial os marcos históricos.

2.2.2 Capítulo 4 – Dificuldades Operacionais e Infraestrutura:

Levantamento de desafios, como limitações em eclusas, pontes e trechos críticos do canal e coleta de dados sobre intervenções estruturais realizadas, incluindo dragagens, derrocamentos e sinalização. Também apresenta os desafios operacionais e ambientais, tecnologia empregada e infraestrutura e melhorias na infraestrutura e eficiência operacional.

2.2.3 Capítulo 5 – Aspectos Econômicos e Logísticos:

Integração dos dados logísticos, como volume de cargas transportadas, comparativo com outros modais e estudos de impacto econômico da hidrovia nas regiões que atende, o desenvolvimento regional e intermodalidade. Aborda os benefícios e desafios logísticos.

2.2.4 Capítulo 6 – Perspectivas Futuras e Sustentabilidade:

Levantamento bibliográfico sobre tecnologias verdes e estratégias de sustentabilidade aplicáveis à hidrovia e identificação de propostas de expansão e modernização da infraestrutura com base em estudos recentes, como tecnologias de navegação inteligente; parcerias e investimentos, e desenvolvimento de novos projetos.

2.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados em três frentes principais: Revisão Bibliográfica, pesquisa de campo e mapeamento de obras e infraestrutura.

2.3.1 Revisão Bibliográfica e Documental

Análise de livros, artigos acadêmicos, teses e relatórios técnicos, relacionados à evolução, infraestrutura e impacto da Hidrovia Tietê-Paraná.

2.3.2 Pesquisa de Campo

Aplicação de questionários estruturados via Windows Forms, enviados a comandantes que operam na hidrovia. As perguntas abrangeram: a percepção sobre a infraestrutura (relacionado ao Capítulo 4); impactos das obras e sugestões de melhorias (Capítulos 4 e 6); e avaliação de tecnologias e práticas sustentáveis (Capítulo 6).

2.3.3 Mapeamento de Obras e Infraestrutura:

Estudo de intervenções realizadas ao longo da hidrovia (Capítulos 4 e 6).

2.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram tratados da seguinte forma: as dificuldades operacionais e perspectivas futuras.

2.4.1 Dificuldades Operacionais:

Os questionários fornecidos pelos comandantes foram analisados qualitativamente para identificar os principais gargalos operacionais.

2.4.2 Perspectivas Futuras

As respostas qualitativas sobre sustentabilidade e infraestrutura foram categorizadas em propostas de inovação e modernização, correlacionando-as com dados bibliográficos.

2.5 LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA

As respostas dos comandantes refletem visões individuais, podendo não abranger a totalidade dos desafios enfrentados na hidrovía

3 HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA HIDROVIA TIETÊ

A hidrovía Tietê desempenha um papel importante na infraestrutura do transporte brasileiro, uma vez que a via permite o transporte de cargas das regiões produtivas do interior do país até o Porto de Santos, com a integração a outros modais. Para atender a demanda crescente de transporte a hidrovía enfrentou desafios significativos ao longo de sua história.

3.1 CONCEPÇÃO E PLANEJAMENTO INICIAL

Na década de 1950 iniciaram-se os estudos para aproveitamento hidrelétrico da região central do Tietê, com foco no uso múltiplo das águas. O Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) conduziu grandes obras de engenharia, para a construção de barragens, e eclusas com o objetivo de tornar a hidrovía navegável. Em 1967, foi firmado um convênio entre o governo Federal e pelo estado de São Paulo para dar continuidade às obras de canalização do Sistema Tietê-Paraná, e garantir a navegabilidade. Foram implantadas quatro barragens com eclusas no médio Tietê, todas padronizadas com desnível de 25 metros, nas cidades de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga e Promissão (Fig. 1), com obras iniciadas no período entre 1957 e 1964 (MARINHA DO BRASIL, 2016).

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2021), a Hidrovía Tietê, foco deste trabalho, possui 715 km de extensão navegável com profundidade mínima de 3 m, enquanto a Hidrovía do Paraná possui 1685 km de extensão navegável com profundidade mínima de 4 m. Deste modo, a Hidrovía Tietê-Paraná percorre um total de 2400 km, encontra-se entre as regiões sul, sudeste e centro oeste, e conta com um sistema de eclusas que viabiliza a navegação e supera os desníveis ao longo da via. O Rio Paraná está sob a responsabilidade do DNIT, enquanto o Rio Tietê é administrado pelo DH.

A hidrovía atende importantes centros urbanos dos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, passando por 286 municípios. Possui o total de oito eclusas em funcionamento no trecho Tietê: Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão, Nova Avanhandava (duas eclusas) e Três Irmãos (duas eclusas) (Fig. 2), todas com 142m de comprimento, 12 m de largura e profundidade em torno

de 3m. No trecho da Hidrovia do Paraná, há outras duas eclusas: Jupia e Porto Primavera, com dimensões de 210m de comprimento e 17m de largura. Alguns trechos no rio Tietê são inadequados para a navegação de comboios, a montante de Salto e Piracicaba (SP), apresentam baixo calado, e pequena dimensão do canal (DNIT, 2021). O Departamento Hidroviário (DH) afirma que as eclusas foram projetadas com base nos modelos europeus:

As eclusas foram projetadas para 5.000 toneladas úteis por hora (dois sentidos). Ou seja, em função das dimensões das eclusas, aproximadamente 145 m de comprimento, 12 metros de largura e profundidade mínima de 3,5 metros, as embarcações foram concebidas inicialmente como formadas por duas chatas alinhadas uma atrás da outra, sendo propulsionadas por um empurrador (Departamento Hidroviário, 2020).

Figura 1 – Eclusas da Hidrovia Tietê (SP).



Fonte: Departamento Hidroviário (2024)

Figura 2 - Eclusas de Nova Avanhandava e Três Irmãos (SP).



Fonte: Departamento Hidroviário (2024)

3.2 EXECUÇÃO E PRINCIPAIS MARCOS HISTÓRICOS

Atualmente, o setor opera comboios maiores, composto por quatro barcaças (chatas) e um empurrador. Em 1992, entraram em operação a eclusa de Nova Avanhandava e o Canal de Pereira Barreto com extensão de 9,6 km, interliga os reservatórios de Ilha Solteira e Três Irmãos. Outros três canais artificiais foram construídos no rio Tietê nas cidades de Igarçu do Tietê, Promissão e Bariri, conforme se apresentam na Figura 3. Essas melhorias possibilitaram a integração dos comboios entre o Sudeste de Goiás e o Oeste de Minas Gerais. Na sequência, implantou-se o terminal em São Simão (GO), onde grandes empresas atuam no transporte de produtos para o estado de São Paulo, através dos terminais de Pederneiras, Anhembi e Santa Maria da Serra, entre outros (GESP, 2020).

Figura 3 – Canais Artificiais (SP).



Fonte: Departamento Hidroviário (2024)

No início das operações na hidrovia, os comboios operavam com duas barcaças (2400 t), porém, diante da crescente necessidade de aumentar o volume de carga, passou a operar com quatro barcaças de 1.500 t cada. Atualmente, existem alguns estudos para aumentar para seis, contudo, pela limitação das eclusas e pontes, devem ser respeitadas as bocas (GESP, 2021). A hidrovia Tietê dispõe de oito eclusas em operação para 2 barcaças, quatro terminais; dezessete pontes com restrição de

passagem, onde os comboios se desmembram, sendo que, o trajeto de Anhembi (SP) até o terminal de São Simão (GO), é interligado ao Canal de Pereira Barreto. A Marinha do Brasil, na Figura 4 apresenta o gabarito de navegação, indicando as restrições para a navegação da Hidrovia Tietê, e demonstra que os comboios navegam em quase toda hidrovia, composto por quatro barcaças, porém necessitam de desmembramento para duas barcaças em algumas das pontes (rodoviárias/ferroviárias sobre o rio) e nas eclusas, também indica os trechos com a formação dos comboios, indicando os locais que o tráfego permite de 1 a 6 barcaças por comboio. No Quadro 1 são apresentadas as operações e concessões realizadas na hidrovia desde a sua concepção.

Quadro 1 – Breve Histórico das Operações e Concessões

Ano	Operações e Eventos
1955	Lei nº 3.329/SP. Cria regularização da vazão do rio e o estabelecimento das vias de navegação nos projetos de energia elétrica.
1973	Início da operação da eclusa de Barra Bonita, nos fins de semana.
1979	Início da operação diária da eclusa de Barra Bonita.
1981	Inauguração da "Hidrovia do Álcool". Trecho Barra Bonita a Ibitinga, com 273 km de extensão.
1984	Financiamento do BNDES para a conclusão do Tramo Norte da Hidrovia.
1985	Decreto Federal nº 91.795. Concessão ao Estado de São Paulo a administração e exploração do rio Paraná.
1986	Início das operações das eclusas de Ibitinga e Promissão, a "Hidrovia do Álcool" totalizando 438 km.
1988	Decreto nº 28.874. Define competências para a Hidrovia Tietê-Paraná e institui seu comitê-diretor (Planejar, Implantar, Administrar e Operar)
1991	Inauguração do canal Pereira Barreto e das eclusas de Nova Avanhandava. Criada a Diretoria de Hidrovias e Desenvolvimento Regional, na CESP.
1993	Lei nº 8.630. Dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias.
1994	Portaria nº 0029. Aprova "Normas de Segurança para o Tráfego e Permanência de Embarcações nas Eclusas dos Rios Nacionais".
1995	Lei nº 8.987 e Medida Provisória nº 890/95. Tratam do regime de concessão e permissão de serviços públicos, de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; incluindo transportes aquaviários e exploração de barragens e eclusas. A criação das Normas de Tráfego e Permanência de Embarcações da Hidrovia e seus canais.
1999	Decreto nº 44.265. Determina o Departamento Hidroviário de São Paulo (DH) como órgão fiscalizador do trecho Tietê.
2009	Convênio com o Departamento Hidroviário de São Paulo para a construção da 2ª edição do Atlas de Cartas Náuticas da Hidrovia Tietê-Paraná.

Fonte: Marinha do Brasil, 2016

4 DESAFIOS OPERACIONAIS E MELHORIAS NA INFRAESTRUTURA

As obras de engenharia ao longo da hidrovía foram essenciais para o escoamento de cargas, permitindo o transporte por grandes distâncias, principalmente, possibilitando a exportação. No entanto, existem diversos entraves que precisam ser superados, como o aprofundamento de alguns trechos da via e melhoria dos canais artificiais. Para garantir a navegabilidade e aumentar o volume de carga transportada, é necessária a realização de processos de dragagem, expandir o vão livre das pontes rodoviárias e ferroviárias; aumentar o calado dos portos e terminais; promover maior capacidade e estocagem; implantação de equipamentos de transbordo que permitam maior movimentação de carga adaptada a contêineres. Todavia, necessita de um planejamento eficiente e investimentos, tanto estatais quanto privados (JUNIOR et al, 2023).

O DNIT (2021) realiza diversos estudos quanto as obras a serem executadas na hidrovía para que seja utilizada de forma plena e garanta uma navegabilidade segura, necessitando de investimentos governamentais. Embora tenha alcançado avanços em termos de infraestrutura, gestão e sustentabilidade, sabe-se que existem outros desafios a serem enfrentados de ordem operacionais, ambientais e tecnológicos. Além das obras nas eclusas e canais de navegação, algumas intervenções necessitam ser realizadas periodicamente para garantir a navegabilidade segura e eficiente ao longo do ano. Os processos são realizados em etapas, como medida para minimizar os impactos ambiental e danos à fauna aquática. O DNIT apresenta os tipos de obras e sua importância para a manutenção e operação da hidrovía:

- a) Dragagem: consiste na limpeza e remoção de material do fundo de rios, lagos, mares, baías e canais. O acúmulo de sedimentos é constante e torna o procedimento rotineiro. Também deve ser realizado em ancoradouros ou áreas de atracação para garantir o calado adequado, sendo feita a remoção de sedimentos superficiais, contaminados por compostos orgânicos e inorgânicos.
- b) Derrocamento: processo de retirada ou destruição de rochas submersas, através de explosões feito em pequenos trechos, isolados por cortina de bolhas de ar para separar a área embaixo da água e afastar os animais.

- c) Desobstrução: consiste na retirada de materiais presentes na hidrovia que dificultam ou impedem a navegação (DNIT, 2021).

Conforme apresenta Junior et al (2023), o transporte hidroviário é altamente valorizado na Europa, onde diversos países fizeram investimentos ao longo dos anos para maximizar seu potencial. Esse modal oferece várias vantagens, especialmente o baixo custo por carga transportada. A geografia europeia exigiu grandes obras de infraestrutura que, ao serem concluídas, aumentaram o escoamento de cargas, reduzindo os custos de transporte e impactando positivamente os preços dos produtos. A Europa é um exemplo a ser seguido, especialmente pelo Brasil, que possui potencial para expandir seu transporte hidroviário, desde que receba os investimentos e esforços adequados. A Europa realiza grandes investimentos em infraestruturas fluviais e portuárias para acomodar embarcações de grande porte, encurtar distâncias e aumentar a eficiência e sustentabilidade do transporte.

Um dos principais exemplos é o *Wasserstrassenkreuz*, na Alemanha, a maior travessia fluvial europeia. Com 918 km de extensão, essa estrutura liga o leste do *Mittellandkanal* ao oeste do *Elba-Havel-Kanal*, permitindo o tráfego contínuo de mercadorias ao longo do ano. A travessia inclui uma ponte principal de 228 metros, dividida em três seções, e um canal de 690 metros. O *Wasserstrassenkreuz* é uma construção de ferro e concreto sobre o Rio Elba, projetada para suportar embarcações de até 1.350 toneladas, conectando o oeste da Alemanha a Berlim. Outras importantes obras incluem o Porto de Roterdã, que utiliza as hidrovias do *Ruhr* e do Reno, e o Elevador de *Strépy-Thieu*, na Bélgica, conectando a fronteira franco-belga ao Rio Meuse. Na Escócia, a *Falkirk Wheel* substituiu um sistema de eclusas para superar um desnível de 24 metros, aumentando a eficiência das hidrovias (Junior et al, 2023).

4.1 DESAFIOS OPERACIONAIS E AMBIENTAIS DA HIDROVIA TIETÊ

Além dos desafios operacionais existentes na Hidrovia, como eclusas e pontes no rio Tietê, os fatores climáticos também afetam a navegabilidade, a falta de chuvas diminui o volume das águas, e comprometendo a navegação pelo baixo calado. Em 2014 houve uma grande estiagem, ocasionando a paralisação da via,

afetando a navegação pelos baixos calados, causando um grande impacto no transporte hidroviário, fazendo com que as frotas de embarcações ficassem paradas nos terminais (Fig. 5), conforme apresenta Lopes e Martins:

[...] é possível visualizar a vertiginosa queda de toneladas de grãos transportados, especificamente nos anos de 2014 e 2015 na hidrovía, reflexos desse período de estiagem e baixo índice pluviométrico. Teve então sua navegação restringida, causando uma contração no escoamento da produção pelo modal hidroviário, recolocado principalmente nas rodovias (LOPES e MARTINS, 2018).

Figura 5 – Embarcações Paradas no Porto de Pederneiras pela paralisação.



Fonte: <https://folhadeibitinga.com.br/Imagem/10854/materia-20210814/wh680+450/seca-afeta-hidrovía-tiete-parana-e-ameaca-o-escoamento-de-graos.jpeg> (2024)

A falta de investimentos também afeta significativamente o desenvolvimento da hidrovía. A recessão econômica no Brasil compromete a capacidade do Estado de manter investimentos em infraestruturas essenciais, especialmente no transporte hidroviário interior. Para fomentar o desenvolvimento, maiores investimentos em portos fluviais, marítimos e terminais intermodais, bem como a ampliação das concessões à iniciativa privada, são fundamentais. A intermodalidade e o transporte hidroviário interior ainda carecem de políticas públicas eficazes e investimentos robustos para impulsionar o crescimento macroeconômico. Junior et al. (2018) define intermodalidade como, o uso combinado de diferentes tipos de transporte para movimentação de cargas ou pessoas, aproveitando os pontos fortes de cada modal, otimizando o deslocamento (JUNIOR et al, 2008).

Outro problema é a remoção de vegetação flutuante, como as macrófitas, especialmente na Hidrovía Tietê-Paraná. O acúmulo dessas plantas em boias de sinalização, pilares de pontes e entradas de eclusas preocupa o DH. Além de impactar a navegação, a proliferação de plantas aquáticas interfere na geração de energia,

captação de água, irrigação, piscicultura e lazer. O problema exige uma abordagem técnica e gestão integrada entre os setores envolvidos, incluindo a Concessionária AES Tietê, responsável pelas usinas hidrelétricas da região (GESP, 2020).

A construção das hidrelétricas, com o represamento das águas, alterou significativamente o regime hidrológico dos rios, resultando no alagamento de extensas áreas, impactando negativamente a fauna e a flora locais. Esses impactos ambientais se estendem aos ecossistemas aquáticos e terrestres e contribuem para o aumento das emissões de gases de efeito estufa. As comunidades ribeirinhas e outros grupos sociais também sofreram consequências significativas, incluindo deslocamentos e perdas de recursos naturais essenciais (FONTES, GIUDICE, 2021). Para reduzir os impactos na fauna aquática, com as detonações subaquáticas no reservatório, as atividades são realizadas de forma controlada e em pequenos trechos, respeitando o período de defeso e protegendo o ecossistema com o uso de cortinas de bolhas para afastar os animais (DNIT, 2021).

Existem algumas propostas para ampliação do potencial da navegação do Rio Tietê, como desassoreamento, construção de novas barragens, abertura de vãos das pontes de Barbosa e Porto Ferrão, e obras em andamento como derrocamento de Nova Avanhandava, que poderão diminuir o tempo de percurso em até dez horas. O Sistema Tietê Paraná, com a paralisação em 2014, não oferece credibilidade aos investidores, e também a manutenção da infraestrutura é insuficiente, e não atende os padrões de qualidade de outros países. A falta de apoio pelos órgãos responsáveis e algumas questões jurídicas atrasam a execução de obras e retardam outras propostas necessárias (CNT, 2024).

4.2 TECNOLOGIA EMPREGADA E INFRAESTRUTURA

Existe ao longo do canal de navegação diversos equipamentos para orientar e garantir a segurança. Bravin (2021) explica que, o balizamento da Hidrovia Tietê-Paraná conta com mais de mil sinais, desde Anhumas, no Reservatório de Barra Bonita, até o aproveitamento de Três Irmãos e o rio São José dos Dourados, no acesso ao canal de Pereira Barreto. Esses sinais incluem boias cegas e sinalizações de margem e vãos de ponte. As boias cegas possuem películas refletoras que permitem a navegação noturna e cerca de 50% delas estão equipadas com refletores

de radar. A sinalização nas margens e pontes consistem em placas fixadas no terreno e nos vãos com sinais indicativos específicos para orientar as embarcações. O balizamento do rio Tietê foi implantado pela CESP, seguindo normas e orientações técnicas da Marinha do Brasil, e está sob sua responsabilidade.

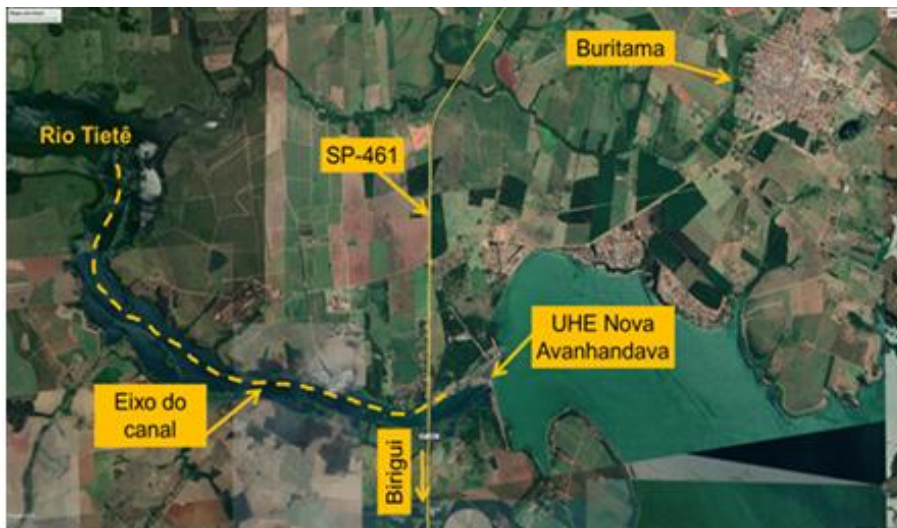
A Hidrovia Tietê-Paraná está passando por importantes avanços nos últimos anos, especialmente em termos de infraestrutura e tecnologia. No canal de Nova Avanhandava está sendo realizado o processo de derrocamento a fogo (Fig. 6), para aprofundar a via em 3,5 m, e tem previsão de conclusão para 2026, permitindo a navegação em períodos de estiagem (GESP, 2023). O Plano Estratégico Hidroviário (2021) propõe o "alargamento do vão da ponte SP-191, localizada entre Anhembi e a eclusa de Barra Bonita e a construção de eclusas adicionais as já existentes". Segundo DNIT (2021), o investimento total do derrocamento será de R\$ 435,2 milhões. A Figura 7, apresenta a localização de toda a extensão do Canal de Nova Avanhandava onde está sendo realizada as obras de derrocamento e aprofundamento do canal de navegação no rio Tietê visando garantir a navegação em períodos de estiagem.

Figura 6 - Detonação de Pedra Submersa em Nova Avanhandava.



Fonte: DNIT (2024)

Figura 7 - Local das obras de ampliação do Canal a Jusante da Eclusa de Nova Avanhandava.



Fonte: DNIT (2024)

A Secretaria de Logística e Transportes do Governo do Estado de São Paulo (SLT, 2022), destaca que em 2021, o cronograma de obras do Departamento Hidroviário foi revisado devido a limitação de recursos financeiros e apresentou um avanço físico de 29,4% em relação à meta estabelecida para o Plano Plurianual (PPA) 2020-2023. Entre as obras concluídas, destaca-se o Canal de Montante da Eclusa de Ibitinga enquanto a revisão dos projetos do Atracadouro de Espera da Eclusa de Bariri e do Canal de Anhembi seguem em andamento. A movimentação de carga na Hidrovia Tietê-Paraná totalizou 869 milhões de tonelada quilômetro útil (TKU), correspondendo a 39,98% da meta e apresenta restrições significativas devido às condições hidrológicas e paralisação de obras, afetando a navegação no trecho a jusante da Eclusa de Nova Avanhandava.

Segundo a Secretaria, a expansão do sistema hidroviário e a eliminação dos gargalos operacionais na Hidrovia Tietê requer estudos aprofundados para o desenvolvimento de projetos e obras complementares, além da manutenção contínua da hidrovia. A integração dos serviços de sinalização, topografia e batimetria também é fundamental para garantir a eficiência das operações. O Quadro 2 apresenta um panorama das obras em andamento e das que estão paralisadas no Rio Tietê (SLT, 2022).

Quadro 2 - Obras na Hidrovia Tietê

LOCAL	TIPO DE OBRA/SERVIÇO	RECURSOS
Alto e Médio Tietê (Em Andamento)	Contratação de empresa especializada para apoio à fiscalização, supervisão e acompanhamento das obras do Programa para a Eliminação de Gargalos.	-
Trecho entre os km 72 e 89,1 da rota de navegação (Em Andamento)	Contratação de empresa de engenharia. Revisão e complementação de projeto executivo de dragagem e elaboração de estudos ambientais do canal de Anhembi.	Ministério dos Transportes
Jusante de Nova Avanhandava (Em andamento)	Execução da obra de ampliação do Canal de Navegação (Derrocamento)	Ministério dos Transportes
Eclusa de Bariri (Paralisada)	Contratação de empresa de engenharia para a execução da obra de implantação do Atracadouro de Espera	Contrato de Financiamento BNDES.
Ponte SP 425 (Paralisada)	Proteção dos pilares do vão de navegação ampliado	Contrato de Financiamento BNDES.
Ponte SP 333 (Paralisada)	Proteção dos pilares do vão de navegação ampliado.	-

Fonte: adaptado de Secretaria de Logística e Transportes (2022)

Carvalho (2011) apresenta que, a hidrovia possui dispositivos de sinalização de balizamento como boias placas na margens instaladas ao longo do rio e nas margens, representados nas Figuras 8, 9, e 10. Periodicamente necessitam de manutenção e algumas vezes precisam ser substituídas. Além destes dispositivos, diversas obras são construídas para garantir a segurança e navegabilidade como muros de proteção, canais intermediários e artificiais, amarradouros, ponto de parada, ponto de comunicação, ponto de espera e área de segurança, e a Marinha do Brasil explica a função de cada item (Tab. 1).

Tabela 1 – Definição das obras na Hidrovia Tietê

OBRAS	DEFINIÇÃO
Muro-guia	Muro flutuante ou fixo que, a partir da entrada da eclusa, avança dentro do lago formado pela barragem
Canal de acesso	Canal que liga a porta da eclusa ao leito natural do rio ou reservatório
Canal Artificial	Canal construído por obra de engenharia
Canal Intermediário	Canal que faz a ligação entre duas câmaras (superior e inferior) de uma mesma eclusa, como os existentes nas eclusas de Três Irmãos e Nova Avanhandava
Canais Navegáveis	Os canais navegáveis compreendem os canais artificiais e demais canais de navegação sinalizados ao longo da hidrovia, incluindo aqueles que dão acesso às eclusas
Amarradouros Flutuantes	Estruturas localizadas nas laterais das câmaras das eclusas, utilizadas para amarração de embarcações, e que acompanham o nível da água durante a operação de enchimento da câmara. Os amarradouros são divididos em quatro partes: flutuador, estrutura superior, cabeços de amarração e protetor de espias
Ponto de Parada Obrigatória (PPO)	Local convenientemente demarcado por boias ou por placas de margem a jusante e a montante de cada eclusa, e na entrada e saída do Canal Pereira Barreto, a partir do qual as embarcações poderão prosseguir viagem com autorização do operador da eclusa ou coordenador de tráfego, através do equipamento de comunicação
Ponto de Comunicação Obrigatória (PCO)	Local convenientemente demarcado por boias ou por placas de margem a jusante e a montante de cada eclusa, e na entrada e saída do Canal Pereira Barreto, onde as embarcações deverão estabelecer obrigatoriamente o primeiro contato com a eclusa, através do equipamento de comunicação
Ponto de Espera (P.E.) ou de Desmembramento (P.D.)	Pontos em terra ou flutuantes (boias de amarração), situados a montante e a jusante das obras de engenharia na Hidrovia Tietê-Paraná, nos quais as embarcações poderão ser amarradas/atracadas em caso de necessidade ou cumprimento de instruções da Administradora da Hidrovia
Área de segurança	Área fluvial navegável entre os pontos de parada obrigatória (PPO) de montante e jusante demarcados por boias ou por placas de margem, incluindo a eclusa e/ou o Canal Pereira Barreto

Fonte: DNIT (2017)

Figura 8 – Boias e Placas delimitadoras de canal preferencial de navegação.



Fonte: <https://pt.slideshare.net/slideshow/hidrovia-piracicaba/10294925> (2024)

Figura 9 - Sistema de combate a incêndio e sinais especiais de navegação.



Fonte: <https://pt.slideshare.net/slideshow/hidrovia-piracicaba/10294925> (2024)

Figura 10 - Dispositivos de Segurança e monitoramento nas Eclusas.



Fonte: <https://pt.slideshare.net/slideshow/hidrovia-piracicaba/10294925>, 2024.

O autor deste trabalho participou da obra de ampliação do vão da ponte SP-425 sobre o rio Tietê (Fig. 11), localizada na cidade de Barbosa. A intervenção, foi iniciada em 2012 e paralisada em 2014, sendo retomada em maio de 2022 e teve como objetivo a remoção de dois pilares para aumentar a segurança na passagem de embarcações. Em outubro de 2024, foi realizada a implosão dos pilares (Fig. 12) e na sequência foi realizado o translado da estrutura metálica até o local (Fig. 13), bem como a instalação do novo vão navegável de 120 metros de comprimento e 1.100 toneladas, representado na Figura 14. Essa obra vai garantir um canal de navegação maior, melhorando principalmente a manobra de comboios. Todo o processo foi supervisionado por engenheiros e profissionais especializados, garantindo a execução em conformidade com as normas de segurança e engenharia vigentes.

Figura 11 - Canal atual de navegação e futuro canal ampliado.



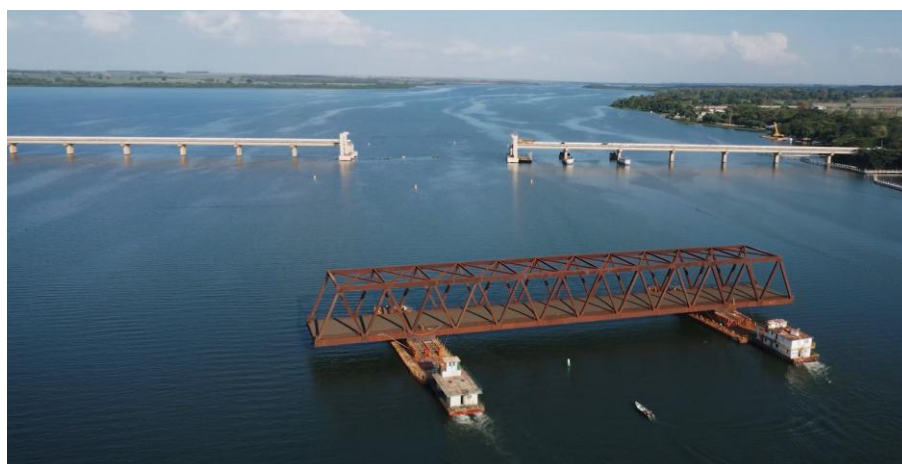
Fonte: O autor (2024)

Figura 12 - Implosão dos pilares para ampliação do canal de navegação.



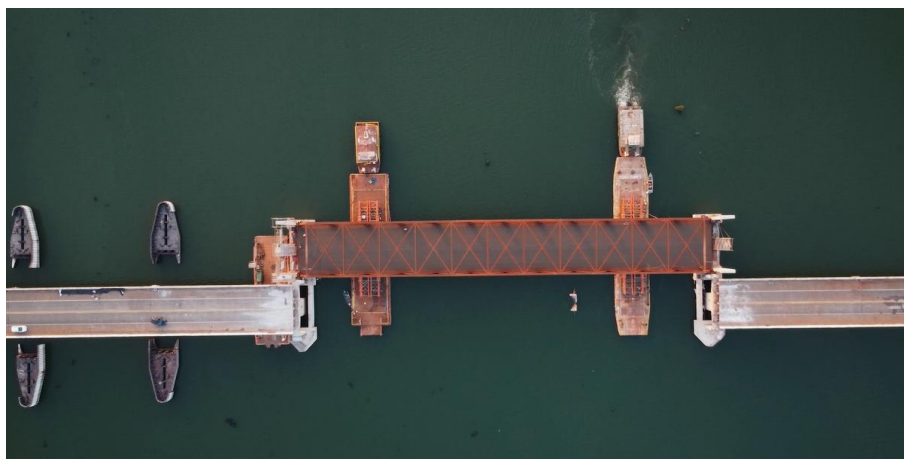
Fonte: O autor (2024)

Figura 13 - Transporte do novo vão metálico.



Fonte: O autor (2024)

Figura 14 - Encaixe do novo vão metálico para início do içamento.



Fonte: O autor (2024)

5 ASPECTO ECONÔMICO E LOGÍSTICO DA HIDROVIA TIETÊ

De acordo com Freire e Lória (2022), a Hidrovia Tietê-Paraná atende cinco estados brasileiros: Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná e São Paulo, totalizando 20,3% do território nacional. Juntos, os estados produzem aproximadamente 3,8 trilhões de reais, correspondendo a 51% do PIB brasileiro (2019). Embora representem 41% da população do país, o PIB per capita da região é superior à média nacional. Além disso, a densidade econômica da área coberta pela hidrovia foi 2,5 vezes maior do que a média brasileira no mesmo período. O PIB regional é da ordem de 142 bilhões de reais e a área terrestre de 115 263 km², dados que demonstram a importância da Hidrovia para o crescimento econômico da região, representado na Tabela 2.

Tabela 2 – PIB, área e Nº de habitantes das regiões no rio Tietê.

Regiões	PIB R\$ bilhões	ÁREA km²	População milhões
SP	89,6 - 63%	40.252- 35%	2,303 - 69%
PR	25,0 -18%	10.029- 9%	0,539 - 16%
MS	21,2 -15%	49.006 -42%	0,369 - 11%
MG	3,4 - 2%	7.783 - 7%	0,077 - 2%
GO	2,4 - 2%	8.193 - 7%	0,048 - 2%
Total	141,6	115.263	3,336

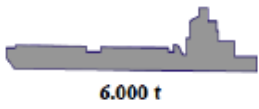

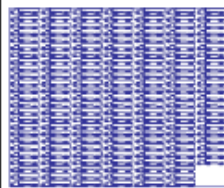
Fonte: Freire e Lória (2022)

A hidrovia Tietê-Paraná impulsiona o desenvolvimento econômico local e nacional, mas é subutilizada, já que o transporte rodoviário domina mais de 60% dos modais, enquanto o hidroviário representa menos de 15% (CNT, 2018). Em 2019, os portos brasileiros movimentaram 1,1 bilhão de toneladas de cargas, com destaque para grãos, farelos, cana e produtos de baixo valor agregado. A Hidrovia Interliga diversas regiões, como Centro-Oeste e o Sudeste, conjuntamente com os modais ferroviários e rodoviários (TORRES, 2021).

5.1 LOGÍSTICA E COMPETITIVIDADE DA HIDROVIA TIETÊ

O modal hidroviário se apresenta como o mais viável, pelo baixo custo do frete e capacidade para grandes volumes de carga. O Brasil é um grande produtor de grãos, principalmente a soja e necessita escoar o produto, com baixos custos no transporte. Grande parte dessa produção é voltada ao mercado externo e ainda que utilize a intermodalidade, garante inúmeras vantagens se comparado a outros modais de transporte, conforme apresenta a Figura 15 que o modal hidroviário possui o maior volume de carga transportada se comparado aos outros modais (JUNIOR et al, 2018).

Figura 15 - Comparativo do Volume de carga entre os Modais, destacando a vantagem do modal hidroviário.

MODAIS	HIDRO	FERRO	RODO
Capacidade de Carga	<p>1 Comboio Duplo Tietê (4 chatas e empurrador)</p>  <p>6.000 t</p>	<p>2,9 Comboios Hopper (86 vagões de 70 t)</p> 	<p>172 Carretas de 35 t Bi-trem Graneleiras</p> 
Comprimento Total	150 m	1,7 km	3,5 km (26 km em movimento)

Fonte: Junior et al (2018)

No transporte de cargas, um caminhão possui capacidade para 29 toneladas de mercadorias, sendo necessário o uso de 190 veículos para formar um comboio capaz de transportar 5.400 toneladas por viagem. As Figuras 16 e 17 comparam os modais rodoviário e hidroviário quanto ao consumo de combustível e custo de frete. A Figura 16 demonstra que o modal hidroviário consome significativamente menos diesel (128 litros para 320 km) em relação ao rodoviário (288 litros para 720 km). A Figura 17 reforça a vantagem econômica do modal hidroviário, com um custo total de R\$ 40,64 por tonelada, contra R\$ 91,44 no modal rodoviário, evidenciando sua eficiência tanto energética quanto financeira. (HIRATSUKA, 2021).

Figura 16 – Consumo de Combustível.

Cenário	Distância (km)	n° viagens	Consumo Diesel (lts/viagem)
1	720	190	288
2	472	1	8.000
	320	190	128

Rodoviário
 Hidroviário

Fonte: Hiratsuka (2009)

Figura 17 – Custo do Frete.

Cenário	Distância (km)	R\$/ton.km	R\$/ton	R\$ total/ton
1	720	0,127	R\$ 91,44	R\$ 91,44
2	472	0,050	R\$ 23,60	R\$ 64,24
	320	0,127	R\$ 40,64	

Rodoviário
 Hidroviário

Fonte: Hiratsuka (2009)

Junior et al (2018) apresentam um comparativo entre os Estados Unidos e Brasil, ambos possuem dimensões geográficas semelhantes, porém, dispõem de grande vantagem competitiva no modal hidroviário, com aproveitamento de 57% de seu potencial, enquanto o Brasil apresenta apenas 26%. Sendo que o maior problema para o desenvolvimento econômico do país está na logística de transporte eficiente. O volume de carga anual movimentada nos EUA é de 483 milhões, contra 25 milhões no Brasil, e esta diferença se justifica pelas diferenças em termos de investimento em infraestrutura que não acompanha o avanço do setor produtivo de forma a tornar o modal hidroviário mais competitivo.

O autor ainda cita negativamente a paralisação na hidrovias em 2014 (20 meses) e revela que a competitividade do modal rodoviário revelou-se inadequada nessa ocasião, devido à grande variação nos valores de frete, nos tempos de percurso, o que elevou significativamente os custos da operação. O impacto mais expressivo está na transição do modal hidroviário para o rodoviário, ressaltando a importância de uma infraestrutura de transporte eficiente (JUNIOR et al, 2018).

Conforme estudo, Bravin (2001) afirma que, o modal hidroviário torna-se muito atrativo quando integrado dentro de um sistema logístico adequado. O transporte

hidroviário é uma modalidade que apresenta menor custo de frete, contribui para o descongestionamento do tráfego rodoviário, oferece vantagens técnicas e econômicas para o escoamento dos produtos agrícolas do Sudeste e Centro-Oeste, reduz os custos de transporte, tornando os produtos brasileiros mais competitivos no mercado interno e externo (BRAVIN, 2021)

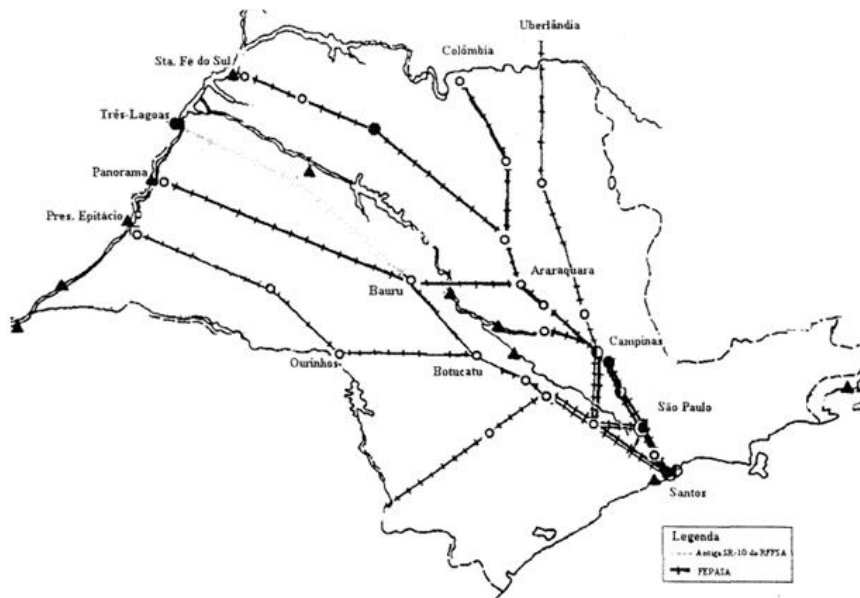
5.1.1. Desenvolvimento Regional e Intermodalidade

A intermodalidade reduz os custos de transporte ao desafogar as rodovias para outros usuários, além de atrair investimentos e fomentar o desenvolvimento regional. Nesse cenário, o crescimento ao longo da Hidrovia Tietê-Paraná é impulsionado por produtores e empresários, visando diminuir o custo final de seus produtos, estabelecem-se nas proximidades da hidrovia para reduzir as despesas com transporte. Isso acontece em países desenvolvidos, onde indústrias se instalaram ao longo dos rios como o Mississippi, Tennessee, Ródano e o Reno, utilizado para o transporte de cargas da Europa (BRAVIN, 2001).

OLIVEIRA (1996) apresenta que a hidrovia Tietê não tem conexão direta com os portos marítimos, portanto, necessita do transbordo das mercadorias, através de outros modais. No entanto, sua localização favorece essa intermodalidade pelos terminais de carga e descarga ao longo do Rio Tietê. As Figuras 18 e 19, demonstram que as principais ferrovias e rodovias do Estado de São Paulo, correm paralelamente ao rio e atravessam o estado, facilitando o transporte de cargas até os portos marítimos, especialmente o Porto de Santos-SP, o autor ainda esclarece:

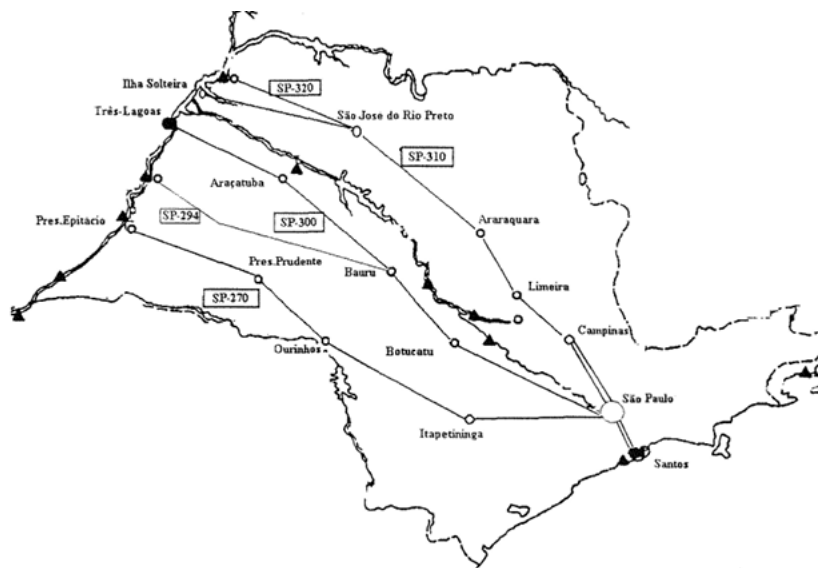
[...] a disponibilidade de outras modalidades de transporte na região da hidrovia Tietê-Paraná. A ferrovia tem um traçado bastante paralelo ao da hidrovia, representado pela SR-10 da RFFSA (Rede Ferroviária Federal S.A.), que liga Corumbá a Bauru; e pelos trechos da FEPASA (Ferrovia Paulista S.A.) entre Santa Fé do Sul e Araraquara, Panorama e Bauru e Presidente Epitácio e Botucatu. A rodovia também apresenta disposição paralela, representada pelas estradas estaduais de São Paulo, a SP-320, a SP-310, a SP-300, Sp-294 e a SP-270 (OLIVEIRA, 1996).

Figura 18 – Estradas de Ferro e a Hidrovia Tietê.



Fonte: Oliveira (1996)

Figura 19 - As Rodovias e a Hidrovia Tietê.



Fonte: Oliveira (1996)

5.2 PAPEL DA HIDROVIA NO TRANSPORTE DE CARGAS

Segundo a Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Governo do Estado de São Paulo (SEMIL, 2024), a carga transportada no primeiro semestre de 2024 foi de 974 mil toneladas, sendo 5,8% maior que o mesmo período

no ano anterior. O transporte da soja predomina com 786.927 toneladas, cana-de-açúcar, com 186.327 toneladas, como também, farelo de soja e milho (2024). O transporte hidroviário se destaca por sua eficiência econômica, social e ambiental.

O modal aquaviário possui grande potencial para contribuir com o equilíbrio da matriz de transporte de cargas no Brasil, atualmente dependente do transporte rodoviário. Portanto, existe uma necessidade urgente de reformular as políticas públicas de investimento em transporte, especialmente considerando a maior bacia hidrográfica navegável do mundo, que hoje responde por 56% da produção de soja no Brasil e poderá chegar a 80% nos próximos dez anos. O programa BR dos Rios, planejado para se tornar uma política de Estado, busca estruturar uma logística fluvial robusta para apoiar a crescente produção agrícola, mas depende de apoio social e de recursos para sua implementação, de acordo com o Ministério da Infraestrutura (QUINTELLA et al, 2020).

Quintella et al (2020) complementa que, em fase inicial desde 2019, o programa está alinhando prioridades e promovendo diálogo com *stakeholders* e entidades do setor hidroviário, como a Associação Brasileira de Entidades Portuárias Hidroviárias, que vê na BR dos Rios um grande potencial para a cadeia logística do país. Já sindicatos da construção naval aguardam propostas mais concretas para contribuir com o fortalecimento da indústria fluvial nacional. Se efetivado, o programa poderá transformar o transporte fluvial em um pilar da multimodalidade no Brasil, reduzindo custos logísticos e o custo-Brasil, de modo similar ao que a BR do Mar representa para a cabotagem. Quintella et al, destaca a hidrovía Tietê-Paraná com a melhor infraestrutura e navegabilidade:

Uma hidrovía de verdade precisa de infraestrutura, ou seja, sinalização adequada, balizamento, sistema de monitoramento de tráfego, correções nos cursos d'água, dragagens e derrocamentos frequentes, e, em certos casos, construção de barragens e eclusas. O único sistema que se aproxima de uma hidrovía, de acordo com o estudo, é o sistema Tietê-Paraná (QUINTELLA et al, 2020).

5.2.1 Principais Cargas Transportadas

As principais empresas que transportam cargas na Hidrovía Tietê-Paraná são Louis Dreyfus Company, Raízen, DNP Indústria e Navegação e, TNPM Transporte, Navegação e Portos Multimodais Ltda, sendo estas duas últimas pertencentes ao mesmo grupo econômico (TORQUE). Pimentel (2021) apresenta que a TORQUE

possui a maior capacidade de carga, transportando até 138 mil toneladas. Atualmente, as principais cargas de longo curso são soja e milho, com origem em São Simão (GO), e celulose e madeira de Três Lagoas (MS), todas com destino ao Porto de Santos e a exportação. A soja, em particular, possui 39,9% de produção para consumo interno e 60,1% de sua produção destinada à exportação. O transporte na hidrovía inclui produtos agrícolas como soja, farelo de soja, cana-de-açúcar, açúcar, etanol, algodão e fertilizantes, além de bauxita, minério de ferro, petróleo e derivados, materiais de construção, areia, madeira, celulose, contêineres e reboques Ro-Ro.

Junior et al. (2008) destaca a relevância do Porto Intermodal de Pederneiras (SP) como um ponto estratégico para o transporte de mercadorias. Sua localização facilita a integração entre regiões, otimiza o fluxo de produtos e desempenha um papel crucial na especialização produtiva e na reprodução do capital.

Sua infraestrutura gera benefícios tanto para a empresa, como para o poder público e sociedade, aumentando receitas fiscais, melhorando a empregabilidade e estimulando a economia local. Além disso, o sistema hidroviário Tietê-Paraná e a intermodalidade aumentam a fluidez das conexões inter-regionais, concentrando empresas em torno dos portos e formando importantes pontos de circulação de cargas no território. Algumas empresas possuem terminais próprios para armazenamento de seus produtos na região e utilizam a hidrovía Tietê para o transporte com destino ao Porto de Santos (Quadro 3).

Quadro 3 – Empresas instaladas em Pederneiras (SP).

EMPRESA	ATIVIDADE / PRODUÇÃO
Caramuru Alimentos	Grãos e farelos, extração e refino de óleos especiais de soja, milho, girassol, canola, entre outros, e exportação de <i>commodities</i> .
Grupo Torque S.A.	Metalurgia e, principalmente, o transporte hidroviário de cargas, descarregamento dos comboios, condução das cargas até os armazéns e/ou vagões com destino a Santos.
Louis Dreyfus Commodities Brasil S.A.	Comercialização internacional de <i>commodities</i> agrícolas, extração de madeira, produção de energia, esmagamento e refino de sementes oleaginosas, produção de açúcar e álcool, processamento de frutas cítricas, exploração, refino e comercialização de petróleo e gás natural, telecomunicações, administração de frotas de navios oceânicos, projetos imobiliários e serviços financeiros.
MRS Logística	Responsável por escoar as cargas do terminal até o Porto de Santos-SP através do modal ferroviário.

Fonte: Adaptado de Junior et al (2008)

5.2.2 Papel Estratégico no Corredor Logístico do Brasil

Apesar da perspectiva de utilização da multimodalidade para o transporte de cargas no Brasil, ainda existem desafios como a falta de investimentos, grande utilização do modal rodoviário, ineficiência de portos e terminais, a logística e infraestrutura precárias. No caso da Hidrovia Tietê-Paraná e da Rodovia Marechal Rondon, a utilização do transporte hidroviário apresenta benefícios ambientais e econômicos, reforçando a importância de uma maior intermodalidade no transporte, adaptando os modais conforme as características da carga e o trajeto (TORRES et al, 2021).

O autor também enfatiza que a intermodalidade impulsiona a expansão do transporte hidroviário interior. O sistema Tietê-Paraná, em conjunto com a integração a outros modais, é essencial para reduzir os custos de transporte e aprimorar a conexão entre diferentes regiões do país. Isso se deve ao fato de o transporte hidroviário exige a complementação por outros meios. A integração entre os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário é crucial para superar as deficiências do setor e promover o desenvolvimento nacional, com a geração de empregos, aumentando o poder de consumo e reduzindo o preço dos produtos. O sistema intermodal também aumenta a competitividade dos produtos brasileiros no mercado global, reduzindo os custos de transporte de forma mais sustentável (TORRES, 2021).

Carvalho (2020) apresenta que as poucas conexões intermodais existentes possuem problemas em infraestrutura, como por exemplo o eixo ferroviário sul que possui bitolas estreitas e quase inoperantes, e a Estrada de Ferro Sorocabana (vai até Porto de Presidente Epitácio) está inadequada ao transporte há anos. O trecho entre Pederneiras e Itabira necessitam de melhorias nos trilhos, pois não consegue atender o transporte dos 3 milhões de toneladas/ano de grãos trazidas pelos comboios até Pederneiras, sendo que mais de um terço utiliza o transporte rodoviário até o Porto de Santos. O autor destaca que as melhorias poderão atender a demanda de 9 milhões.

A soja é um dos principais produtos de exportação brasileira. A região Centro-Sul, com aproximadamente 30 mil hectares, é a principal área de plantio. O Mato Grosso destacou-se nos últimos cinco anos como o maior produtor nacional de soja, com previsão de produção de 36,8 milhões de toneladas na safra 2020/21, que abrange 10,004 milhões de hectares e uma produtividade de 3.587 kg/ha. Os

principais compradores da soja brasileira são China, Europa e Irã, com a China representando US\$ 20,5 bilhões em exportações em 2019. A intermodalidade, especialmente através da cabotagem, é viável para o escoamento não apenas da soja, mas também de outros grãos. O modal hidroviário oferece vantagens econômicas significativas, pelo transporte de grandes volumes de carga, de forma eficiente e sustentável (SOUZA, 2020).

A hidrovía também é muito utilizada para o turismo náutico com transporte de passageiros, com passeios pela via e eclusagem, como menciona Carvalho (2020) citando o exemplo das cidades de Barra Bonita e Bariri que recebem mais de 300 mil turistas por ano para realizarem passeios turísticos e conhecer o funcionamento e a transposição de uma barragem através de eclusa. Também destaca, os pontos importantes instalados às margens do Rio Tietê, de dois estaleiros destinados à construção e reparo de embarcações, e os portos no município de Santa Maria da Serra, Anhembi e Conchas.

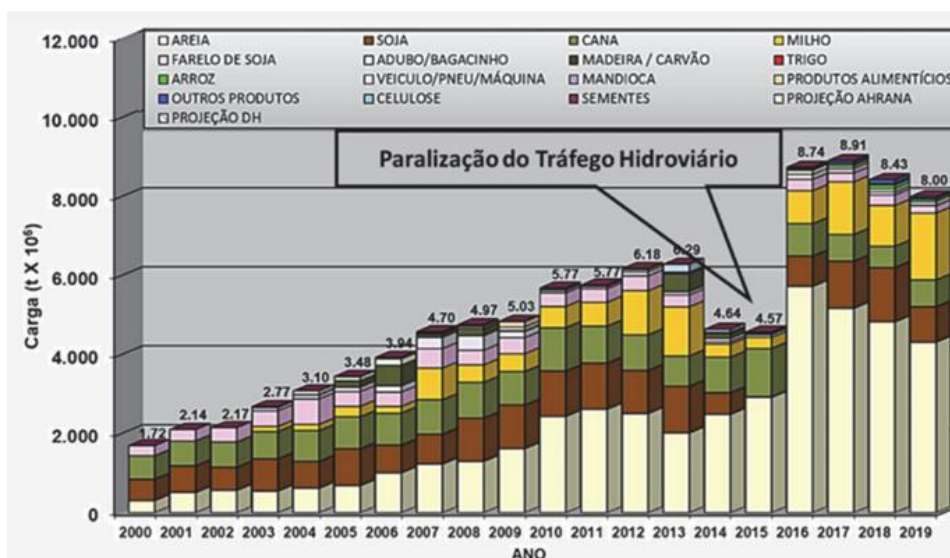
5.2.3 Principais Polos de Carga da Hidrovía Tietê

Segundo o Plano Diretor da Hidrovía Tietê-Paraná elaborado pelo Governo do Estado de São Paulo (PD, 2020), nos últimos 19 anos houve crescimento anual de 9%, para transporte de cargas de longo percurso realizado pela hidrovía (Fig. 20), e o plano apresenta os cinco polos de carga que utilizam a hidrovía Tietê para o escoamento de carga:

- a) São Simão (Fig. 21): transporte de produtos dos estados de Mato Grosso e Goiás, até Santos, sendo 320 km até Pederneiras (2,5 milhões de Toneladas anuais) e 320 km até Santos. Com a paralisação da Hidrovía em alguns períodos devido à estiagem e baixo nível de água no Canal de Nova Avanhandava, está sendo construído um Terminal Ferroviário, pela empresa Rumo e Caramuru, com capacidade para cinco milhões de toneladas de modo a competir com o transporte hidroviário de soja e outros produtos que tem origem no município de São Simão-GO com destino à Pederneiras-SP passando pela hidrovía Tietê-Paraná, tornando um modal concorrente;

- b) Três Lagoas: localizado no Rio Paraná, atende também Mato Grosso do Sul. As empresas, Eldorado Brasil Celulose e Suzano Papel e Celulose, atuam na região, apontam para sete milhões de toneladas anuais. A carga é levada pela hidrovía até Pederneiras, como também, pelo modal rodoviário até Rubineia e o restante do trajeto pela Ferrovia Rumo;
- c) Sudeste de Mato Grosso do Sul: principal produtor de cana-de-açúcar (Mato Grosso do Sul) com safra de 47 milhões de toneladas gramínea (2019/20), 3,3 bilhões de litros de etanol, e 730 mil toneladas de açúcar;
- d) Região de Araçatuba: polo gerador e receptor de cargas do Oeste Paulista, transporta até Anhembi óleo diesel e calcário dolomítico, e retorna com etanol e produtos para industrialização de cana-de-açúcar e madeira. Existe um projeto para construção de um terminal de cargas no local;
- e) Pederneiras: construção de um terminal multimodal (MRS) para 10 milhões de toneladas anuais, como celulose, grãos e contêineres.

Figura 20 – Crescimento de 9% ao ano no total de Carga Transportada



Fonte: Plano Diretor (2020)

Figura 21 – Terminais em São Simão (Goiás).



Fonte: Plano Diretor (2020)

5.3 BENEFÍCIOS E DESAFIOS LOGÍSTICOS

Mendes (2013) afirma que, a logística é um dos principais desafios das organizações, sendo essencial para diferenciar produtos ou serviços. No Brasil, sua importância tem crescido, com o objetivo de otimizar o transporte e assegurar a qualidade, considerando o tipo de material e o custo do modal. No mercado brasileiro, a logística tem ganhado valor ao agilizar e garantir a qualidade do transporte, sendo a escolha do modal influenciada pelo tipo de material e pelo custo:

[...] a implantação de eficientes logísticas ao longo do processo racionaliza os custos, viabilizando soluções de compromisso entre as complexas operações ao longo dos diferentes estágios de transformação, transporte e distribuição (MENDES, 2013).

É essencial comparar os níveis de eficiência do modal hidroviário na matriz de transporte dos Estados Unidos, que apresenta maior eficiência devido à manutenção frequente em sua infraestrutura otimizando a movimentação de produtos e reduzindo custos por meio de melhor aproveitamento da eficiência energética e maior produtividade. No Brasil, o modal rodoviário representa 60% da matriz de transporte, tornando-se necessária a ampliação das vias navegáveis, melhorando a qualidade do escoamento da produção e a posição do país nos índices de competitividade global, fator crucial em um mercado altamente competitivo (JUNIOR et al, 2018).

5.3.1 Vantagens Logísticas e Operacionais

Segundo Berti (2018), o Brasil se destaca na produção mundial de grãos, porém, opera com um alto custo logístico. As exportações dos produtos agrícolas batem recordes e aumentam sua participação no PIB. Todavia, problemas com gargalos de infraestrutura, a deficiente integração entre modais e os elevados custos impactam negativamente na competitividade mundial.

O Centro-Oeste é o maior produtor de soja, responsável por 45% do total nacional. Um deslocamento de 1.800 km do Mato Grosso até o Porto de Santos pode chegar a 2.700 km devido às precárias condições das estradas, elevando o custo do produto e o tempo de viagem. Além disso, o setor ferroviário é limitado, representando apenas 25% de todas as cargas. O autor afirma que o transporte hidroviário oferece uma redução de custos entre 10 e 15% pelas vantagens desse modal, desde que haja investimentos que garantam o calado adequado ao longo ano. Como segunda opção, sugere-se direcionar o escoamento pela Bacia Amazônica, que possui grande capacidade de navegação e infraestrutura portuária estabelecida (BERTI, 2018).

Os portos marítimos, além de atuarem como pontos estratégicos para exportação e importação, promovem a formação de economias de escala e favorecem a concentração de diversas atividades econômicas, como indústrias, comércio e serviços. No comércio internacional, desempenham um papel essencial, conectando países e continentes, sendo fundamentais no contexto da globalização e da integração dos mercados. Por outro lado, os portos fluviais, especialmente utilizados para o escoamento de grãos, farelos, cana e outros produtos de baixo valor agregado, conectam diferentes regiões brasileiras, como o Centro-Oeste e o Sudeste, integrando os modais hidroviário, ferroviário e rodoviário. Em 2019, 1,1 bilhão de toneladas de cargas foram movimentadas nos portos brasileiros, representando uma queda de aproximadamente 1,6% em relação a 2018 (COCCO & SILVA, apud JUNIOR, 2008).

5.3.2 Desafios de Infraestrutura e Manutenção

A integração multimodal no Brasil apresenta como principal desafio a necessidade de investimentos em infraestrutura, com o objetivo de melhorar as

rodovias e criar conexões eficientes entre os diferentes modais. Para superar essa barreira, o governo brasileiro tem recorrido a privatizações e concessões, com o objetivo de atrair capital privado, melhorar a gestão e garantir a conservação das estradas. Essas medidas podem diminuir os custos logísticos, tornando os produtos nacionais mais competitivos no mercado internacional. Com um planejamento estratégico e constantes investimentos, o Brasil tem potencial para uma infraestrutura logística integrada e segura, que pode favorecer o crescimento econômico sustentável e ampliar sua competitividade global (CNT, 2024).

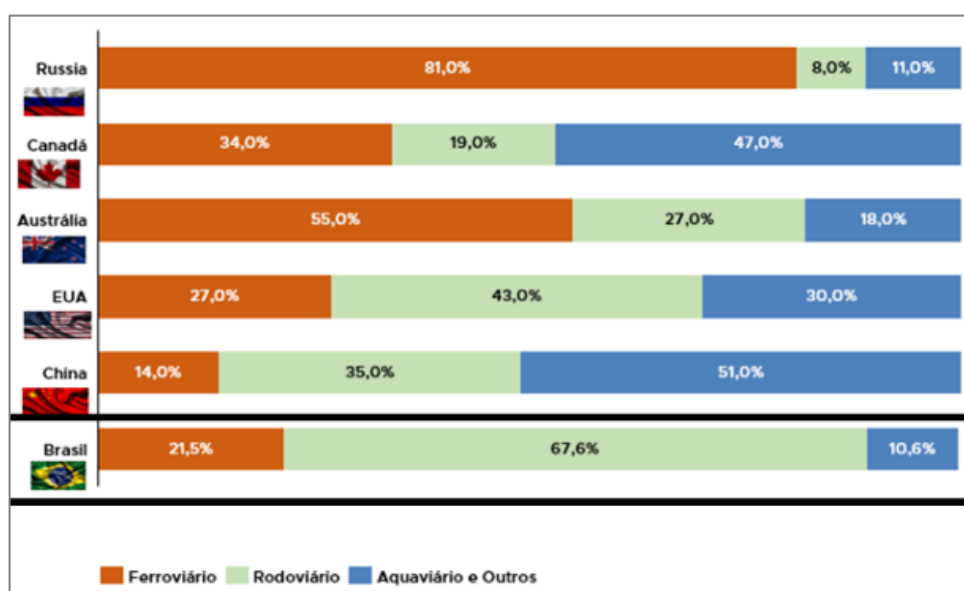
Segundo Sobrinho (2019), os principais desafios logísticos no Brasil incluem a ausência de iniciativa política para o uso de hidrovias, a precariedade da infraestrutura hidroviária, e a necessidade de uma melhor integração entre os modais logísticos. A solução proposta envolve a transferência da gestão dos portos e hidrovias para a iniciativa privada, com o governo focado em regulamentação e fiscalização, além da desburocratização e do aumento da produtividade no setor público.

E acrescenta que, de acordo com a pesquisa, no modal hidroviário o tempo de transporte não representa um grande desafio, desde que haja um planejamento logístico adequado. A principal vantagem do modal é a redução de custos logísticos, que oferece grande potencial de desenvolvimento, como também, destaca-se a importância da sustentabilidade, com a necessidade de maior conscientização de entidades ambientalistas, sindicais, governo e sociedade sobre o valor do transporte fluvial (SOBRINHO, 2019).

6 PERSPECTIVAS FUTURAS E SUSTENTABILIDADE

De acordo com o Instituto Brasil Logística (IBL, 2024), como destacado anteriormente, a Hidrovia Tietê-Paraná é um importante corredor multimodal de exportação e o principal sistema de transporte hidroviário de carga do estado. Segundo Bussinger (2019), a principal inovação e contribuição da logística brasileira para a sustentabilidade reside na transformação de sua matriz de transportes. Esse foco é reforçado pela Organização Mundial do Comércio (OMC), que aponta o transporte aquaviário como responsável por 80% a 90% do comércio global, movimentando aproximadamente US\$ 5 trilhões em produtos anualmente. Na Figura 22, o autor compara o índice de utilização dos três principais modais de transporte em diversos países e ressalta que, no Brasil, cerca de 70% das cargas são transportadas pelo modal rodoviário.

Figura 22 – Comparação de Matrizes de Transporte de carga em Países com mesmo Porte Territorial.



Fonte: Bussinger (2019)

6.1 PLANOS FUTUROS PARA A HIDROVIA

O Ministério dos Portos e Aeroportos afirma que foi destinado um reforço orçamentário à ANTAQ, com prioridade para o incremento de mão-de-obra especializada na elaboração de estudos preliminares e levantamentos técnicos para os Estudos de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental nas principais hidrovias do país. A ANTAQ e o Ministério destacam os benefícios logísticos das hidrovias, ressaltando que um comboio aquaviário equivale a mais de 250 vagões ou 500 carretas, e afirma que o custo de implantação de hidrovias é inferior ao dos modais ferroviário e rodoviário. (ANTAQ, 2023).

A ANTAQ elaborou o Plano Geral de Outorgas (PGO), um instrumento de estruturação de Estado que segue as diretrizes de Planejamento Nacional de Transportes e as Políticas formuladas pelo Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte e pelo Ministério da Infraestrutura. O plano tem como finalidade orientar investidores e consolidar projetos de outorga para exploração das vias navegáveis ou potencialmente navegáveis e prestação de serviços de transporte aquaviário. Seus objetivos incluem a implantação de uma infraestrutura aquaviária adequada, criação de novas rotas, redução de custos, aumento da oferta de serviços, garantia da operação segura e racional do transporte de pessoas e bens, além de promover o desenvolvimento social e econômico, a integração nacional e a concorrência por meio da participação do setor privado (ANTAQ, 2023).

Segundo Corrêa (2008), uma análise dos Planos dos Vales Tietê-Paraná revela uma descontinuidade entre um plano e outro, impedindo assim, a execução plena dos projetos. Apesar dos investimentos significativos, a falta de um plano executável comprometeu sua avaliação. Os planos regionais devem garantir continuidade e envolver a participação de atores locais, com avaliações periódicas para acompanhar os resultados. No caso das hidrovias, essa continuidade é ainda mais crucial, pois mudanças institucionais afetam os aspectos técnicos e administrativos. Revisões sistemáticas do diagnóstico econômico são necessárias para alinhar as economias local, regional e nacional, promovendo integração entre capacidades locais e desenvolvimento regional, evitando a separação entre planejadores regionais e globais.

Outros autores reforçam que a falta de orçamento não é o principal obstáculo para o desenvolvimento hidroviário no Brasil sendo o problema real a criação de

orçamentos pouco realistas. Barros et al, 2023, recomendam que os planos hidroviários sejam atualizados com uma abordagem mais realista e sugere que mais do que aumentar o orçamento, é essencial melhorar a priorização e execução dos projetos, como também, investir em recrutamento e treinamento. O Atlas Aquaviário é visto como ferramenta útil, mas seus indicadores não avaliam a qualidade das obras ou o serviço ao usuário. Propõe-se um arranjo de governança que envolva múltiplos atores e uma abordagem adaptativa de gestão, recomendando também, que estudos futuros incluam comparações com investimentos privados, já que o aumento do transporte hidroviário ocorre mesmo com baixos investimentos públicos.

6.1.1 Expansão e Modernização da Infraestrutura

Carvalho (2020) esclarece que na Hidrovia do Tietê existem alguns trechos com limitações para a navegação. As obras no reservatório de Três Irmãos estão em andamento, pois teve suspensas as operações no trecho pela paralisação de 2014. O canal em Barra Bonita necessita de desassoreamento (dragagem) e a montante de Anhembi requer obras para tornar possível navegar até Conchas. Algumas pontes possuem vãos de pontes menores que 100m, obrigando o desmembramento, elevando o tempo de viagem em três horas. As pontes localizadas na foz do Rio Tietê (SP-595), Três Irmãos (SP-310/563) e Nova Avanhandava (SP-425), por possuírem o vão mais estreito, permite a passagem de uma barcaça por vez.

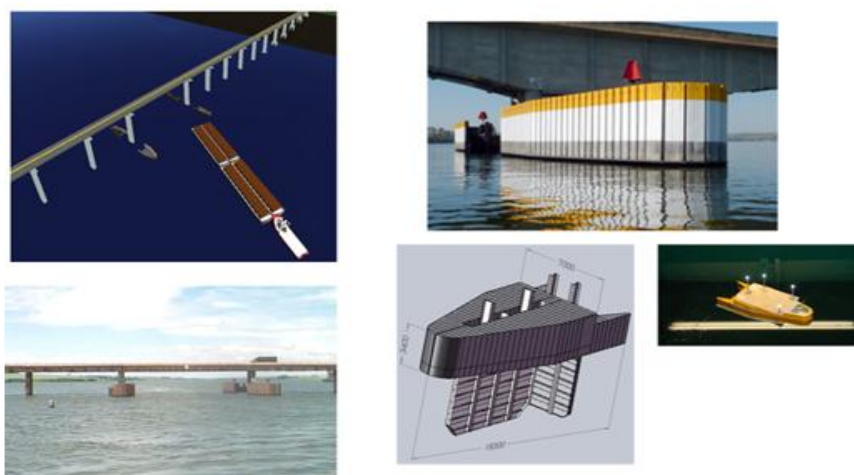
O autor também apresenta o projeto do DH para extensão do eixo navegável da Hidrovia do Tietê em 250km, construção de barragens e eclusas. O projeto propõe a expansão por mais 45 km até o distrito de Ártemis no município de Piracicaba, por meio da Construção de uma nova barragem em Santa Maria da Serra. Porém, entidades ambientalistas e o Ministério Público se opuseram à iniciativa e foi aberto um Inquérito Civil contra a obra em 2013. O DH propõe a construção de quatro barragens de 13 m de desnível em Anhembi, Laranjal Paulista, Tietê e Porto Feliz, o que desviara o transporte rodoviário cruzando a grande São Paulo e direcionando para a malha ferroviária (CARVALHO, 2020).

Padovezi (2019) apresenta um estudo detalhado sobre os Sistemas Flutuantes de Proteção de Pilares de Pontes, cuja implantação é mais adequada em regiões de grande profundidade, onde soluções como dolphins ou ilhas são inviáveis.

Esse sistema exige manutenção e inspeção constantes, incluindo a verificação da estanqueidade dos pontões, a integridade das amarras e a estabilidade das fixações pelas âncoras. A manutenção preventiva garante a vida útil deste tipo de estrutura de até 25 anos. Projetada pela Naval/IPT com defensas de madeira e instaladas na hidrovia Tietê (SP-161), conforme apresenta a Figura 23. O autor explica:

A energia de colisão de uma embarcação é absorvida pelo sistema flutuante pelas seguintes formas: contato de embarcação com o pontão (deformação das defensas, da estrutura do pontão e da estrutura da embarcação); resistência na água da embarcação e do pontão, incluindo massas adicionais; movimentos forçados do pontão (surge *heave*, *roll*, *Sway*, *pitch*); elasticidade das linhas de amarras (PADOVEZI, 2019).

Figura 23 – Sistemas Flutuantes Projetados pela Naval/IPT.



Fonte: Padovezi (2019)

No período entre 2000 a 2018 foram instalados os sistemas flutuantes em diversas pontes na Hidrovia Tietê-Paraná e observou-se 14 colisões (resvalos, principalmente) registradas de comboios fluviais contra os pontões (Fig. 24), sendo uma média de um evento a cada sete anos. Existem novos projetos de aperfeiçoamento desse sistema, aumentando assim, a durabilidade da estrutura e linhas de ancoragem, com o objetivo de diminuir a probabilidade de colisão de embarcações com os pilares de pontes, como também movimentos dos pontões sob ação de ondas (PADOVEZI, 2019).

Figura 24 – Pontes com o Sistema Flutuante instalado e Acidentes.

PONTE - RODOVIA	RIO	ANO DE INSTALAÇÃO
SP-333	Tietê	1.999
SP-225	Tietê	1.999
SP-463	Tietê	2.000
SP-563	Tietê	2.000
SP-191	Tietê	2.001
SP-425	Tietê	2.001
SP-595	São José dos Dourados	2.001
BR-158 (Paulicéia)	Paraná	2.009
BR-262	Paraguai	em início de licitação



Fonte: Padovezi (2019)

Segundo o Plano Diretor (2020) nos EUA, a relação entre a boca da embarcação e a largura dos vãos das pontes é considerada adequada, mas o comprimento das embarcações tem maior influência devido aos desvios causados por vento e correntes, exigindo vãos com largura próxima a 75% do comprimento do comboio. As pontes americanas possuem vãos largos e elevados, favorecendo a passagem de comboios de embarcações. No Brasil, equações europeias, projetadas para canais escavados, foram erroneamente aplicadas no dimensionamento de vãos de pontes, resultando em projetos inadequados às necessidades locais.

O USACE (*United States Army Corps of Engineers*) estudou soluções para proteger os pilares de pontes antigas, como a construção de muros guia parabólicos de aço, sustentados por estruturas fixas instaladas na água, geralmente formadas por um conjunto de estacas de madeira, aço ou concreto, cravadas no fundo do rio ou canal (duques d'alba) implantadas na Robert Bridge Street (Fig. 25) em Minnesota, onde acidentes foram resolvidos com essa técnica. Nos Estados Unidos são comercializados duques d'alba feitos de polipropileno e fibra de vidro, com peso menor do que os de aço e toleram maiores deflexões, o que os torna uma solução promissora (Plano Diretor, 2020).

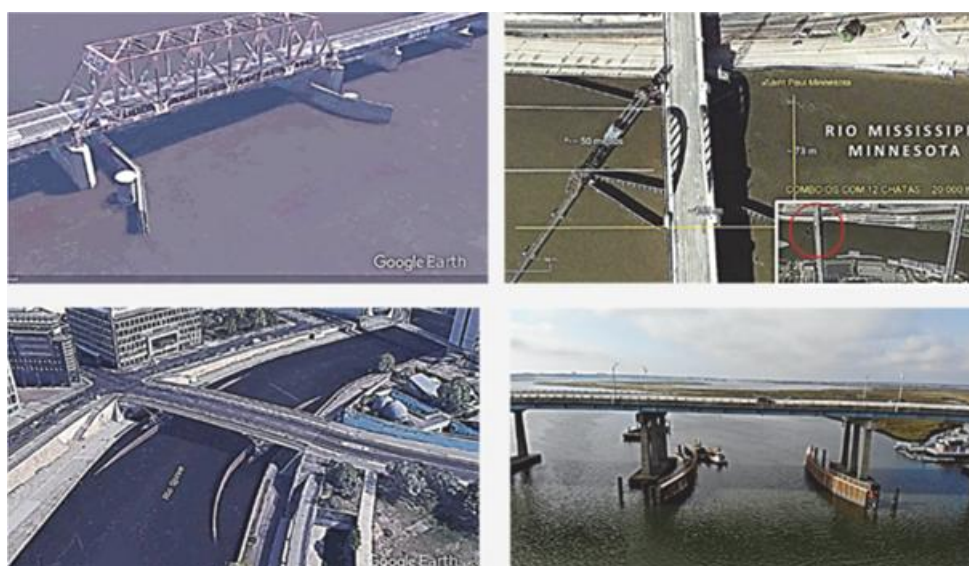
Figura 25 - Ponte Robert Street Saint Paul Minnesota.



Fonte: Plano Diretor (2020)

Embarcações de manobra na proa reduzem os ângulos de deriva, mesmo sob ventos laterais adversos, garantindo maior controle, assim conseguem minimizar ângulos de deriva, auxiliando no controle da direção e estabilidade, mesmo em condições adversas, o que já foi comprovado na hidrovia intercostal americana. Também, a instalação de muros guia (Fig. 26) em rotas de menor profundidade também é vista como uma alternativa segura, permitindo que comboios, em baixa velocidade, ultrapassem pontes com segurança entre esses muros, em baixas velocidades (PLANO DIRETOR, 2020).

Figura 26 – Tipos de Proteção Pilares de Pontes.



Fonte: Plano Diretor (2020)

6.1.2 Projetos de Integração Multimodal

O modal rodoviário é responsável por aproximadamente 60% do volume total de cargas movimentadas no Brasil. Contudo, o transporte rodoviário priorizado gera desafios significativos, como deterioração das estradas, congestionamentos e altos custos de manutenção. Portanto, necessita da integração com outros modais, como o ferroviário e o hidroviário, para reduzir custos e melhorar a eficiência logística. A atual infraestrutura logística do país envolve estratégias de investimentos, privatizações e concessões, com foco na integração multimodal e no uso de tecnologias para otimizar processos no setor (CNT, 2024).

No estado de São Paulo, há um potencial significativo para expandir a Hidrovia. As propostas incluem a extensão da Hidrovia no Rio Piracicaba e no Rio Tietê, destacando a construção do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra, que adicionará 50 km ao Rio Piracicaba. Essa extensão tem grande potencial logístico, favorecendo a criação de polos industrial (Ártemis), turístico (curva da Samambaia) e multimodal, conectando Campinas/Piracicaba ao sistema hidroviário. Contudo, a implementação requer investimentos de longo prazo e a preservação das áreas envolvidas, que deve ser assegurada por um Decreto de Utilidade Pública (PNL, 2024).

Junior et al (2007) apresenta, é necessário levar em conta o tipo de produto transportado, questões de segurança e impactos ambientais. O objetivo da intermodalidade não é promover a competição entre modais, mas sim a integração eficiente. Países como Alemanha, França e Holanda possuem redes de transporte otimizadas, priorizando os modais ferroviário e hidroviário, diferentemente do Brasil, onde o escoamento de produtos industriais e agrícolas é feito majoritariamente por rodovias.

Na Europa, o governo desempenha um papel ativo no planejamento setorial para promover o desenvolvimento e a integração territorial, como na Alemanha e Holanda, onde há forte cooperação entre os modais aquaviário e terrestre. Já no Brasil, há precarização das infraestruturas e falta de planejamento para intermodalidade e recuperação das vias. Nos países desenvolvidos, há uma interdependência entre os modais de transporte e tecnologias de informação, visando otimizar a circulação e beneficiar atividades como armazenamento, distribuição e

segurança, conectando centros produtores a mercados nacional e global (JUNIOR et al, 2007).

6.2 ESTRATÉGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE

Líria et al (2018) relata que, as observações de campo revelaram uma homogeneização da paisagem ao longo do rio, com grandes plantações de cana-de-açúcar, criação de gado, reflorestamento com eucaliptos e áreas de lazer. A presença de algas e ilhas de aguapés ao longo do rio indica impacto ambiental devido à ação humana, especialmente pela piscicultura, que contribui para a eutrofização, causando impacto na qualidade da água pela abundância de microalgas. Apesar da ocupação antrópica, as margens do rio estão bem conservadas, com poucos pontos de erosão. A navegação e os terminais fluviais podem causar algum impacto na sua implantação, mas não são os principais responsáveis pela degradação da qualidade da água e erosão de margens.

A ocupação de terras banhadas pelo Rio Tietê, seja para lazer (habitantes regionais), por empresas turísticas ou implantação de terminais ou portos hidroviários, vem causando prejuízos ao ambiente e qualidade da água. Um exemplo citado, é a ocupação irregular de terras às margens do lago da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) que tem gerado especulação imobiliária e violado a legislação ambiental. A construção de imóveis na região de Presidente Prudente e outros municípios paulistas, estão criando entraves como erosão, assoreamento e poluição. Isso acontece com grande intensidade, pois a grilagem (desmatamento ilegal) e ocupação de terras devolutas (terras públicas) nas margens dos rios Tietê e Paraná, acontece em grande parte com o aval do poder público (JUNIOR, 2008).

6.2.1 Gestão Ambiental e Preservação dos Ecossistemas

Hiratsuka (2009) afirma que, no caso do transporte de açúcar, por exemplo, o uso de hidrovias, em conjunto com o modal rodoviário, reduz o tráfego nas estradas, melhora as condições ambientais e contribui para a eficiência do sistema logístico. Além disso, proporciona benefícios sociais, como a diminuição de acidentes, menor

circulação de caminhões e menos desgaste das rodovias. Também afirma que, o modal rodoviário provoca maior impacto ambiental, em cerca de 1,82 vezes, se comparado ao modal hidroviário, gerando o aquecimento global e poluição do ar.

O transporte hidroviário interior apresenta menores impactos ambientais se comparado aos modais terrestres, pois utiliza os cursos naturais dos rios, gera diminuição do desmatamento e exposição do solo, reduzindo poluição atmosférica e sonora. Além disso, o transporte fluvial e a intermodalidade promovem a integração territorial e incentivam a produção, distribuição e comercialização (TORRES, 2021).

Fialho (2011) apresenta, um comparativo entre os modais, representando a emissão de gases de cada modal, e demonstra que o modal hidroviário é menos poluente, emitindo apenas 74 g de CO, contra 219 gramas gerado pelo transporte rodoviário (Fig. 27).

Figura 27 – Modal Hidroviário menos poluente.



Fonte: Fialho (2011)

Outro ponto importante, se refere a poluição do rio e aos prejuízos para a navegação. Ribeiro et al (2021) menciona que para hidrovias alcançar seu pleno potencial, é essencial intensificar os esforços de saneamento, controle da poluição e restauração dos ecossistemas da bacia do Tietê, que regularizam a vazão dos rios, garantindo condições adequadas para a navegação, pois as mudanças climáticas podem vir a promover eventos extremos cada vez mais intensos e frequentes. Ainda afirma, que para a segurança hídrica do estado de São Paulo, é essencial que as políticas públicas estejam integradas no Plano da Bacia, que deve coordenar metas de despoluição, saneamento, concessão de outorgas, gestão dos reservatórios e produção energética, além de políticas de combate às mudanças climáticas. Intensificar a cobrança pela poluição da água e eliminar o despejo de resíduos das

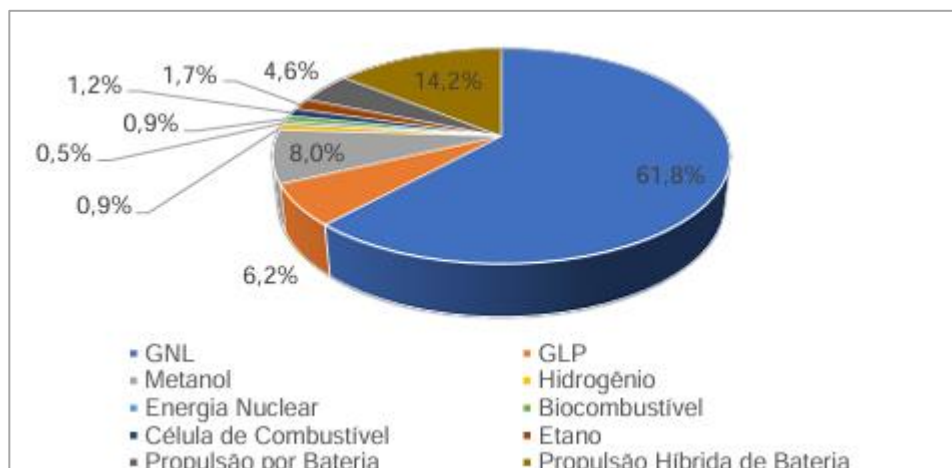
atividades humanas, industriais e agrícolas, são medidas cruciais para garantir a qualidade da água e o uso múltiplo da hidrovia (RIBEIRO et al, 2021).

6.2.2 Uso de Tecnologias Verdes e Redução de Emissões

Os navios são fundamentais para o transporte de mercadorias, mas são muito poluentes. No modal hidroviário, alguns armadores têm adotado medidas para mitigar esses impactos, com embarcações menos poluentes. A principal iniciativa observada nesses navios é o uso de sistemas para reduzir a emissão de gases poluentes que podem amenizar as mudanças climáticas. A criação de normas para a redução dos impactos ambientais, como o Anexo VI da Convenção Internacional para a prevenção da Poluição Por Navios (MARPOL, 1973) que trata da Prevenção da Poluição Atmosférica dos Navios, tem incentivado os avanços tecnológicos e operacionais, com destaque para os navios sustentáveis, que trazem benefícios ambientais e econômicos. O foco principal tem sido a redução de emissões de gases poluentes, crucial para enfrentar as mudanças climáticas. Apesar de haver progresso, o desafio persiste, mas há expectativas de um futuro ambientalmente melhor, com maior consciência das empresas e da sociedade (CAMPELO et al, 2021).

A Raizen *Institute* (2024) explica que a sustentabilidade tornou-se uma prioridade global, impulsionando inovações no setor naval, que têm um impacto significativo nas emissões de carbono. A busca por combustíveis alternativos e sistemas de propulsão mais eficientes reflete a pressão para reduzir emissões e mitigar impactos ambientais. Sistemas de propulsão elétricos e híbridos estão revolucionando a sustentabilidade, sendo que navios que combinam motores elétricos e a combustão, reduzem significativamente as emissões de CO₂, custos operacionais e ruído. No setor naval, esses sistemas são amplamente adotados para melhorar a eficiência energética, permitindo a operação em modo elétrico em áreas sensíveis e minimizando o impacto ambiental. A Figura 28 apresenta que aproximadamente 62% das encomendas de navios a combustíveis alternativos são movidas a GNL, 14% correspondem àqueles com propulsão híbrida a bateria e 8% a metanol (ANTAQ, 2024).

Figura 28 – Encomendas de Navios a Combustíveis Alternativos por Tipo de Combustível.



Fonte: Clarksons Word Fleet Register, apud ANTAQ, 2024.

De acordo com a pesquisa citada, há uma responsabilidade com a sustentabilidade na indústria marítima, sendo que tecnologias como a propulsão solar e eólica estão em ascensão, permitindo que navios com velas modernas e painéis solares reduzam o uso de combustíveis fósseis. A biotecnologia avança com o desenvolvimento de biocombustíveis mais eficientes e menos poluentes, enquanto combustíveis alternativos (zero carbono) são explorados para alcançar a descarbonização a longo prazo. Práticas sustentáveis, como melhorar a eficiência de combustível e reduzir o desperdício, ajudam a proteger o ecossistema e diminuir custos operacionais. Também, a pressão regulatória está aumentando, com organizações internacionais impondo limites mais rigorosos sobre emissões e poluição na indústria naval. (RAIZEN, 2024).

6.3 PROPOSTAS DE MELHORIAS E INOVAÇÕES

A ANTAQ (2024) apresenta que, a Resolução MEPC.203(62) introduziu o Índice de Projeto de Eficiência Energética (EEDI), obrigatório para novos navios, e o Plano de Gerenciamento de Eficiência Energética de Navios (SEEMP), aplicável a todos os navios. O EEDI define um nível mínimo de eficiência energética por milha de capacidade, variando conforme o tipo e tamanho dos navios. Os projetos devem atender a esses níveis de referência, promovendo inovação e melhorias em

componentes que afetam a eficiência do combustível. A expectativa é que, a cada cinco anos, os requisitos de eficiência energética sejam elevados.

Como parte de seus compromissos para enfrentar a crise climática, o governo dos Estados Unidos anunciou investimentos para promover a transição para um transporte marítimo de zero emissões. As ações prioritárias incluem: pesquisa e inovação em combustíveis alternativos e novas tecnologias, como combustíveis sustentáveis, navios elétricos e fornecimento de energia elétrica limpa (*cold-ironing*); eficiência energética e hibridização; energia renovável; e captura de carbono. Além disso, enfatiza o engajamento de partes interessadas para desenvolver estratégias de inovação e investimentos em infraestrutura para tecnologias limpas e combustíveis, financiados por programas federais (ANTAQ, 2024).

6.3.1 Tecnologias de Navegação Inteligente

A estratégia da Organização de Portos Marítimos Europeus (Guia Verde 2021), tem como objetivo auxiliar os portos em suas trajetórias verdes, abordando desde a visão até as boas práticas. O guia estabelece papéis e responsabilidades para a Autoridade Portuária, a área portuária e a comunidade local, além de mostrar como os portos podem contribuir para a transição energética da economia e mitigar externalidades negativas. Inclui exemplos de práticas verdes e serve como uma declaração de intenções para os portos membros, orientando-os na elaboração de planos individuais sem limitar metas ambiciosas de emissão zero já definidas. As ambições do Guia Verde são baseadas nas prioridades ambientais dos portos europeus, considerando o Pacto Ecológico Europeu e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ANTAQ, 2024).

De acordo com estudo realizado por Pimentel (2021), a Hidrovia do Rio Tietê não possui trechos para a navegação de embarcações de 9000 toneladas, durante os períodos de estiagem, considerando sinuosidade, largura e profundidade mínima. O principal desafio para embarcações desse porte é a profundidade reduzida para 3 metros durante a estiagem, o que exige investimentos e intervenções para o aprofundamento. No Canal de Pereira Barreto, o trecho é restrito para grandes embarcações devido à largura mínima de 55 metros, embora não apresente curvas acentuadas e tenha uma profundidade mínima de 5 metros. Essa largura não permite

cruzamentos para embarcações com boca superior a 21,8 metros, mas possibilita o uso de vias singelas. Os trechos entre Itapura e Anhembi são estratégicos por integrar a hidrovia ao transporte ferroviário, importante para o transporte de carga da região, porém, o prolongamento da via requer maiores investimentos.

Desde 2008, o Brasil distribui cartas náuticas eletrônicas de forma oficial e sistemática, com mais de 600 cartas em papel e 200 em formato digital, cobrindo as principais vias navegáveis do país. A partir de 2018, com a exigência da Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar, navios de grande porte passaram a ser obrigados a utilizar cartas eletrônicas, o que impulsionou avanços tecnológicos e cartográficos no Brasil. Essas cartas, tanto analógicas quanto digitais, têm como principal finalidade garantir a segurança da navegação, sendo documentos oficiais da Diretoria de Hidrografia e Navegação, que segue normas técnicas da Organização Hidrográfica Internacional (MB, 2022).

6.3.2 Parcerias e Investimentos em Infraestrutura

O lançamento do programa “Navegue Simples”, tem a finalidade de simplificar o trâmite de processos para as outorgas portuárias. A expectativa é garantir mais investimentos no setor e maior eficiência do transporte aquaviário no Brasil, também modernizar o arcabouço regulatório do segmento. O projeto estimula a participação para novos Terminais de Uso Privados (TUPs), por meio do programa Navegue Simples. Estas ações são fundamentais para o desenvolvimento do modal aquaviário e multimodalidade, “uma vez que o Brasil possui 8,5 mil quilômetros de costa navegável e mais de 19,5 mil quilômetros de hidrovias economicamente navegáveis” (CNT, 2024).

O Programa Navegue Mais divulgado em maio de 2024 como parte do novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), é a principal iniciativa do Ministério de Portos e Aeroportos, com um investimento de R\$ 5,4 bilhões. O objetivo é identificar ineficiências e oportunidades de melhoria nos processos de outorga portuária para agregar mais valor público. O vice-presidente Geraldo Alckmin destacou o crescimento das exportações brasileiras, que aumentaram 8% em 2023, dez vezes mais que a média global. Ele afirmou que, com a colaboração entre governo e iniciativa privada, o setor portuário pode crescer ainda mais, e ressaltou a

importância de criar segurança jurídica e desburocratizar processos para atrair investimentos (CNT, 2024).

O governo do Estado de São Paulo iniciou a obra de ampliação no Canal de Nova Avanhandava, com previsão de término em 2026, com investimento de R\$ 293,7 milhões, que visa garantir o aumento da profundidade do canal de navegação ao longo de 16 km. A obra garante a navegação e a produtividade, como também, a geração de energia das Usinas Hidrelétricas de Três Irmãos. Outra obra está sendo concluída no município de Barbosa.

O Departamento de Estradas de Rodagem (DER) está finalizando a ampliação do vão de ponte sobre o rio Tietê, na Rodovia Assis Chateaubriand (SP 425). Com investimento de R\$ 20 milhões, aumentará a distância entre os pilares da ponte de 38 para 116 metros, garantindo maior segurança para as barcaças de carga, principalmente no transporte de grãos e produtos agrícolas. A conclusão está prevista para o segundo semestre de 2024 (GESp, 2024).

Pimentel (2021) apresenta que, segundo o DH (2008) entre 2000 e 2005, houve melhorias na infraestrutura da Hidrovia Tietê-Paraná, e justifica que, além do transporte de cargas, o trecho é usado para geração de energia elétrica, portanto, os investimentos foram principalmente realizados para permitir o aumento do calado para navegação de 2,5m para 2,9m. A Autora destaca que os investimentos privados viabilizaram a construção de estaleiros na região, como o Estaleiro Médio Tietê Barra Bonita; Cosan (Jaú); Torque (Pederneiras) e Belconav (Araçatuba).

No Brasil, o setor de transportes depende fortemente dos recursos do orçamento fiscal, o que pode comprometer investimentos em períodos de crise econômica. Em 2010, os investimentos públicos em transportes totalizaram R\$ 14,4 bilhões, apenas 0,38% do PIB de R\$ 3,6 trilhões, significativamente inferior aos R\$ 84,2 bilhões investidos por empresas estatais, principalmente pela Petrobras. Até dezembro de 2011, 70% dos investimentos foram alocados para a quitação de despesas pendentes de exercícios anteriores, totalizando R\$ 11,3 bilhões, enquanto em 2010 foram R\$ 14,5 bilhões. Isso indica que a União não conseguiu manter o ritmo de novos investimentos, e as empresas estatais investiram R\$ 60,6 bilhões nos dez primeiros meses de 2011, com 92% desse valor originado do Grupo Petrobras (NETO et al, 2012).

6.3.3 Desenvolvimento de Novos Projetos

Segundo Junior et al (2023) a importância do sistema hidroviário Tietê-Paraná e a intermodalidade para o escoamento de cargas, tem aumentando os fluxos de mercadorias e as dinâmicas territoriais no Brasil. Todavia, a crise econômica exige um planejamento eficiente e a retomada de investimentos públicos e privados, ampliando infraestruturas hidroviárias e portuárias para estimular a circulação de mercadorias, gerar empregos e promover o desenvolvimento do país. As concessões de serviços públicos à iniciativa privada são essenciais para atrair investimentos em infraestrutura de transportes.

Além disso, a retomada do desenvolvimento nacional requer condições político-institucionais favoráveis e uma política macroeconômica que estimule investimentos públicos e privados em infraestrutura e serviços de utilidade pública. Todavia, são necessários incentivos à ciência, tecnologia e inovação, além de uma política industrial eficiente. O planejamento de infraestrutura de transportes, com ações de curto, médio e longo prazo, é fundamental para melhorar o fluxo de mercadorias, pessoas e capitais. Ainda que a logística corporativa otimize os custos de transporte, somente com uma logística eficiente do Estado, poderá impulsionar o desenvolvimento nacional (JUNIOR et al, 2023).

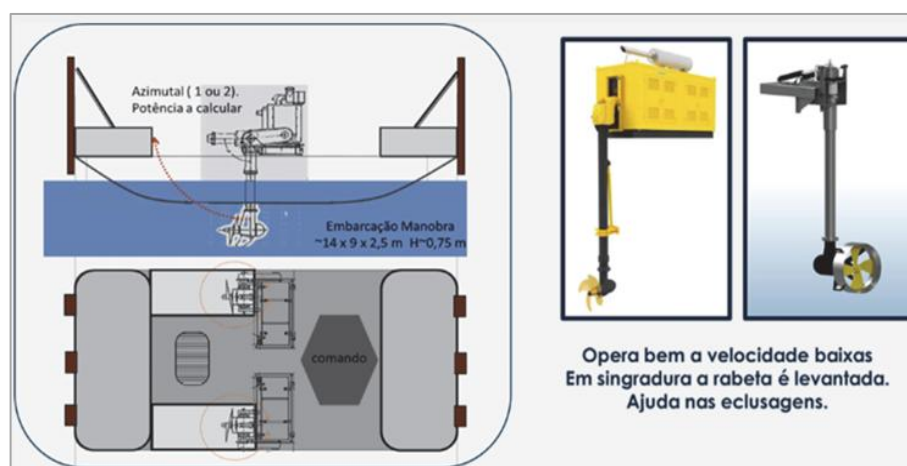
Segundo Fialho (2012), existe a proposta de aumento do trecho de navegação na Hidrovia Tietê-Paraná, fazendo a integração com alguns afluentes dos principais rios Tietê e Paraná, atendendo desta forma outras regiões. Atualmente a área navegável é de 2.400km sendo que, com a proposta deve atingir o total de 3.142 km, contribuindo para um aumento no volume de transporte e explorando ainda mais as duas hidrovias, conforme apresenta a Figura 29, com destaque em vermelho para a ampliação.

Figura 30 – Comboio de 9.000 toneladas.



Fonte: Plano Diretor (2020)

Figura 31 – Layout Preliminar Embarcação de Manobra.



Fonte: PD (2020)

Bussinger (2024) apresenta algumas propostas de embarcações sustentáveis. Em 2021, o rebocador autônomo *Nellie Bly* completou uma viagem histórica de 1.000 milhas náuticas, utilizando tecnologias de navegação autônoma da *Sea Machines* (Fig. 32). A embarcação partiu de Hamburgo, Alemanha, navegou até a Dinamarca e retornou, totalizando 13 dias e 1.290 horas operacionais. Durante toda a jornada, o *Nellie Bly* foi monitorado e controlado remotamente por marinheiros da Guarda Costeira dos EUA, localizados a 3.000 milhas de distância, em Boston.

Figura 32 - Embarcação Autônoma.



Fonte: Bussinger (2024)

A Holanda introduziu a embarcação movida a hidrogênio (*H2 Barge 2*), desenvolvida para substituir motores a diesel por um sistema de propulsão modular e sustentável. Projetada pelo *Holland Shipyards Group*, a barça conta com sistemas de motores elétricos, tanques de hidrogênio, uma membrana de troca de prótons, um sistema de células a combustível de 1,2 MW composto por seis módulos e um sistema de baterias. Lançada em 2024, a *H2 Barge 2* (Fig. 33) possui capacidade para transportar até 190 TEU. O objetivo é eliminar as emissões de carbono e facilitar o transporte de cargas em contêineres entre Roterdã e a Bélgica, além de Roterdã e Duisburgo, proporcionando uma alternativa sustentável para o transporte fluvial na Europa (BUSSINGER, 2024).

Figura 33 - Embarcação movida a hidrogênio - H2 Barge 2



Fonte: Bussinger (2024)

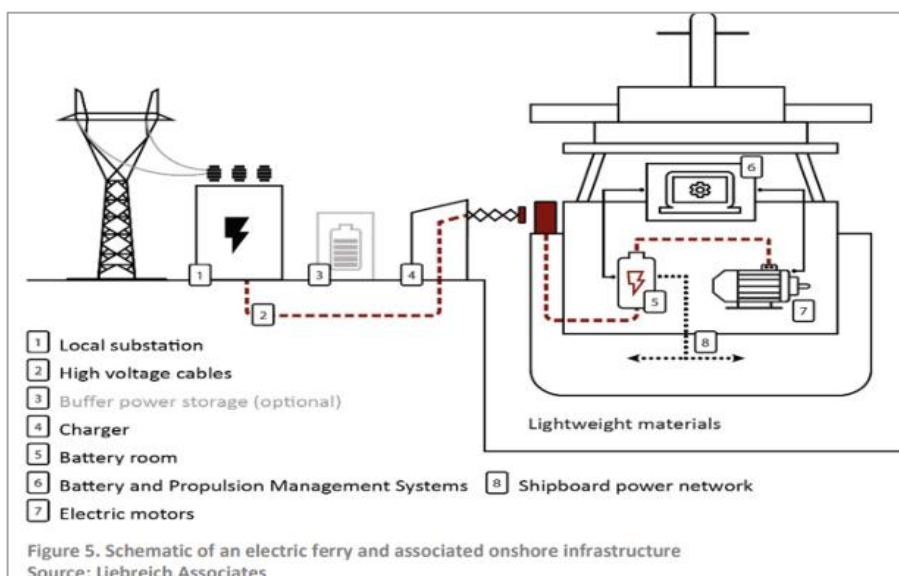
Outra iniciativa relevante, de acordo com Liebreich (2021), inclui estudos de viabilidade para embarcações elétricas operando na América Latina, como a balsa dinamarquesa elétrica Ellen (Fig. 34). A Figura 35 apresenta o esquema de abastecimento, e a Figura 36 apresenta os 35 postos de recarga em operação e 20 em planejamento, destinadas as embarcações elétricas no mundo.

Figura 34 – Embarcação Elétrica Dinamarquesa.



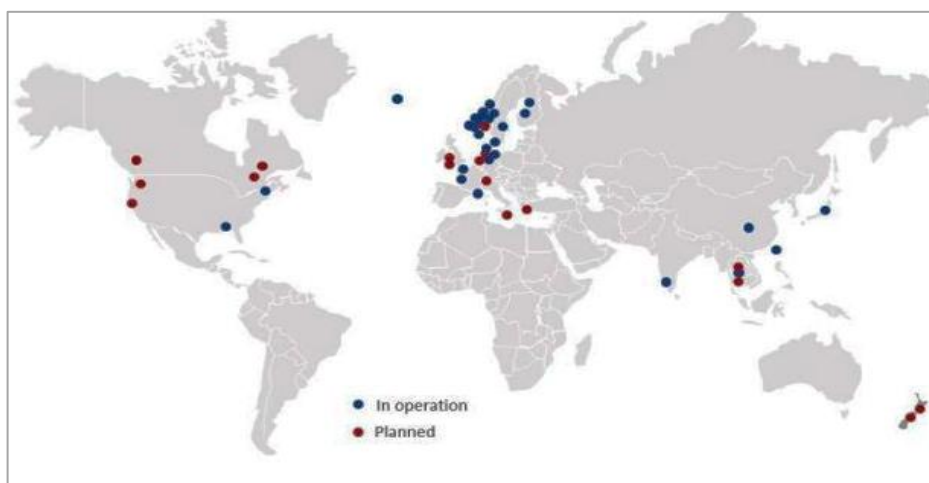
Fonte: Liebreich (2021)

Figura 35 - Esquema de abastecimento da balsa elétrica



Fonte: Liebreich (2021)

Figura 36 - Postos operacionais (azul); em planejamento (vermelho).



Fonte: Liebreich (2021)

7 ANÁLISE DA PESQUISA DE CAMPO E RESULTADOS

Nesta seção, apresentamos a metodologia de pesquisa utilizada para coleta de dados dos tripulantes que operam na Hidrovia Tietê-Paraná. O objetivo do questionário foi obter uma visão detalhada das condições operacionais, entendimento dos tripulantes e as dificuldades enfrentadas. A pesquisa visa contribuir para a compreensão dos desafios logísticos e de infraestrutura sob a perspectiva de quem utiliza diretamente a hidrovia.

7.1 CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

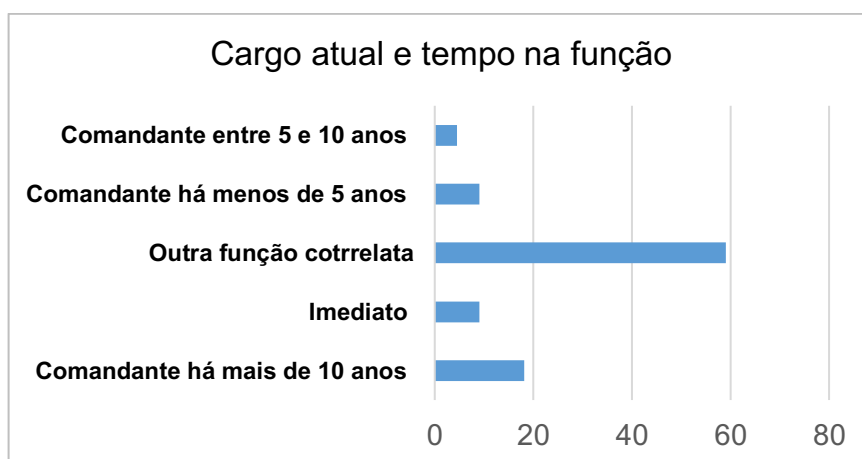
Foi elaborado um questionário pelo Forms da Microsoft, contendo 17 questões (Apêndice A) e encaminhada aos profissionais diretamente envolvidos nas operações da Hidrovia Tietê-Paraná. A amostra é composta por 22 participantes, que colaboraram para esta pesquisa de forma voluntária.

7.1.1 Perfil dos Participantes

A Função dos profissionais pesquisados, classificam-se: Comandante, Imediato e outra função relacionada à operação de embarcações.

A experiência dos profissionais que atuam na Hidrovia Tietê-Paraná, é representada por Comandantes com mais de 10 anos de experiência na função (23%), de cinco a dez anos (5%), e com menos de 5 anos (9%); os Imediatos correspondem a 9% e, outra função correlata (59%), representada na Figura 37.

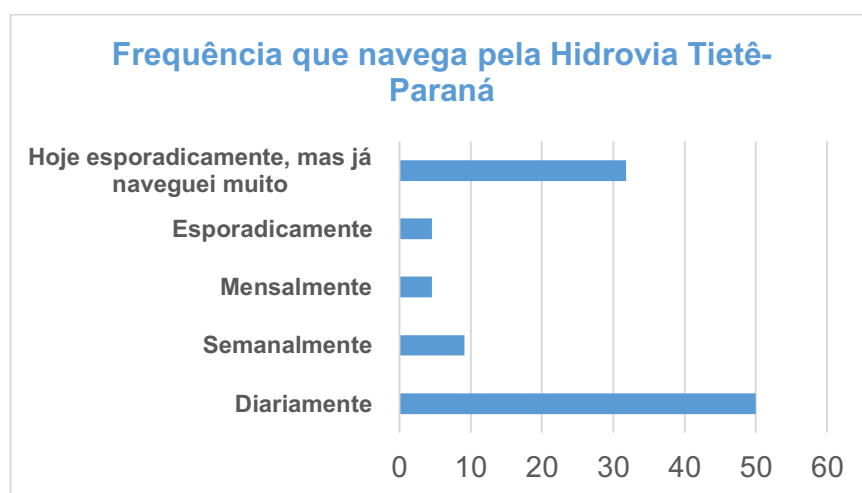
Figura 37 – Cargo e tempo na função.



Fonte: O autor (2024)

A frequência com que os operadores navegam pela Hidrovia Tietê-Paraná, identificou que 50% operam diariamente, semanalmente (9%), mensalmente e esporadicamente representam 9%, respectivamente, como também, 32% disseram atuar esporadicamente no momento (embora tenham navegado muito), conforme apresenta a Figura 38.

Figura 38 – Frequência que navega pela Hidrovia Tietê-Paraná.



Fonte: O autor (2024)

7.2 RESULTADOS DA PESQUISA

De acordo com a realidade dos participantes, esta abordagem permitiu uma visão detalhada e realista das condições de navegabilidade, contribuindo para o desenvolvimento de soluções específicas voltadas à melhoria da infraestrutura e das práticas operacionais.

7.2.1 Questões sobre a Infraestrutura

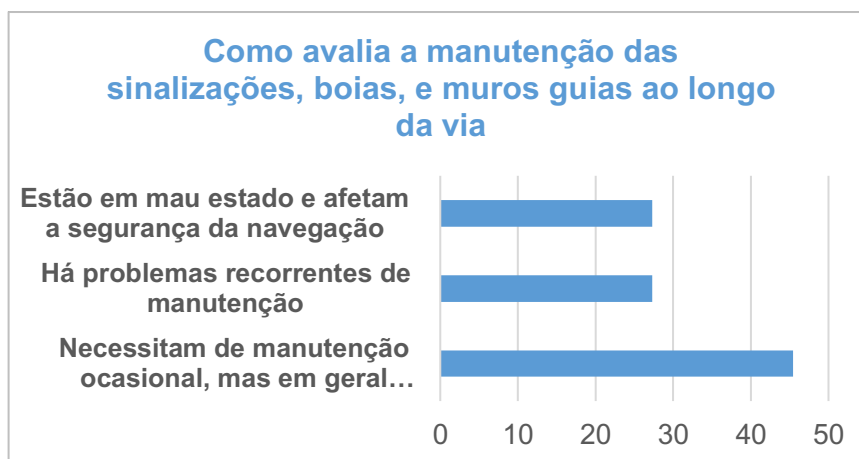
Em relação à infraestrutura da Hidrovia Tietê-Paraná, diversos autores destacam a importância de uma sinalização adequada, balizamento eficiente, sistemas de monitoramento de tráfego, correções nos cursos d'água, dragagens e derrocamentos regulares e, em certos casos, a construção de barragens e eclusas (QUINTELLA et al., 2020). De acordo com a Secretaria Estadual de Transporte e Logística do Governo do Estado de São Paulo (2022), é essencial a realização de estudos detalhados para o desenvolvimento de projetos e obras complementares, além de uma manutenção contínua da hidrovia. A integração dos serviços de sinalização, topografia e batimetria é fundamental para garantir a eficiência e segurança das operações SLT (2022).

Quando questionados sobre a manutenção dos dispositivos de sinalização, como boias e muros guias, ao longo da hidrovia, 45% dos participantes indicaram que esses elementos, embora funcionais, requerem manutenção ocasional. Outros 27% relataram problemas recorrentes, enquanto uma parcela adicional de 27% apontou que esses itens estão em mau estado, impactando negativamente a segurança da navegação (Fig. 39). Em termos de sugestões de melhorias, 41% dos operadores recomendaram a modernização dos sistemas de sinalização eletrônica, 36% sugeriram uma manutenção mais eficiente dos dispositivos existentes, e 18% ressaltaram a necessidade de aumentar o número de placas e boias ao longo do trajeto.

De acordo com a percepção dos entrevistados sobre a infraestrutura das eclusas e pontes e sua adequação para atender às demandas atuais de navegação, a maioria apresentou uma visão positiva, com algumas ressalvas para melhorias adicionais:

- a) 77% concordam que a infraestrutura é adequada para a demanda, com 5% afirmando que atende perfeitamente e 72% indicando que melhorias são possíveis;
- b) 23% discordam, sendo que 18% mencionaram pontos críticos que necessitam de intervenção, e 5% consideram a infraestrutura insuficiente.

Figura 39 – Manutenção da infraestrutura da Hidrovia.



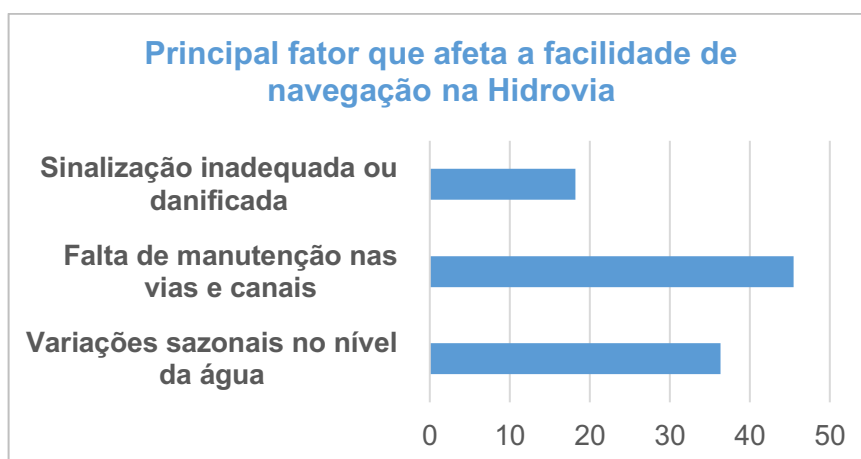
Fonte: O autor (2024)

A manutenção da infraestrutura foi considerada insuficiente, e não atende aos padrões de qualidade de outros países. A falta de apoio dos órgãos responsáveis e a lentidão nas questões jurídicas atrasam a execução de obras e retardam outras propostas necessárias (CNT, 2024). Essa percepção está em linha com a opinião dos pesquisados, que identificaram a falta de manutenção das vias e canais como o principal fator que compromete a facilidade de navegação (45%), enquanto 36% atribuem as dificuldades às variações sazonais no nível da água e 18% mencionam problemas de sinalização inadequada ou danificada (Fig. 40).

Sobre a percepção de melhorias recentes na hidrovia em termos de infraestrutura e segurança:

- a) 68% responderam afirmativamente, com 18% reconhecendo grandes melhorias e 50% afirmando que, apesar dos avanços, ainda há espaço para progresso;
- b) 32% responderam negativamente, sendo que 27% indicaram que poucas melhorias foram feitas, e 5% disseram que as condições se deterioraram.

Figura 40 – Fatores que Afetam a Navegação na Hidrovia.



Fonte: O autor (2024)

Ao serem questionados sobre as principais sugestões para aumentar a segurança e a eficiência da navegação interior, os operadores de comboios priorizaram melhorias na sinalização e nas boias (32%). Outras sugestões incluíram a ampliação das pontes, o aumento da frequência das dragagens e desassoreamentos, e a expansão das eclusas, cada uma com 23% das preferências.

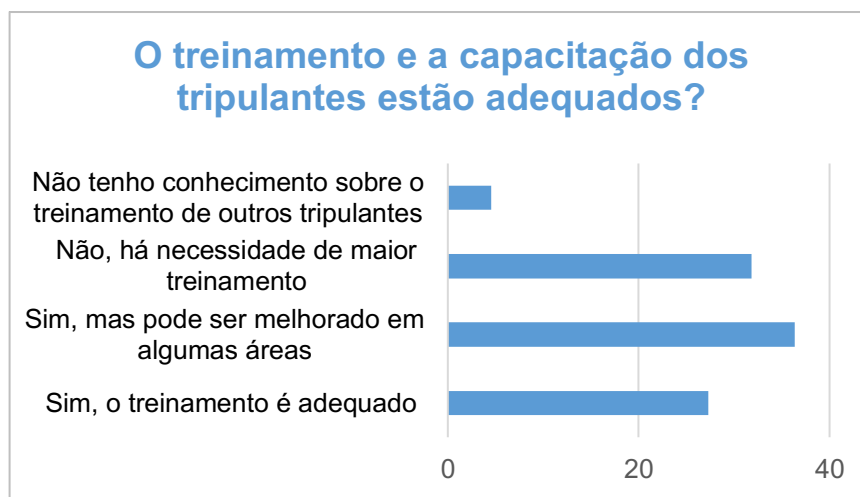
7.2.2 Condições Operacionais e Desafios

O governo do Estado de São Paulo (2024) está realizando obras de ampliação no Canal de Nova Avanhandava, visando aumentar a profundidade do canal de navegação para melhorar a segurança e a navegabilidade. Entre os principais desafios apontados pelos pesquisados na Hidrovia Tietê-Paraná, destacam-se as condições de profundidade e a necessidade de manutenção dos canais (45%), problemas com sinalização e boias (27%), mudanças climáticas, como secas e enchentes (18%), e limitações na infraestrutura das eclusas (9%). Em relação às variações climáticas, como secas e chuvas intensas, os impactos nas operações também foram avaliados: 59% dos entrevistados indicaram que as secas impactam significativamente a navegação, 18% mencionaram que as chuvas têm impacto moderado, 14% relataram que há impacto apenas em situações extremas, e 9% afirmaram não observar grandes impactos operacionais.

As cartas náuticas, tanto analógicas quanto digitais, têm como principal finalidade garantir a segurança da navegação e são documentos oficiais fornecidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, que segue normas técnicas da Organização Hidrográfica Internacional (MB, 2022). Questionados sobre o uso de cartas náuticas eletrônicas, 77% dos participantes confirmaram utilizá-las nas embarcações.

Em relação ao treinamento e capacitação para operação na hidrovia, 63% dos entrevistados consideram que o treinamento atual é adequado, mas 36% acreditam que ainda há espaço para melhorias em áreas específicas. Além disso, 27% afirmam que o treinamento é satisfatório, enquanto outros apontam a necessidade de um treinamento mais intensivo (Fig. 41), alinhando-se à recomendação de Barros et al. (2023), que enfatiza a importância de melhorar a execução dos projetos, bem como o investimento em recrutamento e treinamento. Algumas empresas de navegação investem em treinamentos aos tripulantes, além dos cursos que são obrigatórios para ascensão de categoria dos tripulantes e ofertados pela Marinha do Brasil.

Figura 41 – Treinamento e Capacitação.

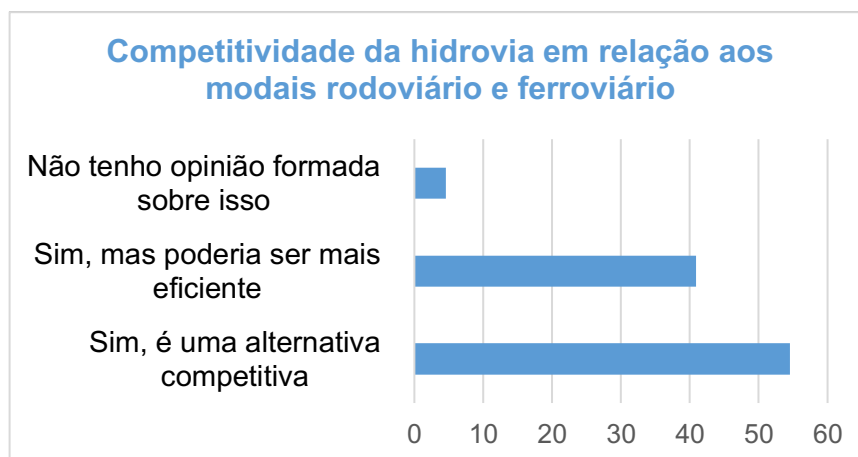


Fonte: O autor (2024)

A obras como desassoreamento, construção de novas barragens, abertura de vãos das pontes, e derrocamento, pode diminuir o tempo de percurso em até dez horas. (CNT, 2024). Quanto aos principais obstáculos enfrentados na operação de comboios, 41% mencionaram as condições das eclusas e o tempo de espera, além das limitações na largura e profundidade dos canais (41%). Questionados sobre a competitividade da hidrovia em relação aos modais rodoviário e ferroviário (Fig. 42), a

maioria concordou que a hidrovia é uma alternativa viável: 55% consideram-na competitiva, enquanto 41% acreditam que poderia ser mais eficiente.

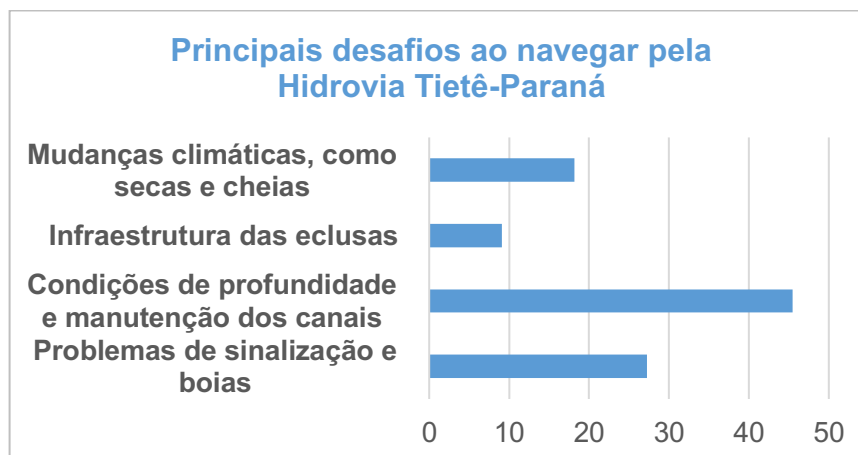
Figura 42 – Competitividade entre os modais.



Fonte: O autor (2024)

Os resultados apontam que a maioria dos participantes enfrenta desafios operacionais significativos, com destaque para problemas de profundidade e manutenção dos canais (45%), questões relacionadas à sinalização e boias (27%), além dos impactos das mudanças climáticas, como secas e enchentes (18%). Ainda, 9% dos participantes atribuem esses desafios à infraestrutura das eclusas (Fig. 43). Tais resultados reforçam a necessidade de intervenções em pontos críticos para aprimorar a segurança e a eficiência da navegação.

Figura 43 – Desafios ao Navegar pela Hidrovia.



Fonte: O autor (2024)

7.2.3 Percepção sobre Sustentabilidade e Futuro da Hidrovia

De acordo com a Raizen *Institute* (2024), a sustentabilidade tornou-se uma prioridade global, impulsionando inovações no setor naval, que têm um impacto significativo nas emissões de carbono. O desenvolvimento de sistemas de propulsão elétricos e híbridos, que combinam motores elétricos e a combustão, reduz consideravelmente as emissões de CO₂, custos operacionais e ruído. Nesse contexto, foi perguntado aos participantes se adotam práticas para reduzir o impacto ambiental em suas embarcações. Dos participantes, 64% afirmaram que sim, 23 % justificam que utilizam tecnologias de redução de emissão de gases e 41% realizam manutenção frequente para garantir a eficiência energética.

Em contrapartida, 37% declararam que não adotam práticas específicas, com 32% mencionando a falta de iniciativas nesse sentido e, 23% demonstram interesse na implementação de novas tecnologias menos poluentes, como a utilização de motores movidos a gás natural vem sendo estudado por empresa que navega na Hidrovia Tietê-Paraná. Campelo et al (2021) apresenta, as normas de sustentabilidade têm incentivado avanços tecnológicos e operacionais, promovendo o uso de navios sustentáveis que oferecem benefícios ambientais e econômicos. O foco principal dessas inovações está na redução de emissões de gases poluentes, essenciais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Embora os desafios permaneçam, há otimismo sobre um futuro mais sustentável, impulsionado pela maior conscientização de empresas e da sociedade (CAMPELO et al, 2021).

7.2.4 Limitações Da Pesquisa

Entre as limitações desta pesquisa, destaca-se que, embora a amostra seja representativa, ela pode não abranger todas as experiências e desafios enfrentados pelos trabalhadores da hidrovia, o que limita a generalização dos resultados. Além disso, a coleta de dados foi realizada em um período curto, o que pode não refletir as condições ao longo de todo o ano, especialmente considerando que fatores sazonais impactam diretamente as operações.

7.3 SÍNTESE DOS RESULTADOS

A análise dos dados coletados indica que o desenvolvimento sustentável da Hidrovia Tietê depende diretamente de investimentos em infraestrutura, capacitação do pessoal envolvido e incorporação de tecnologias mais avançadas. Em relação à infraestrutura, os participantes apontaram a necessidade de melhorias nas eclusas, pontes e na sinalização ao longo da hidrovia, destacando que esses elementos são essenciais para garantir a segurança e eficiência da navegação. Além disso, questões como a manutenção frequente dos canais e a utilização das cartas náuticas foram identificadas como prioridades para atender as demandas operacionais.

No âmbito operacional, os resultados revelam que o treinamento e a capacitação dos tripulantes são aspectos que necessitam de atenção. Embora muitos considerem o treinamento atual adequado, uma parcela significativa dos entrevistados sugeriu a possibilidade de aprimoramento em áreas específicas. A capacitação contínua é vista como fundamental para que os profissionais possam lidar com os desafios únicos da hidrovia, incluindo a variação sazonal dos níveis de água e as condições adversas que podem impactar a navegação.

O uso de tecnologias inovadoras também foi um ponto destacado pelos tripulantes como essencial para o avanço da hidrovia. A adoção de cartas náuticas eletrônicas e sistemas de sinalização modernos foi bem recebida e percebida como uma contribuição significativa para a segurança da navegação. No entanto, ainda há espaço para ampliar o uso dessas tecnologias, o que poderia incluir, por exemplo, sistemas de monitoramento em tempo real e integração com outras plataformas logísticas, aumentando a competitividade da hidrovia em relação a outros modais de transporte.

Com base no feedback dos participantes, recomenda-se que futuros estudos considerem uma abordagem longitudinal para monitorar as condições da hidrovia ao longo de diferentes períodos e estações do ano, permitindo uma compreensão mais completa dos desafios enfrentados pelos navegadores. Avaliações periódicas dos usuários podem oferecer insights valiosos e contribuir para um processo de aprimoramento contínuo, garantindo que a Hidrovia Tietê-Paraná se torne uma opção cada vez mais segura, eficiente e sustentável no cenário logístico nacional.

8 CONCLUSÃO

Este estudo analisou a evolução e os desafios da Hidrovia Tietê-Paraná, destacando seu papel estratégico no transporte fluvial brasileiro e seus impactos logísticos e econômicos. A pesquisa revelou que, embora a hidrovia apresente vantagens significativas em termos de custo e sustentabilidade em comparação com outros modais, existem desafios consideráveis a serem enfrentados, especialmente nas áreas de infraestrutura, intermodalidade e sustentabilidade ambiental.

Os resultados mostram que investimentos contínuos em infraestrutura, como ampliação de vãos de pontes, proteção de pilares dos vãos navegáveis, desassoreamento e aprimoramento das eclusas, são fundamentais para aumentar a capacidade de transporte e reduzir o tempo de percurso, promovendo uma operação mais eficiente e segura. A implementação de tecnologias de navegação avançadas também foi destacada como um ponto essencial para o desenvolvimento e competitividade da hidrovia, contribuindo para a redução de custos e maior previsibilidade no transporte.

Para garantir o uso sustentável da hidrovia, recomenda-se a adoção de práticas de manutenção ambientalmente responsáveis, como o monitoramento periódico da qualidade da água e a preservação dos ecossistemas ribeirinhos. A adoção de embarcações movidas a combustíveis de baixo impacto ambiental também pode minimizar os danos ambientais associados ao transporte fluvial. Tais iniciativas fortaleceriam o compromisso da hidrovia com a sustentabilidade e garantiriam que seu desenvolvimento futuro seja harmonioso com a preservação ambiental.

As implicações econômicas são igualmente relevantes: a modernização da Hidrovia Tietê-Paraná pode reduzir significativamente os custos logísticos para produtos agrícolas e industriais, beneficiando tanto o comércio interno quanto as exportações. Ao atuar como um corredor de transporte eficiente, a hidrovia contribui para a competitividade da logística nacional, incentivando um maior desenvolvimento econômico nas regiões atendidas e aliviando a pressão sobre o modal rodoviário.

Por fim, esta pesquisa contribui para a literatura sobre transporte sustentável e intermodalidade no Brasil, ao mapear desafios e propor soluções práticas para o desenvolvimento da hidrovia. Recomenda-se que estudos futuros explorem mais profundamente os impactos sociais e ambientais das melhorias propostas, bem como

a integração da hidrovia com outros modais de transporte para maximizar a eficiência logística do país.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Confederação Nacional do Transporte. **Multimodalidade e capacitação do setor aquaviário motivam encontro entre Sistema Transporte e Ministério dos Portos e Aeroportos**. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/multimodalidade-e-capacitao-do-setor-aquavirio-motivam-encontro-entre-sistema-transporte-e-ministerio-dos-portos-e-aeroportos>. Acesso em: 27 set. 2024.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Informações sobre o transporte aquaviário**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/intervencao-em-hidroviias/hidroviias-1/hidrovia-do-tiete-parana>. Acesso em: 04 set. 2024.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Glossário Hidroviário**. 1. Ed. Brasília D.F. 2017. 222 p. (DAQ. Publicação – XXX)

_____. Marinha do Brasil. Capitania Fluvial do Tietê-Paraná. 2023. Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos do Tietê-Paraná (NPCF). 2ª Revisão.

_____. Marinha do Brasil. **Cartas Náuticas Eletrônicas**: a evolução na forma de navegar. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/cartas-nauticas-eletronicas-evolucao-na-forma-de-navegar>. Acesso em: 28 out. 2024.

_____. Marinha do Brasil. **Roteiro Hidrovia Tietê-Paraná**. 2016. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Centro de Hidrografia da Marinha. Rio de Janeiro. 2ª ed.

_____. MOURA, Erick. **Planejamento e Execução de Dragagens e Derrocamentos**. 2024. Diálogos Hidroviáveis Brasília (DF). DNIT.

L. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Fomento às Hidrovias**. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2023/a-pauta-e-fomento-as-hidroviias>. Acesso em: 26 set. 2024.

_____. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Revisão da Experiência Internacional sobre Redução das Emissões no Transporte Marítimo e nos Portos**. 2024.

BARROS, Bruna Renata Cavalcante de; CARVALHO, Elieze Bulhões de; JUNIOR, Antonio Cesar Pinho Brasil. **Desempenho orçamentário e governança na gestão de projetos de infraestrutura**: o caso do transporte hidroviário interior brasileiro. 2023. Cad. EBAPE.BR, v. 21, nº 5, Rio de Janeiro, e2021-0135, 2023.

BERTI, Luis Carlos. **O Modal Hidroviário como Oportunidade de Integração Logística**: A Utilização da Hidrovia Tietê-Paraná como Alternativa para o escoamento de soja para Exportação do Estado do Mato Grosso para o Porto de Santos. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BRAVIN, Luís Fernando Nicolosi. **Análise de Transporte Multimodal na Região da Hidrovia Tietê-Paraná**. 2001. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP. Campus de Botucatu.

BUSSINGER, Frederico. **Inovação e sustentabilidade**. 2024. Benchmarking internacional da navegação interior. Diálogos Hidroviáveis Brasília (DF).

CAMPELO, Manoella Elias Gomes; SANTOS, Leandro De Oliveira; CAMPIANI, Luis Fernando Costa. **Navio Sustentável: Uma Alternativa para Redução de Impactos Ambientais**. 2021. XXIII ENGEMAUSP. SP.

CARVALHO, Casemiro Tércio. **A Atividade Hidroviária no Estado de São Paulo e Investimentos no Plano Diretor Hidroviários Tietê-Paraná**. 2011. DH. Secretaria Estadual de Logística e Transportes.

CARVALHO, Nicolas Xavier de. **Projeto de Arquitetura de infraestrutura urbanas fluviais: Sistemas de hidrovias Urbanas e Regionais e rede de Cidades-Porto Fluviais da Hidrovia do Tietê**. 2020. Pós-Graduação. Universidade de São Paulo.

CORRÊA, Mário Augusto. **Estudo dos Projetos de Desenvolvimento dos Vales do Tietê e Paraná no Estado de São Paulo**. 2008. Programa de Mestrado. Universitário de Araraquara – UNIARA.

FIALHO, José Renato Ribas. **Situação Atual da Hidrovia Tietê-Paraná**. 2011. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Logística Infraestrutura e Agronegócio.

FONTES, Alessandra Renata Freitas; GIUDICE, Dante Severo. **Impactos Socioambientais nas Construções de Barragens Hidrelétricas**. 2021. Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas. V. 18. Nº 32.

FREIRE, Paulo Roberto; Líria Baptista de Rezende. **Aspectos Econômicos da Hidrovia Tietê-Paraná**. 2022. 29º Congresso Internacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore. SOBENA.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 2002. São Paulo. Editora Atlas. 4. Ed.

HIRATSUKA, André. **Análise de Impactos Ambientais e Econômicos em Transporte Multimodal**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Campus de Ilha Solteira.

IBL. Instituto Brasil Logística. **Hidrovia Tietê-Paraná registra crescimento de 5,8% na quantidade de carga transportada**. 2024. Disponível em: <https://ibl.org.br/hidrovia-tiete-parana-registra-crescimento-de-58-na-quantidade-de-carga-transportada/>. Acesso em: 02 out. 2024.

JUNIOR, Moacir de Freitas. **Hidrovia Tietê-Paraná: Análise dos Custos Logísticos e Viabilidade Econômico Operacional**. 2018. Editora Atena. Ponta Grossa (PR).

JUNIOR, Nelson Fernandes Felipe; SILVEIRA, Márcio Rogério. **A Intermodalidade na Europa e no Brasil: O Porto de Pederneiras-SP como Ponto Nodal**. 2007. Geografia em Atos, n. 7, v.2. Presidente Prudente.

_____. Nelson Fernandes Felipe; SILVEIRA, Márcio Rogério. **A Hidrovia Tietê-Paraná e as Redes Intermodais: O Caso do Porto de Pederneiras-Sp.** 2008. Revista Formação, N.15. V 1. p.97-107.

_____. Nelson Fernandes Felipe; SILVEIRA, Márcio Rogério; COCCO, Rodrigo Giraldi. **A Hidrovia Tietê-Paraná e a intermodalidade: fluxos de mercadorias, Desenvolvimento econômico e repercussões no território.** 2023. Artigo. Boletim Campineiro de Geografia. v. 13, n. 1.

_____. Nelson Fernandes Felipe; VENDRAMETTO, Oduvaldo; BUENO, Robson Elias; SANTOS, Dilma Vicente dos; TOLOI, Rodrigo. **Hidroviás Europeias Vetor de Desenvolvimento Econômico e Ambiental.** 2023. Revista Gestão e Secretariado. SP. v. 14, n.6, p. 9666-9682.

LIEBREICH, Michael; GRABKA, Michat; PAJDA, Piotr. **Opportunities for Electric Ferries in Latin America.** 2021. Inter-American Development Bank-IDB. Technical note N° Idb-Tn-02035.

LOPES, Pablo Gustavo; MARTINS, Fábio César. **A Hidrovia Tietê-Paraná e a Estiagem de 2014/2015: Os Impactos no escoamento de Grãos na Seção São Simão (GO) - Pederneiras (SP).** Revista Fatecnológica. VOL. 1 2018. Disponível em: <https://fatecjahu.edu.br/wp-content/uploads/2018/12/Revista-Fatecnologica-Numero-11.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.

MENDES, Raphaela Gomes. **Logística e Transporte: Uma Análise Comparativa Sobre Os Modais De Transporte.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Fundação Educacional do Município de Assis.

MOURA, Erick. **Planejamento e Execução de Dragagens e Derrocamentos.** 2024. Diálogos Hidroviáveis Brasília (DF). DNIT.

NETO, Carlos Alvares da Silva Campos; MOURA, Fernanda Senra de. **Investimentos na Infraestrutura Econômica: Avaliação do Desempenho Recente.** 2012. Repositório do Conhecimento do Ipea.

OLIVEIRA, João Carlos Vianna de. **Análise do Transporte de Soja, Milho e Farelo de Soja na Hidrovia Tietê-Paraná.** 1996. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.

PADOVEZI, Carlos Daher. **A Evolução Técnica dos Sistemas Flutuantes de Proteção de Pilares de Pontes.** 2019. IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

PIMENTEL, Andressa de Carvalho. **Categorização dos Trechos da Hidrovia Paraná-Tietê, Quanto a Navegabilidade, utilizando o Método Electre Tri.** 2021. Monografia. Universidade Federal de Goiás.

QUINTELLA, Marcus; Vasconcellos, Fábio; Levier, Roberto. **BR dos Rios: sonho ou realidade?** 2020. Portos e Navios. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/artigos/artigos-de-opiniao/br-dos-rios-sonho-ou-realidade>. Acesso em: 29 out 2024.

RAIZEN. *Institute*. **Como a Sustentabilidade está a Transformar as Indústrias Aeroespacial e Marítima**. 2024. Disponível em: <https://kaizen.com/pt/insights-pt/sustentabilidade-industrias-aeroespacial-maritima/>. Acesso em: 12 out. 2024.

REZENDE, Líria Baptista de. **Procedimento de Avaliação de Vulnerabilidade Ambiental para Implantação de Terminais Hidroviários**. 2020. Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista.

RIBEIRO, Malu; VERONESI, Gustavo; PINTO, Luis Fernando Guedes. **Observando o Tietê 2021**: O retrato da qualidade da água e a evolução dos indicadores de impacto do Projeto Tietê. 2021. SOS Mata Atlântica.

SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. **Plano Diretor da Hidrovia Tietê-Paraná**. 2020. Vol. I. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/http/wp-content/uploads/sites/13/2024/02/Plano-Diretor-Hidrovia-Tiete-Volume-I-20dez2020.pdf>. Acesso em: 05 set. 2024.

_____. Governo do estado de São Paulo. 2023. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/hidrovia-tiete-parana-bate-recorde-de-movimentacao-de-cargas-em-2023/>. Acesso em: 03 set. 2024.

_____. Governo do estado de São Paulo. 2023. **Infraestrutura**. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202308/ampliacao-do-canal-de-nova-avanhandava-e-iniciada>. Acesso em 19 set. 2024. Monografia.

_____. SLT - Secretaria de Logística e Transportes. 2022. Execução Orçamentária por Grupo de Despesa 16000. Disponível em: https://diariooficial.imprensaoficial.com.br/doflash/prototipo/2022/Maio/12/suplemento_s/pdf/pg_0204.pdf. Acesso em: 12 out. 2024.

_____. SEMIL - Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. **Hidrovia Tietê-Paraná registra crescimento de 5,8% de carga transportada**. 2024. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/2024/07/hidrovia-tiete-parana-registra-crescimento-de-58-na-quantidade-de-carga-transportada/>. Acesso em: 28 set. 2024.

SOBRINHO, Ademar Alves Vilarino. **A Logística Fluvial no Brasil Como Alternativa Sustentável e de Menor Custo** - Uma Análise dos Desafios e Oportunidades que influenciam seu Desenvolvimento. 2019. II Prêmio ANTAQ de Sustentabilidade Aquaviária.

SOUZA, Janaina Gomes dos. **Estudo Comparativo entre o Modal Rodoviário e a Cabotagem no Brasil para a Soja**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Agrárias.

TORRES, Letícia Arroyo. **Análise logística do transporte intermodal na hidrovia Tietê-Paraná**. 2021. Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP

**APÊNDICE A – Questionário elaborado e Aplicado aos Comandantes
que operam na Hidrovia Tietê**

Pesquisa para Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Naval.

Este formulário têm como objetivos identificar a evolução das obras da hidrovia Tietê ao longo dos tempos de modo a contribuir com o trabalho de conclusão de curso de Evandro Tozzi Mendonça no Curso de Engenharia Naval na Universidade Federal de Santa Catarina. O Sr. Evandro trabalhou por 22 anos na Capitania Fluvial do Tietê Paraná, nos últimos 20 atua como Professor da Fatec-Jahu e possui uma empresa de projetos e consultoria na área naval. Desde já agradecemos a contribuição e reforçamos que nenhum nome será divulgado em respeito a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados). Trata-se de um questionário para identificar percepção dos usuários da hidrovia, não tendo resposta certa ou errada.

* Obrigatória

1. Nome *

2. Empresa atual ou que trabalhava quando navegava pela Hidrovia.

3. E-mail: *

4. Qual é o seu cargo atual e há quanto tempo ocupa essa função? *

- Comandante há menos de 5 anos
- Comandante entre 5 e 10 anos
- Comandante há mais de 10 anos
- Imediato
- Outra função relacionada à operação de embarcações

5. Com que frequência você navega pela Hidrovia Tietê-Paraná? *

- Diariamente
- Semanalmente
- Mensalmente
- Esporadicamente
- Atualmente navego esporadicamente, mas já naveguei muito

6. Quais são os principais desafios que você enfrenta ao navegar pela Hidrovia Tietê-Paraná? *

- Problemas de sinalização e boias
- Condições de profundidade e manutenção dos canais
- Infraestrutura das eclusas
- Mudanças climáticas, como secas e cheias

7. Como você avalia a manutenção das sinalizações, boias, e muros guias ao longo da hidrovia? *

- Estão em excelente estado e bem mantidos
- Necessitam de manutenção ocasional, mas em geral estão funcionais
- Há problemas recorrentes de manutenção
- Estão em mau estado e afetam a segurança da navegação

8. Nas embarcações as quais trabalha há cartas náuticas eletrônicas? *

- Sim
- Não

9. Na sua opinião, como a sinalização atual da hidrovia poderia ser melhorada? *

- Mais placas e boias ao longo do trajeto
- Modernização dos sistemas de sinalização eletrônica
- Melhor manutenção das sinalizações existentes
- Não vejo necessidade de melhorias

10. Como as variações climáticas, como secas e chuvas intensas, impactam a sua operação na hidrovia? *

- Impactam significativamente durante secas
- Impactam moderadamente durante chuvas
- Não vejo grandes impactos operacionais
- Há impacto somente em situações extremas

11. A infraestrutura das eclusas e pontes ao longo da hidrovia é suficiente para atender às demandas atuais da navegação? *
- Sim, atende perfeitamente
 - Sim, mas poderiam ser feitas algumas melhorias
 - Não, há pontos críticos que precisam de intervenção
 - Não, a infraestrutura é insuficiente
12. As ampliações dos vãos de navegação das pontes na hidrovia contribuíram com a segurança da navegação? *
- Sim, contribuiu significativamente
 - Sim, contribuiu parcialmente
 - Não, não contribuiu com a segurança
 - Não, pois as obras tornaram a navegação mais inseguras
13. Com relação à sustentabilidade, a sua embarcação adota práticas para reduzir o impacto ambiental? *
- Sim, utilizamos tecnologias de redução de emissão de gases
 - Sim, fazemos manutenção frequente para garantir eficiência energética
 - Não, não há práticas específicas
 - Não, mas estamos abertos a implementar novas tecnologias
14. Você considera que as obras de manutenção da hidrovia (dragagem, desassoreamento) são suficientes para garantir uma navegação segura? *
- Sim, são suficientes
 - São adequadas, mas poderiam ser mais frequentes
 - Não, há necessidade de maior frequência e abrangência
 - Não, são insuficientes e afetam a segurança

15. Qual é o principal fator que afeta a facilidade de navegação na Hidrovia Tietê-Paraná? *
- Variações sazonais no nível da água
 - Problemas de infraestrutura (eclusas, pontes)
 - Falta de manutenção nas vias e canais
 - Sinalização inadequada ou danificada
16. Você percebe melhorias na hidrovia nos últimos anos em termos de infraestrutura e segurança? *
- Sim, houve grandes melhorias
 - Sim, mas ainda há muito a melhorar
 - Não, poucas melhorias foram feitas
 - Não, as condições se deterioraram
17. Com relação à operação de comboios, qual o principal obstáculo que você enfrenta atualmente? *
- Limitações na largura e profundidade dos canais
 - Condições das eclusas e tempo de espera
 - Problemas com a sinalização ao longo da via
 - Falta de comunicação eficiente entre os pontos da hidrovia
18. Você considera que o treinamento e a capacitação dos tripulantes estão adequados para operar na Hidrovia Tietê-Paraná? *
- Sim, o treinamento é adequado
 - Sim, mas pode ser melhorado em algumas áreas específicas
 - Não, há necessidade de maior treinamento
 - Não tenho conhecimento sobre o treinamento de outros tripulantes

19. Na sua opinião, o uso da hidrovia oferece uma alternativa logística competitiva em comparação com outros modais de transporte, como rodovias e ferrovias? *

- Sim, é uma alternativa competitiva
- Sim, mas poderia ser mais eficiente
- Não, outros modais são mais competitivos
- Não tenho opinião formada sobre isso

20. Qual seria a principal melhoria que você sugeriria para aumentar a segurança e eficiência da navegação na Hidrovia Tietê-Paraná? *

- Melhorias na sinalização e boias
- Ampliação das pontes
- Aumento da frequência de dragagens e desassoreamentos
- Ampliação das eclusas

Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.