



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



**ANÁLISE DO TRANSPORTE DE GRÃOS NA HIDROVIA TOCANTINS: trecho
Marabá/Vila do Conde**

**IRAN NUNES ALBUQUERQUE
JOÃO LUCAS MARGALHO DE ASSIS**

**BELÉM/PA
2026**

**IRAN NUNES ALBUQUERQUE
JOÃO LUCAS MARGALHO DE ASSIS**

**ANÁLISE DO TRANSPORTE DE GRÃOS NA HIDROVIA TOCANTINS: trecho
Marabá/Vila do Conde**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Pará - UFPA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

Orientadora: Prof.^a Dra. Rita de Cássia Monteiro de Moraes

BELÉM/PA

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N972a Nunes Albuquerque, IRAN.
ANÁLISE DO TRANSPORTE DE GRÃOS NA HIDROVIA
TOCANTINS : trecho Marabá/Vila do Conde / IRAN Nunes
Albuquerque, JOÃO LUCAS MARGALHO DE ASSIS. — 2026.
36 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Rita de Cássia Monteiro de Moraes
Trabalho de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Civil, Belém,
2026.

1. Hidrovia Tocantins. 2. Pedral do Lourenço. 3.
sazonalidade. 4. transporte hidroviário. I. LUCAS
MARGALHO DE ASSIS, JOÃO. II. Título.

CDD 620

IRAN NUNES ALBUQUERQUE
JOÃO LUCAS MARGALHO DE ASSIS

ANÁLISE DO TRANSPORTE DE GRÃOS NA HIDROVIA TOCANTINS: trecho
Marabá/Vila do Conde

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal do Pará - UFPA, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título de
BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

Belém, 03/03/2026

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



RITA DE CÁSSIA MONTEIRO DE MORAES

Data: 04/03/2026 11:01:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dra. Rita de Cássia Monteiro de Moraes
Universidade Federal do Pará | UFPA
Orientadora

Documento assinado digitalmente



HITO BRAGA DE MORAES

Data: 04/03/2026 12:53:40-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. Hito Braga de Moraes
Universidade Federal do Pará | UFPA
Membro da banca

Documento assinado digitalmente



MARCUS VINICIUS GUERRA SERAPHICO DE ASSIS

Data: 06/03/2026 09:32:01-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. Marcus Vinicius Guerra Seraphico de Assis Carvalho
Universidade Federal do Pará | UFPA
Membro da banca

Conceito: E (EXCELENTE)

RESUMO

O presente Trabalho visa analisar a viabilidade técnica, operacional e econômica do transporte de grãos no trecho entre Marabá e Vila do Conde da Hidrovia Tocantins, considerado um dos corredores logísticos mais estratégicos para o escoamento da produção agrícola do MATOPIBA e do Norte do Brasil. A análise evidencia que, apesar do elevado potencial logístico do Rio Tocantins, sua operação plena encontra-se limitada por fatores como a forte sazonalidade hidrológica, variações críticas de calado e, principalmente, pela presença do Pedral do Lourenço, maior gargalo físico à navegação contínua no trecho estudado. A hidrovia opera com eficiência apenas durante cerca de seis meses ao ano, período de cheia, o que compromete a previsibilidade e reduz o interesse do setor privado. Por meio de pesquisa documental, levantamento de dados oficiais de órgãos como ANTAQ, DNIT, CONAB e IBGE, e análise das características hidrológicas e operacionais do rio, o estudo identifica os principais riscos, limitações e condicionantes que afetam o transporte de soja e milho. Os resultados mostram que, embora o volume de cargas transportado tenha crescido nos últimos anos, ele permanece muito inferior ao potencial estimado para o corredor. A conclusão do derrocamento do Pedral do Lourenço e de obras de manutenção — como dragagem e balizamento permanente — aparece como condição essencial para transformar a hidrovia em rota competitiva, capaz de transportar mais de 20 milhões de toneladas anuais. Estudos indicam que o trecho Marabá–Vila do Conde apresenta viabilidade parcial: existe capacidade física e demanda crescente, mas a operação ainda depende de intervenções estruturais e de políticas públicas que garantam regularidade operacional. O estudo contribui ao oferecer uma visão atualizada sobre a hidrovia, apoiando decisões estratégicas para o desenvolvimento logístico do Arco Norte.

Palavras-chave: Hidrovia Tocantins; Pedral do Lourenço; sazonalidade; transporte hidroviário.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the technical, operational, and economic feasibility of grain transportation on the stretch between Marabá and Vila do Conde of the Tocantins Waterway, considered one of the most strategic logistics corridors for the flow of agricultural production from MATOPIBA and Northern Brazil. The analysis shows that, despite the high logistical potential of the Tocantins River, its full operation is limited by factors such as strong hydrological seasonality, critical draft variations, and, mainly, the presence of the Pedral do Lourenço, the biggest physical bottleneck to continuous navigation in the studied stretch. The waterway operates efficiently for only about six months a year, during the flood season, which compromises predictability and reduces private sector interest. Thru documentary research, collection of official data from agencies such as ANTAQ, DNIT, CONAB, and IBGE, and analysis of the hydrological and operational characteristics of the river, the study identifies the main risks, limitations, and conditions that affect the transportation of soybeans and corn. The results show that, although the volume of cargo transported has increased in recent years, it remains well below the estimated potential for the corridor. The completion of the removal of the Pedral do Lourenço and maintenance works — such as dredging and permanent marking — appears as an essential condition to transform the waterway into a competitive route, capable of transporting more than 20 million tons annually. Studies indicate that the Marabá–Vila do Conde section presents partial viability: there is physical capacity and growing demand, but the operation still depends on structural interventions and public policies that ensure operational regularity. The study contributes by providing an updated view of the waterway, supporting strategic decisions for the logistical development of the Northern Arc.

Keywords: Tocantins Waterway; Pedral do Lourenço; seasonality; waterway transport.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	7
1.1.	Problema de Pesquisa.....	8
1.2.	Justificativa.....	9
1.3.	Objetivos.....	10
1.3.1.	Objetivo Geral.....	10
1.3.2.	Objetivos Específicos.....	10
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1.	Transporte Hidroviário no Brasil.....	12
2.2.	Agronegócio e Logística no Arco Norte.....	12
2.3.	Características Gerais da Hidrovia Tocantins.....	13
2.4.	Navegabilidade e Sazonalidade no Rio Tocantins.....	14
2.5.	Riscos e Limitações Operacionais em Hidrovias Amazônicas.....	15
2.6.	Transporte de Grãos: Requisitos Logísticos e Características da Carga.....	16
2.7.	Transporte Terrestre de Grãos no Brasil e Potencial de Desvio para a Hidrovia Tocantins.....	17
3.	METODOLOGIA.....	19
3.1.	Procedimentos Metodológicos.....	19
3.1.1.	Pesquisa Documental.....	19
3.2.	Coleta de Dados.....	19
3.3.	Métodos de Análise.....	20
3.4.	Limitações da Pesquisa.....	21
4.	RESULTADOS E DISCURSÕES.....	22
4.1.	Caracterização Técnica e Estrutural: O Trecho Marabá–Vila do Conde.....	22
4.1.1.	O Gargalo do Pedral do Lourenço.....	23
4.1.2.	As Eclusas de Tucuruí e a Integração de Níveis.....	25
4.1.3.	Comparativo de Movimentação por Hidrovia.....	25
4.1.4.	O Crescimento da Safra 2024/25 e a Pressão Logística.....	26
4.2.	Sazonalidade Hidrológica e Janela de Navegação.....	27
4.2.1.	A Janela de Oportunidade (janeiro a junho).....	27
4.2.2.	A Restrição de Estiagem (julho a dezembro).....	27
4.3.	Viabilidade Económica: Hidroviário vs. Rodoviário.....	28
4.3.1.	Estimativa de Redução de Custos.....	28
4.4.	Riscos Operacionais e Desafios Institucionais.....	30
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32

5.1. Sugestões para Futuras Pesquisas	32
REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

O transporte de cargas no Brasil apresenta uma dependência histórica do modal rodoviário, o qual ainda lidera a matriz logística nacional e responde por grande parte do escoamento de produtos agrícolas, apesar dos altos custos e impactos ambientais associados (VILARINHO et al., 2024). Nesse cenário, o Transporte Hidroviário Interior (IWT – Inland Waterway Transport) tem sido objeto de crescente interesse como alternativa eficiente, sustentável e potencialmente mais econômica para o transporte de grãos ao longo de grandes rios do país, sobretudo no contexto do agronegócio e da logística de exportação (VILARINHO et al., 2024).

A Hidrovia do Rio Tocantins — especialmente o trecho de aproximadamente 500 km entre Marabá (PA) e o Porto de Vila do Conde (PA) — representa um dos principais vetores logísticos para o escoamento da produção agrícola do Centro-Oeste e Norte brasileiros. Estudos recentes destacam o Rio Tocantins como um caso singular na Amazônia, não apenas pela sua localização estratégica, mas por abrigar um dos projetos de intervenção estrutural mais significativos do país: o derrocamento do Pedral do Lourenço. Tal intervenção visa eliminar obstáculos naturais que impedem a navegação contínua durante todo o ano, permitindo a consolidação de um corredor de exportação de alta capacidade (BARROS; CARVALHO; FRATE, 2023).

No entanto, o desenvolvimento hidroviário pleno ainda enfrenta desafios estruturais. Segundo Vilarinho et al. (2024), a infraestrutura aquaviária nacional é marcada pela falta de integração modal e por gargalos físicos. No caso específico do Tocantins, a eficiência do trecho depende diretamente da funcionalidade operacional das Eclusas de Tucuruí, essenciais para vencer o desnível da barragem da Usina Hidrelétrica (UHE) Tucuruí. A lacuna em políticas públicas que garantam a manutenção constante dessas estruturas e a dragagem de manutenção limita a utilização das vias navegáveis existentes (VILARINHO et al., 2024).

Ademais, a literatura aponta que a existência de trechos com “critical shoals” (afloramentos críticos) e conflitos entre múltiplos usos da água — como geração de energia elétrica, transporte, pesca e demandas ambientais — influencia a percepção dos atores envolvidos e afeta a viabilidade técnica e social de projetos de navegação (BARROS; CARVALHO; FRATE, 2023).

A urgência dessa infraestrutura é ratificada pelos dados produtivos da região. De acordo com o 12º Levantamento da Safra 2024/25 da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), o estado do Tocantins registrou um incremento de 12,5% na produção de soja e de 18,2% na produtividade média do milho de segunda safra. Esse excedente, somado à produção do MATOPIBA, evidencia a necessidade de um planejamento que considere a sazonalidade hidrológica. Enquanto o período de cheia amplia as condições de navegabilidade, os períodos de estiagem impõem restrições severas de calado, aumentando os custos operacionais e exigindo estudos detalhados sobre o comportamento do rio (VILARINHO et al., 2024).

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade do transporte de grãos no trecho Marabá/Vila do Conde da Hidrovia do Tocantins, considerando os volumes transportáveis, os principais gargalos operacionais — como o Pedral do Lourenço — e a influência da sazonalidade das cheias no aproveitamento logístico desse modal.

1.1. Problema de Pesquisa

Segundo dados estatísticos da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), publicados em seu Anuário da Navegação Interior (2023), o volume de grãos transportado pelas hidrovias brasileiras cresceu nos últimos anos, mas permanece concentrado em poucos corredores — principalmente nas hidrovias Tietê-Paraná e Madeira. No caso do Tocantins, o transporte é fortemente limitado pela variação de calado e pelas intervenções ainda em execução para melhoria da navegação.

Do ponto de vista estratégico, o Ministério dos Transportes ressalta em seu documento oficial de planejamento hidroviário que a consolidação da hidrovia Tocantins-Araguaia poderia reduzir entre 25% e 35% o custo logístico de transporte de grãos com destino aos portos do Arco Norte (DNIT, 2022).

Assim, surge a necessidade de investigar se, apesar das intervenções planejadas e da sazonalidade favorável no período úmido, o trecho Marabá–Vila do Conde apresenta condições reais de viabilidade técnica, operacional e econômica para o transporte regular de grãos em escala competitiva. Dessa forma, o problema central que orienta este estudo pode ser formulado da seguinte maneira:

O transporte hidroviário de grãos no trecho Marabá–Vila do Conde da Hidrovia Tocantins é viável do ponto de vista operacional, hidrológico e econômico, considerando os obstáculos

existentes, os volumes efetivamente transportados e a sazonalidade das cheias que limita o período navegável a aproximadamente seis meses por ano?

1.2. Justificativa

O corredor logístico formado pelo trecho Marabá–Vila do Conde, na Hidrovia do Tocantins, consolidou-se como um eixo estratégico para o escoamento de grãos pelo Arco Norte, impulsionado pela vigorosa expansão da fronteira agrícola no MATOPIBA e no sudeste do Pará. Segundo dados da ANTAQ (2023), a participação dos portos do Arco Norte no escoamento da produção nacional saltou de 24% em 2010 para mais de 40% em 2022, com projeções que indicam a manutenção dessa tendência de crescimento para a presente década. Nesse cenário, a análise da viabilidade deste trecho hidroviário é imperativa para compreender os ganhos de competitividade logística e a redução de custos estruturais na região.

A navegação interior é amplamente reconhecida como uma das alternativas mais eficientes e sustentáveis para o transporte de grandes volumes a longas distâncias. Além de reduzir significativamente as emissões de carbono em comparação ao modal rodoviário, as hidrovias oferecem uma estrutura de custos mais competitiva. Conforme apontado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2022), países que possuem uma malha hidroviária estruturada apresentam custos médios de transporte por tonelada-quilômetro (TKU) substancialmente menores, o que reforça o potencial do Rio Tocantins em fortalecer a economia do Pará e do Tocantins.

Todavia, a plena operação do trecho Marabá–Vila do Conde é cerceada por entraves físicos severos. O principal gargalo é o Pedral do Lourenço, uma formação rochosa que impõe um calado crítico durante o período de estiagem, inviabilizando a navegação de grandes comboios em boa parte do ano. Atualmente, a hidrovia opera com capacidade total por apenas seis meses, acompanhando o regime de cheias, o que gera incertezas operacionais e reduz a atratividade para o setor privado. Relatórios técnicos do DNIT (2020) classificam este trecho como um ponto de estrangulamento vital para a integração hidroviária da Amazônia Oriental, demandando intervenções urgentes de derrocamento e dragagem.

A urgência dessas obras é ratificada pela pressão produtiva do campo. De acordo com o 12º Levantamento da Safra 2024/25 da CONAB (2025), o estado do Tocantins registrou um incremento de 12,5% na produção de soja e um salto de 18,2% na produtividade média do milho de segunda safra. Esse excedente, somado aos mais de 35 milhões de toneladas produzidos na

região ampliada do MATOPIBA, evidencia um descompasso entre a capacidade produtiva e a infraestrutura de transporte disponível, tornando a viabilização da Hidrovia do Tocantins uma prioridade para o escoamento eficiente via Arco Norte.

Diante deste panorama, o presente estudo justifica-se por três pilares fundamentais:

1. Relevância Econômica: A otimização da hidrovia pode reduzir drasticamente o "Custo Brasil" para os produtores do MATOPIBA, aumentando a competitividade externa.
2. Impacto Estratégico Regional: A consolidação do trecho fortalece a infraestrutura do Arco Norte, alinhando-se às prioridades nacionais de ampliação da capacidade exportadora.
3. Necessidade de Atualização Técnica: Grande parte da literatura disponível carece de dados pós-2021; este trabalho provê uma análise contemporânea, fundamentada nos volumes e nas condições operacionais mais recentes da hidrovia.

Assim, a investigação proposta oferece subsídios técnicos e econômicos essenciais para o planejamento de políticas públicas e decisões estratégicas de investimento no setor de transportes aquaviários.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Analisar a viabilidade técnica, operacional e econômica do transporte de grãos no trecho Marabá–Vila do Conde da Hidrovia Tocantins, considerando as condições de navegabilidade, os volumes movimentados, os principais riscos e problemas operacionais, e a influência da sazonalidade das cheias no desempenho logístico do modal hidroviário.

1.3.2. Objetivos Específicos

a) Caracterizar o trecho hidroviário Marabá–Vila do Conde, apresentando suas condições físicas, hidrológicas e estruturais, com base em estudos técnicos, séries históricas de vazão e documentos oficiais.

b) Identificar e quantificar os volumes de grãos transportados na Hidrovia Tocantins, especialmente nos últimos cinco a oito anos, utilizando dados oficiais de ANTAQ, DNIT, IBGE e demais órgãos públicos relevantes.

c) Avaliar os principais problemas e limitações operacionais do trecho, incluindo obstáculos naturais (como o Pedral do Lourenço), variação de calado, restrições sazonais e condições de infraestrutura portuária e de terminais de carga.

d) Examinar os principais riscos logísticos e ambientais associados ao transporte hidroviário no trecho estudado, considerando segurança da navegação, sazonalidade, confiabilidade operacional e impactos ambientais.

e) Analisar os impactos da sazonalidade da cheia (aprox. seis meses/ano) sobre a disponibilidade e desempenho do transporte de grãos pela hidrovia, correlacionando dados hidrológicos à operação logística.

f) Comparar custos logísticos estimados do modal hidroviário com alternativas rodoviárias disponíveis, quando possível, com base em relatórios técnicos e literatura científica.

g) Avaliar a viabilidade operacional e econômica do transporte de grãos no trecho estudado, integrando dados quantitativos e qualitativos para determinar se a hidrovia pode se consolidar como alternativa competitiva no Arco Norte.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico tem como finalidade apresentar os conceitos, estudos, fundamentos técnicos e evidências científicas que sustentam a análise da viabilidade do transporte de grãos no trecho Marabá–Vila do Conde da Hidrovia Tocantins. Nesta seção são discutidos os principais elementos relacionados ao transporte hidroviário no Brasil, à logística do agronegócio no Arco Norte, às características físicas e operacionais da hidrovia em estudo e às condições que afetam sua navegabilidade.

2.1. Transporte Hidroviário no Brasil

O transporte hidroviário é reconhecido como um modal de alta eficiência energética e baixo custo operacional, sendo amplamente utilizado em países com forte tradição logística, como Estados Unidos, China e países europeus. Segundo a OECD (2022), hidrovias bem estruturadas apresentam custos logísticos significativamente menores que modos exclusivamente rodoviários, especialmente em longas distâncias. Isso se deve à elevada capacidade de carga das embarcações e ao baixo consumo energético por tonelada transportada. No contexto brasileiro, entretanto, o modal hidroviário ainda é subaproveitado. De acordo com a ANTAQ (2023), apenas 4% da matriz de transporte nacional utiliza hidrovias de forma regular, apesar do Brasil possuir cerca de 63 mil km de rios potencialmente navegáveis. Essa discrepância é frequentemente atribuída à falta de investimentos, à carência de infraestrutura portuária e aos entraves ambientais e regulatórios (VILARINHO et al., 2024).

Barros, Carvalho e Frate (2023) destacam que, embora haja inúmeros estudos apontando as vantagens econômicas do modal, muitos projetos de hidrovias brasileiras enfrentam dificuldades de implementação devido à presença de obstáculos naturais — como pedrais e variações sazonais de vazão — e à ausência de previsibilidade na gestão hidroviária. Assim, a análise da navegabilidade torna-se fundamental para determinar o sucesso de qualquer operação de transporte fluvial no país.

2.2. Agronegócio e Logística no Arco Norte

O Arco Norte consolidou-se como alternativa estratégica ao tradicional corredor de exportação do Sudeste e Sul do Brasil. Segundo a ANTAQ (2023), em 2010 apenas 24% dos

grãos exportados pelo país escoavam pelo Arco Norte; em 2022 esse percentual ultrapassou 40%, refletindo uma mudança estrutural nas dinâmicas logísticas nacionais. Almeida e Figueiredo (2020) afirmam que essa tendência acompanha o avanço da fronteira agrícola do MATOPIBA, região que tem registrado um crescimento superior à média nacional na produção de grãos.

O crescimento da produção nos estados do Pará e Tocantins reforça a demanda por rotas logísticas mais eficientes. Segundo o IBGE (2023), a produção de soja e milho nesses estados cresceu mais de 30% nos últimos cinco anos, aumentando a pressão sobre estradas e portos. Oliveira e Sousa (2021) destacam que, embora o Porto de Vila do Conde tenha ampliado sua capacidade operacional, o transporte até o porto segue majoritariamente rodoviário, elevando custos e impactos ambientais.

Autores como Souza, Puga e Martins (2019) afirmam que a consolidação do Arco Norte depende diretamente da expansão e modernização de hidrovias, consideradas fundamentais para sustentação da competitividade logística do agronegócio. Nesse contexto, a Hidrovia Tocantins emerge como alternativa com alto potencial estratégico.

2.3. Características Gerais da Hidrovia Tocantins

A Hidrovia Tocantins é considerada um dos principais eixos hidroviários da Amazônia Oriental. Ela conecta áreas produtoras de grãos no Pará e no Tocantins ao Porto de Vila do Conde, em Barcarena, proporcionando potencial redução de custos logísticos. Entretanto, sua operação plena é historicamente limitada por fatores naturais e estruturais.

Um dos pontos mais críticos é o trecho conhecido como Pedral do Lourenço, localizado entre Marabá e Itupiranga. De acordo com relatório técnico do DNIT (2020), o pedral constitui o maior obstáculo à navegabilidade permanente no Rio Tocantins, restringindo a passagem de comboios durante boa parte do ano. Esse gargalo reduz o período efetivo de navegação a aproximadamente seis meses, durante a estação de cheia (BARROS; CARVALHO; FRATE, 2023).

Além disso, a hidrovia apresenta grande variação sazonal no nível do rio. Estudos hidrológicos de Vilarinho et al. (2024) destacam que a diferença entre os níveis máximos e mínimos pode ultrapassar oito metros, criando desafios para o planejamento de operações

logísticas. A ausência de balizamento permanente, pontos críticos de assoreamento e limitações de infraestrutura portuária ao longo do rio também são relatados como obstáculos recorrentes.

Apesar disso, Oliveira e Sousa (2021) ressaltam que a hidrovia possui elevado potencial logístico, especialmente considerando a proximidade das áreas produtoras e a existência de instalações de transbordo em Marabá e Vila do Conde. A conclusão do derrocamento do Pedral é apontada como elemento-chave para a viabilidade econômica do corredor hidroviário.

2.4. Navegabilidade e Sazonalidade no Rio Tocantins

A navegabilidade no Rio Tocantins é fortemente condicionada pela dinâmica hidrológica sazonal, marcada por intensas variações no nível do rio entre os períodos de cheia e estiagem. De acordo com Vilarinho et al. (2024), a diferença entre os níveis máximos e mínimos pode ultrapassar 8 metros, alterando significativamente o calado disponível para embarcações. Essa oscilação faz com que a operação plena da hidrovia esteja concentrada entre os meses de janeiro e junho, período de maior volume hídrico.

O principal fator limitante da navegabilidade é a presença de formações rochosas submersas, com destaque para o Pedral do Lourenço, que impede a passagem segura de comboios de grande porte durante a estiagem. O DNIT (2020) afirma que o pedral constitui o maior obstáculo à navegação permanente no Rio Tocantins, impedindo a operação regular de embarcações por aproximadamente seis meses por ano. Por essa razão, a hidrovia é caracterizada como uma via de navegação sazonal, dificultando a previsibilidade logística.

A sazonalidade também impacta diretamente o planejamento operacional dos terminais fluviais. Segundo Barros, Carvalho e Frate (2023), operadores precisam ajustar o cronograma de embarques para coincidir com os meses de maior profundidade, o que gera concentração de demanda e sobrecarga nos portos e comboios disponíveis. Tal situação cria gargalos logísticos e reduz a competitividade da hidrovia frente a corredores rodoviários, mesmo sendo um modal de menor custo.

Portanto, a navegabilidade no Rio Tocantins depende de intervenções estruturais capazes de garantir maior estabilidade operacional, como o derrocamento do Pedral do Lourenço e a ampliação de serviços de balizamento e dragagem (VILARINHO et al., 2024).

2.5. Riscos e Limitações Operacionais em Hidrovias Amazônicas

As hidrovias amazônicas apresentam características particulares que influenciam o desempenho logístico e aumentam a complexidade das operações. Entre os principais riscos identificados pela literatura recente destacam-se:

Os riscos de navegabilidade, uma vez que a presença de bancos de areia, formações rochosas e intensa variação do nível dos rios cria riscos de encalhe, colisão e danos estruturais às embarcações. De acordo com Souza e Prado (2020), a instabilidade hidrológica amazônica exige planejamento técnico contínuo para mitigar riscos operacionais.

Condições climáticas e ambientais, onde chuvas intensas, neblina e correntes fortes podem comprometer a visibilidade e o controle das embarcações, aumentando o risco de acidentes. Estudos de Lima et al. (2019) destacam que eventos climáticos extremos têm se tornado mais frequentes na Amazônia, afetando diretamente o transporte fluvial.

As limitações de infraestrutura já que a carência de terminais adequados, falta de sinalização náutica, balizamento insuficiente e ausência de áreas de fundeio seguras são desafios comuns. A ANTAQ (2022) aponta que algumas hidrovias da região Norte operam com uma infraestrutura inferior às necessidades de crescimento do transporte de cargas.

As questões socioambientais, onde operações mal planejadas podem gerar impactos ambientais e conflitos com comunidades ribeirinhas. Segundo Barreto e Figueiredo (2021), o transporte hidroviário deve seguir protocolos rígidos de gestão ambiental e monitoramento de impactos.

No caso da Hidrovia Tocantins, todos esses fatores se somam ao principal obstáculo físico — o Pedral do Lourenço — criando um ambiente logístico que exige alto nível de gestão de risco, planejamento sazonal e investimentos contínuos em infraestrutura.

2.6. Transporte de Grãos: Requisitos Logísticos e Características da Carga

O transporte de grãos, especialmente soja e milho, possui exigências logísticas específicas que influenciam a escolha do modal e das operações envolvidas. As principais características são:

Um alto volume a ser transportado e um baixo valor agregado por tonelada, como ressalta Almeida e Figueiredo (2020), os grãos possuem baixo valor unitário, o que torna o custo de transporte um dos fatores mais relevantes na competitividade do produto. Isso favorece modais de menor custo por tonelada-quilômetro, como as hidrovias.

Os grãos possuem uma maior sensibilidade a variações climáticas e à umidade, já que são produtos higroscópicos e requerem controle adequado para evitar deterioração, fermentação e perda de qualidade. Silva et al. (2021) destacam que a exposição à umidade pode resultar em redução imediata da qualidade comercial, aumentando perdas logísticas.

Exigem que se tenha uma infraestrutura adequada, pois as operações de carga e descarga devem ser rápidas, mecanizadas e com sistemas de armazenagem compatíveis. Oliveira e Sousa (2021) afirmam que a baixa capacidade de armazenagem em muitos terminais brasileiros aumenta o custo logístico e acaba gerando gargalos operacionais.

Demandam por regularidade e previsibilidade, os exportadores e tradings dependem de janelas fixas de embarque. Hidrovias sazonais, como a do Tocantins, podem gerar incertezas e custos adicionais, sendo necessário planejamento integrado entre produtores, transportadores e portos (SOUZA; PUGA; MARTINS, 2019).

Dessa forma, o transporte de grãos é diretamente influenciado pela capacidade da hidrovia em garantir regularidade, calado compatível, infraestrutura adequada e segurança operacional, consolidando ou inviabilizando o corredor logístico.

2.7. Transporte Terrestre de Grãos no Brasil e Potencial de Desvio para a Hidrovia Tocantins

O Brasil se caracteriza por uma forte dependência do transporte rodoviário para escoamento de grãos, principalmente soja e milho. Apesar de sua extensa malha hidroviária potencial, o transporte terrestre continua dominante no fluxo logístico agroexportador. Dados compilados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) indicam que, historicamente, o transporte de grãos realizado por hidrovia ainda representa uma fração relativamente pequena do total transportado, mesmo com crescimento expressivo nas últimas décadas. Em 2010, o transporte de soja e milho por hidrovias representava apenas 8% do total movimentado no país; em 2022 e 2023 essa participação subiu para aproximadamente 23% e 19%, respectivamente, totalizando cerca de 30 milhões de toneladas transportadas por rios brasileiros em 2023 (CONAB apud fontes setoriais, 2024).

Em contraste, o transporte rodoviário continua respondendo pela maior parte do escoamento de grãos, especialmente na origem das áreas produtoras no Centro-Oeste e em direção aos portos sulistas e nordestinos. Ainda que não haja um dado consolidado público recente específico somente sobre grãos no modal rodoviário nacional, evidências setoriais apontam que o modal rodoviário movimenta a grande maioria das cargas agrícolas, com a maior parte do fluxo realizado por caminhões que percorrem longas distâncias até os portos ou terminais multimodais. Essa predominância se deve à maior capilaridade e flexibilidade do modal terrestre, apesar de seus custos elevados e menor eficiência energética comparada às hidrovias.

A malha hidroviária brasileira, por sua vez, ainda está subutilizada em termos econômicos: de acordo com estimativas de entidades setoriais, o país utiliza apenas cerca de 30% de seu potencial hidroviário total, com aproximadamente 19 mil quilômetros de vias ativas para transporte comercial, do total potencial de cerca de 64 mil quilômetros de rios navegáveis (CNT/ANTAQ, 2022).

Especificamente no caso da Hidrovia do Rio Tocantins, dados parciais do primeiro semestre de 2025 mostram que esse trecho foi responsável pela movimentação de aproximadamente 4,59 milhões de toneladas de grãos entre janeiro e julho, conforme relatório anual da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e levantamentos de setor —

volume que, embora significativo, representa apenas uma fração do total de grãos produzidos e transportados nacionalmente.

Estima-se que, com a conclusão de obras de adequação e remoção de obstáculos naturais como o Pedral do Lourenço, a hidrovia poderia incrementar sua participação no transporte de grãos, deslocando parte da carga atualmente transportada por caminhões para o modal fluvial. Estimativas preliminares de governos estaduais e estudos logísticos indicam que a Hidrovia Tocantins poderia vir a transportar até cerca de 20 milhões de toneladas de soja e milho por ano, aumentando de maneira significativa sua participação no escoamento agroexportador e reduzindo a dependência do modal rodoviário.

Esse deslocamento modal implicaria não apenas redução de custos logísticos — uma vez que o transporte hidroviário possui eficiência energética superior e menores custos por tonelada-quilômetro —, mas também menor impacto ambiental devido à redução de emissões de gases de efeito estufa e diminuição da pressão sobre a malha rodoviária, que atualmente sofre grande desgaste pela intensidade de caminhões agrícolas circulando longas distâncias.

Portanto, enquanto o transporte rodoviário permanece majoritário no escoamento de grãos no Brasil, há indícios claros de que a Hidrovia do Tocantins apresenta um potencial logístico relevante para capturar parte desse fluxo, sobretudo em cenários de aperfeiçoamento da infraestrutura e maior integração multimodal, contribuindo para uma matriz de transportes mais eficiente e competitiva.

3. METODOLOGIA

3.1. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida por meio de procedimentos metodológicos compatíveis com estudos logísticos e de transporte hidroviário:

3.1.1. Pesquisa Documental

Foi realizada a análise de documentos técnicos provenientes de instituições governamentais e entidades do setor de transportes, tais como:

- Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ
- Ministério de Portos e Aeroportos
- Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA)
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
- Insper Agro Global
- Trabalhos acadêmicos publicados nos últimos 8 anos (teses, dissertações e artigos revisados)

Segundo Lakatos e Marconi (2018), a pesquisa documental é apropriada quando se pretende analisar materiais ainda não tratados analiticamente, como relatórios técnicos e estatísticos — exatamente o caso da presente investigação.

3.2. Coleta de Dados

A coleta de dados ocorreu em três etapas principais:

a) Levantamento de dados secundários (estatísticos e institucionais): foram reunidos dados referentes ao transporte de grãos na região Norte, englobando:

- volume de soja e milho produzidos no MATOPIBA;
- participação por modal no transporte de grãos;
- balanços anuais da navegação interior brasileira (ANTAQ, 2023);
- dados de extensão e uso da malha hidroviária (ANTAQ, 2025);
- custos logísticos por modal (rodoviário × hidroviário), conforme Insper (2025).

Essas informações fundamentaram as tabelas e gráficos apresentados nos resultados.

b) Análise espacial e logística do corredor Marabá–Vila do Conde: foram avaliados:

- infraestrutura portuária existente;
- condições de navegabilidade do Rio Tocantins;
- sazonalidade hidrográfica (cheias e secas);
- gargalos operacionais (dragagem, derrocamento, calado, restrições ambientais).

Essa etapa considerou literatura técnico-científica e relatórios públicos governamentais.

c) Construção de projeções e cenários: com base nos dados coletados, foram elaborados cenários de demanda (conservador, moderado e otimista), considerando:

- capacidade atual da hidrovia;
- evolução prevista após obras estruturais;
- potencial de migração modal do rodoviário para o hidroviário.

Essa etapa adotou abordagem quantitativa projetiva, conforme técnicas de análise prospectiva sugeridas por Wright e Giovinazzo (2019).

3.3. Métodos de Análise

A análise dos dados foi conduzida em dois níveis:

a) Análise Quantitativa que incluiu: comparação entre volumes transportados por modal; cálculo do potencial de migração modal; análise dos custos logísticos (R\$/t.km); interpretação de séries temporais e gráficos.

b) Análise Qualitativa onde foi aplicada análise de conteúdo conforme Bardin (2016), permitindo a interpretação dos gargalos operacionais; identificação dos riscos e limitações da hidrovia e análise das vantagens competitivas do transporte hidroviário.

A combinação desses métodos permitiu compreender tanto a dinâmica quantitativa dos fluxos logísticos quanto os fatores estruturais que influenciam a viabilidade da hidrovia.

3.4. Limitações da Pesquisa

Entre as principais limitações, destacam-se:

- dependência de dados institucionais que nem sempre apresentam padronização entre anos;
- estimativas de custos logísticos que variam conforme fatores de mercado (diesel, câmbio, oferta de frete);
- ausência de dados públicos consolidados sobre movimentações específicas por empresa no corredor Tocantins;
- variabilidade hidrológica do Rio Tocantins, que muda ano a ano e pode afetar projeções.

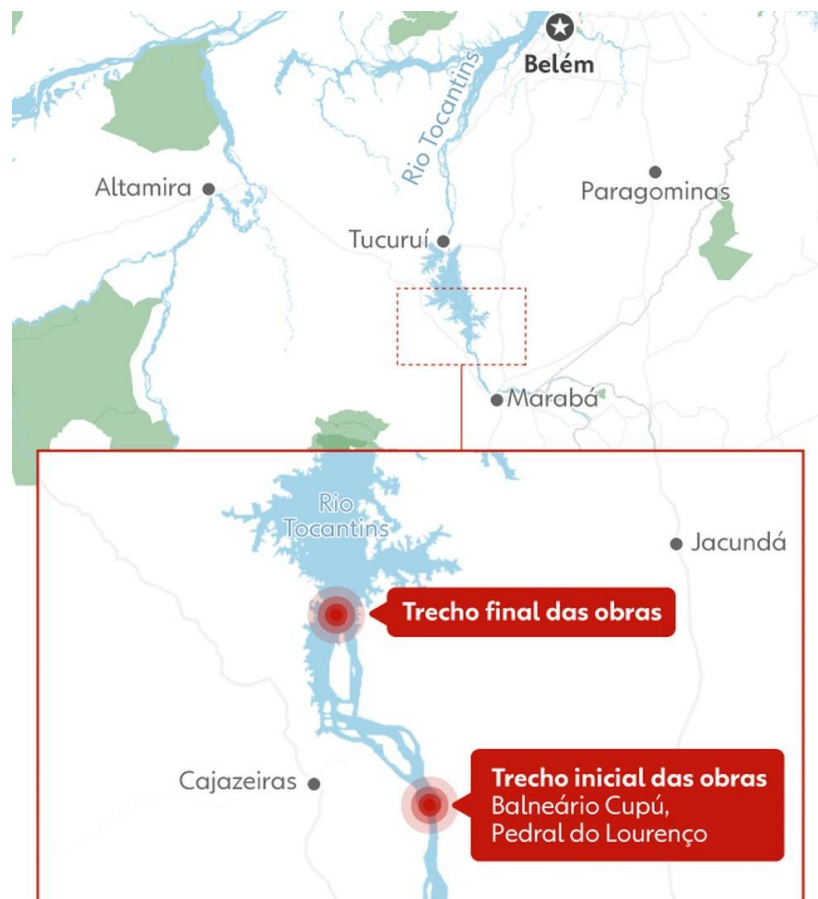
Apesar dessas restrições, as fontes utilizadas são reconhecidas e amplamente empregadas em pesquisas de logística e transporte no Brasil.

4. RESULTADOS E DISCURSÕES

4.1. Caracterização Técnica e Estrutural: O Trecho Marabá–Vila do Conde

O trecho objeto deste estudo compreende aproximadamente 500 km de extensão, ligando o polo produtor de Marabá (PA) ao complexo portuário de Vila do Conde (Barcarena/PA). A análise técnica, fundamentada no Plano Geral de Outorgas (PGO) 2023 da ANTAQ, revela que este segmento é considerado como um elo perdido para a plena eficiência do Arco Norte na Amazônia Oriental (Figura 1).

Figura 1: Hidrovia do Tocantins – Araguaia, trecho onde deve ocorrer o derrocamento do Pedral do Lourenço.



Fonte: Martins, 2025.

4.1.1. O Gargalo do Pedral do Lourenço

O principal obstáculo físico à navegação no trecho Marabá–Vila do Conde é o Pedral do Lourenço, formação rochosa localizada no leito do Rio Tocantins com aproximadamente 43 km de extensão. Diferentemente da interpretação comum de que o problema seria apenas a profundidade do canal, estudos técnicos indicam que a principal limitação à navegação decorre da presença de afloramentos rochosos associados a trechos de curvatura acentuada do rio, que reduzem o raio de manobra para comboios de barcaças.

Em determinados pontos do pedral, especialmente durante o período de cheia, o rio apresenta profundidades elevadas, podendo ultrapassar 10 m em alguns setores. Entretanto, a presença de blocos rochosos dispersos no leito e a geometria sinuosa do canal criam obstáculos à passagem segura de comboios de grande porte. Por esse motivo, o projeto de melhoria da navegabilidade elaborado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) prevê um derrocamento seletivo ou “cirúrgico”, voltado à remoção de rochas pontuais para abertura de um canal de navegação seguro, sem necessidade de intervenções extensivas em todo o leito do rio.

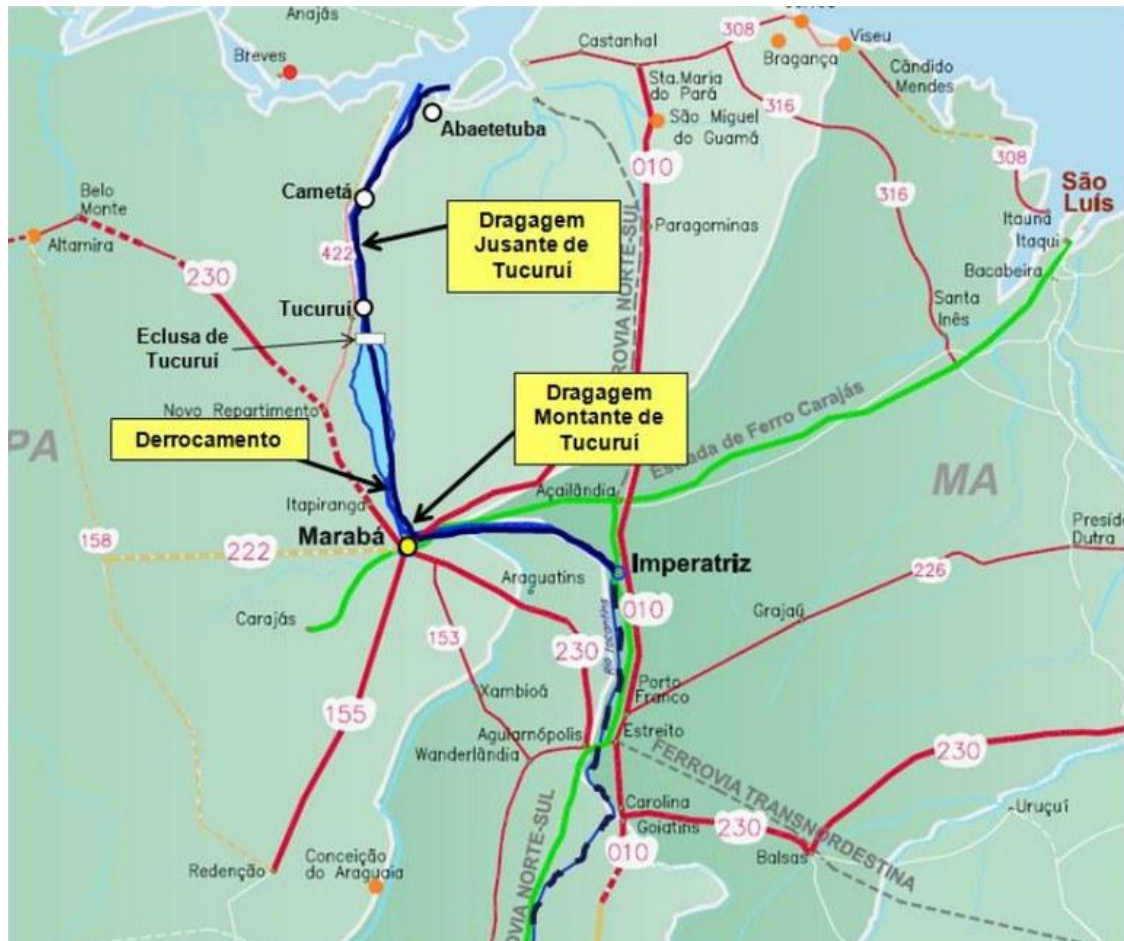
De acordo com o DNIT (2023) e o PGO (2023), o projeto de derrocamento prevê a criação de um canal de navegação com 140 metros de largura e 3,0 metros de profundidade. Isso permitirá a passagem de comboios compostos por até 9 barcaças (configuração 3x3), com dimensões aproximadas de 200 metros de comprimento por 32 metros de largura, permitindo a passagem regular de embarcações mesmo em períodos de menor nível hidrológico. A Figura 2 a seguir mostra o Pedral do Lourenço no período de seca, e a Figura 3 mostra o mapa do trecho marabá-vila do conde com destaque para os locais onde deve ocorrer a eliminação de conjunto de pedras vai melhorar navegação na Hidrovia do Tocantins.

Figura 2: Pedral do Lourenço no período da estiagem.



Fonte: Cavalcante, 2025.

Figura 3: locais onde deve ocorrer a eliminação de conjunto de pedras.



Fonte: DNIT, 2015.

4.1.2. As Eclusas de Tucuruí e a Integração de Níveis

A navegabilidade do rio Tocantins também depende diretamente do funcionamento do Sistema de Transposição de Desnível da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, composto por duas eclusas e um canal intermediário com aproximadamente 5,5 km de extensão. Esse sistema foi projetado para permitir a navegação entre os trechos a montante e jusante da barragem, superando um desnível total de cerca de 72 metros provocado pelo represamento do rio.

Cada eclusa possui uma câmara com aproximadamente 210 metros de comprimento, 33 metros de largura e calado operacional de cerca de 5 metros, dimensões suficientes para acomodar comboios hidroviários típicos utilizados no transporte de grãos. O sistema foi dimensionado para atender comboios de aproximadamente 200 metros de comprimento, 32 metros de largura e calado de cerca de 3 metros, com capacidade estimada próxima de 19 mil toneladas por viagem.

A operação dessas eclusas é essencial para garantir a continuidade do transporte hidroviário entre a região de Marabá e o complexo portuário de Barcarena, constituindo um dos principais elementos estruturais da hidrovia Tocantins–Araguaia (DNIT, 2010; Ministério dos Transportes, 2023). O PGO 2023 enfatiza a importância da manutenção preventiva dessas eclusas, já que qualquer falha mecânica pode interromper completamente o fluxo de grãos provenientes do sul do Pará e Tocantins para o porto de Vila do Conde.

4.1.3. Comparativo de Movimentação por Hidrovia

Os dados extraídos do Painel Estatístico da ANTAQ mostram que a concentração de carga ainda favorece os eixos Madeira e Tapajós (Tabela 1):

Tabela 1: Movimentação por hidrovia.

Hidrovia	Movimentação (Milhões de t - 2023)	Crescimento vs 2022
Madeira	11,69	+9,8%
Tapajós	4,13	+13,3%
Tocantins	~2,5 (Estimado)	Variável

Fonte: Adaptado de ANTAQ (2024).

O baixo volume relativo do Tocantins não se deve à falta de carga na área de influência, mas sim à interrupção sazonal causada pelo Pedral. O PGO 2023 projeta que, após o derrocamento, o potencial de transporte de grãos (soja e milho) no trecho Marabá–Vila do Conde pode saltar para mais de 20 milhões de toneladas/ano até 2035.

4.1.4. O Crescimento da Safra 2024/25 e a Pressão Logística

Segundo dados oficiais da CONAB (12º Levantamento – Safra 2025/2025) e do IBGE, a produção de grãos na região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) para o ciclo de 2025 total estimada foi de aproximadamente 38 milhões de toneladas. A soja continua sendo o principal produto da região, com uma produção estimada acima de 18 milhões de toneladas, seguida pelo milho e algodão.

A região registrou um incremento significativo na produtividade e área plantada. Por exemplo, no Tocantins, os dados de 2024/2025 indicaram um aumento de 12,5% na produção de soja e 18,2% no milho em relação ao ciclo anterior. No Tocantins, a produtividade do milho cresceu 18,2%, gerando um excedente que é transportado principalmente por rodovias (BR-153/PA-150). Isso eleva o custo do frete em até 30% em relação ao que seria obtido por meio da hidroviária plena.

4.2. Sazonalidade Hidrológica e Janela de Navegação

O regime hidrológico do Rio Tocantins é o fator determinante para a fiabilidade do transporte de grãos no trecho Marabá–Vila do Conde. De acordo com os dados do PGO 2023 (ANTAQ) e os registos históricos de níveis fluviais, a operação é marcada por uma dualidade sazonal severa.

4.2.1. A Janela de Oportunidade (janeiro a junho)

O rio apresenta níveis de água que permitem calados superiores a 3,5 metros durante o período de cheias, que coincide com a colheita da safra principal de soja no MATOPIBA. Nessas circunstâncias, os comboios operam com 100% de sua capacidade nominal, diminuindo o custo por tonelada transportada. A operação das eclusas em Tucuruí é realizada sem limitações quanto ao nível de montante ou jusante, o que simplifica a transposição da barragem.

4.2.2. A Restrição de Estiagem (julho a dezembro)

No segundo semestre, a redução drástica do volume de água expõe os afloramentos rochosos (especialmente o Pedral do Lourenço). Durante anos de seca intensa, a profundidade pode cair para 1,5 metros, o que, do ponto de vista técnico, torna inviável a navegação de grandes comboios de barcaças, obrigando a transferência da carga para o transporte rodoviário (BR-155 e PA-150). Essa interrupção força as tradings agrícolas a manter contratos de transporte rodoviário em reserva, o que eleva os custos operacionais devido à falta de previsibilidade.

4.3. Viabilidade Económica: Hidroviário vs. Rodoviário

A principal vantagem competitiva da Hidrovia do Tocantins reside na economia de escala. Com base no Anuário 2023 da ANTAQ e em indicadores de mercado (Frete BR), foi comparado o custo de transporte no trecho Marabá–Vila do Conde (Tabela 2).

Tabela 2: Comparativo de Custo por Tonelada-Quilometro (TKU)

Variável de Comparação	Modal Rodoviário (Caminhão)	Modal Hidroviário (Barcaça)	Diferença (%)
Capacidade de Carga	~37 t (Bitrem)	~2.000 t (Por barcaça)	+5.300%
Consumo de Combustível	Elevado (L/t.km)	Baixo (L/t.km)	--
Custo de Frete (Média)	R\$ 180 - 220 / t	R\$ 110 - 130 / t	-35% a -45%

Fonte: Elaborado com base em dados da ANTAQ (2024) e EPL/PNL 2035.

A redução do custo logístico em cerca de 40% é o principal motor para a viabilização do derrocamento do Pedral do Lourenço. No entanto, esta economia só é sustentável se a hidrovia operar pelo menos 10 meses por ano. A operação atual de 6 meses dilui os ganhos económicos devido aos custos fixos de manutenção das embarcações paradas na entressafra/seca.

4.3.1. Estimativa de Redução de Custos

Para os cálculos a seguir foram considerados os dados do 12º Levantamento – Safra 2025/2025 da CONAB e a Região do MATOPIBA, onde a produção de grãos foi estimada em cerca de 38 milhões de toneladas em um cenário onde toda essa produção será escoada no

período de cheia, para evitar custos com o transporte rodoviário nesse trecho. Devido as restrições de calado durante o período de cheia (jan–jun) e do Pedral, recomenda-se operar com comboios de tamanho médios, que possuem cerca de 12 barcaças com uma capacidade de cerca de 24.000 toneladas.

O tempo do ciclo operacional é estimado em 13 dias, considerando os seguintes cenários: 5 dias descida (Marabá → Vila do Conde), 6 dias subida (retorno vazio) e 2 dias carga/descarga. Esse trecho possui cerca de 500Km e uma janela de operação de seis meses, 180 dias, utilizando comboios de capacidade de 24.000 toneladas que levam 13 dias para um ciclo completo, nesse cenário, cada comboio consegue realizar cerca de 13 viagens por janela de operação – janeiro a junho.

Cada comboio transportando 24.000 toneladas de grãos por 13 ciclos consegue movimentar 312.000 t/semestre, com esses cálculos é possível estimar o tamanho da frota para escoar os grãos produzidos durante o ano todo, cerca de 38.000.000 toneladas:

$$\text{Cálculo da Frota} = \frac{38.000.000}{312.000} \approx 122 \text{ comboios}$$

Logo, serão necessários cerca de 122 comboios médios com 12 barcaças cada para transportar a produção estimada. Foi utilizado o Simulador no site da Infra S.A para a estimativa de custos. Segundo o simulador o custo médio hidroviário é de 0,14R\$/ton.Km e o Rodoviário – bitrem é de 0,25R\$/ton.Km.

Assim:

$$\text{Tonela} \times \text{Quilômetro} = 38.000.000 \text{ t} \times 500 \text{ km} = 19.000.000.000 \text{ ton.km}$$

$$\text{Custo Hidroviário} = 19.000.000.000 \text{ ton.km} \times 0.14 \text{ R\$/ton.Km} = \text{R\$ } 2.660.000.000$$

$$\text{Custo Rodoviário} = 19.000.000.000 \text{ ton.km} \times 0.25 \text{ R\$/ton.Km} = \text{R\$ } 4.750.000.000$$

$$\text{Economia} = 4,75 \text{ bi} - 2,66 \text{ bi} = \text{R\$ } 2.090.000.000 \text{ economizados}$$

A hidrovía é plenamente viável para escoar 38 milhões de toneladas durante o período de cheia, exigindo 122 comboios de médio porte. A economia frente ao modal rodoviário supera R\$ 2,0 bilhões, consolidando o trecho como um dos mais competitivos corredores logísticos do Arco Norte, mesmo operando apenas por 180 dias.

Os valores de R\$ 0,25/t.Km (Rodoviário) e de 0,14/t.Km (Hidroviário) são justificáveis, pois, o modal Rodoviário é caracterizado por altos custos variáveis. O combustível (Diesel S10)

representa cerca de 35% a 45% do custo total. Além disso, há o custo de manutenção (pneus e peças) devido à depreciação acelerada das rodovias BR-155 e BR-010. Já o modal Hidroviário possui altos custos fixos (aquisição de embarcações e tripulação), mas baixíssimos custos variáveis por tonelada, onde a economia de escala é o fator principal já que um único empurrador consome muito menos combustível por tonelada transportada do que centenas de caminhões.

A disparidade de custos entre os modais (Rodoviário vs. Hidroviário) reflete a superioridade da capacidade de carga da hidrovia Tocantins, onde a diluição dos custos fixos em grandes volumes (38 milhões de toneladas) compensa os investimentos em infraestrutura portuária, desde que garantida a perenidade da via pelo derrocamento do Pedral do Lourenço.

4.4. Riscos Operacionais e Desafios Institucionais

A análise documental do Plano Geral de Outorgas (PGO) 2023 sugere que a viabilidade é tanto técnica quanto institucional, que envolve fatores importantes que requerem atenção para que a execução da obra ocorra, são eles:

O licenciamento Ambiental: A derrocagem do Pedral do Lourenço é uma iniciativa de grande complexidade. O risco de suspensão de licenças devido aos efeitos na fauna aquática e nas comunidades ribeirinhas é um fator que deve ser levado em conta no planejamento de longo prazo.

A deficiência de infraestrutura: A ausência de terminais de transbordo eficazes em Marabá restringe a chegada da carga proveniente do Tocantins e do Mato Grosso por meio rodoviário. Para alcançar seu potencial máximo, a hidrovia necessita de "portos secos" e conexões ferroviárias.

A concessão à Iniciativa Privada: O PGO 2023 sinaliza a intenção do Governo Federal de conceder a manutenção da hidrovia à iniciativa privada. Isso pode garantir a dragagem constante, mas introduzirá a cobrança de tarifas de navegação (pedágio), o que deve ser inserido nos cálculos de viabilidade futura.

As informações indicam que há uma carga abundante (safra recorde da CONAB em 2025) e uma vantagem financeira evidente (redução de 40% no frete). No entanto, a barreira

física do Pedral do Lourenço atua como um obstáculo que impede que o Rio Tocantins se torne o principal corredor do Arco Norte.

Para que a Hidrovia do Tocantins alcance sua capacidade planejada e contribua para o progresso regional, algumas medidas precisam ser tomadas:

É essencial que as autoridades ambientais e o DNIT mantenham um diálogo constante para assegurar que o derrocamento do Pedral do Lourenço cause o mínimo de impacto na biodiversidade, prevenindo ações judiciais que possam atrasar o cronograma previsto para 2026/2027. Além de implementar um rigoroso plano de manutenção preventiva para as eclusas, garantindo que o tempo de transposição seja reduzido para maximizar o ciclo de viagens dos comboios.

A eficácia da hidrovia não se baseia somente no rio, mas na habilidade de carregar e descarregar. Portanto, é necessário expandir os Terminais de Carga em Marabá para integrar eficientemente os caminhões que chegam pelas rodovias BR-155 e PA-150. Analisar cuidadosamente os modelos de concessão sugeridos no PGO 2023, assegurando que as tarifas de navegação (portagens) não comprometam a vantagem econômica do modal em comparação com o transporte rodoviário.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a viabilidade técnica, operacional e econômica do transporte de grãos na Hidrovia do Tocantins, especificamente no trecho entre Marabá e Vila do Conde. A investigação permitiu concluir que a hidrovia é um eixo logístico de potencial extraordinário, mas que opera atualmente com limitações infraestruturais severas.

Os resultados mostraram que a viabilidade econômica é inegável: o modal hidroviário proporciona uma redução nos custos de frete de 35% a 45% em relação ao rodoviário. A análise hidrológica confirmou que a janela de navegação plena dura apenas cerca de seis meses por ano, coincidentemente durante o período de cheias. A presença do Pedral do Lourenço é o principal fator de insegurança logística, interrompendo o fluxo contínuo de cargas e forçando o setor produtivo a depender dos caminhões de forma custosa durante o período de estiagem.

A caracterização técnica apontou o Pedral do Lourenço e as Eclusas de Tucuruí como os principais pontos críticos da rota. A análise de mercado, respaldada pelos dados da CONAB (2025), confirmou que há um volume de carga adequado (com recordes de produção no MATOPIBA) para justificar os investimentos significativos previstos no PGO 2023.

Em resumo, o transporte de grãos na região analisada é viável durante a época das cheias. No entanto, para que se torne um corredor logístico competitivo no cenário internacional, é imprescindível que o Governo Federal realize as obras de derrocamento e dragagem planejadas.

5.1. Sugestões para Futuras Pesquisas

Estudo de Impacto Socioeconômico: Realizar pesquisas sobre o impacto da ativação plena da hidrovia no custo de vida e na geração de empregos nas cidades de Marabá, Itupiranga e Barcarena.

Análise de Emissões: Desenvolver um estudo quantitativo sobre a redução da pegada de carbono no escoamento da safra 2025/2030, comparando o cenário atual com o cenário pós-derrocamento do Pedral.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T.; FIGUEIREDO, R. Dinâmica logística do agronegócio no Arco Norte. *Revista Brasileira de Logística*, v. 13, n. 2, p. 55–70, 2020.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **ANUÁRIO 2023**. Brasil: Antaq, 2024.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Anuário Estatístico da Navegação Interior 2023**. Brasília: ANTAQ, 2023.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Brasil explora metade das vias navegáveis com potenciais de transporte de cargas e passageiros**. 03 jul. 2025. [https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2023/transporte-interior-bate-recorde-historico-no-terceiro-trimestre-de-2023#:~:text=Transporte%20nos%20Rios%20Amaz%C3%B4nicos,queda%20significativa%20\(%2D42%25\)](https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2023/transporte-interior-bate-recorde-historico-no-terceiro-trimestre-de-2023#:~:text=Transporte%20nos%20Rios%20Amaz%C3%B4nicos,queda%20significativa%20(%2D42%25).). Acesso em: 12 nov. 2025.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Brasil transportou mais de 38 milhões de toneladas pela navegação interior, mostra relatório da ANTAQ**. 28 jun. 2023. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/brasil-transportou-mais-de-38-milhoes-de-toneladas-pela-malha-aquaviaria/>. Acesso em: 12 nov. 2025.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Plano Geral De Outorgas Trechos Hidroviários: Relatório Técnico**. Brasília: ANTAQ, 2023.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Relatório de movimentação de grãos nas hidrovias brasileiras**. 2024.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Transporte interior bate recorde histórico no terceiro trimestre de 2023**. 08 nov. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2025/brasil-explora-metade-das-vias-navegaveis-com-potenciais-de-transporte-de-cargas-e-passageiros>. Acesso em: 12 nov. 2025.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **PLANO GERAL DE OUTORGAS TRECHOS HIDROVIÁRIOS**. Brasil: Antaq, 2023.
- BARRETO, S.; FIGUEIREDO, L. Impactos socioambientais do transporte hidroviário na Amazônia. *Revista de Estudos Amazônicos*, v. 11, n. 1, p. 77–95, 2021.

BARROS, B. R. C.; CARVALHO, E. B.; FRATE, C. A. **Inland waterway transport development: a Q-method study on Tocantins River, Brazilian Amazon.** *Case Studies on Transport Policy*, v. 14, p. 101094, 2023. DOI: 10.1016/j.cstp.2023.101094.

BARROS, D.; CARVALHO, R.; FRATE, C. Avaliação da navegabilidade no Rio Tocantins e seus impactos logísticos. **Revista Transporte & Desenvolvimento**, v. 12, n. 2, p. 45–61, 2023.

CAVALCANTE, Antônio. **Remoção do Pedral do Lourenço vai ampliar escoamento da produção das regiões Norte e Centro-Oeste.** 2025. Disponível em: Remoção do Pedral do Lourenço vai ampliar escoamento da produção das regiões Norte e Centro-Oeste. Acesso em: 10 jan. 2026.

COHAB. **12º Levantamento - Safra 2024/25.** 2026. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/12o-levantamento-safra-2024-25/12o-levantamento-safra-2024-25>. Acesso em: 15 fev. 2026.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *12º Levantamento - Safra 2024/25: Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos.* Brasília: CONAB, 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 09 fev. 2026.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Anuário Agrologístico** – volume 2. 2025.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Estudos de derrocamento do Pedral do Lourenço.** Brasília: DNIT, 2020.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Plano Geral de Outorgas Hidroviárias: Relatório Técnico Consolidado.** Brasília: DNIT, 2022.

DNIT. **Hidrovia do Tocantins - Araguaia.** 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/intervencao-em-hidroviarias/hidroviarias-1/hidrovia-do-tocantins-araguaia>. Acesso em: 10 jan. 2026.

DNIT. **Presidenta Dilma lança edital para as obras do Pedral do Lourenço.** 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/presidente-dilma-lanca-edital-para-as-obras-do-pedral-do-lourenco>. Acesso em: 10 jan. 2026.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Energético Brasileiro 2022–2023.** Rio de Janeiro: EPE, 2023.

GOVERNO FEDERAL. *Brasil amplia em 279 km a malha hidroviária economicamente navegável*. 14 out. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/noticias/2025/10/brasil-amplia-em-279km-a-malha-hidroviaria-economicamente-navegavel>. Acesso em: 31 jan. 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal – PAM 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

INFRA. **Simulador de Custo de Transporte**. 2026. Observatório Nacional de Transporte e Logística. Disponível em: <https://simuladores.infrasa.gov.br/simulators/simulador-de-custo-de-transporte>. Acesso em: 24 fev. 2026.

LIMA, J.; SANTOS, R.; PARENTE, A. Condições climáticas e riscos à navegação amazônica. **Revista Clima & Sociedade**, v. 9, n. 3, p. 144–160, 2019.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **Inland Waterways: Logistics and Efficiency Report**. Paris: OECD Publishing, 2022.

OLIVEIRA, Vitor Hugo Pereira de; SOUSA, M. A. **Análise de alternativas intermodais para o escoamento da produção de soja do Pará e Tocantins**. Dissertação (Mestrado). UFPA, Belém, 2021.

SILVA, M.; COSTA, L.; ANDRADE, P. Qualidade pós-colheita de grãos e impactos logísticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 45, n. 4, p. 622–633, 2021.

SOUZA, H.; PRADO, J. Riscos operacionais em hidrovias da Amazônia. **Revista Gestão & Território**, v. 6, n. 1, p. 90–108, 2020.

SOUZA, H.; PUGA, F.; MARTINS, G. Infraestrutura logística para o agronegócio no Arco Norte. *Revista de Economia e Desenvolvimento*, v. 31, n. 1, 2019.

VILARINHO, A. et al. **Challenges and Opportunities for the Development of Inland Waterway Transport in Brazil**. *Sustainability*, v. 16, n. 5, 2136, 2024. DOI: 10.3390/su16052136.

VILARINHO, R. et al. **Sustentabilidade e eficiência do transporte hidroviário no Brasil**. *Journal of Waterway Logistics*, v. 8, n. 1, p. 1–15, 2024.