



MODELO ESTRATÉGICO DE ANÁLISE E FORMAÇÃO DE REDES DE TRANSPORTES NA AMAZÔNIA COMO ALTERNATIVA DE REDUÇÃO DO CUSTO BRASIL

*STRATEGIC MODEL OF ANALYSIS AND DESIGN OF TRANSPORT NETWORKS IN THE
AMAZON AS AN ALTERNATIVE TO REDUCE THE BRAZILIAN COST*

ARCLOG NORTE

NORTH ARCLOG

RELATÓRIO ETAPAS 1 E 2 / REPORT STEPS 1 AND 2:

PANORAMA GERAL SOBRE O ARCO AMAZÔNICO E A SOJA DO
CENTRO-OESTE: BASE DE INFORMAÇÃO E POTENCIALIDADES

GENERAL OVERVIEW OF THE AMAZON ARC AND MIDWEST
SOY: INFORMATION BASE AND POTENTIALITIES

2023



MODELO ESTRATÉGICO DE ANÁLISE E FORMAÇÃO DE REDES DE TRANSPORTES NA AMAZÔNIA COMO ALTERNATIVA DE REDUÇÃO DO CUSTO BRASIL

*STRATEGIC MODEL OF ANALYSIS AND DESIGN OF TRANSPORT NETWORKS IN THE
AMAZON AS AN ALTERNATIVE TO REDUCE THE BRAZILIAN COST*

ARCLOG NORTE

NORTH ARCLOG

RELATÓRIO ETAPAS 1 E 2 / REPORT STEPS 1 AND 2:

PANORAMA GERAL SOBRE O ARCO AMAZÔNICO E A SOJA DO
CENTRO-OESTE: BASE DE INFORMAÇÃO E POTENCIALIDADES

GENERAL OVERVIEW OF THE AMAZON ARC AND MIDWEST
SOY: INFORMATION BASE AND POTENTIALITIES

Projeto ARCLOG NORTE

Coordenadora: Maisa Sales Gama Tobias

Executora: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI

CNPq/FNDCT/MCTI 15/2022 - Faixa A – CHAMADA CT-TRANSPORTES

Processo: 405569/2022-0

Belém, dezembro de 2023



MODELO ESTRATÉGICO DE ANÁLISE E FORMAÇÃO DE REDES DE TRANSPORTES NA AMAZÔNIA COMO ALTERNATIVA DE REDUÇÃO DO CUSTO BRASIL

Relatório Etapas 1 e 2: Panorama Geral sobre o Arco Amazônico e a Soja do Centro-Oeste: base de informação e potencialidades

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Modelo estratégico de análise e formação de redes de transportes na amazônia como alternativa de redução do custo Brasil : Arclog Norte : Relatório Etapas 1 e 2 : panorama geral sobre o arco amazônico e a soja do centro-oeste : base de informação e potencialidades (livro eletrônico) = Strategic model for analysis and design of transport networks in the Amazon as an alternative to reduce the brazilian cost : North Arclog : report steps 1 and 2 : general overview of the Amazon arc and midwest soy : information base and potentialities / coordenação Maisa Sales Gama Tobias. — Belém, PA : Ed. Dos Autores, 2024.
ePub

Vários colaboradores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-01-12604-3

1. Comércio 2. Logística (Organização) 3. Logística de transporte 4. Sustentabilidade 5. Transportes - Administração I. Tobias, Maisa Sales Gama.
II. Título: Strategic model of analysis and design of transport networks in the amazon as an alternative to reduce the brazilian cost : North Arclog

24-223201

CDD-388

Índices para catálogo sistemático:

1. Logística de transportes 388

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

GRUPO DE PESQUISA

Grupo de Pesquisa: Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica de Projetos de Transportes

Link no Diretório do CNPQ: dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupos/6418667086041739

Executora:

Profa Dra Maisa Sales Gama Tobias – Universidade Federal do Pará (Coordenadora)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9635266655242384> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0888-0685>

Prof. Dr Nelio Moura de Figueiredo - Universidade Federal do Pará (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0023753941604707> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6430-4623>

Prof. Dr Hito Braga de Moraes - Universidade Federal do Pará (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5044859479302394> Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0214-0587>

Prof. Dr Marcus Pinto da Costa da Rocha - Universidade Federal do Pará (Pesquisador) [*in memoriam*]

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7169569605967930> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1849-1982>

Prof. Dr Miércio Cardoso de Alcântara Neto - Universidade Federal do Pará (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0549389076806391> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8551-2261>

Prof. Dr Valcir João da Cunha Farias - Universidade Federal do Pará (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4958123373113545> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2564-2195>

Profa Dra Profa Dra Rita de Cassia Monteiro de Moraes – Universidade Federal do Pará (Pesquisadora)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4834541633900826> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2613-0108>

Colaboradoras:

Prof. Dr Alessandro de Castro Corrêa – Instituto Federal de Educação do Pará (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6408989265441974> Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6632-3230>

Prof. Dr Cristiano Farias Almeida - Universidade Federal de Goiás (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9848560935338784> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5769-3675>

Prof. Dr Humberto de Paiva Junior - Universidade Federal do ABC (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9949718340030535> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4189-8190>

Prof. Dr Rui António Rodrigues Ramos - Universidade do Minho (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1299527676733746> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6690-5940>

Prof. Dr Daniel Souto Rodrigues - Universidade do Minho (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7362766032099097> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4729-8225>

Prof. Dr Paulo Sérgio Lima Pereira Afonso - Universidade do Minho (Pesquisador)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7605693551507241> Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3882-2491>

Representantes de Empresas Parceiras do Projeto:

Elisangela da Silva dos Santos de Alencar – Rodoflúvia Banav Ltda (Mestre em Engenharia Naval)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3504836495242296>

Marina Paes Carvalho Teixeira – Mega Logística Serviços Portuários Ltda (Especialista em Gestão de Negócios com ênfase em Logística)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8730018475723294>

Bolsistas CNPQ:

Victoria Lima de Oliveira – Faculdade de Engenharia Naval – ITEC/UFPA

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7222256554033103>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-7018-689X>

Luan Carlos Paiva Fiedler – Mestrado em Engenharia Civil – ITEC/UFPA

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6798341814290783>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-9056-0863>

Bolsistas PIBIC/UFPA:

Amanda Gracielly dos Santos Pinto – Faculdade de Engenharia Civil – ITEC/UFPA

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1817421928703689>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-0747-3994>

Robson Ryan Sousa Moura – Faculdade de Engenharia Civil – ITEC/UFPA

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8119151724713523>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-3643-5554>

Colaboradores discentes:

Thayana Lima da Silva – Faculdade de Engenharia Naval – ITEC/UFPA

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8934654062318241>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-8708-0344>

Igor Eduardo Fernandes dos Anjos – Faculdade de Engenharia Naval – ITEC/UFPA

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1582084835258184>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-5252-2347>

Álison Sousa da Silva – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval – ITEC/UFPA

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8147454419603936>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-7063-0567>

APRESENTAÇÃO - ETAPAS 1 E 2

Este relatório é focado no diagnóstico com dados coletados e sistematizados para embasar a pesquisa no que diz respeito às Etapas 1 e 2 do projeto de pesquisa.

Etapa 1. Levantamento e Formação de Banco de Dados (2023): levantamento inicial de bibliografia sobre o assunto, envolvendo informações de caráter geral - demografia, políticas públicas, economia, rede física, tecnologias de transporte. Para alimentar as vertentes analíticas do projeto foram levantadas a demanda agrícola, custos generalizados de produção, custos de atividades e de transportes de ligações existentes e dos operadores logísticos, caracterização econômica da estrutura produtiva e, ainda, feito o mapeamento georreferenciado da rede física de acessibilidade existente e respectivas tecnologias de transportes e rede de apoio, portos e terminais. Para abrigar essas informações, no presente Relatório tem-se os Capítulos 1 e 2, tratando do advento da soja, o projeto Arco Norte, os corredores logísticos e, para a melhor compreensão do projeto, a descrição da proposta de pesquisa. No Capítulo 2, tem-se a reunião de informações sobre a formação do banco de dados a partir de fontes oficiais de dados secundários e documentos técnicos e de cunho científico coletados juntos a organizações e *stakeholders*.

Etapa 2. Caracterização Diagnóstica da Demanda, dos Custos de Transportes Envolvidos e os Arranjos Logísticos atuais de transporte (2023): realização de comunicação técnica de efeito diagnóstico, identificando os principais problemas e desafios a serem vencidos, delineando a realidade existente e abrindo discussão em torno das soluções. Foi realizado um evento online, como previsto em projeto, em novembro/23 em uma das instituições colaboradoras, a UFABC, para compartilhar informações com os envolvidos no segmento e aperfeiçoar o Relatório Parcial de 2023. Nesta etapa foram empreendidas comunicações técnicas diagnósticas, que potencializaram a submissão de artigos para eventos e revistas, identificando os principais problemas e os desafios que precisam ser superados, delineando a realidade existente e abrindo discussão em torno das soluções. Os resultados analíticos preliminares e, com base nas informações coletadas na etapa anterior, estão contidas no Capítulo 3 do presente Relatório.

No Capítulo 4 foi reservado para apresentar especificamente a rede de escoamento de soja envolvida, em corredores e portos, com destaque para o projeto Arco Norte e resultados da revisão sistemática de literatura com os estudos sobre o assunto, voltados para a Amazônia, em particular para o transporte de grãos do Mato Grosso.

PRESENTATION - STEPS 1 AND 2

This report is focused on the diagnosis using collected and systematized data to support the research concerning Phases 1 and 2 of the research project.

Stage 1: Survey and Database Development (2023): is presented a literature review on general information - demographics, public policies, economy, physical network, transport technologies. It was collected data on the demand, production costs, transport costs. It is presented a georeferenced mapping of the existing accessibility network and respective transport technologies such as support network, ports, and terminals. Chapters 1 and 2 present in detail the advent of soybeans, the Arco Norte project, logistics corridors, and our research proposal. Chapter 2 presents data from official secondary sources, technical documents, and scientific literature, collected from different organizations and stakeholders.

Stage 2: Diagnostic Characterization of Demand, Transport Costs, and Current Logistics Arrangements (2023): technical communication for diagnostic purposes, identifying key issues and challenges, outlining the *status quo*, and discussing possible alternatives and solutions. An online event was held in November 2023 at the project partner institution UFABC. This event was important to share information with stakeholders and to get insights for the 2023 Partial Report. The technical communications presented at the event support the development of articles to be submitted to events and scientific journals. Chapter 3 presents preliminary analytical results based on information collected in the previous stage.

Chapter 4 focus on the soybean outflow network, detailing the corridors and ports involved. It also highlights the Arco Norte project and includes results from a systematic literature review on studies related to the Amazon region, particularly concerning the transport of grains from Mato Grosso.

RESUMO DO PROJETO ARCLOG NORTE

O Brasil possui significativa produção agrícola, cujo escoamento se configura em desafio logístico devido a restrições e limitações das infraestruturas de transporte. Destaque especial se faz para produção de soja advinda do Centro-Oeste, com rotas de transporte que saem dessa região para portos do Sul e Sudeste do país e, em parte, para os portos dos estados da região Norte. A produção de grãos brasileira cresceu 5,7% e atingiu 271,7 milhões de toneladas e, no caso da soja, constatou-se um aumento de produtividade e de produção de 4,5% e de 8,9%, respectivamente, comparando as safras de 19/20 com 20/21. Por outro lado, os custos com os fretes estão, em média, 12% superiores a 2020. O “Arco Amazônico” (AA), porção norte do “Arco Norte”, com eixos de transporte que levam a portos situados acima do paralelo 16° S, vem sendo a principal alternativa de redução do custo frete da safra do centro-norte do Mato Grosso. Atualmente, diversos estudos técnicos têm demonstrado através de simulações de rotas alternativas de distâncias 36% menores e fretes 25% mais baratos. Tornar a cadeia de transporte do Arco Norte mais eficiente, aproveitando as vantagens competitivas dos portos, constitui-se condição primordial para manter a competitividade do Brasil nos mercados internacionais. Pesquisas voltadas à formulação de modelos de análise dos entraves logísticos podem contribuir na conjugação de arranjos de redes logísticas e de infraestruturas, considerando os investimentos necessários. O projeto propõe um modelo estratégico de análise e construção de redes de transporte, partindo da modelagem e análise de redes de transporte, sob condições econômicas, sociais e ambientais da região. A análise das redes logísticas seguirá em vertentes que envolvem modelagem multicritério, admitindo incertezas, mediante uma região em expansão de fronteiras. A metodologia envolve diversas técnicas: parte da definição da rede logística atual em SIG, bem como as infraestruturas já planejadas em cima da atual rede; do levantamento das origens e destinos da demanda de soja e respectivos volumes para exportação, com o uso da análise de *cluster* hierárquica do SPSS para a aglomeração e identificação das principais regiões de produção; dando sequência, na aplicação do método AHP-TOPSIS para ponderação de atributos relevantes no processo de escolha da rotas, junto aos *stakeholders*, a serem convertidos em medidas de desempenho, representadas numa matriz de decisão e; a partir desta, a análise a competitividade do conjunto rota-porto, para se obter as soluções de maiores benefícios em contraponto com as de maiores custos. Com a classificação hierárquica dos portos/rotas, tem-se as melhores alternativas e os portos mais competitivos e; por fim, a definição da rede logística ótima e possíveis investimentos é feita com uso de avaliação multicritério de rotas e modais alternativos e, respectiva otimização. O modelo de otimização é suportado pela ponderação das redes, tendo em vista os fluxos e modais atuais, em forma de grafos com rotas otimizadas por ferramentas do ArcGIS. Dentre os resultados esperados do projeto tem-se: a identificação de atributos da infraestrutura de transportes, dos condicionantes da viabilidade dos portos e os investimentos necessários para o aumento da eficiência operacional; a apresentação das origens e destinos de cargas, seja na identificação do grau de saturação dos portos e de possíveis sobreposições de carga exportadas entre os portos, podendo contribuir para o planejamento, em simulações e estimativas de cargas entre os portos, na elaboração de estratégias de utilização das infraestruturas portuárias e os efeitos sobre os custos logísticos.

SUMMARY OF THE ARCLOG NORTH PROJECT

Brazil has significant agricultural production, which represents a logistics challenge due to restrictions and limitations of transport infrastructures. This is especially true for soybean production from the Midwest, with transport routes leading from this region to the ports in the South and Southeast of the country, and partially to the ports of the Northern states. Brazilian grain production grew by 57%, reaching 271.7 million tons, with soybean productivity and production increasing by 45% and 89% respectively when comparing the 2019/20 and 2020/21 harvests. However, freight costs are on average 12% higher than in 2020. The "Amazonian Arc" (AA), the northern portion of the "Northern Arc" with transport axes leading to ports located above the 16° S parallel, has become the main solution for reducing freight costs for the central-northern harvest of the State of Mato Grosso. Currently, several technical studies have demonstrated through route simulation that alternative distances can be 36% shorter and freight costs 25% cheaper. Making the Northern Arc transport chain more efficient by leveraging the competitive advantages of the ports is essential to maintaining Brazil's competitiveness in international markets. Research focused on formulating models to analyze logistics bottlenecks can contribute to the integration of logistics networks and infrastructures. The project proposes a strategic model for analyzing and designing transport networks based on the modeling and analysis of transport networks under the region's economic, social, and environmental conditions. The analysis of logistics networks will follow a multi-criteria modeling approach, accounting for uncertainties within an expanding frontier region. The methodology involves several techniques, starting with the definition of the current logistics network in GIS and the already planned infrastructures on the existing network; the survey of origins and destinations of soybean demand and respective export volumes using hierarchical cluster analysis in SPSS to cluster and identify the main production regions; followed by the application of the AHP-TOPSIS method to weight relevant attributes in the route choice process with stakeholders, to be converted into performance measures represented in a decision matrix; and from this, analyzing the competitiveness of the route-port set to obtain solutions with the greatest benefits compared to those with the highest costs. With the hierarchical classification of ports/routes, the best alternatives and the most competitive ports are identified. Finally, the definition of the optimal logistics network and possible investments will be made using multi-criteria evaluation of routes and alternative modes and their respective optimization. The optimization model will be supported by weighting networks considering current flows and modes in the form of graphs with routes optimized by ArcGIS tools. Expected project results include identifying transport infrastructure attributes, constraints on port viability, and necessary investments to increase operational efficiency; presentation of origins and destinations of cargo, identifying port saturation levels and potential cargo overlap between ports, which can contribute to planning simulations and load estimates among ports; and developing strategies for port infrastructure utilization and their effects on logistics costs.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO - ETAPAS 1 E 2.....	6
RESUMO DO PROJETO ARCLOG NORTE.....	8
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Advento da Soja no Mato Grosso	13
1.2 O Projeto Arco Norte.....	15
1.3 Os Corredores Logísticos.....	19
1.4 A Pesquisa ARCLOG NORTE.....	22
1.4.1 Etapas / Atividades.....	26
1.4.2 Metodologia.....	27
1.4.3 Impactos do Projeto em C&T	29
2 FORMAÇÃO DE BANCO DE DADOS (Etapa 1).....	32
2.1 Geoespacialidade e Infraestrutura Viária	33
2.2 Socioeconomia e Meio Ambiente.....	34
2.3 Transporte, Portos e Terminais	37
2.4 Planos e Programas de Desenvolvimento	43
2.5 Atores Envolvidos.....	44
3 DIAGNÓSTICO DA LOGÍSTICA DO TRANSPORTE DE SOJA NO MATO GROSSO (Etapa 2).....	47
3.1 Análise da Rede Logística de Transportes	48
3.2 Análise Econômica	49
3.3 Análise de Custos Sociais e Ambientais	51
3.4 Análise dos Planos e Programas de desenvolvimento.....	53
4 CORREDORES DE SOJA (Etapa 2)	57
4.1 Corredores Logísticos do Projeto Arco Norte Amazônico	57
4.2 Os Portos do Arco Norte Amazônico	62
4.3 Estudos sobre o Arco Norte	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS.....	75

INTRODUÇÃO



1 INTRODUÇÃO

O agronegócio teve papel fundamental no crescimento do País, respondendo, direta e indiretamente, por parcela significativa do PIB brasileiro, além de ter apresentado crescimento superior ao dos demais segmentos econômicos em anos recentes. Conforme estudo da Confederação Nacional do Transporte – CNT –, em análise aos entraves logísticos no escoamento de soja e milho (CNT, 2015) a performance do setor é resultado de contínuos investimentos em pesquisa e inovação, que proporcionaram ganhos de produtividade na produção agropecuária. Entre 2000 e 2014, a produção de grãos, no País, cresceu 101,6%, enquanto a área plantada teve expansão de 52,6%. Esse desempenho tem assegurado destaque no mercado internacional de grãos. No caso da soja, o Brasil tem hoje a maior produtividade entre os países produtores, produzindo cerca de um terço da produção mundial. Ainda, segundo a CNT, no período de 2000 a 2014, houve acréscimo de 308,4% no valor de produtos agropecuários vendidos para o mercado externo, de forma que a participação do agronegócio nas exportações brasileiras cresceu, de 37%, em 2000, para 43% em 2014. A pauta de destinos das exportações do agronegócio, também, se diversificou nesse mesmo período. Em 2014, o País exportou para 211 países, contra 186 países em 2000.

No entanto, o ganho de produtividade se esvai em face da carência de infraestrutura, sendo necessário empreender projetos no âmbito logístico para atender a tal demanda. Assim, surge, o Arco Amazônico, porção norte do chamado projeto Arco Norte, no bojo do Plano Nacional de Logística de Transportes – PNLT (<https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/pnlt-2011.pdf>), envolvendo os principais portos da região. Vide Figura 1. A realização das obras necessárias depende não apenas da disposição política, da adequação dos modelos de financiamento, de contratação, de regulação, de licenciamento ambiental, como também de estudos técnicos-científicos que apontem as alternativas de redes logísticas que possam reduzir o custo Brasil.

Portanto, o projeto de pesquisa ARCLOG Norte vai ao encontro dessa necessidade, abordando a questão em forma de projeto integrador de visões multidisciplinares, centrados nas principais questões abordadas no segmento: a estimativa de demanda agrícola, cada vez mais crescente, os custos financeiros e ambientais envolvidos e a rede intermodal de transportes para dar conta do escoamento. O modelo estratégico proposto visa apresentar de imediato para a sociedade uma solução de rota logística ótima para redução do Custo Brasil, um desafio da economia do país, frente à competitividade internacional. Do ponto de vista teórico, haverá a

oportunidade de testar modelos, dentro de cenários de incertezas, algo bem presente em regiões em expansão de fronteiras, como a Amazônia.

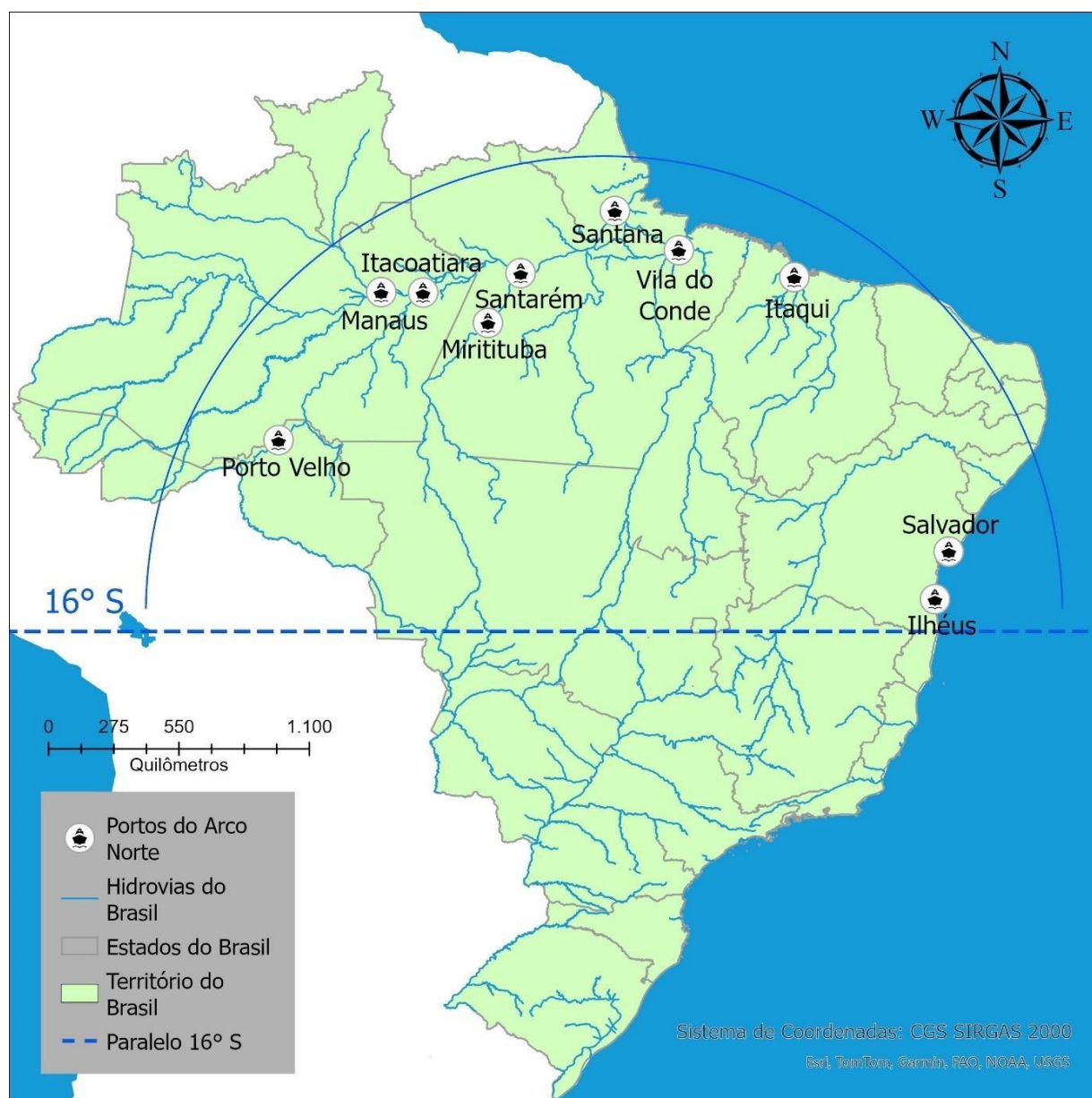


Figura 1: Rede Portuária do Projeto Arco Norte

Fonte: Ilustração do Projeto ARCLOG NORTE

1.1 Advento da Soja no Mato Grosso

O crescimento da demanda de soja é efeito decorrente, também, de demandas secundárias, como a da evolução mundial do mercado de carnes, que tem como base uma fonte de proteína vegetal de alto valor biológico, proporcionada pela soja; o que impactou de forma crescente a demanda por cereais ou farinhas proteicas para uso como fonte de proteína e

carboidratos, para a fabricação de ração animal. Os produtos substitutos não apresentam vantagens a ponto de competir com os derivados da soja, principalmente, em relação ao farelo, que hoje é primordial no mercado por ser considerado a melhor fonte de proteína vegetal do mundo, aliado aos custos de aquisição no mercado, em relação a produtos alimentícios comuns (ABIOVE, 2022).

A região Centro-Oeste do Brasil se destaca pela produção de grãos desde a década de 1980 e, no início da década de 1990, tornou-se o maior produtor de soja do país, em especial o Estado de Mato Grosso, como principal centro de produção agrícola. Em suma, a razão inicial do surgimento do projeto Arco Norte foi com o intuito de reduzir custos logísticos e de facilitar o escoamento por estar mais próximo da área de produção (OLIVEIRA *et al.*, 2021a)

Dados recentes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2023) mostram que o Arco Norte tem se consolidado como importante via de escoamento da soja produzida no Mato Grosso. Em 2022, cerca de 35% das exportações brasileiras de soja foram realizadas pelos portos do Arco Norte, representando um aumento significativo em comparação com anos anteriores. Esses números evidenciam a importância dos corredores do Arco Norte como uma solução eficiente para o escoamento da produção de soja, contribuindo para a redução dos custos logísticos e melhorando a competitividade do agronegócio brasileiro.

A economia de Mato Grosso é sustentada por dois pilares: a pecuária e a agricultura. Apesar de possuir o maior rebanho bovino do país, com aproximadamente 34,2 milhões de animais, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE de 2022, a produção e exportação de grãos são as principais atividades econômicas do estado. Ainda, de acordo com dados recentes do IBGE (IBGE, 2022), o Mato Grosso foi responsável por aproximadamente 28% da produção nacional de soja em 2021. Essa expressiva produção tem gerado desafios significativos para o escoamento desse importante grão.

A intensificação da produção de soja no Mato Grosso tem exigido a busca por soluções logísticas eficientes para o escoamento da safra. Segundo estudos realizados por (COSTA; SOARES-FILHO; NOBREGA, 2022) o aumento da produção de soja tem impactado a capacidade dos sistemas de transporte rodoviário e ferroviário no país, resultando em congestionamentos, custos elevados e dificuldades logísticas, criando desafios e impulsionando a busca por alternativas de escoamento mais eficientes.

1.2 O Projeto Arco Norte

O projeto Arco Norte consistiu numa iniciativa de criação do corredor de transporte e movimentação de mercadorias, estabelecido através de um programa político governamental, propondo o escoamento dos produtos pelas vias hidroviárias setentrionais inerentes a navegação fluvial interligada com o Centro-Sul do Brasil, articulada com a modalidade rodoviária. O projeto Arco Norte compreende eixos de transporte que levam a portos situados acima do paralelo 16° S, de iniciativa do Governo Federal, interministerial, com participação do setor produtivo brasileiro, em especial, o agronegócio. Vide Figura 2.



Figura 2: Projeto Arco Norte e seus eixos de transporte

Fonte: Ilustração do projeto ARCLOG NORTE

Dentre os aspectos importantes para o surgimento do projeto com foco nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil: a profusão de rios nesse território, com possibilidade do uso do transporte hidroviário; a necessidade de melhorar a competitividade no comércio internacional, que corresponde a uma grande fração de nosso produto interno bruto e, com isso, o fato dos principais parceiros comerciais do país se situarem na metade setentrional da esfera terrestre, em que os portos da parte norte de nosso território estão mais próximos desse mercado, podendo responder pelo escoamento de uma fração nada desprezível da nossa produção, a um custo mais baixo.

Segundo estimativas da Tricontinental (<https://thetricontinental.org/pt-pt/brasil/complexo-da-soja-analise-dos-dados-nacionais-e-internacionais/>), com base em dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2019), o produtor brasileiro de soja gasta, com o transporte de sua mercadoria da fazenda ao porto, quatro vezes aquilo que despende seu concorrente argentino ou norte-americano. O custo superior se deve, entre outras coisas, à predominância do escoamento pelos portos da porção meridional do nosso litoral, distantes dos locais de produção. Nos últimos anos, 80% do total de soja e milho destinado ao mercado internacional é embarcado no Sul e Sudeste. Há apenas cinco anos, a fração escoada pelos portos do Arco Norte era de 8% e, atualmente se aproxima dos 20%. De maneira geral, a expansão econômica brasileira ocorrida entre 2002 e 2012, aliada à maior movimentação de cargas e pessoas em território nacional, demandaram significativo aumento na infraestrutura de transportes, para atendimento do mercado interno e do comércio exterior.

Analisando-se as exportações brasileiras, destacam-se as cadeias produtivas da soja, açúcar, minério de ferro, celulose e carne bovina. São setores onde o Brasil se inclui entre os principais produtores mundiais, devido às vantagens de produtividade agrícola, pecuária e mineral que o País desenvolveu. Também, aparecem as cadeias produtivas relevantes para o mercado interno, como milho, papel, etanol, derivados de petróleo, automóveis/autopartes e fertilizantes. Em consonância com o Plano Nacional de Logística de Transportes – PNLT (BRASIL, 2012), para que o projeto Arco Norte se viabilizasse, seriam necessárias não apenas a melhoria da infraestrutura portuária, mas também das diversas vias de transporte que levam aos portos, em seus diferentes modais – rodoviário, ferroviário, hidroviário, além da inclusão de estudos de intermodalidade, buscando maximizar o uso das infraestruturas existentes. A realização das obras necessárias depende não apenas da disposição política, da adequação dos modelos de financiamento, de contratação, de regulação, de licenciamento ambiental, como

também de estudos técnicos-científicos que apontem as alternativas de redes logísticas que possam reduzir o Custo Brasil, através do Projeto Arco Norte, e a definição dos investimentos necessários em infraestrutura.

Não há dúvidas entre grande da parte dos planejadores de transportes, estudiosos do tema, operadores logísticos e do setor produtivo, que as alternativas de escoamento mais adequadas para a produção abundante do Centro-Oeste e Norte brasileiro são as que conduzem para os portos da região Norte, o chamado Arco Norte (aqueles acima do paralelo 16°S). Um caminhão realiza duas viagens por mês de Sinop, no Mato Grosso, até o Porto de Santos. Se a carga fosse de Sinop até Itaituba, no Pará, seriam feitas seis viagens no mesmo período. Nos terminais de Itaituba, a carga seria embarcada em comboios e transportada, por meio dos rios Tapajós e Amazonas, até Belém, no Pará; sendo que cada comboio transporta em carga o equivalente a dezenas de caminhões. Além disso, nas épocas de pico de colheita, formam-se extensas filas em terminais e acessos ao porto, questão muito relacionada à falta de disciplina na formação de composições ferroviárias que acessam a Baixada Santista, em São Paulo, e ao arranjo de linhas e concessionárias diferentes na área portuária, o que se traduz em aumento do tempo nas operações portuárias, ineficiência, risco de descumprimento de contratos e aumento de custos.

Para viabilizar a chegada das cargas até os portos do Arco Norte, é necessária a rodovia BR-163/PA, restaurar as rodovias BR-155/PA e BR-158/PA e, realizar intervenções de adequação de capacidade na rodovia BR-364/RO. Também é importante viabilizar a chegada da Ferrovia Norte-Sul a Barcarena (PA), construir a ferrovia EF-170 (Ferrogrão), derrocar o Pedral do Lourenço, viabilizar a construção dos terminais privados em Miritituba e Vila do Conde, além de dragar, balizar e sinalizar o Rio Madeira e o Rio Tapajós. Também, é preciso retomar um projeto esquecido desde o período militar, a BR-210 (inserida no antigo projeto Calha Norte), que ligará Roraima, Pará e Amapá, viabilizando a integração comercial com as Guianas, o Suriname e a Venezuela.

Desta maneira, dotar o norte de infraestrutura para aproveitar as vantagens competitivas que os portos do chamado Arco Norte – portos desde Porto Velho até o sistema de São Luís - tende a mudar a vocação dos portos do Sul do país, para uma reconfiguração logística de exportação de produtos mais elaborados e containerizados. A mudança na logística de grãos é urgente visto que a produção do Centro-Oeste deve continuar crescendo nos próximos anos. Segundo dados do Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária – IMEA (IMEA, 2022),

no Estado do Mato Grosso, que ainda possui extensa área disponível para plantio, estima-se que a produção de soja deve crescer 17 milhões de toneladas até a safra 2021/22, enquanto a de milho deve crescer em torno de 15 milhões de toneladas.

No âmbito logístico relacionado aos fluxos de transportes gerados pelo escoamento da produção do campo, convém notar a importância que produtores e embarcadores dão às opções logísticas que, numa combinação de rotas e modos de transporte, oferecem o menor custo de frete global, tempo de viagem e, a incidência nos custos de exportação. Invariavelmente, essas opções se relacionam com sistemas logísticos de grande capacidade e baixo custo unitário, segundo a CNT (CNT, 2015). A Confederação Nacional de Transporte – CNT, ainda, evidencia a importância do custo para os que precisam escolher a forma de transporte de seus produtos. Conforme aponta a Confederação, o custo do frete foi mencionado por 85,7% dos embarcadores entrevistados como o principal motivo para a escolha de determinado modo de transporte. Como segunda principal razão, foi citada a oferta de transporte (42,9%).

Dada a constatação da CNT sobre a importância do valor do frete na escolha dos trajetos e modos de transporte, é um contrassenso que, no Brasil, as *commodities* agrícolas produzidas no Centro-Oeste sejam majoritariamente escoadas por caminhões, opção de alto custo para o transporte de mercadorias de baixo valor agregado a grandes distâncias. Tem-se, por hipótese, que a permanência do expedidor da carga em se manter nesta opção de rota logística é porque, diante do mapa atualizado da infraestrutura de transportes brasileira não resta ao produtor ou embarcador muitas opções: a malha ferroviária é muito pouco densa e virtualmente inexistente nas zonas de fronteira agrícola; as hidrovias não são perenes, nem confiáveis e menos sinalizadas, embora sejam vários os grandes cursos d'água na porção norte do país.

Notadamente, o Brasil perde competitividade no mercado internacional de *commodities* pela incidência dos custos de transportes no preço final do produto, devido à escassez de infraestrutura e vias de escoamento. Assim, pode-se concluir que a integração do sistema de transporte brasileiro propiciaria uma maior eficiência aos deslocamentos das mercadorias pelo território nacional. O uso sistemático da intermodalidade traria benefícios tanto para transportadores como para os consumidores, uma vez que a utilização de mais de um modal na movimentação de cargas pelo território brasileiro permitiria a redução dos custos e do tempo dispendido para a realização da atividade (CNT, 2015).

Diante desse quadro, é imperioso estudos que possam elucidar questões com as melhores alternativas de investimentos no projeto Arco Norte, atrelado ao aproveitamento das infraestruturas existentes e a minimização de custos logísticos. É fato que, atualmente, há diversos estudos governamentais que precisam ser atualizados, e que a academia pode trazer contribuição adicional, através de estudos científicos que estabeleçam critérios de análise para a escolha de rede logística de transporte e portuária que viabilize a redução do Custo Brasil.

A pesquisa em questão pretende contribuir com a modelagem dos processos logísticos da cadeia produtiva de grãos onde estão os portos e vias contidos no projeto Arco Norte, com a formalização de arranjos de redes de transporte intermodais, objetivando a melhor compreensão do dimensionamento das variáveis que impactam a eficiência do sistema, nomeadamente, na redução de custos e tempo de viagem. Isso permitirá avaliar os custos e tempos de viagem nas respectivas redes para apoiar tomadas de decisões e investimentos por parte das esferas de governo envolvidas.

1.3 Os Corredores Logísticos

Os corredores logísticos do Arco Norte têm se destacado como uma solução viável para o escoamento da soja produzida no Mato Grosso. Segundo estudos (HIGA *et al.*, 2023), esses corredores, que englobam portos localizados na região Norte do país, como o Porto de Santana no Amapá e o Porto de Itacoatiara no Amazonas, oferecem uma rota mais curta e direta para o escoamento da produção de soja. Além disso, a infraestrutura logística dos corredores do Arco Norte tem sido alvo de investimentos e melhorias, visando facilitar o transporte e reduzir os custos de logística.

A utilização crescente desses portos se justifica basicamente por serem soluções mais competitivas em termos de custos e minimização de impactos ambientais, com a integração das modalidades hidroviárias e ferroviárias (JOÃO *et al.*, 2016). O Estado do Mato Grosso, possivelmente, será o Estado com maiores benefícios através deste projeto, pelo fato de ter o frete mais caro do país (TOMAZELE, 2014). Com a inversão da rota do escoamento da produção, ao invés do deslocamento para os portos do Sul e Sudeste, a produção seguirá as vias da região Norte do país e, como consequência, haverá redução no custo do frete e no tempo de entrega ao consumidor final (NAVES; SOARES, 2008).

O conhecimento e a compreensão dos conceitos de logística e seus custos tornaram-se essenciais para este estudo e, por meio do Arco Norte Amazônico seria possível identificar os

fatores que têm impedido o desenvolvimento de projetos que direcionem cargas, principalmente, produtos agrícolas escoados pelos portos da região Norte, considerados os mais eficientes em termos de custos logísticos. Por sua vez, os custos logísticos são aqueles associados às atividades logísticas, compondo como qualquer outro custo, o preço do bem ou serviço. Quanto mais altos, maior a participação deles no preço final do que se produz e comercializa. Em contrapartida, quanto menos valor se agrega a um produto, mais se deixa saliente o impacto dos custos logísticos na sua cadeia de comércio (CNT, 2018).

Em virtude de os destinos das cargas agrícolas no Brasil estarem dispostos de forma afastada das zonas produtivas, foi preciso realizar viagens extensas e demoradas para que a cadeia produtiva se interligue (FLEURY, 2005). Além do desafio geográfico, a união das grandes distâncias com a carência de operações logísticas agrava a situação, atuando sobre mercadorias de baixo valor agregado com a precariedade da infraestrutura de transportes existente, e produzindo dificuldades tanto no plano interno como no externo, por meio da repercussão negativa da oferta deficiente de infraestrutura para a economia nacional. Assim, convinha examinar mais detidamente o processo de escoamento da produção brasileira de grãos, das propriedades até o destino em território nacional, a fim de identificar os problemas específicos existentes em cada etapa da cadeia logística (VALE; FREITAS; PINHEIRO, 2016).

Os corredores logísticos no Brasil são, então, estratégicos para a movimentação de mercadorias no país e para a conexão com outros países. Na Amazônia brasileira, esses corredores são ainda mais importantes devido às particularidades da região, como a vasta extensão territorial e as condições geográficas e climáticas desafiadoras. A implantação de infraestrutura adequada para o transporte de cargas é fundamental para o desenvolvimento da região e para a integração com o resto do país e do mundo. No entanto, é preciso encontrar um equilíbrio entre a necessidade de infraestrutura e a preservação ambiental, garantindo a sustentabilidade dos corredores logísticos na Amazônia (VIDAL; SANTOS, 2022).

O território brasileiro contempla aproximadamente 49 mil km de rios navegáveis, tendo um potencial portuário, o qual compreende a implantação de 16 hidrovias e 20 portos fluviais (PORTO, 2020). Todavia, em que pese a expressividade de tráfego de suas bacias hidrográficas, o transporte fluvial do Brasil corresponde a aproximadamente 13% da matriz de transporte do país (CNT, 2014). O desafio logístico em aumentar a rede hidroviária tem sido a pauta na tomada de decisões, para se estipular um modo de amenizar os custos com a logística de

transporte de cargas, cujas dimensões espaciais grandiosas unem a região Norte com as outras regiões do Brasil.

O transporte fluvial na região amazônica goza de uma relevância econômica demasiadamente significativa, cujos reflexos resvalam a toda região, no qual os elevados custos logísticos demonstram a notória necessidade de idealização e implementação de políticas públicas, que possam repercutir em áreas da construção naval, de estruturas portuárias, em vias fluviais e nos centros urbanos dotados de atividades portuárias. Com o aumento do novo número de portos à chegada de novas corporações privadas ligadas ao setor do agronegócio, novas áreas acionadas pelo capital na logística do transporte e armazenamento para escoamento da exportação, a Lei dos Portos nº 12.815/2013 traduziu-se em mudanças normativas que propiciaram transformações significativas nas relações porto e cidade, concedendo a abertura legal para a instalação dos TUP's (Terminais de Usos Privativos).

Portanto, a Amazônia é tida como uma nova fronteira de expansão para produção de grãos e como uma alternativa para redução do tempo de escoamento, por consequência maior lucro nas atividades, somando-se a sua capacidade hidroviária a essas políticas territoriais, outras estratégias de consolidação desta visão, que é a criação dos Corredores Logísticos, notadamente, os do Projeto Arco Norte para maior competitividade no mercado global.

À crescente evolução e elevada produtividade de soja e milho, o projeto dos corredores logísticos surgiu em 2017, com a iniciativa de expansão do escoamento dos principais produtos da economia brasileira, através de nove eixos de deslocamento, dividindo-se em quatro corredores logísticos: norte, sul, sudeste e nordeste, criando sinergia entre os projetos, estabelecendo o corredor Norte em três eixos: eixo Tapajós, eixo Madeira e eixo Leste (Figura 3), com a utilização de modais rodoviários (64%), ferroviários (10%) e hidroviários (24%) e mais 5 complexos portuários, sendo assim o chamado Arco Norte Amazônico:

[...] uma visão de análise a partir dos principais fluxos de cargas e suas necessidades de deslocamento entre as regiões produtoras e consumidoras, internas ou externas (neste caso os limites são os portos por onde são exportadas), sendo o processo analisado como um todo, considerando os diversos modos de transporte envolvidos e seus pontos de conexão e eventuais transbordos (BRASIL, 2017).

É válido ressaltar que, o corredor Arco Norte possui maior utilização do modal hidroviário quando comparado com Sul (4%), Sudeste (5%) e Nordeste (3%) - com porcentagem menos representativa de utilização deste modal (BRASIL, 2017). O Estado de Mato Grosso do Sul possui os principais modais existentes: rodoviário, ferroviário, hidroviário,

aeroviário e dutoviário. Entretanto, atualmente para o escoamento da produção agrícola os modos que podem ser utilizados são apenas o rodoviário, ferroviário e o hidroviário. Na Figura 4 tem-se a rede de transporte principal do Estado do Mato Grosso de apoio ao escoamento de carga.



Figura 3: Eixos logísticos do Norte: eixo Tapajós, eixo Madeira e eixo Leste

Fonte: Ilustração do projeto ARCLOG NORTE

1.4 A Pesquisa ARCLOG NORTE

A motivação desta pesquisa reside na contribuição da academia para a sociedade, no fortalecimento da economia e aumento da eficiência de transportes do Arco Amazônico - AA, porção norte do “Arco Norte”, com soluções logísticas que promovam a integração regional, o

desenvolvimento humano e o respeito às condições ambientais. Tem uma relevância incontestável, considerando o avanço da fronteira agrícola, que atualmente tem o valor de custo de transporte agregado à produção na origem, cujo preço chega ao mercado com perda de competitividade. Complementarmente, resultará num avanço na área de conhecimento em questão, do ponto de vista científico-metodológico.

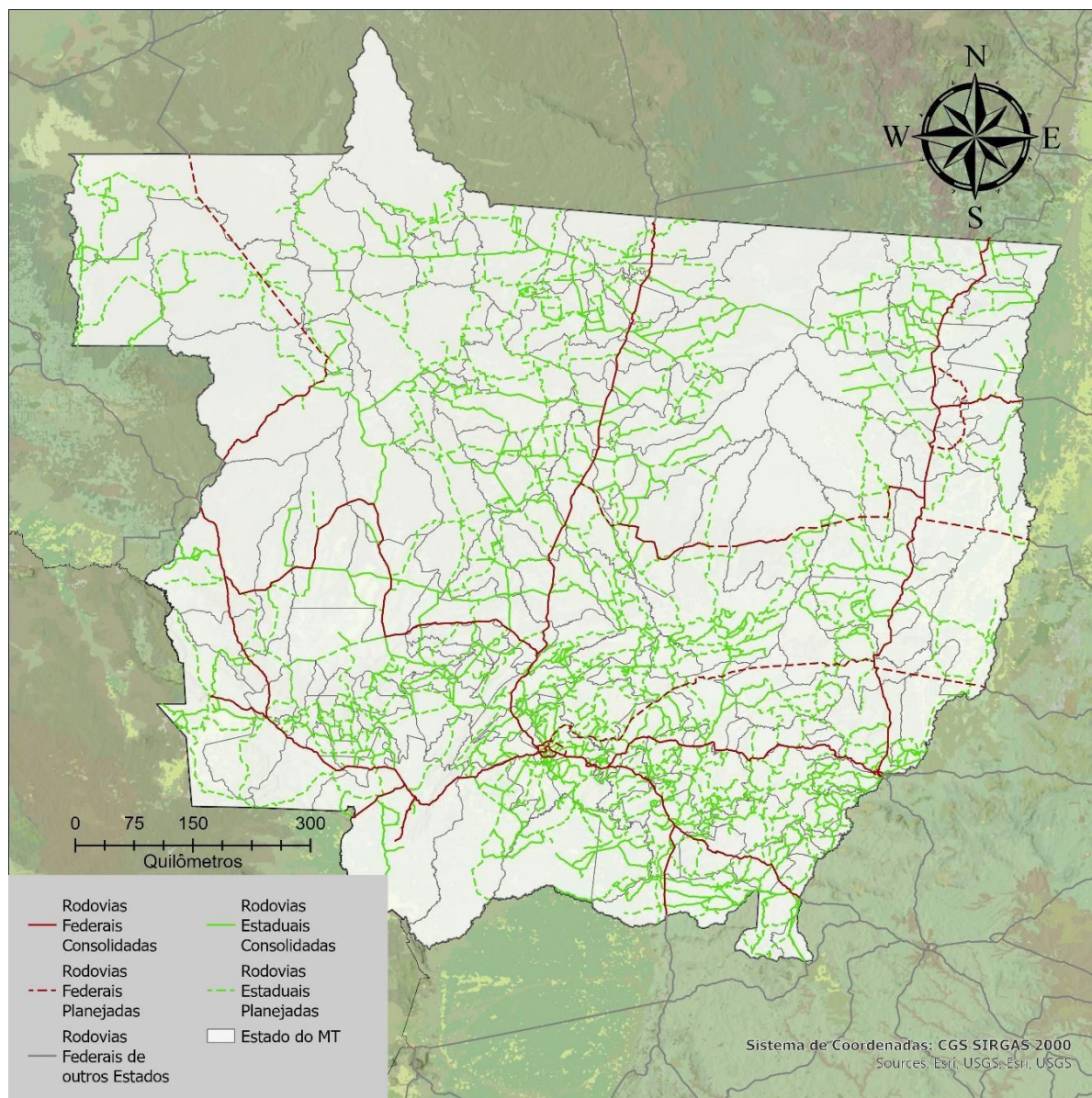


Figura 4: Rede de transporte principal do Estado do Mato Grosso

Fonte: Ilustração do projeto ARCLOG NORTE

A acessibilidade na região Amazônica, seja por sua dimensão territorial ou pela dispersão populacional da população e das atividades econômicas, torna-se primordial para a sobrevivência das comunidades, assim como a sustentabilidade das atividades econômicas.

Ademais, existem questões fundamentais em termos de Amazônia quanto à disponibilidade de informações para processos decisórios do ponto de vista econômico e político. Especificamente, em relação à região do Arco Amazônico - AA, em estudos socioeconômicos e geopolíticos, pode-se verificar a diversidade de estudos sociopolíticos (BERNARDES, 2022; CASTILHO; ARRAIS, 2017; SANTOS, 2019a) e de abordagens analíticas buscando caracterizar as configurações espaciais de demanda e fluxo de transporte (VALE; FREITAS; PINHEIRO, 2016), além das expectativas dos benefícios sociais, de competitividade econômica e de cooperação, resultante do projeto Arco Norte, para o enfrentamento das mazelas regionais (TUROLLA *et al.*, 2021; VILHENA, 2008).

Do ponto de vista logístico, há necessidade de estudos de localização de ambientes logísticos, tais como plataformas logísticas, para dar suporte à atividade de logística e de transporte de mercadorias, e de formação de redes de transportes, como contribuição ao desenvolvimento social e econômico dos municípios (MACHADO *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2021a; PASTRE, 2018). No bojo dessa necessidade, surgiram diversas respostas em termos de planos e projetos governamentais que, na prática, deixaram diversas infraestruturas, muitas das quais incompletas e, ainda, desprovidas do caráter integrador. A discussão se torna mais latente quando se trata do projeto Arco Norte, com visão prospectiva de aproveitamento dessas infraestruturas viárias e portuárias da região, com o propósito de dar vazão à produção agrícola do planalto central brasileiro, em especial, a produção de soja do Mato Grosso. Tais discussões resultaram em diversos trabalhos técnicos e acadêmicos de viabilidade técnica e operacional (CARDANHA *et al.*, 2019; VANZELLA *et al.*, 2015).

O projeto ARCLOG NORTE reúne recursos humanos capacitados e experientes para lidar com os problemas regionais e propor soluções adequadas à esta realidade, na visão multidisciplinar que requer a problemática, incorporando projeções de demanda, custos incidentes e de formação de redes intermodais. A iniciativa reúne pesquisadores-docentes que possuem atuação acadêmica e científica na área de conhecimento do projeto, sob a execução de instituição proponente conceituada na região Norte, e de reconhecimento nacional e internacional, a equipe integra colaboradores advindos da região Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (Universidade Federal de Goiás/Universidade Federal do ABC) e de Portugal, da Universidade do Minho, que tem se constituído numa colaboração ao longo da última década com ligações de pesquisa com a Universidade Federal do Pará. Tal união de esforços de

pesquisa constitui o Grupo de Pesquisa no Diretório do CNPQ denominado Estudos de Viabilidade Econômica de Projetos de Transportes.

O modelo estratégico como resultado da articulação de três vertentes analíticas, envolvendo uma equipe multidisciplinar na engenharia e nas ciências sociais aplicadas, se torna do ponto de vista metodológico algo diferenciado. A articulação nacional e internacional no grupo enriquece as abordagens e a capacidade analítica nos resultados, por abrigar diferentes vivências sobre a mesma questão. Acrescenta-se a parceria com duas empresas amazônicas, com experiência no transporte de carga e de passageiros, que traz para o projeto a sua visão empresarial e de quem conhece o mercado, e a operação em navegação e portuária. Aliados os conhecimentos acadêmicos e os empíricos, ter-se-á o enriquecimento do debate e dos seus resultados, além da difusão dos resultados do projeto diretamente para os *stakeholders*, favorecendo o setor produtivo e transportadores, a sociedade em geral.

Os avanços científicos, fruto da oportunidade de testar modelos teóricos para a realidade emergente, sob condições de incerteza, utilizando projeções de demanda e fluxos de transportes, aplicação de técnicas multivariadas de dados, abordagem estratégica dos custos financeiros envolvidos e, ainda, a estimativa da pegada carbônica que o uso racional da intermodalidade poderá beneficiar ao meio ambiente da região, com a introdução do transporte hidroviário, por exemplo, são instrumentos analíticos de ponta e inovadores, inclusive, do ponto de vista de estudos já realizados na região, e que se utiliza nesta pesquisa, contemporizando o conhecimento científico atual e atingindo fronteiras que poderão culminar em novas teorias e modelos para a ciência.

O objetivo geral, portanto, se constitui em desenvolver um modelo estratégico de análise e construção de redes de transporte, numa visão multidisciplinar, partindo da análise de modelagem de demanda e de redes de transporte, sob condições econômicas, sociais e ambientais da região. Como objetivos específicos:

- Caracterizar de forma diagnóstica o Arco Amazônico – AA (com base no projeto Arco Norte), com levantamento e consolidação de base de informação;
- Desenvolver a modelagem das cadeias produtivas (demanda e fluxos de transporte) e estimativa de custos e impactos financeiros, econômicos e ambientais;
- Analisar as redes logísticas, com teste e validação dos modelos logísticos na prospecção de redes, frente à cenários de desenvolvimento na região;

- Desenvolver um modelo estratégico, que permita a análise e testes de sensibilidade aos investimentos e impactos dos projetos de redes propostos.

Mediante tais objetivos, tem-se as atividades (etapas) a serem desenvolvidas no projeto, destacando-se o cumprimento das Etapas 1 e 2 neste Relatório de 2023.

1.4.1 Etapas / Atividades

1. Levantamento e Formação de Banco de Dados (2023): Levantamento inicial de bibliografia sobre o assunto, envolvendo informações de caráter geral - demografia, políticas públicas, economia, rede física, tecnologias de transporte. Para alimentar as vertentes analíticas do projeto foram levantadas a demanda agrícola, custos generalizados de produção, custos de atividades e de transportes de ligações existentes e dos operadores logísticos, caracterização econômica da estrutura produtiva e, ainda, feito o mapeamento georreferenciado da rede física de acessibilidade existente e respectivas tecnologias de transportes e rede de apoio, portos e terminais.

2. Caracterização Diagnóstica da Demanda, dos Custos de Transportes Envolvidos e os Arranjos Logísticos atuais de transporte (2023): Realização de comunicação técnica de efeito diagnóstica, identificando os principais problemas e desafios a serem vencidos, delineando a realidade existente e abrindo discussão em torno das soluções. Foi realizado um evento online em novembro/23 em uma das instituições colaboradoras, a UFABC (<https://youtu.be/79UWUNjXja8?si=EMT2n6mBJok-XcF8>), para compartilhar informações com os envolvidos no segmento e aperfeiçoar o Relatório Parcial desta etapa.

3. Modelagem e Análise das Redes Logísticas (2024): desenvolvimento da modelagem logística das cadeias produtivas e de transporte e mensuração dos custos financeiros. Consiste na formulação e testes de modelos matemáticos, identificados os atributos relevantes, projetados os custos de investimentos e de frete e avaliado o desempenho da infraestrutura de transporte e de portos e terminais. Esta etapa é demarcada com a produção de artigos científicos e dissertações, apresentando os resultados da modelagem e ensaios prévios de redes logísticas.

4. Análise das Redes Logísticas (2024): a aplicação para teste e validação dos modelos logísticos na prospecção de redes, frente à cenários econômicos e de desenvolvimento na região, com os respectivos investimentos e, apresentação da modelagem utilizada e os resultados da simulação dos cenários estudados. Ao final desta etapa, haverá um seminário

científico e os atores envolvidos na questão, para apresentar os resultados parciais e aprimorar o Relatório parcial.

5. *Formulação e Simulação Operacional das Redes Logísticas (2025)*: aplicação para teste e validação do modelo matemático e de simulação operacional da (s) alternativa (s) de redes intermodais prospectadas, frente à cenários econômicos e de desenvolvimento de região, com os respectivos investimentos. Apresentação de Relatório Preliminar do Modelo Estratégico.

6. *Apresentação do Modelo Estratégico (2025)*: aplicação do modelo estratégico proposto, com Teste de Sensibilidade, Investimentos e Impactos dos Projetos de Redes Propostos. Esta etapa será demarcada com a produção de artigos científicos e dissertações, apresentando os resultados. Ao final desta etapa, haverá um seminário científico com os atores envolvidos na questão, para apresentar os resultados e a carteiras de investimentos a serem empreendidos, direcionando o documento para a iniciativa pública e privada.

1.4.2 Metodologia

O projeto em si tem caráter subjacente de interdisciplinaridade. Partindo do que apregoa (FRIGOTTO, 1995) quando diz que “a interdisciplinaridade se apresenta como problema pelos limites do sujeito que busca construir o conhecimento de uma determinada realidade e, por outro lado, pela complexidade desta realidade e seu caráter histórico”. De fato, a proposição de um projeto na escala de complexidade da região amazônica, insurge diversas questões de caráter social, econômico, geopolítico e ambiental, que não deve ser analisada sob o ponto de vista unidisciplinar.

A proposta metodológica do projeto pressupõe abordagens analíticas (axiomática, econômica/ambiental e de transportes) que se integram, transversalmente pela articulação de conceitos comuns a duas ou mais disciplinas, como a física, a matemática, a biologia, a história, ressaltando a interdisciplinaridade nos estudos científicos produzidos nas três abordagens. Também, a multidisciplinaridade está no projeto, na integração das visões das vertentes analíticas, pois se complementam para explicar o fenômeno em questão, buscando estabelecer um modelo logístico que, em sua essência, tem esse caráter inovador de junção da modelagem de demanda e de custos e da análise de redes de transportes como categorias de análise fundamentais para tratar a situação-problema.

A multidisciplinaridade está refletida na própria composição da equipe com atuação na engenharia, matemática computacional, estatística espacial, geoprocessamento, meio ambiente e análises econômica e financeira. A metodologia proposta possibilita o diálogo entre as áreas envolvidas e seus conceitos, integrando conhecimentos distintos e promovendo a conexão entre eles. Uma composição que capacita o grupo para dar conta de um projeto dessa envergadura, com a expectativa do avanço na fronteira do conhecimento na avaliação de sistemas complexos em situações de incertezas.

A pesquisa tem caráter inicial exploratório e incidirá em banco de dados existente sobre a realidade de diversas fontes governamentais, do setor privado e de observação empírica, na busca da melhor compreensão dos problemas logísticos na região. Caso seja necessária a interpelação à seres humanos, a ética no projeto será pautada pela Res. MS/CNS 196 (BRASIL, 1996) e Lei Federal 13.709 (BRASIL, 2018). A caracterização diagnóstica parte da demanda atual e reprimida do sistema de transporte e o potencial de demanda com a formação de novas redes integrando sistema viário, terminais e tecnologias de transportes.

Considerando incertezas tanto na demanda quanto nos custos, modelos de estocásticos, além dos determinísticos, são admitidos como ferramentas adequadas para tal finalidade (EBRAHIMNEJAD, 2016; GHANBARI *et al.*, 2020). Na análise econômica é considerada a incidência em custos generalizados de transporte, custos econômicos e ambientais, resultantes dos arranjos de redes propostas. O mapeamento dos processos permite custear as atividades relevantes pelos modelos da contabilidade gerencial, tais como o *activity-based costing* e/ou o *time-driven ABC* (JIMENEZ-FRANCO; GASPARETTO, 2020). A análise econômica é complementada pela análise ambiental (VALVERDE; PAIVA JR, 2018). Por fim, a Análise das redes de transporte está assentada na prospecção territorial com cenários uni e multimodais, face aos respectivos polos geradores de demanda (BANERJEE; DUFLO; QIAN, 2020). Serão feitas no terceiro ano da pesquisa análises sobre os cenários desenvolvidas, com testes de sensibilidades das redes projetadas e respectivos polos de produção, e os investimentos necessários com os respectivos custos.

O contexto permitirá efetuar uma análise territorial e identificar os polos geradores de viagens de carga em três grupos: produção (origem), transbordo intermodal (intermédio) e exportação (destino). O escoamento da produção poderá ser beneficiado pela consolidação e otimização de uma rede intermodal, articulando modos rodoviários, ferroviários, fluviais e marítimos, tendo em conta valências e disponibilidades presentes e futuras (BRANCO *et al.*,

2021). Nesta tarefa são identificados os tipos de produtos a transportarem e todas as exigências e especificidades necessárias ao deslocamento e armazenamento. A análise de rede congrega diversos modos representativos no território e níveis de acessibilidade, integrando restrições para cada tipo de produto. Desta forma, desenvolver-se-á um modelo estratégico em uma nova visão orientadora do escoamento dos bens produzidos na área em estudo.

1.4.3 Impactos do Projeto em C&T

Considerando que na sua fase inicial efetuou-se a atualização do conhecimento relativo à Caracterização Diagnóstica da Demanda, dos Custos e Impactos dos Transportes Envolvidos e os Arranjos Logísticos, tem-se neste Relatório uma visão global dos atores regionais envolvidos nas diferentes etapas, desde a produção ao transporte e à exportação. A difusão desse conhecimento torna-se um momento marcante na fase inicial (fim do 1º ano), pois promove nas fases seguintes uma forte interação da equipe de projeto com todos os envolvidos para a realização do processo de Modelagem da Demanda, da Análise das Redes Logísticas e da Formulação e Simulação Operacional dessas mesmas Redes Logísticas. No que tange às produções em C&T, haverá avanços nas avaliações de reduções voluntárias ou certificadas de emissões de CO₂ e, identificando-se potenciais reduções dessas emissões num quadro de melhoria do sistema de transporte segundo um quadro efetivo de crescimento operacional, concomitante com os avanços tecnológicos preconizados para o setor. Outro avanço será na modelagem, como teste e validação de modelos matemáticos e de estatística espacial no respectivo caso. Como também, a análise territorial com a identificação das redes de transportes (origem-destino e viário) constituídas a partir de simulação de cenários. Por fim, no campo da formação e capacitação de recursos humanos, o projeto tem recursos de duas bolsas CNPQ e conta, ainda, com bolsas PIBIC na instituição executora, além de absorver discentes para orientação e pesquisa em trabalhos de final de curso.

Em termos de impactos esperados, o projeto poderá evidenciar impactos diretamente relacionados ao desenvolvimento sustentável e à tecnologia, nos ganhos ambientais relativos aos modos de transporte e a respectiva redução de consumo de combustíveis fósseis e de emissões de gases de efeito de estufa, em alternativas de redes que tenham maior aproveitamento da integração modal com o hidroviário e uso de tecnologias de transporte que contribuam para a redução global dos impactos ambientais, o que poderá contribuir nacionalmente para atingir as metas estabelecidas pelo Acordo de Paris, do qual o Brasil é

signatário. O principal impacto científico está na aplicação no contexto nacional, sendo o Arco Norte um projeto de grande escala, de ferramentas e técnicas avançadas de otimização e tomada de decisão, considerando múltiplos indicadores de sustentabilidade.

No que tange aos impactos nos indicadores do FNDCT, as narrativas de motivação, relevância, potencial inovador do projeto gera expectativas de impactos futuros no aumento da competitividade; nos ganhos ambientais; na formação de recursos humanos; na articulação de ICTS e na colaboração em P & D com as empresas parceiras, bem como nos avanços de fronteiras tecnológica e de conhecimento científico, na atualização e infraestrutura de pesquisa das instituições envolvidas no projeto; na inovação tecnológica de produto e processos; na aproximação do ambiente acadêmico com a sociedade regional, potencializando a revisão curricular e capacitação de novos egressos, mediante a necessidade da região; surgimento de novas parcerias e, numa perspectiva futura, o engajamento em propostas das agências e fontes de fomento, como a chamada do Amazônia +10 e, envolvimento em políticas e programas de desenvolvimento, potencializando a articulação com outros grupos de pesquisa e criação de um INCT, como um fórum amazônico de discussão de projetos e programas em busca do desenvolvimento social e sustentável.

A divulgação científica do projeto, seja nas comunicações técnicas, nas redes sociais e em eventos externos, pela realização de seminários anuais e integração em produção científica do grupo de pesquisa com os parceiros, através da apresentação dos resultados por meio de artigos científicos em periódicos qualificados; em defesas de dissertações e teses com participação dos parceiros nas respectivas bancas e, em elaboração de relatórios técnicos a serem entregues aos tomadores de decisão, ensejará numa produção digital de toda a produção científica do projeto e um vídeo destinado à divulgação ao público leigo, a ser apresentado anexado ao Relatório Final encaminhado ao CNPQ.

FORMAÇÃO DE BANCO DE DADOS (ETAPA 1)



2 FORMAÇÃO DE BANCO DE DADOS (Etapa 1)

A formação de banco de dados sobre um território envolve a coleta, organização e armazenamento de informações relacionadas a essa área específica. A abrangência irá depender da variedade de propósitos, incluindo, planejamento urbano, desenvolvimento regional, tomada de decisões políticas, análises socioeconômicas, pesquisa acadêmica e gestão de emergências. Em geral, são esses os dados:

- Geoespaciais: Informações sobre a topografia, limites administrativos, características físicas e geológicas da região.
- Demográficos: Informações sobre a população da região, incluindo idade, sexo, etnia, densidade populacional e distribuição geográfica
- Econômicos: estatísticas sobre a economia da região, como PIB, renda per capita, setores industriais dominantes, taxa de desemprego e atividades comerciais.
- Sociais: informações sobre indicadores sociais, como educação, saúde, moradia, acesso a serviços públicos e qualidade de vida.
- Ambientais: informações sobre o meio ambiente, incluindo qualidade do ar e da água, áreas protegidas, biodiversidade e impacto ambiental de atividades humanas.
- Infraestrutura: informações sobre infraestrutura física, como estradas, transporte público, redes de comunicação, serviços de energia e abastecimento de água.
- Históricos e Culturais: informações sobre a história, cultura, patrimônio histórico, eventos significativos e características culturais da região.
- Segurança: informações sobre segurança pública, criminalidade, aplicação da lei e incidentes de segurança.

Assim, neste projeto, de abordagem multidisciplinar, considerando um objeto específico de estudo e de área geográfica determinada (Vide Figura 5), a busca e a consolidação dos dados estão centradas em informações de caráter geral - demografia, políticas públicas, economia, rede física, tecnologias de transporte. Para alimentar as vertentes analíticas foram levantadas demanda agrícola, custos generalizados de produção, custos de atividades e de transportes de ligações existentes e dos operadores logísticos, caracterização econômica da estrutura produtiva e, ainda, feito o mapeamento georreferenciado da rede física de acessibilidade existente e respectivas tecnologias de transportes e rede de apoio, portos e terminais. Fundamentalmente, tem-se o banco de dados assentado em fontes secundárias de informações, de órgãos públicos, associações, de estudos acadêmicos e, em plataformas digitais do Google Maps e, de forma

mais específica, por órgãos públicos, mapas e dados, tais como <https://cidades.ibge.gov.br/> em porção menor de dados obtidos de campo, diretamente na região em estudo.

2.1 Geoespacialidade e Infraestrutura Viária

A expansão agrícola do Brasil é percebida quando se analisa os fenômenos de plantio e cultivo da terra, por meio da geoespacialidade das áreas e a localização e distribuição espacial. O Arco Norte Amazônico estabelece a nova fronteira agrícola no Brasil, abrangendo uma vasta extensão territorial e condições climáticas favoráveis, sendo altamente estratégica pela proximidade com mercados internacionais através de portos situados ao longo da costa norte. Com os conceitos geoespaciais, é possível traçar e mapear áreas aptas para a agricultura, facilitando a expansão controlada e sustentável do cultivo de soja, minimizando impactos ambientais e maximizando a eficiência produtiva.

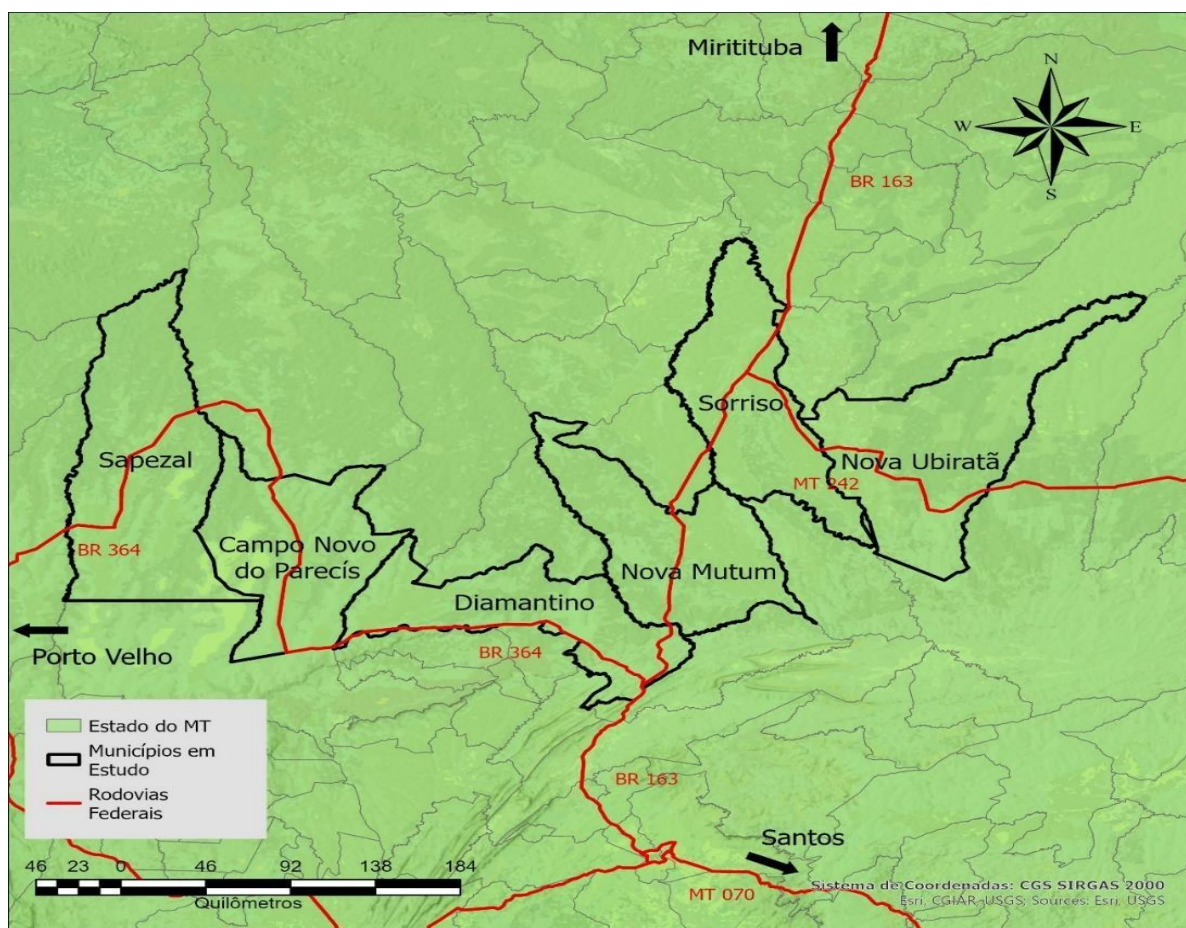


Figura 5: Área de Estudo na região geográfica imediata de Sorriso e destinos de escoamentos

Fonte: Ilustração do projeto ARCLOG NORTE, 2024

No entanto, infraestrutura viária no Arco Norte é um item fundamental de análise para o desenvolvimento agrícola desta região através da construção e manutenção de rodovias, ferrovias e hidrovias que são unicamente vitais para o escoamento da produção de soja. Estradas como a BR-163, que liga o Mato Grosso ao Porto de Miritituba no Pará, conectam as áreas de produção agrícola aos portos, reduzindo significativamente os custos de transporte e o tempo de deslocamento. De acordo com (SILVA, 2023), os projetos de ampliação e modernização de infraestruturas logísticas, incluindo a construção de novos terminais portuários e a melhoria das condições de navegação fluvial, são indispensáveis para suportar o crescente volume de exportações.

A integração geoespacial e o desenvolvimento da infraestrutura viária visam facilitar a logística de transporte da soja, promovendo o desenvolvimento econômico regional, que impulsiona a acessibilidade melhorada, criando empregos e incentivando o crescimento de comunidades rurais produtoras de soja. Ainda, a infraestrutura remonta investimentos e proporciona condições favoráveis para agricultores e empresas agrícolas operarem de maneira eficiente, resultando em uma cadeia produtiva mais robusta e competitiva, fortalecendo a posição do Brasil como um dos principais exportadores de soja no mercado global.

Ademais, o avanço da infraestrutura viária no Arco Norte Amazônico deve ser acompanhado de políticas rigorosas de sustentabilidade e conservação ambiental, pois esta expansão agrícola pode ameaçar ecossistemas sensíveis e a biodiversidade da Amazônia com a construção e aperfeiçoamento rodoviário. Portanto, o implemento de práticas de manejo sustentável, que incluam a conservação de áreas protegidas e a redução do desmatamento. Com as ferramentas tecnológicas de georreferenciamento e monitoramento por satélite, tem garantido o desenvolvimento de maneira responsável, respeitando os limites ecológicos e preservando a integridade ambiental da região.

Em definitivo, a geoespacialidade e a infraestrutura viária contribuem para o sucesso da produção de soja no Arco Norte Amazônico, combinando o mapeamento avançado e desenvolvimento logístico eficiente permitindo a expansão agrícola sustentável, impulsionando a economia local e assegurando a competitividade do Brasil no mercado global de soja.

2.2 Socioeconomia e Meio Ambiente

A análise de indicadores sociais e ambientais nos serviços logísticos para a exportação de *commodities* surge em um contexto global marcado por desafios urgentes e interconectados,

como as mudanças climáticas, a desigualdade social e a justiça socioambiental (CAPPELLI; COSTANTINI; CONSOLI, 2021; DUONG; FLAHERTY, 2023; ISAGUIRRE-TORRES; MASO, 2023; KAHN *et al.*, 2021; MULLER, 2023; TOL, 2009).

As mudanças climáticas representam uma ameaça cada vez mais evidente, afetando não apenas o meio ambiente, mas também as cadeias de suprimentos e os serviços logísticos. O monitoramento e análise dos impactos ambientais dessas atividades sugere formas de mitigar danos e promover práticas sustentáveis a fim de evitar o agravamento das condições atuais.

Além disso, o histórico de desigualdade social e violência no campo em muitas regiões onde ocorre a produção de *commodities* destaca a importância de avaliar os impactos sociais das operações logísticas. Isso inclui considerar questões como condições de trabalho, direitos dos trabalhadores, acesso à educação e saúde, entre outros aspectos que afetam diretamente as comunidades locais.

O desrespeito aos direitos dos povos originários também é uma preocupação central. Muitas vezes, essas comunidades são diretamente afetadas pela expansão das atividades logísticas, resultando em deslocamento forçado, perda de terras e recursos naturais, e violações dos seus direitos humanos fundamentais. A análise de indicadores sociais deve incluir uma avaliação cuidadosa do impacto dessas atividades sobre essas comunidades vulneráveis.

Além das considerações sociais e ambientais, há uma crescente preocupação dos investidores com os riscos associados ao mau desempenho das empresas nas dimensões ESG - Ambiental, Social e de Governança (KULAL *et al.*, 2023; LIAO; LUO; TANG, 2015; LIU; JIN, 2023; RAZAK; IBRAHIM; NG, 2023; ZHANG *et al.*, 2024). Empreendimentos que não abordam de forma adequada essas questões enfrentam a possibilidade de impactos financeiros negativos, como perda de valor de mercado, aumento dos custos de capital e redução do acesso a financiamentos.

Nesse contexto, as normas internacionais ISO (famílias 9000, 14000, 26000, 28000, 37000 e 45000) relacionadas com a gestão da qualidade, meio ambiente, responsabilidade social, segurança e governança, oferecem diretrizes valiosas para a implementação de práticas responsáveis nos serviços logísticos dando uma base sólida e técnica (CRUZ *et al.*, 2022; RONALTER; POLTRONIERI; GEROLAMO, 2023). Essas normas fornecem um quadro estruturado para avaliar e melhorar o desempenho em áreas-chave, garantindo o cumprimento de padrões internacionais de sustentabilidade e responsabilidade corporativa.

Por fim, os compromissos internacionais com as 17 metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU estabelecem um conjunto abrangente de alvos para promover o desenvolvimento sustentável em todo o mundo. A análise de indicadores sociais e ambientais nos serviços logísticos (BEKAERT; ROTHENBERG; NOGUER, 2020; RONALTER; POLTRONIERI; GEROLAMO, 2023) deve estar alinhada com esses fins, contribuindo para a realização de um futuro mais justo, inclusivo e sustentável para todos.

Em síntese, a análise de indicadores sociais e ambientais nos serviços logísticos para a exportação de *commodities* é fundamental para fomentar práticas responsáveis, mitigar riscos, promover o desenvolvimento sustentável e atender às expectativas crescentes de investidores, consumidores e comunidades globais. Há evidências de que um bom desempenho nos indicadores socioambientais é acompanhado de sucesso econômico (PLASTUN *et al.*, 2020; UNITED NATIONS DEPARTMENT FOR ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, 2022).

a) Fontes de Indicadores Sociais: as principais fontes de dados sociais consultadas neste estudo foram:

- IBGE – Cidades
- IBGE – Base de Informações sobre os povos indígenas e quilombolas
- IBAMA – Licenciamento Ambiental
- Ministério da Agricultura e Pecuária – Observatório da Agropecuária Brasileira

b) Fontes de Indicadores Ambientais: as principais fontes de dados ambientais consultadas neste estudo foram:

- IBGE – Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA)
- INPE – Programa Queimadas
- INPE - Terra Brasilis
- Observatório do Clima - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG)
- Ministério da Saúde – Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
- IPAM Amazônia
- Imaflora – Atlas da agropecuária Brasileira
- MapBiomas – Projeto MapBiomas

c) Fontes Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

- IDSC-BR – Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades Brasil

2.3 Transporte, Portos e Terminais

Neste item, tem-se uma explicação geral, como base no levantamento que foi feito de infraestrutura principal disponível de transporte, de portos e terminais para o escoamento da soja. O Arco Norte desponta como um eixo estratégico de escoamento da produção agrícola brasileira, impulsionando o desenvolvimento da região Norte e abrindo novas portas para o comércio internacional. Abrangendo rodovias, portos e terminais, nos estados do Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Maranhão, como iniciativa visionária para encurtar as rotas de exportação, conectando o Brasil a mercados promissores na Europa, Leste dos Estados Unidos e China. A visão intermodal predomina para as infraestruturas de transporte suportarem o processo de desenvolvimento econômico da região. Assim, transporte e portos fazem parte do mesmo contexto de cenários que despontam para viabilizar o escoamento de grãos da região Centro-Norte do Brasil.

Há diversos trabalhos que buscam compreender as complexidades e desafios envolvidos na operação e expansão desses portos na região, oferecendo *insights* sobre a adaptação de portos, expansão e implantação de rodovias e hidrovias, às novas realidades econômicas (ANDRADE, 2021; OLIVEIRA NETO, 2022; OLIVEIRA NETO; NOGUEIRA, 2019).

Adicionalmente, há estudos que oferecem uma visão abrangente sobre os desafios e as consequências do desenvolvimento dos corredores de transporte de soja na Amazônia. Buscando o entendimento de como essas infraestruturas estão transformando a região e os impactos que podem ter sobre o meio ambiente e as comunidades locais (NOTTEBOOM; PALLIS; RODRIGUE, 2021). Tratam dos impactos multiescalares das infraestruturas de transporte na Amazônia, com foco nas rodovias e hidrovias, e nas dinâmicas de desenvolvimento regional e a forma como as políticas de transporte estão moldando a Amazônia, destacando os desafios e as oportunidades relacionadas ao escoamento da produção agrícola, particularmente no contexto de uma crescente demanda por eficiência logística e sustentabilidade (MORGADO; PORTUGAL; MELLO, 2013).

Em termos de portuários, a pesquisa se concentrou nos portos do chamado Arco Amazônico, no âmbito do projeto Arco Norte, apresentado na Figura 1: os portos de Vila do Conde (PA), Santana (AP), Santarém (PA), Miritituba (PA), Itacoatiara (AM) e Porto Velho (RO). Tais portos são tratados individualmente em seus aspectos operacionais no Capítulo 4, seção 4.2.

Numa visão preliminar destes portos, a partir das leituras iniciais, pode-se constatar que desempenham um papel crucial na logística e no desenvolvimento econômico da região, que é caracterizada por uma vasta rede hidrográfica, com rios extensos e de grande volume que funcionam como verdadeiras rodovias naturais. Esses portos são essenciais para o transporte de mercadorias, especialmente em uma área onde as estradas terrestres são escassas e frequentemente intransitáveis devido às condições climáticas e geográficas. Eles facilitam o escoamento de produtos como grãos, minérios e madeira, além de serem vitais para a mobilidade de pessoas nas comunidades ribeirinhas e indígenas, muitas vezes isoladas e dependentes do transporte fluvial para acessar serviços básicos como saúde e educação.

No entanto, o desenvolvimento desses portos enfrenta desafios significativos. A complexidade ambiental da Amazônia exige que qualquer intervenção seja cuidadosamente planejada para minimizar os impactos ecológicos. A construção e ampliação de portos fluviais podem resultar em desmatamento, alteração dos cursos d'água, e a destruição de habitats, o que ameaça a biodiversidade e os modos de vida das populações locais. Além disso, o crescimento da infraestrutura portuária também levanta questões sobre a intensificação das atividades ilegais, como o garimpo e o tráfico de madeira, que muitas vezes se aproveitam das rotas fluviais.

Outro desafio é a falta de manutenção adequada e a ausência de uma gestão integrada que considere as particularidades das diferentes bacias hidrográficas. A gestão eficiente dos portos fluviais na Amazônia requer investimentos contínuos em infraestrutura, treinamento de mão de obra e a implementação de tecnologias que permitam um controle ambiental rigoroso. Além disso, é necessário garantir que as comunidades locais sejam consultadas e participem do processo de planejamento e gestão, de forma que os benefícios econômicos advindos dessas infraestruturas sejam compartilhados e os impactos negativos mitigados.

A rede rodoviária principal da pesquisa está representada na Figura 2: o Eixo BR 163, ligando a área de produção de grãos no Estado do Mato Grosso, no sentido norte para o Estado do Pará, embarcando no Porto de Miritituba e/ou de Santarém e, a depender das circunstâncias, seguindo até ao Porto de Vila do Conde, próximo à Belém, para a saída marítima pelo Oceano Atlântico, ou então diretamente por transporte marítimo, a partir dos portos de Itacoatiara e Santarém. Tem-se o Eixo da BR 364, sentido ao Estado de Rondônia, para então embarcar a produção agrícola para os portos de Itacoatiara ou Santarém e, a depender das circunstâncias, seguir para o Porto de Vila do Conde ou de Santana no Estado do Amapá, ou mesmo direto

para o transporte marítimo, a partir dos portos anteriores. Por fim, tem-se o Eixo rodoferroviário, iniciando o escoamento de grãos pela BR 163, sentido ao Sul, chegando até a ferrovia Ferronorte em Rondonópolis até o Estado de São Paulo, para o Porto de Santos.

No Capítulo 4, seção 4.1, tem-se um detalhamento dos corredores logísticos em termos de rodovias e hidrovias. Tal infraestrutura intermodal, composta de rodovias e rios, influencia diretamente a rentabilidade dos produtores do Mato Grosso e a capacidade do Brasil de se consolidar como um dos maiores exportadores de soja do mundo, uma vez que os municípios do Mato Grosso estão no topo da produção de soja no país, tendo a cidade de Sorriso como o maior produto nacional. No entanto, o desafio maior está em desenvolver uma logística sustentável que equilibre o crescimento econômico com a preservação ambiental e o respeito às populações tradicionais da Amazônia.

Tratando-se especificamente de terminais, segundo Moraes Neto (MORAES NETO, 2022), atualmente, no Arco Amazônico existem oito terminais de exportação de grãos com cargas procedentes da bacia amazônica e das bacias dos rios Tocantins e rios Guamá/Capim, que encontram-se sediados pelos portos apresentados na Figura 1, respectivamente:

- Terminal da Hidrovias do Brasil
- Terminal da UNITAPAJÓS
- Terminal TGPM
- Terminal flutuante da empresa Mega Logística/Louis Dreyfus, todos no complexo portuário de Vila do Conde
- Terminal de exportação de grãos da empresa Cargill e Terminal da CDP, cuja operação é realizada pela empresa Mega Logística em Santarém
- Terminal da CIANPORT no porto de Santana no Amapá
- Terminal da HERMASA em Itacoatiara

a) Terminal da Hidrovias do Brasil – HBSA

A infraestrutura do Terminal da Hidrovias do Brasil sobre o rio Pará é formada por píer com um berço para a atracação de navio e um berço para a atracação de barcas. O píer para navios está localizado aproximadamente a um quilômetro da costa, este píer possui um berço que permite a atracação de apenas um navio de porte médio (60.000 t de capacidade de carga) e três berços para comboios de barcas, sendo dois para descarregamento de grãos e um para carregamento de fertilizantes. O berço de navios permite a movimentação de um carregador de

navio e sistema de correias transportadoras e equipamentos com capacidade nominal de expedição de 2500t/h.

b) Terminal da UNITAPAJÓS

O Terminal da UNITAPAJÓS funciona em dois sentidos, tanto para exportação quanto para importação. Para exportação são movimentadas a soja e seus derivados a granel, que são embarcados em navios de longo curso. Para o recebimento de soja são usados comboios de barcaças e caminhões. Como premissa básica, os berços têm no mínimo 16 m de profundidade para os navios de longo curso e 5 m para o comboio de barcaças. Os berços são paralelos às margens, na direção predominante das correntes do rio Pará, sendo ligados à terra por um sistema de transportadores de correias tubulares específicos para cada fim. Foram adotadas as seguintes capacidades para os diversos sistemas de movimentação da produção nominal de soja: para exportação 4.000 t/h e, para importação 2.000 t/h.

Para o circuito de exportação de soja são utilizadas torres de carregamento de navios, composto basicamente de duas linhas de transportadores de correia tubular (*pipe conveyor*), que conectam a retro área às torres de carregamento de navios, cada uma com capacidade de 2.000 t/h. O circuito inicia-se nas balanças de fluxo (pesagem por batelada) localizadas sobre o trecho de carregamento dos dois transportadores instalados na retroárea.

O circuito de importação de soja compõe-se de uma linha de transportadores de correia interligando o píer de descarregamento de barcaças de soja à retro área, com capacidade nominal de 2.000 t/h. O píer tem capacidade para a atracação de duas barcaças, após descarregar uma barcaça completamente, o descarregador se dirige à outra barcaça atracada ao lado da primeira. Enquanto descarrega a segunda, a primeira barcaça vazia será substituída por outra cheia, otimizando assim os tempos de operação.

c) Terminal de Grãos Ponta de Montanha – TGPM

O Terminal de Grãos Ponta da Montanha é autorizado e presta serviços de recebimento, armazenamento e embarque de grãos para o segmento do Agronegócio, possuindo um armazém com capacidade de armazenamento de 120 mil toneladas e 6 silos que juntos podem comportar até 30 mil toneladas. Atualmente, a organização atende sobretudo às demandas dos seus acionistas: a ADM do Brasil Ltda e a Viterro Bioenergia S.A.

d) Terminal Flutuante da Mega Logística em Vila do Conde

O Terminal da Mega Logística em Vila do Conde é caracterizado através da operação *Barge to Ship* ou transbordo direto da balsa para o navio. O terminal flutuante opera com navios da classe Panamax com a utilização de uma embarcação guindaste operando a contrabordo do navio – *floating crane*. A operação de navios Panamax na área do porto organizado de Vila do Conde acontece com a capacidade plena de carga (75.000 DWT) com calado de 13,80 m. A empresa Mega Logística utiliza um *floating crane* para o descarregamento da barça e carregamento do navio.

e) Terminal da CARGILL em Santarém

A construção do Terminal da Cargill teve início em 1999 e sua operação começou em 2003. O Terminal Fluvial de Granéis Sólidos de Santarém foi construído para escoar parte da produção de grãos adquirida pela CARGILL da região Centro-Oeste do Brasil, no Mato Grosso, o que permitiu à comunidade local a possibilidade de escoamento de sua produção.

Atualmente o Terminal movimenta soja e milho, operando por meio dos modais rodoviário e hidroviário, sendo que mais de 95% dos grãos viajam do Mato Grosso até Porto Velho (RO) ou Miritituba (PA) em caminhões, onde são posteriormente transbordados para as barças que seguem até Santarém. Os outros 5% chegam ao terminal em caminhões vindos diretamente do estado do Mato Grosso através da BR 163 ou ainda da produção local. A capacidade atual para embarque é de cinco milhões de toneladas de grãos ao ano e armazenagem de 114 mil toneladas.

Para o recebimento de carga, o terminal possui dois tombadores com duas moegas para recebimento de caminhões, dois sugadores de grãos (*vigans*) e uma rosca transportadora (*siwertell*) para descarga de barças. Para a armazenagem, a capacidade é de 114.000, sendo um armazém de 60.000 t e três silos de 18.000 t cada um. Para o embarque: o terminal possui uma linha de embarque, a partir do armazém e silos, com capacidade nominal de 1.500 t/h, além da possibilidade de embarque direto das barças via rosca transportadora (*siwertell*) para navios, com capacidade nominal de 1.500 t/h. Há também a possibilidade de descarga nos dois sugadores (*vigans*) com capacidade nominal de 700 t/h.

f) Terminal da CDP em Santarém

O Porto de Santarém abrange uma área territorial de 498.370,89 m². Seu território é constituído de vias de tráfego asfaltadas e iluminadas disponíveis à utilização para movimentação de cargas. Quanto às estruturas de acostagem, o terminal possui oito instalações

acostáveis composta por píer, *dolphins* de atracação, cais fluvial, terminal de granéis sólidos, três terminais de granéis líquidos e rampa Ro-Ro. O píer 100 possui instalação acostável configurada em formato de "L", construída em concreto pré-moldado, assentes sobre estacas inclinadas, executados em concreto armado, sendo construído na extremidade da ponte de acesso, possui dois berços de atracação 101 e 102 com 200 m e 185 m de extensão, respectivamente, preparados para receber navios de até 30.000 TPB, sendo destinados a realizar operações com carga geral e granel sólido.

O píer foi projetado para sobrecarga de 3,0 t/m². Os *dolphins* de atracação 200 é constituído por um conjunto de estruturas de quatro *dolphins* de atracação e um de amarração, estruturas assentes sobre estacas inclinadas executadas em concreto armado, localizadas a montante e no mesmo alinhamento do píer 100, formando o berço 201 com 185,6 m de extensão, preparado com defensas para receber embarcações de até 55.000 TPB, destinado a realizar operações com granel sólido e o berço 202 com as mesmas dimensões, destinado a operações com barcas, porém não se encontra operacional.

O cais fluvial 300 fica situado na área interna do píer 100, possui um berço de atracação 301 preparado para receber embarcações fluviais mista de passageiros e cargas gerais, sendo composto por uma estrutura de contenção como um muro de arrimo de flexão e de uma rampa com patamares executados em concreto armado.

O terminal de granel sólido 400 é um terminal arrendado a Cargil, situado à jusante do píer 100, está equipado com uma correia transportadora em estrutura metálica com 374 m de comprimento que liga o continente a estrutura de acostagem, a qual é composta por cinco *dolphins* de atracação e dois de amarração, sendo blocos assentes sobre estacas, executadas em concreto armado, destinadas às operações com navios e barcas. Sendo o berço 401 destinado a operações com navios de até 60.000 TPB e o berço 402 destinado a operações com barcas graneleiras.

A rampa fluvial (RF) é disponibilizada para operações com barcas no sistema "Ro-Ro", situada na margem à direita do cais fluvial, preparada em solo natural constituído de material laterítico (piçarra), com largura de 70 m. Além de contar com área de retroporto preparada para receber a implantação de projetos para o escoamento da produção de grãos do Centro-Oeste, o porto possui as seguintes instalações dois armazéns com fechamento lateral, medindo 60,0 m x 25,0 m cada um, ocupa área total de 3.000 m². Os galpões: dois galpões sem fechamento lateral com área de 1.200 m².

Os pátios alfandegados são pavimentados em concreto asfáltico com área disponível para armazenagem de 10.000 m². Os pátios de armazenagem, também, são pavimentados em concreto asfáltico com área disponível para armazenagem de 10.000 m² e pátio pavimentado em concreto armado com área preparada para armazenagem de 4.250 m².

g) Terminal da Companhia Norte de Navegação e Portos (CIANPORT) em SANTANA no AMAPÁ

As estruturas do Terminal de grãos da CIANPORT, no Porto de Santana (AP), foram construídas no Porto Organizado da Companhia Docas de Santana, composto por três silos com capacidade de armazenamento de 54 mil toneladas de grãos, contendo descarregador de barcas, esteiras transportadoras, balança de fluxo e expedição, o que permite o carregamento de navios de até 55 mil toneladas. Na ilha de Santana foi construído um Terminal de Uso Privativo (TUP) para movimentação de até 3,5 milhões de toneladas por ano, dentre suas instalações estão um cais de 300 m, equipamentos de descarga de barcas, estruturas de carregamento de navios e esteiras transportadoras.

h) Terminal da HERMASA em Itacoatiara no Estado do Amazonas

O Terminal da HERMASA, onde acontece a importação e exportação de grãos, possui uma Estrutura de acostagem do tipo Píer Flutuante com dois berços, sendo um destes para a importação de grãos proveniente de barcas para movimentação de farelo de soja, soja, óleo de soja, milho e fertilizantes. Na área de retroporto estão instalados 3 armazéns com capacidade total de 327.000 t. O Equipamento de Cais possui capacidade total de 1.500 t/h para embarque de grãos sólidos.

2.4 Planos e Programas de Desenvolvimento

O Arco Norte Amazônico, abrangendo estados estratégicos representa uma nova fronteira para o desenvolvimento agrícola no Brasil, emergindo como um núcleo em potencial para a expansão agrícola sustentável e competitiva do país. Para aproveitar plenamente este potencial, o projeto Arco Norte Amazônico foi concebido com uma série de planos e programas integrados de desenvolvimento que visam não apenas promover o crescimento econômico, mas também assegurar a conservação ambiental e o bem-estar das comunidades locais.

Os planos e programas de desenvolvimento para este quesito pauta-se na abordagem de diversas áreas consideradas fundamentais, incluindo a expansão da infraestrutura logística, incentivos fiscais e financeiros, sustentabilidade ambiental, capacitação e educação agrícola, e desenvolvimento econômico local, no intuito de maximizar as oportunidades de crescimento sustentável na região. Nesse âmbito, tem destaque os seguintes plano e programas:

O Plano de Expansão da Infraestrutura Logística no Arco Norte Amazônico visa melhorar e ampliar as vias de transporte, incluindo rodovias, ferrovias e portos, para facilitar o escoamento da produção agrícola. Este plano inclui a pavimentação e manutenção de estradas como a BR-163, a construção de novas ferrovias e a modernização de portos estratégicos ao longo da costa norte do Brasil. O objetivo é reduzir os custos de transporte e o tempo de deslocamento, aumentando a competitividade dos produtos agrícolas brasileiros nos mercados internacionais. Com este plano, pretende-se aumentar a competitividade do setor agrícola no Arco Norte, porém a execução eficaz enfrenta desafios significativos, como a necessidade de grandes investimentos financeiros e a superação de barreiras logísticas em áreas remotas e de difícil acesso.

O Programa de Incentivos Fiscais e Financeiros procura atrair investimentos privados e apoiar os produtores rurais através de benefícios fiscais, subsídios e linhas de crédito facilitadas, com o objetivo de estimular a adoção de tecnologias agrícolas avançadas para aumento da produtividade e promoção de práticas agrícolas sustentáveis fomentando o desenvolvimento econômico local na criação de novas vagas de emprego e na melhora da qualidade de vida das comunidades rurais. Embora os incentivos fiscais e financeiros possam acelerar o desenvolvimento agrícola e econômico na região, é crucial monitorar e avaliar continuamente a eficácia desses programas para evitar possíveis abusos ou ineficiências. Além disso, é importante ressaltar que estes incentivos estejam alinhados com as metas de sustentabilidade ambiental para garantir que o crescimento econômico não ocorra às custas dos recursos naturais da Amazônia.

2.5 Atores Envolvidos

O Arco Norte Amazônico interage com diversos atores para o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade ambiental da região onde é operante na Amazônia, destacando os agricultores e produtores rurais, que são os agentes diretos da produção agrícola, especialmente no cultivo de soja. Estes produtores variam de pequenos agricultores familiares

a grandes empresas agroindustriais, todos dependentes das condições de infraestrutura e logística para escoar sua produção. Segundo (SILVA *et al.*, 2023), os produtores rurais têm adaptado suas práticas e investido em tecnologias para aumentar a eficiência produtiva, promovendo uma agricultura mais sustentável e competitiva.

Outro grupo atuante é composto pelas empresas de logística e infraestrutura que exercem o papel de interligar os produtores aos destinos dessa produção de maneira eficiente e econômica. Estes têm a responsabilidade de construir construção e realizar manutenção das rodovias, ferrovias e portos que facilitam o transporte da produção agrícola para os mercados nacionais e internacionais. Conforme destacado por (REIS *et al.*, 2020), a colaboração entre empresas de logística e produtores rurais visa otimizar os processos de escoamento e reduzir custos operacionais para manter os parâmetros de qualidade do todo processo de exportação.

Por fim, os governos federal, estadual e municipal são atores na manutenção e sustentabilidade do Arco Norte Amazônico sendo indispensáveis, pois são responsáveis pela formulação e implementação de políticas públicas que incentivam o desenvolvimento sustentável e a infraestrutura na região de atuação, incluindo a criação de incentivos fiscais, investimentos em infraestrutura e a implementação de programas de monitoramento ambiental para garantir que o desenvolvimento econômico não comprometa os recursos naturais da Amazônia. Como observado por Silva (SILVA, 2017), a participação ativa dos governos equilibra o crescimento econômico com a conservação ambiental, assegurando um desenvolvimento harmonioso e sustentável para o Arco Norte mantendo a estabilidade e real certeza que o projeto de grande valia para economia nacional.

DIAGNÓSTICO DA LOGÍSTICA DO TRANSPORTE DE SOJA NO MATO GROSSO (ETAPA 2)



3 DIAGNÓSTICO DA LOGÍSTICA DO TRANSPORTE DE SOJA NO MATO GROSSO (Etapa 2)

Um diagnóstico da logística de transporte geralmente envolve análise preliminares de vários aspectos do sistema de transporte de uma organização, visando identificar áreas de melhoria e oportunidades para otimização. Alguns dos itens básicos que podem constituir um diagnóstico da logística de transporte incluem as análises:

- Análise de Rotas e Modos de Transportes disponíveis: envolvendo as rotas de transporte atualmente utilizadas pela organização e dos modais de transporte utilizados (rodoviário, ferroviário, marítimo, aéreo etc.). Isso inclui examinar a eficiência das rotas em termos de distância, tempo de trânsito, custos e condições das vias.
- Análise da Eficiência Operacional: diz respeito às operações de transporte, incluindo tempos de carregamento e descarregamento, utilização de veículos, programação de entregas e coletas, e fluxo de materiais.
- Análise dos custos associados ao transporte, incluindo custos de combustível, manutenção de veículos, tarifas de transporte, taxas de pedágio e outros custos relacionados.
- Avaliação do desempenho da frota de transporte, incluindo idade dos veículos, condições de manutenção, disponibilidade e confiabilidade dos veículos, e conformidade com regulamentações de transporte.
- Análise da Gestão de Estoque e Armazenamento: observação da relação entre transporte e gestão de estoques, incluindo os níveis de estoque, localização dos estoques, políticas de abastecimento e estratégias de armazenagem.
- Análise da Tecnologia e Sistemas de informação utilizados para gerenciar as operações de transporte, incluindo sistemas de gestão de transporte (TMS), rastreamento de veículos, otimização de rotas e sistemas de comunicação.
- Análise da Sustentabilidade e Impacto Ambiental das Operações de transporte, incluindo emissões de carbono, consumo de combustível, medidas de eficiência energética e práticas de transporte sustentável.
- Análise das Parcerias e Fornecedores, incluindo transportadoras, operadores logísticos e fornecedores de tecnologia, para garantir que estão alinhados com os objetivos e padrões da organização.

Esta etapa foi bastante condicionada pelas informações coletadas e, em termos de natureza da informação, em algumas áreas foi possível obter mais dados do que em outras, se constituindo numa restrição inicial de avanço do projeto, permanecendo alguns dados a serem obtidos em campo, em etapas posteriores. Inclusive, como parte desta fase, com o objetivo de aprimorar o banco de dados ao nível de informação, pode-se realizar reuniões online com especialistas, o evento online em novembro/23 em uma das instituições colaboradoras, a UFABC, se constituindo um seminário anual, onde foi possível debater a questão e obter informações para refinar a análise do diagnóstico desta etapa. Portanto, tem-se um Diagnóstico Preliminar, que deverá evoluir à medida que projeto avança e mais informações sejam obtidas sobre o objeto de estudo e, assim, o texto possa ser retroalimentado em aspectos que estejam carentes de maior necessidade de detalhamento.

3.1 Análise da Rede Logística de Transportes

A expansão agrícola no Brasil, especialmente no Mato Grosso, tem forte dependência do desenvolvimento da rede logística de transportes. A infraestrutura de transporte, composta por rodovias, ferrovias e hidrovias, desempenha um papel crucial na eficiência operacional do escoamento da produção agrícola, particularmente da soja, para os mercados internacionais. A infraestrutura rodoviária é fundamental para o escoamento da produção agrícola do Mato Grosso. A BR-163, que conecta o Mato Grosso ao Porto de Miritituba no Pará, é uma das principais rotas utilizadas. Essa rodovia reduz significativamente os custos de transporte e o tempo de deslocamento, sendo vital para a logística da soja. Estudos indicam que a modernização e a manutenção dessas infraestruturas são essenciais para suportar o crescente volume de exportações (SILVA; TOBIAS; ROCHA, 2022). A integração de modos de transporte é outro aspecto importante. A combinação de rodovias, ferrovias e hidrovias maximiza a eficiência logística. Por exemplo, a Ferrovia Norte-Sul, em processo de expansão, liga o Mato Grosso a portos no Norte do país, como os portos de Itacoatiara e Santarém, proporcionando uma alternativa viável e econômica para o transporte de grãos (Pereira *et al.*, 2017).

Do ponto de vista do estoque e armazenamento, os portos de Itacoatiara, Porto Velho e São Luís são cruciais na rede logística do Arco Norte. Estes portos têm investido em infraestrutura moderna e eficiente para aumentar a capacidade de armazenagem e

movimentação de cargas. O Porto de Itacoatiara, por exemplo, tem ampliado sua capacidade de armazenagem e investido em tecnologia para melhorar a eficiência operacional. A construção de terminais fluviais de carga, como o Terminal Fluvial de Cargas (TEFIC) em Itacoatiara, também contribui para a redução dos custos logísticos, sendo um importante corredor de escoamento da produção agrícola do Amazonas e do Pará (COSTA; SOARES-FILHO; NOBREGA, 2022). Da mesma forma, o Porto de Miritituba no Pará, com sua localização estratégica e infraestrutura moderna, tem impulsionado o desenvolvimento regional e contribuído para o crescimento econômico do estado (RODRIGUES, 2018).

A eficiência operacional na logística de transporte de soja é maximizada pela interconexão de diferentes modais e pela modernização contínua das infraestruturas. O Porto de Porto Velho, por exemplo, integra rodovias, ferrovias e hidrovias, facilitando o escoamento eficiente da produção regional. A ferrovia Transcontinental, em construção, conectará os estados do Pará e Mato Grosso, aumentando ainda mais a capacidade de escoamento de grãos (SILVA; TOBIAS; ROCHA, 2022). Além disso, a hidrovia do rio Madeira permite a navegação de embarcações de grande porte, conectando Porto Velho a outros portos da região e a países vizinhos, como Bolívia e Peru (SANTOS, 2019a). Essa integração modal é essencial para reduzir os custos logísticos e aumentar a competitividade da produção de soja no mercado global.

Portanto, o desenvolvimento da infraestrutura logística no Arco Norte Amazônico, incluindo rodovias, ferrovias e hidrovias, é crucial para a eficiência operacional do escoamento da produção agrícola do Mato Grosso. A modernização dessas infraestruturas, juntamente com a integração de diferentes modos de transporte, não só reduz os custos logísticos, mas também melhora a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional. A colaboração entre órgãos governamentais, empresas agrícolas e comunidades locais é essencial para desenvolver e implementar soluções eficazes, garantindo um desenvolvimento agrícola sustentável e inclusivo (HE; DEPAULA; ZHANG, 2021; HIGA *et al.*, 2023).

3.2 Análise Econômica

O Estado do Mato Grosso, se destaca com uma produção de soja significativa do Brasil e, no Mundo, desempenhando um papel crucial na economia do estado e do país. De acordo com dados recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o Mato Grosso foi responsável por aproximadamente 28% da produção nacional de soja em 2021. Essa

expressiva produção tem gerado desafios significativos para o escoamento desse importante grão que envolvem custos econômicos, busca de parcerias, seleção de fornecedores, emprego de tecnologia e aperfeiçoamento de sistema de informação.

Os custos econômicos na produção de soja envolvem desde os custos de insumos até os custos logísticos e operacionais. De acordo com estudos recentes, os custos de produção no Mato Grosso incluem gastos com sementes, fertilizantes, defensivos agrícolas, maquinário e mão-de-obra. Um fator crucial que afeta os custos é o preço dos insumos, que pode variar significativamente conforme as condições do mercado global e as políticas comerciais (SILVA; TOBIAS; ROCHA, 2022). Além dos custos de produção, os custos logísticos representam uma parte significativa das despesas totais. O transporte da soja até os portos de exportação, como os do Arco Norte, pode representar até 40% do custo total devido às grandes distâncias e às condições das infraestruturas (GALE; CONSTANZA; ASH, 2019). A pavimentação da BR-163, por exemplo, foi uma melhoria significativa que ajudou a reduzir esses custos, melhorando a eficiência do transporte (HE; DEPAULA; ZHANG, 2021).

As parcerias entre produtores, cooperativas, empresas de logística e o governo são fundamentais para a eficiência da cadeia produtiva da soja. As cooperativas agrícolas desempenham um papel vital ao fornecerem assistência técnica, financiamento e negociação de preços para os pequenos produtores. Além disso, parcerias com grandes empresas de agroquímicos e sementes, como a Monsanto e a Syngenta, garantem o acesso a tecnologias avançadas que aumentam a produtividade (SOLIANI, 2022).

As empresas de logística e infraestrutura também são parceiras essenciais, pois facilitam o escoamento da produção. Estas empresas são responsáveis pela construção e manutenção das rodovias, ferrovias e portos que conectam o Mato Grosso aos mercados internacionais. A colaboração entre essas empresas e os produtores visa otimizar os processos logísticos, reduzindo os custos operacionais e garantindo a qualidade do transporte (REIS *et al.*, 2020).

Os fornecedores de insumos agrícolas, como sementes, fertilizantes e defensivos, são peças-chave na cadeia produtiva da soja. A qualidade dos insumos fornecidos tem um impacto direto na produtividade e na rentabilidade das lavouras. Estudos mostram que o uso de sementes geneticamente modificadas tem aumentado significativamente a produtividade, ao mesmo tempo em que reduz a necessidade de defensivos agrícolas (DUONG; FLAHERTY, 2023). Os fornecedores de máquinas agrícolas, também, desempenham um papel crucial. Máquinas modernas e eficientes são essenciais para a plantação, manejo e colheita da soja, impactando

diretamente os custos operacionais. A aquisição e manutenção dessas máquinas representam um investimento significativo para os produtores, que muitas vezes contam com linhas de crédito específicas para este fim (SILVA; TOBIAS; ROCHA, 2022).

A tecnologia na produção de soja envolve desde a biotecnologia até sistemas avançados de monitoramento e gestão agrícola. A adoção de sementes transgênicas, resistentes a pragas e herbicidas, é uma das principais inovações que tem contribuído para o aumento da produtividade e a redução dos custos com defensivos agrícolas (DUONG; FLAHERTY, 2023). Além disso, a agricultura de precisão, que utiliza tecnologias como GPS, drones e sensores para monitorar as lavouras em tempo real, permite uma gestão mais eficiente dos recursos e uma aplicação precisa de insumos, aumentando a eficiência produtiva (He *et al.*, 2021). O uso de *big data* e inteligência artificial para análise de dados agrícolas, também, está se tornando cada vez mais comum, ajudando os produtores a tomarem decisões informadas sobre plantio, manejo e colheita (GALE; CONSTANZA; ASH, 2019).

Os sistemas de informação desempenham um papel crítico na gestão da produção de soja. Sistemas integrados de gestão agrícola permitem o acompanhamento de todas as etapas da produção, desde a plantação até a comercialização. Esses sistemas proporcionam maior transparência e controle sobre os processos, facilitando a identificação de ineficiências e a implementação de melhorias (MORAES *et al.*, 2019). A digitalização da agricultura também tem permitido uma melhor integração das cadeias produtivas, com plataformas que conectam produtores, fornecedores e compradores em tempo real. Isso facilita a logística e a comercialização, reduzindo os custos e aumentando a competitividade da soja brasileira no mercado internacional (REIS *et al.*, 2020).

3.3 Análise de Custos Sociais e Ambientais

O plantio de soja no Mato Grosso, Brasil, tem sido um importante impulsionador do crescimento econômico, porém, acarretou custos sociais e ambientais em grande escala. Esses custos decorreram do desmatamento, das emissões de gases de efeito estufa, do uso intensivo de água e da poluição, do deslocamento de comunidades, da desigualdade econômica e dos impactos na saúde pelo uso de agroquímicos. A análise mais abrangente dos impactos da cultura da soja impõe que se reporte esses fatores em detalhe, o que foi feito baseando-se em várias fontes para fornecer uma compreensão completa das implicações da agricultura de soja nesta região.

A expansão da soja em Mato Grosso tem levado a uma desflorestamento extensiva, o que implica em perda de biodiversidade, retratado por (RICHARDS *et al.*, 2015). Este estudo da revelou que grandes áreas de terra florestada foram convertidas em áreas agrícolas, resultando na destruição de habitats para inúmeras espécies. As regiões da Amazônia e do Cerrado, ambas ricas em biodiversidade, foram particularmente afetadas, não apenas em termos de perda de habitat, mas também pelo desequilíbrio ecológico e diminuição da capacidade da floresta de atuarem como sumidouros de carbono. Há de se ressaltar, ainda, que o processo de desmatamento e as subsequentes atividades agrícolas contribuem significativamente para as emissões de gases de efeito estufa. A remoção de árvores libera dióxido de carbono armazenado na atmosfera, provocando mudanças climáticas. Além disso, o uso de fertilizantes químicos na agricultura de soja libera óxido nitroso, um gás de efeito estufa muito mais potente que o dióxido de carbono.

Outra questão se refere ao uso da água, uma vez que a agricultura de soja requer recursos hídricos substanciais, colocando pressão sobre as reservas de água locais. Em regiões onde a água já é escassa, isso pode levar a graves problemas de escassez hídrica. Além disso, o escoamento das plantações de soja frequentemente carrega fertilizantes e pesticidas para rios e córregos próximos, causando poluição que afeta tanto a vida aquática quanto as populações humanas. Nota-se que, a contaminação dos corpos hídricos pode levar à proliferação de algas nocivas e interromper os ecossistemas locais.

Do ponto de vista antrópico, a expansão das grandes plantações de soja resultou no deslocamento de pequenos agricultores e comunidades indígenas. Isso levou a conflitos de terra, à medida que os agronegócios consumiram extensas áreas de terra, com questões de legalidade sendo questionadas. O trabalho de Dou (DOU *et al.*, 2018) indicou que “esses conflitos frequentemente resultam na marginalização dos pequenos agricultores e dos grupos indígenas, que perdem suas terras e meios de subsistência” e, ainda, que “embora a agricultura de soja tenha contribuído para o crescimento econômico em Mato Grosso, os benefícios não são distribuídos de maneira equitativa”. Ou seja, as grandes empresas agrícolas e os proprietários de terras ricos capturam a maioria dos lucros, enquanto os pequenos agricultores e trabalhadores rurais muitas vezes permanecem na pobreza. Essa disparidade potencializa a desigualdade econômica dentro da região. Estudos indicam que a entrada de capital da agricultura de soja é frequentemente investida em áreas urbanas, aumentando ainda mais a divisão entre o urbano e o rural (NOGEIRE-MCRAE *et al.*, 2018).

O uso extensivo de agroquímicos na agricultura de soja representa sérios riscos à saúde das comunidades locais. Pesticidas e fertilizantes usados nos campos podem ser levados pelo vento para áreas residenciais, levando a uma série de problemas de saúde, incluindo problemas respiratórios, condições de pele e outras doenças crônicas (KASTENS *et al.*, 2017; MUYESAIEER TUDI *et al.*, 2022). A exposição prolongada a esses produtos químicos tem sido associada a condições graves de saúde, impactando a qualidade de vida da população local. Abordar essas questões exige estratégias abrangentes que incluam regulamentações ambientais mais rigorosas, políticas de distribuição de terras mais equitativas e apoio a práticas agrícolas sustentáveis. Implementar essas medidas pode mitigar os impactos negativos da agricultura de soja e promover um desenvolvimento agrícola mais sustentável e inclusivo (SCHONEVELD, 2022; SILVA *et al.*, 2023).

Pesquisas adicionais e intervenções políticas são necessárias para equilibrar os benefícios econômicos da agricultura de soja com a necessidade de proteger o meio ambiente e melhorar as condições sociais (EL BILALI; STRASSNER; BEN HASSEN, 2021). A colaboração entre órgãos governamentais, empresas agrícolas e comunidades locais é essencial para desenvolver e implementar soluções eficazes. Ao focar em práticas sustentáveis e crescimento equitativo, Mato Grosso pode continuar a prosperar economicamente enquanto protege seus recursos naturais e sociais (DUONG; FLAHERTY, 2023).

3.4 Análise dos Planos e Programas de desenvolvimento

Os planos e programas de desenvolvimento voltados para o Mato Grosso, Brasil, têm como objetivo geral promover o crescimento econômico e melhorar a infraestrutura logística e de transportes, com alguma ênfase na sustentabilidade e inclusão social. Na pesquisa bibliográfica efetuada, destacaram-se um plano e um programa a serem detalhados.

O Plano de Expansão da Infraestrutura Logística no Arco Norte Amazônico é um dos principais programas que visam melhorar e ampliar as vias de transporte, incluindo rodovias, ferrovias e portos. Este plano é crucial para facilitar o escoamento da produção agrícola do Mato Grosso e aumentar a competitividade dos produtos agrícolas brasileiros nos mercados internacionais. A pavimentação e manutenção de estradas como a BR-163, a construção de novas ferrovias e a modernização de portos estratégicos são algumas das ações contempladas. Outro projeto significativo é a Ferrogrão, uma ferrovia planejada para ligar Sinop, no Mato Grosso, ao porto de Miritituba, reduzindo significativamente os custos de transporte e

aumentando a eficiência logística. A modernização dos portos de Itacoatiara e Santarém, incluindo a expansão da capacidade de armazenamento e movimentação de carga, também é crucial para facilitar o escoamento da produção agrícola.

Adicionalmente, o desenvolvimento de terminais intermodais de transbordo é uma estratégia importante para otimizar a logística de transporte, permitindo uma integração eficiente entre rodovias, ferrovias e hidrovias. Estes investimentos visam reduzir os custos de transporte e o tempo de deslocamento, proporcionando uma vantagem competitiva significativa ao setor agrícola do Arco Norte (MORAIS *et al.*, 2023). A execução eficaz deste plano enfrenta desafios significativos, como a necessidade de grandes investimentos financeiros e a superação de barreiras logísticas em áreas remotas e de difícil acesso. No entanto, a modernização da infraestrutura logística é essencial para o desenvolvimento sustentável da região (COSTA; SOARES-FILHO; NOBREGA, 2022).

O Programa de Incentivos Fiscais e Financeiros tem como objetivo atrair investimentos privados e apoiar os produtores rurais por meio de benefícios fiscais, subsídios e linhas de crédito facilitadas. Esses incentivos são projetados para estimular a adoção de tecnologias agrícolas avançadas, aumentar a produtividade e promover práticas agrícolas sustentáveis. Além disso, os incentivos buscam fomentar o desenvolvimento econômico local, criando vagas de emprego e melhorando a qualidade de vida das comunidades rurais (GALE; CONSTANZA; ASH, 2019).

Apesar das vantagens, é crucial monitorar e avaliar continuamente a eficácia desses programas para evitar possíveis abusos ou ineficiências. Além disso, os incentivos devem estar alinhados com as metas de sustentabilidade ambiental para garantir que o crescimento econômico não ocorra às custas dos recursos naturais da Amazônia (DUONG; FLAHERTY, 2023).

Outro aspecto importante dos planos e programas de desenvolvimento governamentais é a promoção da sustentabilidade ambiental e a capacitação agrícola. Programas de capacitação e educação agrícola são implementados para melhorar as práticas de manejo e conservação ambiental entre os agricultores. Estes programas visam não apenas aumentar a produtividade, mas também garantir que as práticas agrícolas sejam sustentáveis e que respeitem os limites ambientais (HE; DEPAULA; ZHANG, 2021). A capacitação dos agricultores é fundamental para a adoção de tecnologias e práticas agrícolas que minimizem o impacto ambiental e promovam a conservação dos recursos naturais. A educação contínua e o suporte técnico são

essenciais para transformar a agricultura no Mato Grosso em uma atividade economicamente viável e ambientalmente responsável (REIS *et al.*, 2020).

Em suma, a modernização da infraestrutura logística, aliada a incentivos fiscais e financeiros e programas de capacitação agrícola, são elementos chave para o desenvolvimento sustentável da região. A colaboração entre órgãos governamentais, empresas privadas e comunidades locais é essencial para a implementação eficaz desses planos e programas. Somente através de uma abordagem integrada e sustentável será possível equilibrar o crescimento econômico com a conservação ambiental, assegurando um futuro próspero para o Mato Grosso e a Amazônia como um todo.

CORREDORES DE SOJA

(ETAPA 2)



4 CORREDORES DE SOJA (Etapa 2)

O capítulo em questão aborda a importância estratégica dos corredores logísticos do Projeto Arco Norte Amazônico, focando nas redes de transporte desenvolvidas para escoar a produção de soja das áreas produtoras do Mato Grosso até os portos de exportação. Trata a expansão da infraestrutura de transporte, como a pavimentação de rodovias e a construção de ferrovias, uma vez que o Mato Grosso tem se consolidado como um dos principais estados produtores de soja no Brasil. Assim, adentra nas rotas de escoamento, destacando a BR-163 e a Ferrogrão, e discute os impactos ambientais e socioeconômicos dessas expansões. Além disso, apresenta uma análise da infraestrutura portuária no Arco Norte, incluindo os portos de Miritituba, Itacoatiara e Santarém, e como esses investimentos estão contribuindo para o desenvolvimento econômico e a competitividade do agronegócio brasileiro.

4.1 Corredores Logísticos do Projeto Arco Norte Amazônico

A região Oeste do Pará e Amapá têm se destacado na produção de soja nos últimos anos, impulsionando o agronegócio da região e do país. Para escoar a produção, foram desenvolvidas redes de transporte com a logística que permitem o fluxo da soja das áreas produtoras até os portos de exportação. Uma das principais rotas de escoamento é a BR-163, que liga a região produtora de Mato Grosso ao porto de Miritituba, no Pará. Em 2020, foram inaugurados novos trechos asfaltados da BR-163, o que contribuiu para a melhoria da infraestrutura de transporte e redução dos custos de logística (RODRÍGUEZ; NAHUM, 2023).

De acordo com Prudêncio *et al.* (PRUDÊNCIO DA SILVA *et al.*, 2010), outras alternativas de escoamento de soja têm sido desenvolvidas na região, como o uso da hidrovia do rio Tapajós para o transporte até o porto de Santarém e o investimento em ferrovias, como a Ferrogrão, que irá ligar Sinop, em Mato Grosso, até o porto de Miritituba expandindo a produção de soja região, porém, esta expansão tem gerado preocupações ambientais, já que a conversão de áreas naturais em lavouras pode levar ao desmatamento e afetar a biodiversidade da região.

A região Oeste do Pará apresenta aspectos particulares que a caracterizam com uma identidade própria e de comportamento bem específico frente às diversas variáveis relevantes que compõem o seu quadro territorial. Tal caracterização está dividida em aspectos gerais, aspectos físicos e aspectos socioeconômicos. Para maioria dos municípios paraenses, o

agronegócio da soja representa a oportunidade de alcançar os mais altos avanços e níveis de desenvolvimento, e tudo isso devido à sua importância no cenário econômico atual brasileiro

Nas fronteiras agrícolas, as expansões da área cultivada de soja, geralmente, promovem o aumento da área em virtude dos benefícios gerados pelos grãos em rotação ou sucessão com a oleaginosa, que vão desde a interrupção dos ciclos de pragas e oleaginosas, doenças até a otimização da estrutura produtiva da propriedade rural. Portanto, a expansão da área de soja proporciona o crescimento da região Oeste do Pará (RUSSO *et al.*, 2022).

A região Oeste tem 237 produtores de milho e soja, cuja produção em 35% se atribui à indústria de criação de aves e 65% para a exportação (IBGE, 2010). A circulação de veículos pesados à serviço do processo de plantação e colheita inicia-se em dezembro e, se intensifica em abril do ano seguinte, encerrando os trabalhos em junho, com o fim da colheita.

Os grãos são descarregados no porto graneleiro no município, de onde é exportado para outros continentes, como Europa, Ásia e América do Norte. Nos últimos anos, as colheitas vêm recebendo bastante incentivo por parte dos governos estadual e federal, que organizam grandes eventos para destacar a abertura da colheita da soja e, assim, promovendo a aproximação entre e com os produtores, a fim de criar mecanismos que facilitem a produção e o escoamento da soja, bem como a instalação de novos empreendimentos ligados ao agronegócio globalizado da soja.

Pais *et al* e Zheng *et al.* (PAIS; GOMES; CORONEL, 2012; ZHENG *et al.*, 2024), em seus estudos sobre mineração na região Norte do Brasil, destacam como alternativa para escoamento da produção do centro-norte do país, a hidrovía do Tapajós pode reduzir a utilização da BR-163, em parte de seu trecho, diminuindo, consideravelmente, os gastos com a manutenção e a conservação. Com as melhorias para o porto de Santarém e a conclusão da pavimentação entre os trechos de Moraes Almeida e Novo Progresso da rodovia BR-163 no Estado do Pará, obras realizadas com o objetivo principal de escoar a soja mato-grossense para o exterior, vão facilitar a exportação da soja produzida na região Oeste do Pará promovendo a estrutura de expansão local.

Com a construção da hidrovía do Tapajós, a região se tornaria economicamente desenvolvida e seria ponto estratégico, se numa rota para o escoamento de grãos produzidos na região Centro-Oeste de Mato Grosso. A construção consistiria num trecho de 1.043 km de extensão, iniciando no município de Sinop (MT) a Santarém (PA), beneficiando aproximadamente 38 municípios, ao serem incorporados a hidrovía Solimões, essa hidrovía tem

sido crucial para impulsionar a economia local, viabilizando o transporte de cargas, incluindo produtos agrícolas, minerais e combustíveis (OLIVEIRA NETO; NOGUEIRA, 2019),

A hidrovia permite o acesso a áreas remotas da Amazônia, conectando diferentes regiões e contribuindo para o desenvolvimento econômico e social da região e sua integração permitiria que a produção de grãos, principalmente, originada da região do Mato Grosso, fosse exportada de forma mais competitiva comparada a outras opções de transportes disponíveis, o custo poderia ser menor. Um aspecto importante considerado, coloca a hidrovia do rio Tapajós como referência em nível de confiabilidade oferecido pelas condições morfológicas da região, uma baixa variabilidade dos níveis de profundidade e uma menor dependência das variações sazonais, fatores que o diferenciam do curso d'água do rio Madeira (BRANCO *et al.*, 2022).

O trabalho de Staevie (STAEVIE, 2018) evidencia que a morfologia distintiva da hidrovia do rio Tapajós, em contraste com as hidrovias dos rios Madeira e Amazonas, oferece uma infraestrutura e possibilita a movimentação eficiente de cargas, aproveitando as vantagens logísticas oferecidas pelo rio Tapajós. Essa característica é fundamental para estabelecer o fluxo de escoamento da soja ao longo desse curso de água. Um aspecto relevante que justifica a construção dessa hidrovia é a demanda por economias de escala, capazes de suportar o transporte de grandes volumes de mercadorias em longas distâncias. Por outro lado, o debate não se resume aos impactos ambientais, mas também às consequências sociais resultantes deste processo. De um lado tem-se as ideias dos defensores da ampliação do *agribusiness* na região e, por outro lado, a dos opositores, contrários a esta expansão por acreditarem ser negativa para o meio ambiente e para, por exemplo, as populações indígenas e as comunidades remanescentes de quilombolas.

Ressalta-se, neste cenário, o padrão de inserção da economia da região Oeste, centrado em *commodities* de baixo valor, gerou aumento da demanda dos produtores, operadores de transporte pelo aumento das melhorias e investimentos nos sistemas de transporte como garantia na diminuição dos custos logísticos. Pontualmente para o caso de exportações de grãos, os portos de Santarém (PA), Barcarena (PA), Itacoatiara (AM) e Itaquí (MA) e os terminais de Miritituba (PA) aumentaram suas participações no escoamento da soja, em virtude do aproveitamento das saídas pelo Arco Norte que compreende portos, hidrovias e estações de transbordos dos estados de Rondônia, Amazonas, Pará, Amapá e Maranhão (PIRES; CAMPOS, 2019).

De acordo com Agência Nacional de Transportes Aquaviário (ANTAQ, 2021), os embarques pelos portos do Arco Norte cresceram 80% ante uma média nacional de 8,0%, em especial pelos investimentos privados em 11 terminais na região de Miritituba sendo fundamental para a futura ampliação do escoamento de parte dos grãos produzidos no Mato Grosso, tendo como principais vias de acesso a BR-163. Com isso, através dos investimentos gerados como a duplicação e seu asfaltamento até Santarém, a construção do trecho ferroviário de Lucas do Rio Verde (MT) a Miritituba (PA) – conhecida como Ferrogrão ampliaria a capacidade dos portos e das áreas de transbordo do Arco Norte proporcionando o barateamento dos custos de transporte.

A ferrovia denominada de Ferrogrão (EF-170) conta com uma extensão de 933 km, conectando a região produtora de grãos do Oeste ao Estado do Pará, desembocando no Porto de Miritituba onde visa consolidar um novo corredor ferroviário de exportação do Brasil pelo Arco Norte. O projeto atende a demanda por uma infraestrutura integrada para o transporte de mercadorias e à expansão da fronteira agrícola brasileira, gerando benefícios socioeconômicos de alto impacto para as regiões entre Sinop, no Mato Grosso, e Itaituba (ABDENUR; SANTORO; FOLLY, 2023; SOLIANI, 2022; WEGNER; FERNANDES, 2023).

O embarque dos grãos na cidade de Itaituba tem dois destinos específicos, com seus terminais em operações pelas empresas Bunge e Amaggi, os *commodities*, seguem até o município de Barcarena no Pará, onde deste município são transbordadas para navios com destino à Europa e Ásia. Ainda, neste circuito, os produtos são embarcados em barcas e transportados até o porto de Santarém, juntando-se aos grãos transportados por via terrestre advindos da BR-163 ou, ainda, seguindo viagem até o porto de Santana no estado do Amapá, para o transbordo em navios oceânicos recebidos pela facilidade de calado e exportados para China e países do continente europeu.

Surgem novos territórios produtivos que são escolhidos e integrados aos circuitos de produção e circulação global, em uma abordagem dinâmica e os processos que compõem uma nova fronteira agrícola situada na região Norte do Brasil, composta pelo Estado do Amapá. Apesar do Amapá ter sua ocupação vinculada ao início da colonização portuguesa no Brasil e ter enfrentado conflitos territoriais envolvendo portugueses, franceses, ingleses e holandeses, só muito recentemente esse estado tornou-se ente federado, em 1988, quando promovido de Território Federal para Estado (LIMA, 2020), Talvez, por isso, não esteja incluído, ainda, na

dinâmica em curso em área fronteira nacional e incorporado em estudos estratégicos de infraestrutura.

Numa breve síntese, para melhor compreensão da importância do Estado do Amapá na Amazônia, o mesmo em 1943 teve a sua criação como território federal e, em 1988, transformado em estado. O Amapá possui baixa densidade demográfica, de 4,69 hab./km², com uma extensa área de fronteira internacional. Amapá faz fronteira com a Guiana Francesa (730 km) e com o Suriname (593 km). Nesse estado há uma grande concentração de recursos minerais (manganês, ouro, nióbio e urânio), o que mobilizou a abertura de garimpos clandestinos no estado, sobretudo em áreas de terras indígenas, e a exploração do manganês na Serra do Navio, pela Indústria e Comércio de Minérios S.A – ICOMI (IBGE, 2010).

No Amapá, a abertura da rodovia BR – 156 orientou novos padrões de ocupação regional e os fluxos migratórios a partir dos anos de 1970, permitindo a incorporação dessas áreas à dinâmica do capitalismo global. Os fluxos migratórios foram basicamente inter-regionais, formados por caboclos, posseiros e trabalhadores ligados à exploração mineral e vegetal. A expansão da fronteira setentrional não se restringe apenas a um fenômeno econômico e demográfico, sendo também um fenômeno urbano, pois se trata da incorporação de novos espaços ao espaço global (FRANCO DA SILVA; BAMPI, 2019).

Becker (BECKER, 1998) enfatizou que as áreas urbanizadas têm um papel central nesse processo que se efetua através do núcleo urbano, condição-chave da ordenação do espaço territorial e social. O projeto de ocupação da fronteira amazônica teve como estratégia deliberada a urbanização, considerada como o meio para fomentar o desenvolvimento econômico regional. Inúmeras cidades dessa porção setentrional já nasceram urbanas e com papéis definidos nessa rede urbana que se conformava (AGUDELO *et al.*, 2020; CÔRTEZ; SILVA JÚNIOR, 2021).

A produção de soja no estado do Amapá é relativamente recente, tendo iniciado em 2001 em caráter experimental com apenas 200 hectares de plantio. No entanto, com a entrada de produtores experientes e com recursos, houve uma mudança significativa no cenário. A área cultivada de grãos no estado aumentou de 4,5 hectares em 2013 para 15.542 hectares em 2016 (SARDINHA; LOMBA; PORTO, 2021). A produção de soja é concentrada nos municípios de Itaubal, Macapá e Tartarugalzinho, tendo alcançado 42.351 toneladas em 2016, um aumento de 228% em relação ao período analisado. A tendência é de crescimento nas próximas safras, uma vez que a instalação do Complexo Portuário de Miritituba e a modernização do Porto de Santana

atraíram novas empresas exportadoras, reduzindo custos e tornando a região mais atrativa para investimentos produtivos (IBGE, 2017).

O preço da terra para arrendamento e compra no Amapá é um fator que contribui para a expansão da produção de soja na região, juntamente com sua localização geográfica privilegiada. O que de fato tem aumentado significativamente no país, especialmente nos estados do Arco Norte, onde obras de infraestrutura, portuárias e logísticas têm contribuído para a elevação dos preços das terras na região. No Amapá, os preços das terras, também, aumentaram - mas ainda são mais baixos do que em outros estados da região Norte - havendo conflitos pela terra no Amapá, envolvendo empresas mineradoras e áreas de projetos de expansão do cultivo de grãos às margens da BR-156 (LOMBA; SILVA, 2015).

4.2 Os Portos do Arco Norte Amazônico

No contexto de desenvolvimento da infraestrutura portuária na região norte do Brasil, os portos de Itacoatiara, Porto Velho e São Luís são importantes atores na cadeia logística do projeto Arco Norte, com suas redes de infraestrutura rodoviária, ferroviária e marítima contribuindo para o sucesso do projeto, melhorando competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional.

O Porto de Itacoatiara, localizado no estado do Amazonas, é o principal porto fluvial da região norte e possui uma localização estratégica próxima aos centros de produção agrícola do estado e encontra-se em constante modernização com a ampliação da capacidade de armazenagem e investimentos em tecnologia para melhorar a eficiência operacional, adjunta uma infraestrutura logística rodoviária e ferroviária bem desenvolvida, com acesso às rodovias BR-319 e BR-174 e à Ferrovia Norte-Sul (OLIVEIRA, 2015). A construção do Terminal Fluvial de Cargas (TEFIC) no porto de Itacoatiara permitiu uma maior eficiência na movimentação de cargas, contribuindo para a redução de custos logísticos, considerado um importante corredor de escoamento da produção agrícola do Amazonas e do Pará, devido à sua localização estratégica e aos investimentos em infraestrutura portuária.

O Porto de Porto Velho, localizado em Rondônia, é um importante ponto de acesso para o transporte de *commodities* do norte do país integrado às rodovias BR-364 e BR-319, além de estar próximo à Ferrovia Transcontinental, em construção, que conectará os estados do Pará e de Mato Grosso, sendo responsável pelo escoamento da produção do estado de Rondônia e de outros estados da região Norte, por meio da hidrovia do Madeira (FEARNSSIDE, 2001;

RODRIGUES, 2021). Assim, a ampliação e modernização das instalações portuárias e a construção do novo terminal de contêineres no Porto de Porto Velho têm permitido uma maior capacidade de movimentação de cargas, contribuindo para o desenvolvimento econômico da região com sua localização estratégica na malha hidroviária amazônica possibilita a conexão com outros portos da região, como o Porto de Itacoatiara e o Porto de Santana e, também, permitido o escoamento de cargas de grãos e minérios provenientes do estado de Rondônia e regiões adjacentes.

Os dados do Brasil (IBGE, 2024), revelam que o porto de Porto Velho movimentou cerca de 2,9 milhões de toneladas de cargas em 2020, sendo o segundo maior porto do Arco Norte em termos de movimentação. A rede logística de Porto Velho é composta por rodovias, ferrovias e hidrovias. A rodovia BR-364 liga a cidade de Porto Velho aos estados do Mato Grosso e Acre, facilitando o acesso a importantes centros de produção agrícola e pecuária. A ferrovia Norte-Sul, que está em processo de expansão, tem Porto Velho como um de seus principais terminais. Além disso, a hidrovia do rio Madeira permite a navegação de embarcações de grande porte, conectando Porto Velho aos portos do norte do país e a países vizinhos, como Bolívia e Peru.

O Porto de São Luís, localizado no estado do Maranhão, é outro importante porto do Arco Norte. Inaugurado em 1980, o porto tem como principal característica sua infraestrutura para a exportação de minérios, especialmente o minério de ferro produzido na região de Carajás, no Pará. A gestão portuária é feita pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP) e movimentou cerca de 24 milhões de toneladas de cargas em 2020, segundo dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2021).

Schuber (SCHUBER, 2019) retrata o Porto de São Luís como um dos principais portos da região norte e tem uma localização privilegiada, próximo aos principais polos de produção de minério de ferro do país se integrando à ferrovia Estrada de Ferro Carajás, responsável por conectar o porto a importantes polos produtivos do país, como a região Centro-Oeste e a cidade de Belém, enquanto as rodovias BR-135 e BR-222 garantem o acesso ao porto a partir de diversas regiões do país, finalizando com a hidrovia do Tocantins-Araguaia permite a navegação de embarcações de grande porte, conectando São Luís aos portos do norte e nordeste do país.

A modernização das instalações portuárias e a ampliação da capacidade de movimentação de cargas têm permitido ao Porto de São Luís atender à crescente demanda por

transporte de cargas, contribuindo para a expansão das atividades econômicas na região. É importante ressaltar que ele conta com uma rede de infraestrutura logística intermodal completa, que integra as modalidades rodoviária, ferroviária e marítima. Com relação à infraestrutura marítima, o Porto de São Luís dispõe de um calado de até 23 metros, o que permite a atracação de navios de grande porte, e de um terminal de contêineres com capacidade para movimentar 1,2 milhão de TEU's por ano em 2021 (disponível em: <<https://www.portodesaoluis.com.br>>). Esses fatores, aliados à localização privilegiada do porto, fazem dele um importante elo logístico para o transporte de cargas para a região Norte do país e para destinos internacionais.

Em suma, os portos de Itacoatiara, Porto Velho e São Luís têm papel fundamental no desenvolvimento do Arco Norte, com suas redes de infraestrutura logística rodoviária, ferroviária e marítima contribuindo para a redução de custos e tempo de viagem, além de melhorar a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional.

Machado *et al.* (MACHADO *et al.*, 2019) evidenciam que os portos de Itacoatiara, Porto Velho e São Luís, juntamente com os demais portos do Arco Norte, têm papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico da região Norte e do país como um todo. A interconexão entre esses portos, por meio de suas redes de infraestrutura logística, permite o escoamento eficiente da produção regional, contribuindo para a redução dos custos logísticos e para o aumento da competitividade da região no mercado global, tornando-se capazes de atender a uma demanda crescente por transporte de cargas, proporcionando uma alternativa eficiente e sustentável para o escoamento da produção agropecuária do país.

Portanto, os portos de Itacoatiara, Porto Velho e São Luís destacam-se, contribuindo significativamente para o escoamento de cargas e para o desenvolvimento econômico das regiões em que estão inseridos. As suas redes logísticas integradas, envolvendo rodovias, ferrovias e hidrovias, são fundamentais para a movimentação de cargas entre os estados do Norte e Nordeste do país, além de possibilitar a integração com países vizinhos e ampliar a inserção dessas regiões no mercado internacional (BUSS *et al.*, 2019).

Adicionalmente, dentro deste grande conglomerado de portos, existem os portos da Amazônia Oriental, que exercem papel fundamental na logística de interligação do Centro Oeste brasileiro com as regiões da Europa e América do Norte por intermédio do Projeto Arco Norte. Neste contexto, destacam-se os Portos de Miritituba, Vila do Conde e Santarém, localizados no estado do Pará e o Porto de Santana, no estado do Amapá.

Segundo Reis (REIS *et al.*, 2020) o território onde atualmente se encontra o distrito de Miritituba, Itaituba na região Oeste do Pará, teve o seu processo de ocupação territorial originado pela coroa portuguesa na Amazônia, iniciado no século XVII com a fundação de Belém do Pará em 1616. A ocupação do vale do rio Tapajós pelos colonizadores portugueses se centraliza por volta de 1626 na corrida pelos trechos do rio Tapajós.

O Porto de Miritituba, localizado no estado do Pará, tem se destacado como um importante ponto de escoamento da produção de grãos de soja do Mato Grosso. Estudos recentes (WESZ JUNIOR *et al.*, 2021), indicam que a localização estratégica na região do Arco Norte possibilita a integração eficiente entre as áreas produtoras e o transporte marítimo, reduzindo os custos logísticos e ampliando a competitividade do agronegócio brasileiro. Com uma infraestrutura moderna e capacidade de movimentação de grandes volumes de carga, o Porto de Miritituba tem impulsionado o desenvolvimento regional e contribuído para o crescimento econômico do estado.

O porto de Miritituba é um terminal de transbordo, localizado à margem direita do rio Tapajós e próximo ao entroncamento entre as rodovias BR-163 e BR-230, a cerca de 900 quilômetros desse cinturão agrícola do Centro-Oeste brasileiro e é capaz de receber a produção do Médio-Norte de Mato Grosso e distribuí-la em comboios de barcaças para os portos exportadores de Santarém (PA), Vila Rica (PA) e Santana (AP).

Além disso, a ligação entre o Porto de Miritituba e o Arco Norte tem estimulado investimentos em infraestrutura de transporte, como a Ferrogrão, uma ferrovia projetada para ligar a região do Mato Grosso ao porto (ABDENUR; SANTORO; FOLLY, 2023; HIGA *et al.*, 2023). A conexão ferroviária ampliará a capacidade de escoamento da soja, possibilitando a redução dos custos de transporte e aumentando a eficiência da cadeia logística. Dessa forma, o Porto de Miritituba desempenha um papel estratégico no transporte de grãos de soja do Mato Grosso, fortalecendo a conexão entre a produção agrícola e o mercado internacional.

O Porto de Santarém, localizado no estado do Pará, é uma peça-chave na cadeia logística de grãos de soja da região Centro-Oeste, principalmente do Mato Grosso (VANZELLA *et al.*, 2015). A localização estratégica às margens do rio Tapajós o torna importante rota de escoamento para os grãos produzidos nessa região. Além disso, o porto está integrado a outros modais de transporte, como a hidrovia do Tapajós e a malha ferroviária, facilitando o acesso aos mercados internacionais e reduzindo os custos logísticos.

Na análise de Bender e Silva (BENDER; SILVA, 2020), o porto de Santarém tem sido fundamental para a diversificação das rotas de escoamento da soja e a redução da dependência das rotas tradicionais do Sul e Sudeste do país. Isso fortalece a integração regional, impulsiona a economia local e contribui para a criação de empregos e o aumento da arrecadação de impostos desempenhando um papel estratégico no transporte de grãos de soja do Mato Grosso, promovendo o desenvolvimento sustentável da região.

O Porto de Vila do Conde, localizado em Barcarena, no estado do Pará, é um dos principais portos de exportação de grãos de soja do Arco Norte (BARBOSA; FERREIRA FILHO; SOUZA, 2018). A localização próxima aos principais centros produtores, como o Mato Grosso, torna-o uma opção viável para o escoamento da produção de soja. Com uma infraestrutura moderna e eficiente, o porto tem capacidade para movimentar grandes volumes de carga e receber navios de grande porte, garantindo agilidade no transporte e redução dos custos logísticos.

De acordo com Lima (LIMA, 2020), o porto contribui para a diversificação das rotas de exportação, reduzindo a dependência das rotas tradicionais do Sul e Sudeste do país. Isso traz benefícios tanto para a cadeia logística, ao oferecer alternativas de escoamento, quanto para a economia brasileira, ao ampliar as oportunidades de negócio e fortalecer a competitividade do agronegócio.

O Porto de Santana, localizado no estado do Amapá, tem se destacado como um importante ponto de escoamento de grãos de soja do Arco Norte (SARDINHA; LOMBA; PORTO, 2021). A sua localização estratégica na região amazônica e sua infraestrutura portuária moderna têm contribuído para a movimentação eficiente de cargas agrícolas, incluindo a soja. O porto está integrado à malha viária e à hidrovia do Amazonas, possibilitando o acesso aos principais mercados internacionais. Além disso, o porto possibilita o escoamento mais rápido e eficiente da produção de grãos de soja, reduzindo os custos logísticos e ampliando a capacidade de exportação (SILVA, 2023). Na perspectiva de contribuição para a consolidação do projeto Arco Norte, o Porto de Santana necessita de investimentos para ser alternativa estratégica para o transporte de cargas. Tais investimentos estão diretamente relacionado à expansão da produção agrícola na região Centro-Oeste do país e à busca por rotas alternativas de escoamento, como o Arco Norte (SILVA *et al.*, 2024).

Ressalta-se que, apesar dos investimentos já realizados, a realidade apresentada nos estudos da literatura técnica e científica mostra que a carência e a baixa qualidade da

infraestrutura, a falta de opção de modos de transporte, a experiência tênue da intermodalidade e da multimodalidade, contribuem sobremaneira para a redução da competitividade setorial, diretamente num campo de atividade no qual o Brasil possui grandes vantagens competitivas, comparada a maioria absoluta dos países (SILVA; TOBIAS; ROCHA, 2022).

4.3 Estudos sobre o Arco Norte

O estado da arte dos estudos sobre o Arco Norte tem se destacado por estudos técnicos e acadêmicos abordando os principais aspectos de projeto, condicionantes de viabilidade viária e portuária, e ênfase em aspectos econômicos, ambientais, sociais e políticos. Neste relatório tem-se a revisão sistemática de literatura, desenvolvida por Silva *et al.* (SILVA; TOBIAS; ROCHA, 2022) em forma de síntese do que foi consolidado na revisão de literatura efetuada em 2023, para subsidiar um diagnóstico da questão regional sobre o escoamento de grãos do Centro-Oeste brasileiro. Em termos de estudos gerais (Quadro 2) e, mais específicos obtidos: de planejamento e gestão portuária e impactos ambientais (Quadro 3), de modelagem e otimização (Quadro 4), de estudos de viabilidade técnica e operacional (Quadro 5), de estudos logísticos (Quadro 6) e, de estudos socioeconômicos e geopolíticos (Quadro 7). Ressalta-se que, muitos desses estudos já foram referenciados ao longo deste Relatório e, outros, são destacados como estudos encontrados e não citados. Ademais, tais estudos revelam uma amostra de existentes sobre o assunto, não se esgotando em si próprio a produção técnica e científica, devendo serem considerados como ponto de partida da pesquisa.

No Quadro 1 tem-se sintetizado os procedimentos metodológicos de revisão sistemática da literatura sobre o assunto.

Quadro 1: Etapas de elaboração da Revisão Sistemática de Literatura

Revisão Sistemática	Etapas
	1. Escolha da base de dados pertinentes: na Science Direct e Scopus. 2. Definição das palavras-chave: “<i>Arc North Project</i>” or “<i>North Arc Studies</i>” and “<i>Amazon</i>”. 3. Definição do período de pesquisa: em todas as bases estabelecidas. 4. Definição das regras de inclusão dos trabalhos: aplicação de filtros nas buscas feitas na Etapa 2. 5. Análise da qualidade e síntese dos materiais: investigação dos trabalhos nas bases definidas. 6. Sistematização da bibliografia e análise de resultados: elaboração de uma planilha com os artigos resultantes da etapa 5, especificando Autor, ano de publicação, título, fonte etc., de cada artigo.

Fonte: (SILVA; TOBIAS; ROCHA, 2022).

Quadro 2: Revisão Sistemática de Literatura técnica – visão geral

Referências	Contribuições
(BELCHIOR; ALCÂNTARA; BARBOSA, 2017)	Título: Perspectivas e Desafios para a região do Matopiba Conteúdo: proposição para a região do Matopiba, na perspectiva de diminuição de custos de produção em função de melhorias de capacidade logística a serem implantadas nos portos do Arco Norte.
(CONAB, 2017) (CONAB, 2021)	Obra: Compêndio de Estudos CONAB Título: Acompanhamento da Safra brasileira de Grãos, 2020/21 Conteúdo: propõe alternativas para o escoamento da soja unido as características da produção brasileira relacionando com a sua capacidade de escoamento dos portos do Arco Norte, fazendo o uso da intermodalidade de transportes para o alcance destes portos.
(ABIOVE, 2022; APROSOJA, 2018, 2021)	Obra: Soja <i>Plus</i> : Programa de Gestão Título: Econômica, Social e Ambiental da Propriedade Rural Brasileira – Relatório Conteúdo: tratou da governança das atividades produtivas e o bem-estar de trabalhadores, produtores rurais e comunidades locais com a promoção da sustentabilidade na cadeia produtiva da soja através do Arco Norte.
(HIRAKURI <i>et al.</i> , 2012)	Título: Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola Conteúdo: proposição um método de organização e hierarquização geográfica da produção agrícola, criando dados que contribuem para correta utilização dos conceitos de sistemas no âmbito do Arco Norte.
(VALE; FREITAS; PINHEIRO, 2016)	Título: Arco Norte: o desafio logístico. Conteúdo: descreveu o projeto Arco Norte e analisou a produção e os ganhos de competitividade do país com a implantação do projeto e as vantagens para o crescimento exponencial da economia.
(IMEA, 2022)	Título: Agronegócio no Brasil e em Mato Grosso Conteúdo: elaboração a evolução da produção agrícola de substituição, e o comportamento do mercado na dinâmica concorrencial sob a utilização das rotas delimitadas no Arco Norte.
(ANTAQ, 2021)	Obra: Anuário Aquaviário Título: Estatística Aquaviário Conteúdo: caracterização de demanda e oferta de transportes, e como estas se comportam se forem administradas através do Projeto Norte

Fonte: (SILVA; TOBIAS; ROCHA, 2022).

Quadro 3: Revisão de Literatura Acadêmica: planejamento e gestão portuária e impactos ambientais

Referências	Contribuições
(SILVA, 2017)	Título: O Impacto Potencial do Desenvolvimento dos Portos do Arco Norte na Valorização das Fazendas de Sinop-MT: uma análise do corredor da BR – 163.

Referências	Contribuições
	Conteúdo: caracterização dos benefícios estabelecidos após a conclusão da BR-163 na valorização das fazendas na BR 163.
(PÊGO FILHO <i>et al.</i> , 2018)	Título: Fronteiras do Brasil: uma avaliação do Arco Norte Conteúdo: relação de ideias e reflexões sobre as fronteiras brasileiras, nas regiões de saída das fronteiras do projeto Arco Norte com a Guiana e a Venezuela.
(RODRIGUES, 2018)	Título: O Arco Norte e as Políticas Públicas Portuárias para o Oeste do Estado do Pará (Itaituba e Rurópolis): apresentação, debate e articulações. Conteúdo: análise das rotas do Arco Norte na Região Oeste do Pará e suas repercussões sociopolíticas.
(SOUZA <i>et al.</i> , 2020)	Título: <i>Optimization of Soybean Outflow Routes from Mato Grosso, Brazil.</i> Conteúdo: alternativas intermodais de transportes, com redução de custo, favorecendo o hidroviário e ferroviário.
(RODRIGUES <i>et al.</i> , 2020)	Título: Produção Territorial Portuária na Amazônia: ajustes, ordenamentos e práticas espacial face a produção do complexo portuário de Santana, Amapá, Brasil. Conteúdo: relata a produção territorial portuária na Amazônia (política territorial), por meio dos ajustes, ordenamentos e práticas espaciais, na configuração espacial do Complexo Portuário de Santana.
(GALINDO <i>et al.</i> , 2021)	Título: O Porto de Santana no Estado do Amapá como Canal para o Desenvolvimento do Comércio Internacional da Amazônia Conteúdo: apresenta as condições em que se apresenta o Porto Organizado de Santana no Estado do Amapá como um canal de oportunidades, para o desenvolvimento do comércio internacional na região amazônica.
(SARDINHA; LOMBA; PORTO, 2021)	Título: Complexo Portuário de Santana (Amapá-Brasil): da interação regional à conexão internacional. Conteúdo: enfatiza o espaço relacional do Complexo Portuário de Santana como ponto de conexão entre os sistemas de circuitos e sua importância para a região das guianas e suas políticas territoriais de

Fonte: (SILVA; TOBIAS; ROCHA, 2022).

Quadro 4: Revisão de Literatura Acadêmica: modelagem e otimização

Referências	Título	Contribuições
(CARDOSO, 2017)	Título: Modelagem e Simulação da Capacidade Operacional de um Corredor Logístico do Arco Norte	- Melhorias para estações de transbordo de cargas e maior otimização do tempo de operação de descarga, com possibilidades de integração entre corredores logísticos.
(MOLLER, 2020)	Otimização de investimentos no transporte ferroviário de soja no estado do Mato Grosso	
(BARBOSA, 2019)	Modelo de Otimização Operacional para Transporte Hidroviário: um estudo de caso no Baixo Tapajós/PA.	
(OLIVEIRA, 2021)	Análise de Alternativas Intermodais para Escoar a Produção de Soja dos Estados do Pará e Tocantins.	

(PEREIRA, 2017)	Implantação de Terminal Portuário no Corredor Logístico de Exportação do Arco Norte: fatores de decisão entre porto público e terminal de uso privado.	Análise de fatores e benefícios do escoamento pelos portos da região Norte e a validação do emprego da intermodalidade hidroviária e rodoviária, como alternativas mais viáveis.
(CRUZ, 2019)	Utilização do Método Híbrido AHP-TOPSIS para Escolha Modal do Escoamento da Produção de Soja do Polo de Paragominas/PA.	
(GOMES JUNIOR <i>et al.</i> , 2020)	<i>Analytic Hierarchy Process</i> como Ferramenta de Apoio a Decisão para Seleção Portuária: um estudo de caso para os portos do Arco Norte no Brasil	

Fonte: extraído de SILVA, TOBIAS e ROCHA, 2022.

Quadro 5: Revisão de Literatura Acadêmica: estudos de viabilidade técnica e operacional

Referências	Título	Contribuições
(OLIVEIRA, 2018)	Estudo de Viabilidade Técnica da Navegação nos Estreitos de Boiuçu e Breves.	Apresentou dados técnicos para navegabilidade nos respectivos estreitos.
(VANZELLA <i>et al.</i> , 2015)	Análise de Viabilidade Econômica para Transportar a Soja Produzida em Sorriso-MT: Os Corredores de escoamento Noroeste e Paraná-Tietê.	Descreveu a rota Sorriso-MT/Porto Velho-RO/Itacoatiara-AM como alternativa de custo de transporte mais viável com economia no tempo de operações de carga.
(SANTOS, 2019a)	Transporte Fluvial de Carga de Grãos do Baixo Madeira ao Baixo Amazonas.	Enfatizou a importância do transporte hidroviário fluvial para a Amazônia, em particular para a economia da região do baixo Madeira e Amazonas.
(SANTOS, 2019b)	Teoria das Opções Reais como Método de Análise de Investimento no Setor Hidroviário brasileiro.	Demonstrou a viabilidade de investimentos hídricos sob a ótica Teoria das Opções Reais em análise aos projetos de referência ao derrocamento do Pedral do Lourenço, e na Hidrovia de Tocantins.
(THADANI; ROCHA, 2019)	<i>The Brazilian Producer's Option to Produce Non-Genetically Modified Soybeans may be a Strategic Advantage.</i>	Estabeleceu um conjunto de medidas preventivas de cuidados operacionais para resguardar a integridade da soja no transporte.
(ARAÚJO <i>et al.</i> , 2018)	A Importância do Modal Hidroviário para a Consolidação da Operação do Arco Norte.	Caracterizou as alternativas para os transportes de grãos com a utilização de comboios fluviais, através dos corredores logísticos do Arco Norte no Estado do Pará.
(CARDANHA <i>et al.</i> , 2019)	Logística Fluvial de Grãos no Arco Norte: um estudo da eficiência operacional de comboios.	
(LOPES, 2021)	Logística de Escoamento dos Produtos Agropecuários no Brasil: estrangulamentos dos fluxos de exportação.	Demonstrou os gargalos enfrentados no setor do agronegócio brasileiro.
(SILVA <i>et al.</i> , 2021)	Performance geoeconômica de sub-regiões na América do Sul: elementos para uma nova regionalização	Elencou ideias colhidas em debates sobre a Amazônia e as potencialidades do eixo norte na navegação.

(LLORCA; LIMA; LOPES, 2018)	Análise da Logística de Exportação da Soja do Centro-Oeste brasileiro a partir da Expansão do Canal do Panamá.	Evidenciou o Arco Norte no escoamento de grãos de soja utilizando restrições dos portos do sul.
-----------------------------	--	---

Fonte: extraído de SILVA, TOBIAS e ROCHA, 2022.

Quadro 6: Revisão de Literatura Acadêmica: estudos logísticos

Referências	Título	Contribuições
(TOMAZELE, 2014) (CARNEIRO, 2016)	- Expansão da Área de Soja no Extremo Norte de Mato Grosso. - Multimodalidade: conceitos, análises e limitações para o caso brasileiro.	Trata do uso da intermodalidade de transporte como parte da alternativa para escoamento da produção e maior competitividade de exportação dos produtos brasileiros.
(OLIVEIRA NETO; NOGUEIRA, 2017) (PASTRE, 2018) (MACHADO <i>et al.</i> , 2019)	- Alguns Apontamentos das Práticas Espaciais ao longo da BR-163 (Santarém Cuiabá). - Plano de Desenvolvimento Regional BR-163 Sustentável: avaliação das repercussões das ações estratégicas em infraestrutura sobre o Norte do Mato Grosso. - Logística da BR-163 nas Exportações de Soja da Cooperlucas, Mato Grosso.	Apontam os benéficos estabelecidos após a conclusão da BR-163 para escoamento de soja do centro-oeste brasileiro.
(SOUZA JR <i>et al.</i> , 2019)	Nova Hidrovia Paraguai Paraná: uma análise abrangente.	Trata da Hidrovia Paraguai-Paraná no contexto das “regiões-chave” para o escoamento de produtos agrícolas, em fase da localização do Arco Norte.
(CASTRO; DALMOLIN; MAGALHÃES, 2017)	Macrologística da Exportação de Grãos: atualidades e perspectivas dos portos do arco norte.	Conclui que o Arco Norte tem potencial suficiente para escoar grãos pelo Norte em projeções otimistas.
(QUINTELLA; SUCENA, 2021)	Panorama Ferroviário do Centro-Oeste: problemas e soluções.	Realizou uma análise crítica da viabilidade logística do uso da ferrovia no Centro-Oeste brasileiro.
(WESZ JUNIOR <i>et al.</i> , 2021)	Dinâmicas Recentes do Agronegócio no Oeste do Pará (Brasil): expansão da soja e estruturação de corredores logísticos.	Caracterização da intensa expansão da soja na região, bem como a consolidação desde corredor logístico.

Fonte: extraído de SILVA, TOBIAS e ROCHA, 2022.

Quadro 7: Estudos Socioeconômicos e Geopolíticos

Referências	Título	Contribuições
-------------	--------	---------------

(DEL ARCO, 2017)	As Comunidades Quilombolas de Santarém/PA e o Porto de Maicá: os efeitos sociais de um empreendimento anunciado	Estabeleceu um precedente importante no que diz respeito à defesa dos direitos diferenciados das populações quilombolas do país
(SANTOS; SCHUBER, 2018)	Repercussões Espaciais do Projeto Arco Norte no Distrito de Campo Verde – Itaituba/PA	Analisaram as rotas do Arco Norte na Região Oeste do Pará e suas repercussões sociopolíticas.
(RODRIGUES; RODRIGUES; LIMA, 2019)	Portos do Agronegócio e Produção Territorial da Cidade de Itaituba na Amazônia paraense	
(RODRIGUES, 2018)	O Arco Norte e as Políticas Públicas Portuárias para o Oeste do estado do Pará (Itaituba e Rurópolis): apresentação, debate e articulações	
(PINHO, 2021)	A Importância das Hidrovias e das Vias Navegáveis como Fatores de Força na Política e Estratégias Nacionais de Defesa: um estudo de caso sobre a segurança, o desenvolvimento e a integração da Amazônia Oriental, direcionado ao arquipélago do Marajó.	Destacou a influência do Corredor Arco Norte na infraestrutura da região amazônica, no apoio logístico à defesa nacional.
(MELLO; THÉRY, 2001)	A Armadura do Espaço Amazônico: eixos e zoneamentos.	Abordou as configurações espaciais para Amazônia e sua importância na economia do país.
(SUPERTI; PORTO; MARTINS, 2011) (SUPERTI, 2011)	Políticas públicas de integração física da Amazônia e a Fronteira internacional do Amapá Políticas Públicas e Integração Sul-Americana das Fronteiras Internacionais da Amazônia brasileira	Retratou as políticas de desenvolvimento econômico e promoção da integração infra estrutural da região ao mercado sul-americano.
(FERRARO JR, 2019)	Desenvolvimento e Integração das Fronteiras brasileiras: análise comparada dos Arcos Norte, Central e Sul.	Demonstrou as interações territoriais nas faixas fronteiriças do Arco Norte, Central e Sul
(TUROLLA <i>et al.</i> , 2021)	A nova geografia ferroviária brasileira e o papel da regulação do acesso ao eixo longitudinal	Evidenciou as vantagens competitivas do eixo longitudinal do Brasil pelas saídas marítimas pelo Norte.
(QUINTANA; HERMANY, 2022)	Cooperação entre Países do Arco Norte brasileiro: uma análise sobre acordos de municípios brasileiros de fronteira em termos de saúde	Analisou as políticas públicas de cooperação entre municípios para resolver demandas referentes à saúde

Fonte: extraído de SILVA, TOBIAS e ROCHA, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto de pesquisa focado na logística de transporte e escoamento da soja no Mato Grosso, particularmente no contexto do Projeto Arco Norte, revelou uma série de *insights* e desafios estratégicos essenciais para a otimização das operações logísticas na região.

Na *Etapa 1*, o levantamento detalhado de dados e a formação do banco de dados foram cruciais para estabelecer uma base sólida de conhecimento sobre a infraestrutura existente, a demanda agrícola, e os custos associados à produção e transporte. Essa etapa permitiu uma compreensão aprofundada das dinâmicas demográficas, econômicas e tecnológicas que influenciam a eficiência dos corredores logísticos, assim como o mapeamento georreferenciado das redes de transporte e apoio. As informações dos capítulos iniciais do relatório oferecem uma visão abrangente sobre a evolução da produção de soja e a importância estratégica do Arco Norte como um eixo de desenvolvimento logístico para o Brasil.

A *Etapa 2* avançou para uma análise diagnóstica mais detalhada, identificando os principais desafios logísticos e propondo soluções estratégicas. A comunicação técnica realizada, aliada aos eventos colaborativos, permitiu compreender as barreiras e oportunidades vivenciadas pelos *stakeholders* de diferentes setores contribuindo para um diagnóstico mais preciso. O evento realizado na UFABC foi um marco importante para a disseminação das informações e para o refinamento das análises apresentadas no relatório parcial. As análises preliminares destacadas no capítulo 3, combinadas com a revisão sistemática apresentada no capítulo 4, consolidam o entendimento sobre os fluxos de escoamento da soja e a relevância das infraestruturas portuárias no Arco Norte.

Concluindo, o projeto avança para as próximas etapas com uma base robusta para futuras intervenções e investimentos, visando aprimorar a competitividade no cenário global do agronegócio brasileiro. As etapas realizadas até agora mostram que o projeto está no caminho certo para alcançar seus objetivos, mas o progresso contínuo será necessário para enfrentar os desafios remanescentes e garantir o sucesso a longo prazo. A continuidade desse tipo de pesquisa e a implementação das recomendações propostas poderão ser relevantes como subsídios para estudos logísticos sobre o Mato Grosso, que siga um caminho sustentável e eficiente, alinhado com as exigências de um mercado internacional cada vez mais competitivo e exigente.

REFERÊNCIAS

ABDENUR, A. E.; SANTORO, M.; FOLLY, M. Chinese Railway Investments in Brazil: Socio-Environmental Implications for the Amazon and Cerrado. Em: UETA, M. H.; ALENCASTRO, M.; PINHEIRO-MACHADO, R. (Eds.). **How China is Transforming Brazil**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 79–99.

ABIOVE. **Soja e derivados: Evolução das cotações médias**: Estatística da Cadeia da Soja. São Paulo, Brasil: Associação Brasileira de Indústrias de Óleos Vegetais, 2022. Disponível em: <<https://abiove.org.br/estatisticas/>>. Acesso em: 27 out. 2023.

AGUDELO, C. A. R. *et al.* Land use planning in the Amazon basin: challenges from resilience thinking. **Ecology and Society**, v. 25, n. 1, p. art8, 2020.

ANDRADE, R. One River and 40+ Dams: The China Factor in the Amazonian Tapajós Waterway. Em: ROUSSEAU, J.; HABICH-SOBIEGALLA, S. (Eds.). **The Political Economy of Hydropower in Southwest China and Beyond**. International Political Economy Series. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 275–293.

ANTAQ. **Estatística Aquaviário**. Painel Estatístico Aquaviário, 2021. Disponível em: <<https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/movport.html#>>. Acesso em: 5 abr. 2023

APROSOJA. **Acompanhamento da Safra de Soja**. Associação Brasileira dos Produtores de Soja, , 2018. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/sites/3/2018/06/Acompanhamento-da-safra-de-soja.N.02_2018.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023

APROSOJA. **Soja Plus: Programa de Gestão Econômica, Social e Ambiental da Propriedade Rural Brasileira**. FAEMG/SENAR, 2021. Disponível em: <<https://www.sistemafaemg.org.br/Content/uploads/publicacoes/arquivos/jv1v1637087898179.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2023

ARAÚJO, A. D. M. *et al.* **A importância do modal hidroviário para a consolidação da operação do Arco Norte**. Belém, PA, Brasil: Fundação Dom Cabral, 2018.

BANERJEE, A.; DUFLO, E.; QIAN, N. On The Road: access to transportation infrastructure and economic growth in China. **Journal of Development Economics**, v. 145, p. 102442, jun. 2020.

BARBOSA, F. G. P. **Modelo de Otimização Operacional para o Transporte Hidroviário: Um estudo de caso no Baixo Tapajós, PA**. Belém, PA, Brasil: Universidade Federal do Pará, 2019.

BARBOSA, F. G. P.; FERREIRA FILHO, H. R.; SOUZA, F. M.-. Porto de Vila do Conde/PA: um panorama dos seus principais modais de acesso. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, jan. 2018.

BECKER, B. **Amazônia: geopolítica na virada do III milênio**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Garamond, 1998.

BEKAERT, G.; ROTHENBERG, R. V.; NOGUER, M. Sustainable Investment - Exploring the Linkage between Alpha, ESG, and SDG's. **SSRN Electronic Journal**, v. 31, n. 5, p. 3831–3842, 2020.

BELCHIOR, E. B.; ALCÂNTARA, P. H. R.; BARBOSA, C. F. **Perspectivas e Desafios para a Região do Matopiba**. Embrapa, 2017. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1065435>>. Acesso em: 17 jun. 2023

BENDER, J. E. C.; SILVA, A. P. M. Produção de Soja e Milho do Mato Grosso: Análise do Número de Berços Mínimos para Atender as Possíveis Demandas no Porto de Santarém (PA). **E&S Engineering and Science**, v. 9, n. 2, p. 2–13, 4 set. 2020.

BERNARDES, J. A. Expansão do Agronegócio na Amazônia: dinâmicas e contradições. **Revista Tamoios**, v. 18, n. 1, p. 60–72, 7 jan. 2022.

BRANCO, J. E. H. *et al.* Mutual Analyses of Agriculture Land Use and Transportation Networks: the future location of soybean and corn production in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 194, p. 103264, dez. 2021.

BRANCO, J. E. H. *et al.* Evaluation of the economic and environmental impacts from the addition of new railways to the brazilian's transportation network: An application of a network equilibrium model. **Transport Policy**, v. 124, p. 61–69, ago. 2022.

BRASIL. **Plano Nacional de Logística de Transportes (PNLT) - 2011**. Brasília, DF, Brasil: Ministério dos Transportes, 2012. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/559>>. Acesso em: 30 out. 2023.

BRASIL. **Corredores Logísticos Estratégicos - Complexo de soja e milho**: Corredores Logísticos Estratégicos. Brasília, DF, Brasil: Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, 2017. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/publicacoes/corredores-logisticos-estrategicos-volume-i-complexo-de-soja-e-milho>>. Acesso em: 24 ago. 2023.

BRASIL. **Escoamento de Safra pelo Arco Norte**: Política Agrícola/Infraestrutura Logística. Brasília, DF, Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/infraestrutura-e-logistica/infraestrutura-e-logistica>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

BRASIL, 2018. 13709. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). . 14 ago. 2018, Sec. 1, p. 1.

BRASIL, C. N. S. 196. Resolução CNS 196/96-Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos. . 1996, Sec. Diário Oficial da União, p. 21082–5.

BUSS, R. N. *et al.* Infraestrutura Logística de Transporte e Armazenagem da Soja no Estado do Maranhão – Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 31564–31580, 2019.

CAPPELLI, F.; COSTANTINI, V.; CONSOLI, D. The trap of climate change-induced “natural” disasters and inequality. **Global Environmental Change**, v. 70, p. 102329, set. 2021.

CARDANHA, B. H. *et al.* **Logística fluvial de grãos no Arco Norte: um estudo da eficiência operacional de comboios**. Trabalho de Conclusão de Curso—Manaus, AM, Brasil: Fundação Dom Cabral, 2019.

CARDOSO, J. M. **Modelagem e Simulação da Capacidade Operacional de um Corredor Logístico do Arco Norte**. Belém, PA, Brasil: Universidade Federal do Pará, 2017.

CARNEIRO, R. C. **Multimodalidade: conceitos, análises e limitações para o caso brasileiro**. Brasília, DF, Brasil: Universidade de Brasília, 2016.

CASTILHO, D.; ARRAIS, T. A. A Ferrovia Norte-Sul e a economia regional do centro-norte do Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 29, n. 2, p. 209–228, 29 nov. 2017.

CASTRO, G. S. A.; DALMOLIN, T. C.; MAGALHÃES, L. A. **Macrologística da Exportação de Grãos: atualidades e perspectivas dos portos do Arco Norte**. Simpósio SOBER Norte. **Anais...** Em: I SIMPÓSIO SOBER NORTE. Belém, PA, Brasil: SOBER, 2017. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073591>>

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2014: relatório gerencial**. Brasília, DF, Brasil: Confederação Nacional de Transportes - CNT, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.itl.org.br/jspui/handle/123456789/144>>.

CNT. **Entraves Logísticos ao escoamento de soja e milho**: Transporte & Desenvolvimento. Brasília: Confederação Nacional de Transportes - CNT, 2015. Disponível em: <<https://cnt.org.br/entraves-logisticos-escoamento-soja-milho>>. Acesso em: 20 maio. 2023.

CNT. **Plano CNT de transporte e logística 2018**: Plano CNT de transporte e logística. Brasília, DF, Brasil: Confederação Nacional de Transportes - CNT, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.itl.org.br/jspui/handle/123456789/112>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

CONAB. **Estimativa do Escoamento das Exportações do Complexo Soja e Milho pelos Portos Nacionais Safra 2016/17 - Compêndio de Estudos Conab**. Companhia Nacional de Abastecimento, 2017. Disponível em: <<https://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=TP&docID=752400327&prcID=5886926>>. Acesso em: 20 out. 2023

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira - 11º Levantamento - Safra 2020/2021**. Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/Ebook_BoletimZdeZSafrasZZ11oZlevantamento.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023

CÔRTEZ, J. C.; SILVA JÚNIOR, R. D. The Interface Between Deforestation and Urbanization in the Brazilian Amazon. **Ambiente & Sociedade**, v. 24, p. e01821, 2021.

COSTA, W.; SOARES-FILHO, B.; NOBREGA, R. Can the Brazilian National Logistics Plan Induce Port Competitiveness by Reshaping the Port Service Areas? **Sustainability**, v. 14, n. 21, p. 14567, 5 nov. 2022.

CRUZ, M. M. *et al.* **Práticas ESG na Cadeia de Suprimentos das Empresas listadas na Bolsa de Valores brasileira: uma análise documental**. ENEGEP 2022. **Anais...** Em: ENEGEP 2022 - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Foz do Iguaçu, PR, Brasil: ABEPRO, 10 out. 2022. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2022&c=43690>>. Acesso em: 10 ago. 2024

CRUZ, R. N. **Utilização do método híbrido AHP-TOPSIS para a escolha modal do escoamento da produção de soja do polo Paragominas/PA**. Belém, PA, Brasil: Universidade Federal do Pará, 2019.

DEL ARCO, D. P. O. **As Comunidades Quilombolas de Santarém/PA e o Porto de Maicá: os efeitos sociais de um empreendimento anunciado**. Trabalho de Conclusão de Curso—Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Universidade Federal Fluminense, 2017.

DOU, Y. *et al.* Spillover effect offsets the conservation effort in the Amazon. **Journal of Geographical Sciences**, v. 28, n. 11, p. 1715–1732, nov. 2018.

- DUONG, K.; FLAHERTY, E. Does Growth Reduce Poverty? The mediating role of carbon emissions and income inequality. **Economic Change and Restructuring**, v. 56, n. 5, p. 3309–3334, out. 2023.
- EBRAHIMNEJAD, A. Fuzzy Linear Programming Approach for Solving Transportation Problems with Interval-Valued Trapezoidal Fuzzy Numbers. **Sadhana**, v. 41, p. 299–316, 9 mar. 2016.
- EL BILALI, H.; STRASSNER, C.; BEN HASSEN, T. Sustainable Agri-Food Systems: Environment, Economy, Society, and Policy. **Sustainability**, v. 13, n. 11, p. 6260, 1 jun. 2021.
- FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, v. 28, n. 1, p. 23–38, mar. 2001.
- FERRARO JR, V. G. Desenvolvimento e Integração das Fronteiras brasileiras: análise comparada dos Arcos Norte, Central e Sul. Em: **(Re)Definições das Fronteiras: os desafios para o Século XXI**. [s.l.] IDESF, 2019. p. 177–210.
- FLEURY, P. **A Infraestrutura e os Desafios Logísticos das Exportações brasileiras**. <https://ilos.com.br/>, 2005. Disponível em: <<https://ilos.com.br/a-infraestrutura-e-os-desafios-logisticos-das-exportacoes-brasileiras/>>. Acesso em: 15 jan. 2023
- FRANCO DA SILVA, C. A.; BAMPI, A. C. Regional Dynamics of the Brazilian Amazon: between Modernization and Land Conflicts. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, v. 28, n. 2, p. 340–356, 1 jul. 2019.
- FRIGOTTO, G. **Educação e a crise do trabalho: Perspectivas de final de século**. Petrópolis, RJ, Brasil: Vozes, 1995.
- GALE, F.; CONSTANZA, V.; ASH, M. **Interdependence of China, United States, and Brazil in Soybean Trade: A Report from the Economic Research Service**. Washington-DC, EUA: United States of Department of Agriculture/USDA, jun. 2019. Disponível em: <<https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/93390/ocs-19f-01.pdf?v=226.2>>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- GALINDO, A. G. *et al.* O porto de Santana no estado Amapá como canal para o desenvolvimento do comércio internacional na Amazônia. **Revista Científica Multidisciplinar do CEAP**, v. 3, n. 1, p. 1–6, 27 ago. 2021.
- GHANBARI, R. *et al.* Fuzzy Linear Programming Problems: models and solutions. **Soft Computing**, v. 24, n. 13, p. 10043–10073, jul. 2020.
- GOMES JUNIOR, N. N. *et al.* **Analytic Hierarchy Process como Ferramenta de Apoio a Decisão para Seleção Portuária: um estudo de caso para os portos do Arco Norte no Brasil**. Anais do 28º Congresso Internacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore. **Anais...** Em: 28º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Galoá, 2020. Disponível em: <<https://proceedings.science/sobena-congresso/sobena-2020/trabalhos/analytic-hierarchy-process-como-ferramenta-de-apoio-a-decisao-para-selecao-portu?lang=pt-br#>>>
- HE, X.; DEPAULA, G. M.; ZHANG, W. Roads, Trade, and Development: Evidence from the Agricultural Boom in Brazil. **Estradas, Comércio e Desenvolvimento: Evidências do Boom Agrícola no Brasil**, p. 37, 2021.

HIGA, A. P. H. *et al.* Grain Flow Through the Northern Arch of Brazil. Em: LI, Y. *et al.* (Eds.). **Proceedings of PIANC Smart Rivers 2022**. Lecture Notes in Civil Engineering. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. v. 264p. 1379–1387.

HIRAKURI, M. H. *et al.* **Sistemas de Produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. Embrapa Soja, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/938807/1/Doc335OL.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2023

IBGE. **Cidades: Panorama**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/panorama>. Acesso em: 24 out. 2023

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2013-2016**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2023

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>. Acesso em: 30 out. 2023

IBGE. **Plano Nacional de logística 2035**. Rio de Janeiro, Brasil Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2024. Disponível em: <https://ontl.infrasa.gov.br/planejamento/plano-nacional-de-logistica/plano-nacional-de-logistica-2035/>. Acesso em: 24 out. 2023

IMEA. **Projeções da Produção de Soja e Milho no Mato Grosso até a Safra 2021/22**. Cuiabá, MT, Brasil: IMEA - Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária., 2022. Disponível em: <https://www.imea.com.br/imea-site/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

ISAGUIRRE-TORRES, K. R.; MASO, T. F. As Lutas por Justiça Socioambiental diante da Emergência Climática. **Revista Direito e Práxis**, v. 14, n. 1, p. 458–485, mar. 2023.

JIMENEZ-FRANCO, M. A.; GASPARETTO, V. Práticas para a Gestão de Custos Logísticos em Empresas Industriais de Grande Porte da Colômbia. **Estudios Gerenciales**, v. 36, n. 156, p. 364–373, 24 jul. 2020.

JOÃO, A. M. *et al.* **Emissão de CO2 na Logística de Exportação de Soja do Mato Grosso: o caso das exportações pelo Arco Norte**. 18 Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. **Anais...** Em: 18 ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. São Paulo, Brasil: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – FEA/USP, 2016. Disponível em: <https://engema.org.br/18/o-evento/organizacao/>

KAHN, M. E. *et al.* Long-term Macroeconomic Effects of Climate Change: a cross-country analysis. **Energy Economics**, v. 104, p. 105624, dez. 2021.

KASTENS, J. H. *et al.* Soy Moratorium Impacts on Soybean and Deforestation Dynamics in Mato Grosso, Brazil. **PLOS ONE**, v. 12, n. 4, p. e0176168, 28 abr. 2017.

KULAL, A. *et al.* Impact of Environmental, Social, and Governance (ESG) Factors on Stock Prices and Investment Performance. **Macro Management & Public Policies**, v. 5, n. 2, p. 14–26, 11 maio 2023.

LIAO, L.; LUO, L.; TANG, Q. Gender Diversity, Board Independence, Environmental Committee and Greenhouse Gas Disclosure. **The British Accounting Review**, v. 47, n. 4, p. 409–424, dez. 2015.

LIMA, M. S. B. EXPANSÃO DA CADEIA DA SOJA NA AMAZÔNIA SETENTRIONAL: OS CASOS DE RORAIMA E AMAPÁ. **Boletim de Geografia**, v. 38, n. 2, p. 79–93, 29 dez. 2020.

LIU, D.; JIN, S. How Does Corporate ESG Performance Affect Financial Irregularities? **Sustainability**, v. 15, n. 13, p. 9999, 24 jun. 2023.

LLORCA, R. P.; LIMA, R. S.; LOPES, H. S. **Análise da Logística de Exportação da Soja do Centro-Oeste Brasileiro a partir da Expansão do Canal do Panamá**. 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. **Anais...** Em: 32º ANPET. Gramado, RS, Brasil: 2018. Disponível em: <http://146.164.5.73:30080/tempsite/anais/documentos/2018/Logistica/Logistica%20de%20Carga%20de%20Longa%20Distancia/2_379_AC.pdf>

LOMBA, R. M.; SILVA, J. G. Os conflitos pela terra no Amapá: uma análise sobre a violência institucionalizada no campo. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 2, n. 2, p. 185, 1 jun. 2015.

LOPES, E. P. Logística de Escoamento dos Produtos Agropecuários no Brasil: estrangulamentos dos fluxos de exportação. Em: **Perdas em Transporte e Armazenagem de Grãos: panorama atual e perspectivas**. Brasília, DF, Brasil: CONAB, 2021. p. 97–99.

MACHADO, R. S. *et al.* Logística da BR-163 nas exportações de soja da Cooperlucas. **Revista Fatec Zona Sul**, v. 5, n. 4, p. 11–12, 2019.

MELLO, N. A.; THÉRY, H. A Armadura do Espaço Amazônico: eixos e zoneamentos. **Alceu - Revista de Comunicação, Cultura e Política**, v. 1, n. 2, p. 181–214, 2001.

MOLLER, A. K. C. O. **Fronteiras do Brasil: Uma avaliação do arco Norte**. São Paulo, SP, Brasil: Universidade de São Paulo, 2020.

MORAES, A. *et al.* Integrated Crop-Livestock Systems as a Solution Facing the Destruction of Pampa and Cerrado Biomes in South America by Intensive Monoculture Systems. Em: **Agroecosystem Diversity**. [s.l.] Elsevier, 2019. p. 257–273.

MORAES NETO, L. P. **Otimização e Análise de Risco da Capacidade Portuária da Bacia Amazônica quanto ao Crescimento da Demanda de Grãos e ao Aumento do Porte dos Navios**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2022.

MORAIS, G. R. *et al.* A Sustainable Location Model of Transshipment Terminals Applied to the Expansion Strategies of the Soybean Intermodal Transport Network in the State of Mato Grosso, Brazil. **Sustainability**, v. 15, n. 2, p. 1063, 6 jan. 2023.

MORGADO, A. V.; PORTUGAL, L. S.; MELLO, A. J. L. Acessibilidade na Região Amazônica através do transporte hidroviário. **Journal of Transport Literature**, v. 7, n. 2, p. 97–123, 2013.

MULLER, F. Pobreza e Meio Ambiente: pobres são mais afetados por colapso ambiental. **CIEDS**, 16 fev. 2023.

MUYESAIER TUDI *et al.* Exposure Routes and Health Risks Associated with Pesticide Application. **Toxics**, v. 10, n. 6, p. 335, 19 jun. 2022.

NAVES, I. M.; SOARES, J. B. **O Corredor Noroeste (rio Madeira) como Canal Logístico para Abastecimento do Nordeste: uma proposta a partir dos estoques governamentais**. 48 Sociedade

Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER). **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu/record/108085>>. Acesso em: 9 ago. 2024

NOGUEIRA-MCRAE, T. *et al.* The Role of Urban Agriculture in a Secure, Healthy, and Sustainable Food System. **BioScience**, v. 68, n. 10, p. 748–759, 1 out. 2018.

NOTTEBOOM, T.; PALLIS, T.; RODRIGUE, J. Disruptions and Resilience in Global Container Shipping and Ports: the COVID-19 pandemic versus the 2008–2009 financial crisis. **Maritime Economics & Logistics**, v. 23, n. 2, p. 179–210, jun. 2021.

OLIVEIRA, B. D. **Análise dos custos de transporte de soja por meio de contêineres e os terminais portuários de Manaus como uma nova rota para exportação da soja brasileira**. Manaus, AM, Brasil: Universidade Federal do Amazonas, 2015.

OLIVEIRA, M. H. **Estudo de Viabilidade Técnica da Navegação nos Estreitos de Boiçu e Breves**. Belém, PA, Brasil: Universidade Federal do Pará, 2018.

OLIVEIRA NETO, T. Infraestruturas, Circulação e Transportes na Amazônia: impactos multiescalares. **Ar@cne. Revista Eletrônica de Recursos em Internet sobre Geografia y Ciencias Sociales**, v. 26, n. 272, 31 out. 2022.

OLIVEIRA NETO, T.; NOGUEIRA, R. J. B. Alguns apontamentos das práticas espaciais ao longo da BR-163 (Santarém-Cuiabá). **Revista Geonorte**, v. 8, n. 28, p. 31–50, 15 maio 2017.

OLIVEIRA NETO, T.; NOGUEIRA, R. J. B. Os Transportes e as Dinâmicas Territoriais no Amazonas. **Confins**, v. 43, 2019.

OLIVEIRA, V. H. P. **Análise de Alternativas Intermodais para Escoar a Produção de Soja dos Estados do Pará e Tocantins**. Belém, PA, Brasil: Universidade Federal do Pará, 2021.

OLIVEIRA, V. H. P. *et al.* Optimization Method Applied to Decision-Making on Intermodal Alternative for Soybean Outflow in the State of Pará-Brazil. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 9, n. 7, p. 124–140, 1 jul. 2021a.

OLIVEIRA, V. H. P. *et al.* Optimization Method Applied to Decision-Making on Intermodal Alternative for Soybean Outflow in the State of Pará-Brazil. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 9, n. 7, p. 124–140, 1 jul. 2021b.

PAIS, P. S. M.; GOMES, M. F. M.; CORONEL, D. A. Análise da Competitividade das Exportações brasileiras de Minério de Ferro, de 2000 a 2008. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 13, n. 4, p. 121–145, ago. 2012.

PASTRE, R. Plano de Desenvolvimento Regional BR-163 Sustentável. **Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho**, v. 7, n. 1, p. 5–34, 11 set. 2018.

PÊGO FILHO, B. *et al.* **Fronteiras do Brasil: uma avaliação do Arco Norte**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8466>>. Acesso em: 24 jul. 2023.

PEREIRA, F. G. G. **Implantação de terminal portuário no corredor logístico de exportação do Arco Norte: Fatores de decisão entre porto público e terminal de uso privado**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2017.

PINHO, M. O. **A Importância das Hidrovias e das Vias Navegáveis como Fatores de Força na Política e Estratégias Nacionais de Defesa: um estudo de caso sobre a segurança, o desenvolvimento e a integração da Amazônia Oriental direcionado ao arquipélago do Marajó.** Monografia—Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Escola Superior de Guerra, 2021.

PIRES, M. J. S.; CAMPOS, F. R. **Contribuições das ferrovias Norte-Sul e Centro-Atlântica na expansão do vetor externo da economia do Centro-Oeste.** Brasília, DF, Brasil: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2019. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10419/211468>>. Acesso em: 24 out. 2023.

PLASTUN, A. *et al.* SDGs and ESG Disclosure Regulation: is there an impact? Evidence from Top-50 world economies. **Problems and Perspectives in Management**, v. 18, n. 2, p. 231–245, 17 jun. 2020.

PORTO, J. L. R. **Desenvolvimento geográfico desigual da faixa de fronteira da Amazônia setentrional brasileira: reformas da condição fronteiriça amapaense (1943-2013).** 1. ed. Maringá, PR, Brasil: Uniedusul Editora, 2020.

PRUDÊNCIO DA SILVA, V. *et al.* Variability in environmental impacts of Brazilian soybean according to crop production and transport scenarios. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 9, p. 1831–1839, set. 2010.

QUINTANA, G. B.; HERMANY, R. Cooperação entre Países do Arco Norte brasileiro: uma análise sobre acordos de municípios brasileiros de fronteira em termos de saúde. **Opinião Jurídica**, v. 21, n. 44, p. 302–325, 2022.

QUINTELLA, M.; SUCENA, M. **Panorama Ferroviário do Centro-Oeste: problemas e soluções.** FGV, 2021. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10438/32303>>. Acesso em: 10 maio. 2023

RAZAK, L. A.; IBRAHIM, M. H.; NG, A. Environment, Social and Governance (ESG) Performance and CDS Spreads: the role of country sustainability. **The Journal of Risk Finance**, v. 24, n. 5, p. 585–613, 8 nov. 2023.

REIS, J. C. *et al.* Assessing the Economic Viability of Integrated Crop–Livestock Systems in Mato Grosso, Brazil. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 35, n. 6, p. 631–642, dez. 2020.

RICHARDS, P. *et al.* Soybean Development: The Impact of a Decade of Agricultural Change on Urban and Economic Growth in Mato Grosso, Brazil. **PLOS ONE**, v. 10, n. 4, p. e0122510, 28 abr. 2015.

RODRIGUES, J. C. O Arco Norte e as Políticas Públicas Portuárias para o Oeste do Estado do Pará (Itaituba e Rurópolis): apresentação, debate e articulações. **Revista Nera**, v. 21, n. 42, p. 202–228, 29 mar. 2018.

RODRIGUES, J. C. *et al.* Produção Territorial Portuária na Amazônia: ajustes, ordenamentos e práticas espaciais face a produção do complexo portuário de Santana, Amapá, Brasil. **Revista Tamoios**, v. 16, n. 3, p. 85–113, 24 dez. 2020.

RODRIGUES, J. C. O projeto Arco Norte na Amazônia e a sua relação com o Agronegócio. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 23, n. 2, p. 317–351, 1 out. 2021.

RODRIGUES, J. C.; RODRIGUES, J. C.; LIMA, R. A. P. Portos do Agronegócio e Produção Territorial da Cidade de Itaituba, na Amazônia Paraense. **Geosul**, Dossiê Agronegócios no Brasil. v. 34, n. 71, p. 357–381, 2019.

RODRÍGUEZ, J. C.; NAHUM, J. S. The concession of the BR-163 highway in the Brazilian Amazon: Corporatization of territory and conflicts. **DIE ERDE**, v. 154, n. 1–2, p. 42–48, 2023.

RONALTER, L. M.; POLTRONIERI, C. F.; GEROLAMO, M. C. ISO Management System Standards in the Light of Corporate Sustainability: a bibliometric analysis. **The TQM Journal**, v. 35, n. 9, p. 256–298, 18 dez. 2023.

RUSSO, T. O. *et al.* Analysis Model of Arco North Amazon Corridors to Mato Grosso's Soybean. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 10, n. 3, p. 84–104, 1 mar. 2022.

SANTOS, A. J. **Transporte fluvial de carga de grãos do baixo madeira ao baixo amazonas**. Florianópolis, SC, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina, 2019a.

SANTOS, G. A. O.; SCHUBER, E. M. Repercussões Espaciais do Projeto Arco Norte no Distrito de Campo Verde – Itaituba/PA. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 4, n. 12, p. 252, 22 mar. 2018.

SANTOS, L. T. S. **Teoria das Opções Reais como Método de Análise de Investimento no Setor Hidroviário Brasileiro**. Brasília, DF, Brasil: Universidade de Brasília, 2019b.

SARDINHA, J. C. S.; LOMBA, R. M.; PORTO, J. L. R. Complexo portuário de Santana (Amapá-Brasil): da interação regional à conexão internacional. Em: CRUZ, D. A. M. O. (Ed.). **Geopolítica e Integração Regional na América Latina**. [s.l.] CLAECE e-Books, 2021. p. 111–131.

SCHONEVELD, G. C. Transforming food systems through inclusive agribusiness. **World Development**, v. 158, p. 105970, out. 2022.

SCHUBER, E. S. M. **Neodesenvolvimentismo, reestruturação urbana e cidades médias na Amazônia: o exemplo de Itaituba na sub-região do Tapajós**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2019.

SILVA, A. S. **Avaliação do Desempenho Portuário do Porto de Santana no Contexto do Projeto Arco Norte através da Análise Hierárquica de Processo – AHP**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2023.

SILVA, A. S. *et al.* Análise Hierárquica Com Suporte Do Superdecisions Dos Aspectos Críticos Para Integração Do Porto De Santana No Amapá-Brasil Ao Projeto Arco Norte. **Journal of Business and Management**, v. 26, n. 7, p. 52–62, jul. 2024.

SILVA, A. S.; TOBIAS, M. S. G.; ROCHA, M. P. C. A Viabilidade do Corredor Arco Norte: revisão de literatura e perspectivas de pesquisas no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 10, p. 66224–66247, 6 out. 2022.

SILVA, C. H. R. *et al.* Performance Geoeconômica de Sub-regiões na América do Sul: elementos para uma nova regionalização. **Revista Tempo do Mundo** |, v. 27, p. 247–272, 2021.

SILVA, J. A. G. *et al.* Integrated Systems Improve the Sustainability of Soybean Cultivation in the Tropical Region. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p. 1224530, 23 ago. 2023.

SILVA, M. A. **O Impacto Potencial do Desenvolvimento dos Portos do Arco Norte na Valorização das Fazendas de SINOP-MT: uma análise do corredor da BR-163**. São Paulo, Brasil: Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2017.

SOLIANI, R. D. Logistics and Transportation in Brazilian Agribusiness: The Flow of Grain Production. **Journal of Economics, Business and Management**, v. 10, n. 3, p. 210–219, 2022.

SOUZA JR, W. C. *et al.* **Nova hidrovia Paraguai-Paraná: uma análise abrangente: análise de conjuntura e factibilidade política, econômica, social e ambiental da “nova” proposta da hidrovia Paraguai-Paraná.** Mupan/Wetlands International, 2019. Disponível em: <https://lac.wetlands.org/wp-content/uploads/sites/2/dlm_uploads/2019/11/Nova-Hidrovia-Paraguai-Parana_uma-analise-abrangente.pdf>

SOUZA, M. *et al.* Optimization of soybean outflow routes from Mato Grosso, Brazil. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 8, n. 8, p. 176–191, 1 ago. 2020.

STAEVIE, P. M. Um Balanço das Discussões sobre os Impactos do Agronegócio sobre a Amazônia Brasileira. **REVISTA NERA**, v. 42, n. 21, p. 98–112, 29 mar. 2018.

SUPERTI, E. Políticas Públicas e Integração Sul-Americana das Fronteiras Internacionais da Amazônia Brasileira. **Novos Cadernos NAEA**, v. 14, n. 2, p. 302–320, 2011.

SUPERTI, E.; PORTO, J. L. R.; MARTINS, C. C. **Políticas Públicas de Integração Física da Amazônia e a Fronteira Internacional do Amapá.** I Circuito de Debates Acadêmicos. **Anais... Em: CODE 2011 - I CIRCUITO DE DEBATES ACADÊMICOS.** Brasília, DF, Brasil: IPEA, 2011. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/code2011/chamada2011/pdf/area5/area5-artigo17.pdf>>. Acesso em: 15 maio. 2023

THADANI, R. M.; ROCHA, A. C. B. A Opção do Produtor Brasileiro Produzir Soja não Geneticamente Modificada pode ser uma Vantagem Estratégica. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9969–9994, 2019.

TOL, R. S. J. The Economic Effects of Climate Change. **Journal of Economic Perspectives**, v. 23, n. 2, p. 29–51, 1 abr. 2009.

TOMAZELE, R. **Expansão da área de soja no extremo norte de Mato Grosso.** Pelotas, RS, Brasil: Universidade Federal de Pelotas, 2014.

TUROLLA, F. *et al.* **A nova geografia ferroviária brasileira e o papel da regulação do acesso ao eixo longitudinal:** FGV Transportes - Artigos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Fundação Getúlio Vargas, 2021. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10438/31967>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

UNITED NATIONS DEPARTMENT FOR ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **Sustainable Development Goals Report 2022.** New York, EUA: UNITED NATIONS, 2022.

USDA. **Foreign Agricultural Service, Oilseeds: World Markets and trade.** Washington, DC, EUA United States Department of Agriculture (USDA), 2019. Disponível em: <https://fas.usda.gov/data/search?reports%5B0%5D=report_commodities%3A26&reports%5B1%5D=report_type%3A10259>. Acesso em: 30 out. 2023

VALE, R. M.; FREITAS, T. G.; PINHEIRO, A. **Arco Norte: um desafio logístico.** Brasília, DF, Brasil: Câmara dos Deputados - Coordenação Edições Câmara, 2016.

VALVERDE, M. C.; PAIVA JR, H. Temperatura do ar e emissões urbanas em região industrial de São Paulo, Brasil. **Acta Brasiliensis**, v. 2, n. 2, p. 45–52, 2018.

VANZELLA, A. *et al.* **Análise de Viabilidade Econômica para Transportar a Soja produzida em Sorriso - MT: os corredores: de escoamento Noroeste e Paraná-Tietê.** X Encontro Científico de Administração, Economia e Contabilidade. **Anais...** Em: X ENCONTRO CIENTÍFICO DE ADMINISTRAÇÃO, ECONOMIA E CONTABILIDADE. Campo Grande, MS, Brasil: UEMS, 2015. Disponível em: <<https://anaisonline.uems.br/index.php/ecaeco/article/view/2572/2745>>. Acesso em: 10 ago. 2023

VIDAL, V. V.; SANTOS, M. M. C. Responsabilidade Socioambiental frente aos Avanços em Logística Portuária na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 25, n. 1, 27 abr. 2022.

VILHENA, S. G. **Usos Contemporâneos da Fronteira Franco-Brasileira: entre os ditames globais e a articulação local.** Porto Alegre, RS, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

WEGNER, R. C.; FERNANDES, M. P. Expansion of Investments by Chinese Companies in the Brazilian Amazon – the Case of Agribusiness. **Contexto Internacional**, v. 45, n. 2, p. e20220010, 2023.

WESZ JUNIOR, V. J. *et al.* Dinâmicas recentes do agronegócio no Oeste do Pará (Brasil): expansão da soja e estruturação de corredores logísticos. **Mundo Agrário**, v. 22, n. 50, p. e174, 2 ago. 2021.

ZHANG, Y. *et al.* Insight into the Risk-Resistant Function of ESG Performance: an Organizational Management Perspective. **Chinese Management Studies**, v. 18, n. 3, p. 818–846, 9 maio 2024.

ZHENG, Y. *et al.* Impacts of mineral resources, economic growth and energy consumption on environmental sustainability: Novel findings from global south region. **Resources Policy**, v. 92, p. 105019, maio 2024.



VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS



ARCLOG NORTE



UFABC

