



# Análise da implantação do modal dutoviário no transporte de grãos da região Centro-Oeste do Brasil

André Augusto Nóbrega Dantas<sup>1</sup>  
Victoria Gabrielle Sousa Santos<sup>2</sup>  
Yuri Sotero Bomfim Fraga<sup>3</sup>  
Geovanna Santos Pignata<sup>4</sup>  
Felipe Barbosa Cobalchini Santos<sup>5</sup>

Recebido em: 16-04-2022

Aceito em: 05-01-2023

## Resumo

O transporte das cargas para exportação da produção agrícola da região Centro-Oeste do Brasil acontece geralmente por meio do modal rodoviário; entretanto, a baixa infraestrutura rodoviária inviabiliza essa modalidade. Sendo o Centro-Oeste o principal polo agrícola brasileiro e a fim de melhores resultados relacionados ao aumento quantitativo de produtos transportados, minimização de tempo e maior assertividade dos processos de escoamento, esta pesquisa objetiva apresentar e estabelecer condições entre demanda e transporte de grãos na região Centro-Oeste e sugerir uma proposta de implantação do modal dutoviário que atenda o maior polo produtor de grãos, a fim de contribuir para uma logística de transporte eficiente, ponderando as problemáticas enfrentadas pelo transporte rodoviário. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os modais rodoviários e dutoviários através da consulta a materiais informativos sobre produção e transporte de grãos da região Centro-Oeste. Observou-se que o maior produtor de grãos da região é o Mato Grosso, portanto a dutovia proposta originaria em Sorriso-MT, tendo um terminal em Rio Verde-GO, seguindo até os terminais marítimos do Porto de Santos-SP. Para a escolha desse trajeto, foram levados em consideração a magnitude de produção e o relevo. Foi possível concluir que a utilização do modal dutoviário aumentaria significativamente o escoamento de grãos na região, além da melhor qualidade do produto exportado.

**Palavras-chave:** Centro-oeste; Engenharia de transportes, Grãos agrícolas, Logística, Modal dutoviário.

## *Analysis of the implementation of the pipeline modal in the transport of grains in the Midwest region of Brazil*

### Abstract

*The transport of cargo for export of agricultural production in the midwest region of Brazil generally happens through the road modal; however, the low road infrastructure makes this modality impossible. As the midwest is the main agricultural hub of Brazil and in order to achieve better results related to the quantitative increase of transported products, minimization of time and greater assertiveness of the flow processes, this research aims to present and establish conditions between demand and grain transport in the midwest region and suggest a proposal for the implementation of the pipeline modal that serves the largest grain producing hub, in order to contribute to an efficient transport logistics, considering the problems faced by road transport. A bibliographic review on road and pipeline modals was carried out, and information materials on grain production and transport in the midwest region were consulted. It was observed that the largest grain producer in the region is Mato Grosso, therefore the proposed pipeline would originate in Sorriso-MT, having a terminal in Rio Verde-GO, following to the maritime terminals of the Port of Santos-SP. In choosing this route, the magnitude of production and the relief were taken into account. It was*

<sup>1</sup> Doutorado em Geotecnia pela Universidade de Brasília, (UnB). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. <https://orcid.org/0000-0002-3846-5343> E-mail: [andrenobregadantas@yahoo.com.br](mailto:andrenobregadantas@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Graduada em Engenharia Civil (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás). E-mail: [victoriagabriellesousasantos7@gmail.com](mailto:victoriagabriellesousasantos7@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutorado em Estruturas e Construção Civil na Universidade de Brasília (UnB). Professor da Universidade Federal do Acre (UFA). <https://orcid.org/0000-0002-0426-4615> E-mail: [yurisotero.engcivil@gmail.com](mailto:yurisotero.engcivil@gmail.com)

<sup>4</sup> Graduada em Engenharia Civil (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás). E-mail: [geovannapignata@gmail.com](mailto:geovannapignata@gmail.com)

<sup>5</sup> Graduado em Engenharia Civil (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás). E-mail: [felipecobalkini@gmail.com](mailto:felipecobalkini@gmail.com)

*possible to conclude that the use of the pipeline would significantly increase the flow of grain in the region, in addition to the better quality of the exported product.*

**Keywords:** *Midwest, Transportation Engineering, Agricultural grains, Logistics, Modal pipeline.*

## **1 Introdução**

O Brasil é um país sul-americano de dimensões continentais. Seu território é dividido com base em aspectos naturais, sociais, culturais e econômicos. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é responsável por essa regionalização. Desde 1970 o território nacional é composto pelas regiões Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste (IBGE, 2020). A região Centro-Oeste abrange três estados, sendo eles Goiás (GO), Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS). Sua geografia é constituída pelo Planalto Central, com grandes chapadas e também a área de aquíferos; por isso, a agricultura e pecuária são beneficiadas, fazendo com que essas sejam as principais atividades econômicas da região, além do turismo e extrativismo mineral (FERNANDEZ; BRANDÃO, 2017).

O Centro-Oeste brasileiro é o responsável pela maior parte da produção agrícola do país, sendo responsável por boa parte da exportação de leguminosas e oleaginosas como soja e milho, por exemplo. No entanto, não essa região possui portos marítimos, pois não é banhado pelo Oceano Atlântico, o que dificulta o processo de transporte para comercialização dos grãos produzidos.

O agronegócio, incluindo as agroindústrias e a produção agropecuária, é a principal atividade econômica da região Centro-Oeste. A agropecuária é a principal fornecedora de indústrias alimentícias e de outros ramos nacionais e internacionais. Os produtos mais visados são carne, soja, algodão, milho, cana-de-açúcar e arroz. Devido a estas práticas, a região exerce participação relevante na economia nacional (FREITAS, 2021).

As perspectivas de produção agrícola no Brasil devem trazer resultados positivos para a economia nacional. Atualmente, a produção de soja é responsável por cerca metade da produção de grãos do país. Espera-se que a produção de soja na safra 2020/2021 seja de 133,7 milhões de toneladas no Brasil. Com isso, a colheita de grãos está estimada em 264,8 milhões de toneladas, o que representa um crescimento de 7,9 milhões de toneladas se comparada com a safra anterior (2019/2020), quando a colheita de grãos foi de 256,94 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

Devido à grande demanda por transporte de cargas, é imprescindível a avaliação e a consideração dos modais de transporte da região. O sistema de transporte no Brasil pode ser

compreendido em cinco principais modais, que são: rodoviário, ferroviário, aéreo, aquaviário e dutoviário. No Centro-Oeste o principal modal de transporte de cargas oriundas do agronegócio é o modal rodoviário. As principais rodovias para distribuição, do produtor aos principais portos de exportação, da produção agrícola no Centro-Oeste são a BR-163, conhecida como rodovia da soja, que conta com pavimentação recentemente inaugurada; e ainda a BR-364, que ao contrário da BR-163 é motivo de preocupação, dos 1177,2 quilômetros de sua extensão 530 são trechos de zona de atenção, ou seja, 45% do trajeto está comprometido (CORREA; RAMOS, 2010).

No ano de 2010 o transporte da soja na região central do país era tido como ineficiente devido à situação precária das rodovias, o que é consequência da escassez de investimento na manutenção (BOZOKY *et al.*, 2014; DEIMLING *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2019). No geral, a situação atual de qualidade de infraestrutura destas rodovias é mediana, visto que as melhorias são ocasionadas pela implantação de postos de pedágio em seus principais trechos. Esta medida auxilia na mobilidade do transporte de cargas, porém aumenta seu custo, gerando então uma desvantagem em seu uso. O custo anual de combustível com um veículo categorizado por percorrer grandes distâncias em constante velocidade gira em torno de € 39.780,00. Ou seja, o gasto gira em torno de R\$ 20.221,50 a cada mês de transporte. Além disso, a velocidade máxima em rodovias para veículos de grande porte é de 90km/h, ou seja, em um trajeto de aproximadamente 1000 quilômetros levaria pouco mais de 11 horas de viagem sem direito a pausa; o que é um ponto problemático na logística (NOVO, 2016).

Em 2018 foram listados 18.239 acidentes envolvendo ao menos um caminhão. As causas para esse número elevado são grandes distâncias percorridas, necessidade de cumprimento de prazos, dificuldades de planejamento, falta de descanso, excesso de confiança, excesso de carga, manutenção do veículo, imprudência, deficiências na formação, falta de atenção, mal súbito, sono, problemas de saúde e infraestrutura precária (CNT, 2019).

Os caminhoneiros percorrem em um mês, em média, 9.561 quilômetros, trabalhando mais de oito horas por dia e seis dias por semana, totalizando por volta de 48 horas semanais. Além disso, muitos desses profissionais enfrentam problemas de saúde, como pressão alta, problemas na visão, dores de cabeça constantes, excesso de peso e problemas alimentares (CNT, 2019).

Devido às problemáticas acima citadas, estabelece-se a importância da avaliação de novos modais de transporte como alternativa para otimização da distribuição das matérias, em especial para os grãos sólidos. Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo analisar as

dificuldades do modal rodoviário no escoamento de grãos da região Centro-Oeste e propor uma solução alternativa com a implantação de um sistema dutoviário, analisando os benefícios do modal procurando estabelecer uma solução para os problemas encontrados a fim de contornar as situações inconvenientes e aumentar o fluxo de produtividade.

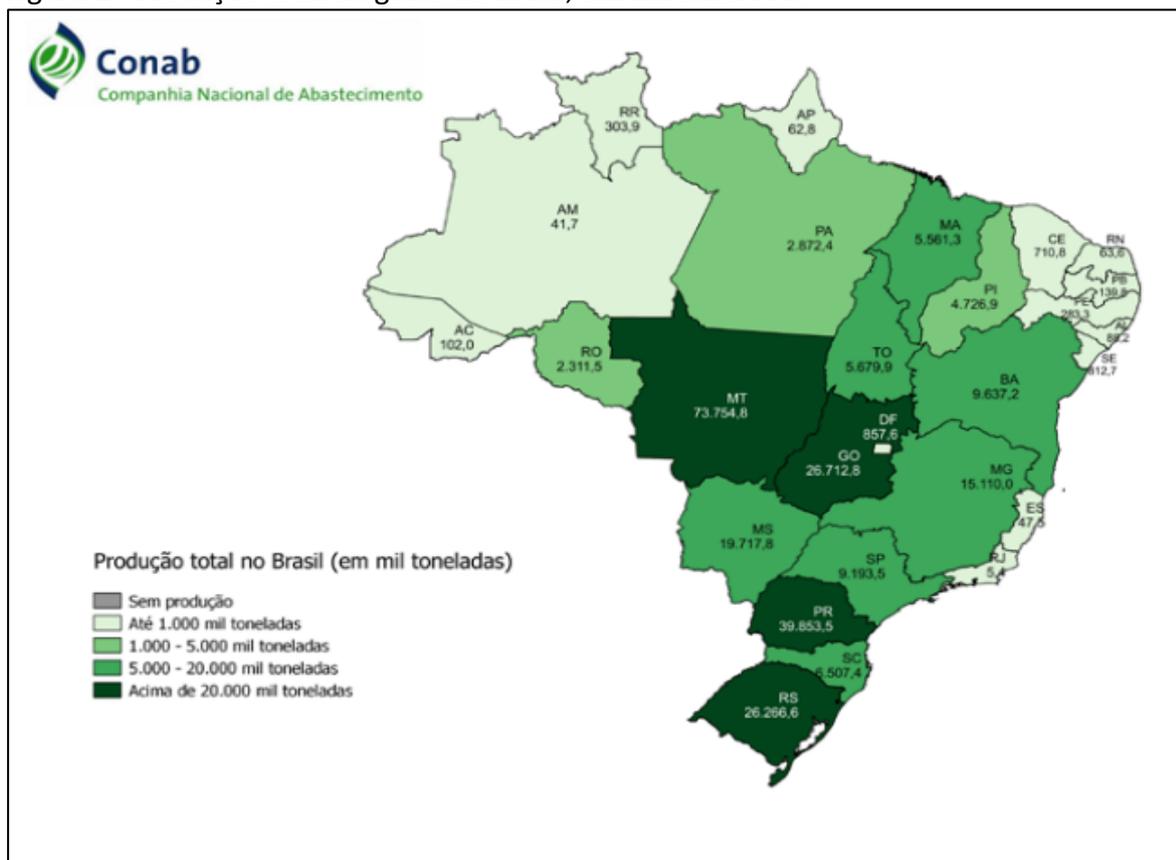
## **2 Modal rodoviário e modal dutoviário**

### **2.1 Modal rodoviário**

Na região Centro-Oeste, o estado do Mato Grosso se destaca como grande produtor de grãos do cenário nacional. A participação do Mato Grosso na exportação de soja no primeiro semestre de 2020 representa 26,9% do percentual total de exportação do país. Por estar localizado na parte central do país a soja mato grossense precisa passar por um longo processo logístico de escoamento até chegar aos portos. O volume de soja exportada em junho de 2020 foi 61% maior que o exportado no mesmo ano de 2019, sendo um total de 13,75 milhões de toneladas. Entre 2019 e 2020, o país exportou aproximadamente 61,87 milhões de toneladas, deste total 18,30 milhões de toneladas são de soja mato-grossense. Deste volume, 7,5 milhões de toneladas tiveram como destino o Porto de Santos em São Paulo. Na Figura 1 é mostrada a relação da produção total dos diversos tipos de grãos no Brasil e as quantidades correspondentes em cada estado (CONAB, 2020).

Analisando a figura 1, o estado de São Paulo apresenta uma produção de 9.193,5 mil toneladas, ocupando a oitava posição no ranking. É nesse estado que se localiza o porto de Santos, que desempenha um papel estratégico para o agronegócio brasileiro. Além de se tratar do maior complexo portuário da América Latina, ele é responsável pela movimentação de quase um terço das trocas comerciais brasileiras. Para chegar até o porto de Santos, os silos passam por demorados processos de transporte e seguem em sua maioria pelo modal rodoviário até chegar no porto. Os veículos descarregam nas moegas, grelhas instaladas no piso dos terminais que se ligam a um sistema de esteira, por onde os grãos são levados até o interior dos armazéns. No momento do embarque, os produtos também são transportados em esteiras até o *shiploaders*, equipamentos instalados no costado em frente aos navios que lançam as cargas no interior dos porões. Durante essa operação é comum a emissão de pó de soja na atmosfera, poluindo o meio ambiente.

Figura 1 - Produção total de grãos no Brasil, em mil toneladas

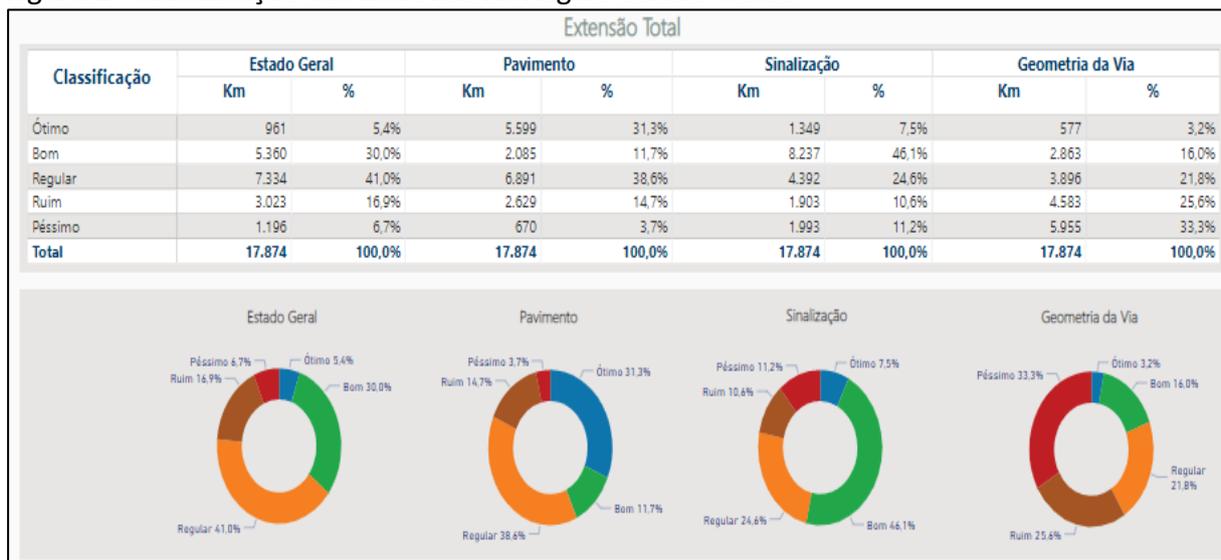


Fonte: CONAB (2020)

A partir dessas informações, pode-se destacar que a influência da região Centro-Oeste na produção de grãos do Brasil é imprescindível e de extrema importância. Em contrapartida, o transporte entre a região e o seu destino final, onde serão realizadas as trocas comerciais, não condiz com tal importância. A figura 2 mostra a classificação das rodovias na região Centro Oeste. O Brasil se apresenta como um país de com grande área territorial, fato que aumenta os riscos quando o assunto é seu modal rodoviário. Diversos fatores aumentam o número de acidentes, como por exemplo, a imprudência dos condutores, o estado de conservação das vias e a quantidade de veículos, por exemplo. Em épocas de safra o número de caminhões aumenta (ALMEIDA; ROGUIGUES; WANDER, 2011).

Em relação à conservação das vias, a Confederação Nacional do Transporte realiza anualmente a Pesquisa CNT de Rodovias, visando alertar a respeito da urgência de se ampliar os recursos destinados as rodovias, assim como aperfeiçoar a aplicação dos mesmos (CNT, 2020). Os resultados da pesquisa de 2019 comprovam que os alertas não receberam a devida atenção, mostrando uma piora nas condições da malha pavimentada.

Figura 2 - Classificação das Rodovias na Região Centro-Oeste



Fonte: CNT (2020)

Analisando a figura 2, pode-se perceber que 41% das rodovias do Centro-Oeste se encontram em estado regular. Tal fator é preocupante, pois além de impactar diretamente na pontualidade dos caminhoneiros que transportam os grãos, impacta também na segurança dos mesmos. Desta forma, a utilização das rodovias como principal meio de transporte de grão se torna ineficiente. Havendo assim, a necessidade de se encontrar uma solução alternativa para o transporte dos mesmos, como a utilização de um modal dutoviário.

## 2.2 Modal dutoviário

O sistema dutoviário é aquele realizado por meio de tubulações em aço soldado que fazem o transporte por meio da gravidade ou pressão. Tal sistema pode ser dividido em via, veículo, terminal e controle. O transporte dutoviário é compreendido por ser realizado no interior de uma linha de tubos/dutos efetuado por pressão sobre o produto ou arraste do mesmo; tão logo, toda dutovia deve constituir-se dos seguintes elementos essenciais: os terminais, equipamentos de propulsão, os tubos e suas juntas de união (COELHO, 2009).

A via é formada pelos tubos, que percorre o traçado definido em projeto. Os veículos compõem o próprio produto bombeado. Cada partícula impulsiona outra formando uma corrente contínua, direcionada pela tubulação. Os terminais são pontos estrategicamente localizados, destinados à armazenagem dos produtos até que sejam redistribuídos. Por fim, os mecanismos de controle possuem a função de monitorar a velocidade gerada pelos mecanismos de propulsão.

Cada produto possui suas características, em especial a velocidade e a condição que devem ser transportados, por isso, diferentes produtos devem ser transportados em diferentes dutos. Os tipos de produtos transportados são gases, líquidos e misturas semifluidas. É mais adequado que seja feito o transporte de mercadorias que tenham sua produção baseada em processos de fluxo contínuo (VAZ; OLIVEIRA; DAMASCENO, 2005).

Para cada um desses produtos existe um tipo específico de duto, podendo ser classificado em: gasodutos (transporte de gases – ex.: dióxido de carbono), oleodutos (transporte de substâncias derivadas ou não do petróleo – ex.: gasolina e álcool), minerodutos (transporte de minérios – ex.: minério de ferro), carbodutos (transporte de carvão mineral), polidutos (transporte de produtos variados – ex.: água e cerveja) e granodutos (transporte de grãos – ex.: soja).

Os dutos podem ser classificados quanto à sua localização como aparentes, aéreos, submarinos e subterrâneos. Os dutos aparentes, como o próprio nome sugere, são visíveis e presentes, em geral, nas estações de abastecimento. Os aéreos se encontram suspensos no ar quando o relevo do local não é favorável, assim como na travessia de rios ou vales. Os dutos submarinos, como esperado, são submersos no fundo do mar, geralmente designados para a movimentação do petróleo nas plataformas marítimas. Por fim, os subterrâneos não podem ser vistos por estarem situados abaixo da terra (PESSOA, 2016).

### 2.3 Modal dutoviário na região Centro-Oeste

A malha dutoviária presente na região Centro-Oeste se resume em oleodutos e gasodutos, apesar de existirem alguns terminais terrestres de transporte de combustível. O primeiro oleoduto a atender a região foi o Oleoduto Osbra, inaugurado em 1996, visando atender à crescente demanda da região central do País. Ele se origina em Paulínia-SP (Replan) e tem como destino o Terminal de Brasília/DF; seu trajeto se estende por 964 km e é intermediado por terminais em Ribeirão Preto - SP, Uberaba - MG, Uberlândia - MG, e Senador Canedo - GO. A função principal desses terminais é armazenar e distribuir derivados de petróleo, sendo eles diesel, gasolina, QAV e GLP, para companhias distribuidoras da região (SIGRH, 2009).

No ano seguinte, mais precisamente em 18 de abril de 1997, foi constituída a Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia Brasil S/A (TBG). Ela é responsável por administrar o Gasoduto Bolívia-Brasil. Caracterizado por ser o maior da América Latina, este gasoduto possui

apenas em solo brasileiro 2.593 km de extensão. Seu trajeto é originado na cidade boliviana de Santa Cruz de la Sierra, e seu destino final é a cidade de Porto Alegre - RS. Após a fronteira, o gasoduto conhecido como GASBOL cruza o município de Corumbá-MS e segue por cerca de 136 municípios distribuídos pelos estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (VAZ; OLIVEIRA; DAMASCENO, 2005).

A Petrobras Transporte S.A (TRANSPETRO), opera mais de 14.000 km de dutos no Brasil. Em 2019, o cenário de oleodutos no país contava com 10 milhões de metros cúbicos de capacidade e 543 tanques interligados a 47 terminais da companhia por todo o território brasileiro. A respeito dos outros tipos de dutos, é possível conferir a distribuição ao longo do território nacional por meio da Figura 3 (TRANSPETRO, 2019).

Figura 3 - Distribuição de dutos pelo Brasil



Fonte: TRANSPETRO 2019

O Centro-Oeste conta com dois terminais de oleodutos, sendo o Terminal Senador Canedo em Goiás e o Terminal Brasília na capital federal. O terminal Senador Canedo funciona como intermediário entre o Terminal REPLAN e o Terminal Brasília, com diâmetros de 20” e de 12” e transporta produtos claros.

Por questões de segurança, as companhias de transporte dutoviário omitem boa parte das informações a respeito da localização dos dutos. Entretanto pela figura 3, nota-se que o Centro-Oeste conta apenas com sistema de oleodutos e eles estão presentes no estado de Goiás.

O sistema dutoviário se destaca pelo alto grau de confiabilidade por não estar suscetível a intempéries e problemas comuns do sistema rodoviário como congestionamentos, além disso, as dutovias transportam grandes volumes de carga continuamente. Este é o método de transporte com maior confiabilidade devido ao pequeno número de interrupções que podem resultar na variabilidade no tempo. Esse tipo de modal também resulta em baixos danos e perdas de produtos, sendo uma alternativa viável para grande parte dos produtos. A lentidão na movimentação dos produtos acaba sendo insignificante, pois como se trata de um sistema que trabalha 24h por dia, 7 dias por semana, sem interrupções, normalmente os prazos acabam sendo cumpridos.

As dutovias possuem grande relevância no abastecimento nacional de combustível, em razão das longas distâncias dos locais de produção e consumo no país. Segundo a Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2016), 45,57% do consumo nacional desses produtos se concentrava na região Sudeste. Já na região Centro-Oeste o consumo representava apenas 11,05%.

Para os países em desenvolvimento a legitimidade das dutovias apresenta-se na sua capacidade de penetrar os terrenos ímprobos. Ela quase não é afetada pelo tempo, além de oferecer transporte de petróleo e derivados a baixos custos unitários. Para volumes suficientemente grandes, este modal é o mais econômico para os ditos fins quando comparado a outras formas de transporte; e os custos de terra são mantidos em seu mínimo (OWEN, 1975).

Deve-se destacar a necessidade de procedimentos de manutenção e inspeção nesses dutos, uma vez que qualquer acidente inesperado, pode causar um prejuízo irreparável, pois praticamente todo o produto transportado ali, seria desperdiçado.

Desde o fim século passado, nos Estados Unidos, tem aumentado a preocupação com o surgimento de corrosões em tubulações com a aproximação da vida útil esperada dos dutos (CONGRAM, 1994). A corrosão e outras problemáticas que podem surgir com o tempo nesse modal de transporte já devem ser previstas no projeto, a fim de tentar minimizá-las.

### **3 Metodologia**

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de uma análise qualitativa da bibliografia existente sobre modais rodoviários, bem como a malha atual desta modalidade de transporte no território nacional. Os dados utilizados foram obtidos através de documentos de órgãos oficiais como a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), além da análise de dados publicados pela Confederação Nacional do Transporte (CNT).

Foram consultados materiais informativos a respeito da produção e transporte de grãos, do relevo brasileiro, das vantagens e desvantagens da implantação dos dutos, e ainda da distribuição de dutos e suas finalidades no Brasil. A partir disso, foi escolhido o traçado do duto proposto para análise e, com o auxílio do software AutoCAD, foi desenvolvida a proposta de projeto.

### **4 Resultados e Discussão**

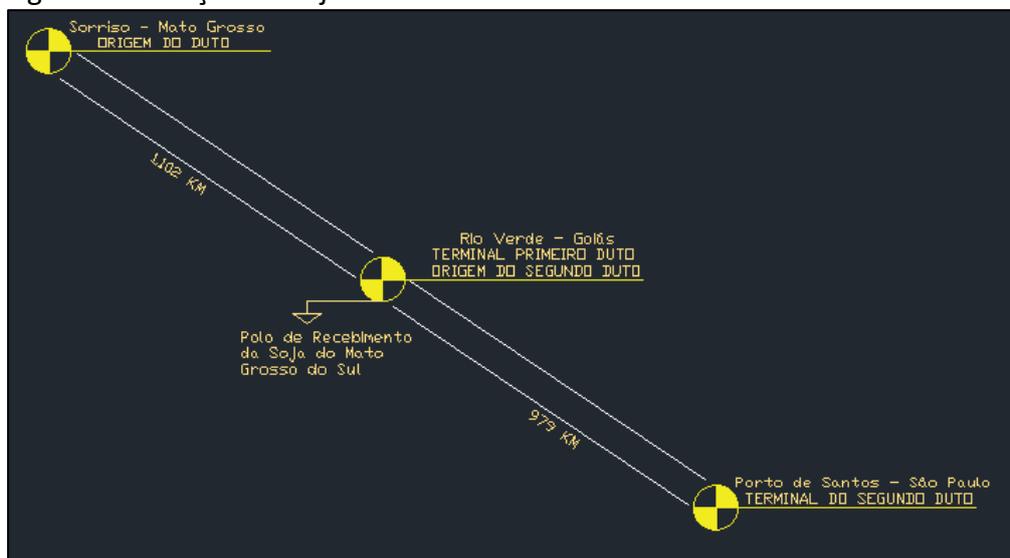
Considerando todas as dificuldades atuais para o escoamento de grãos e a fim de encontrar uma solução eficiente para sanar tal problema, foi realizado um estudo acerca da logística do Mato Grosso, que é o maior produtor de grãos sólidos do Brasil e, conseqüentemente, o maior da região Centro-Oeste. Para isso, também foi levado em consideração o maior polo receptivo destas matérias produzidas, o Porto de Santos, que é também o polo de exportação de maior destaque. Tais informações direcionaram esta pesquisa quanto à proposta de implementação de um duto voltado para melhor mobilidade do transporte dos grãos neste trajeto e dentro do próprio porto até os terminais marítimos.

Foi proposta a implantação de um duto, para escoamento de grão sólidos, com origem em Sorriso - MT, que é a cidade mais relevante em termos de produção agrícola. Além de ser um polo econômico, o relevo do município – Chapada dos Parecis – contribui para esta implantação, pois, apesar de ser uma forma de relevo montanhoso também se caracteriza por possuir grandes extensões de solo plano.

No entanto, tendo em vista o grande volume de soja produzido em Goiás, e ainda a produção de grãos no estado do Mato Grosso do Sul, propõe-se a construção do terminal deste duto na cidade de Rio Verde – GO. Este terminal receberia carga dos dois estados anteriormente citados e os grãos seriam transportados por meio de outro sistema dutoviário, que, dando

continuidade ao trajeto, teria seu fim no Porto de Santos-SP, onde os grãos são destinados principalmente para exportação. O esboço deste projeto se encontra na Figura 4.

Figura 4 - Esboço do Projeto da nova Dutovia



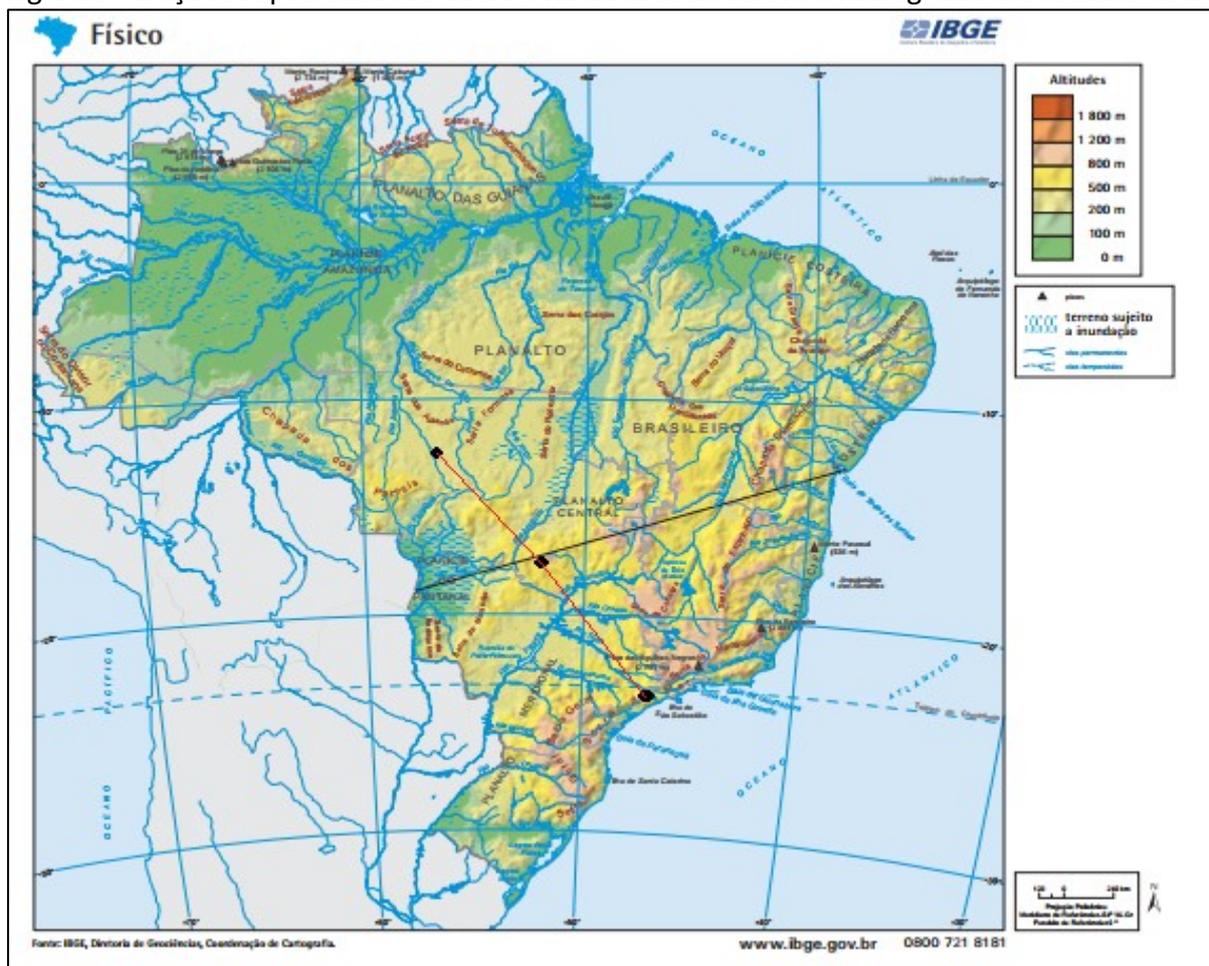
Fonte: Autoria Própria (2021).

Analisando as opções de traçado do duto, através da figura 5, o relevo do percurso não apresenta grandes divergências de altitude, o que torna favorável a trajetória a ser seguida. Apesar disso, o sistema hidrográfico exigiria que houvesse transição entre rios em alguns pontos, desta forma uma dutovia de localização terrestre ligada a um sistema de escoramento semelhante ao de pontes para a travessia dos rios se apresenta como uma boa solução.

Para instalação pode ser adotado o Duto Pneumático ou o Duto Hidráulico, estes são os mais utilizados para transporte de grãos. Em ambos, o transporte de materiais é feito de forma encapsulada, mudando apenas o tipo de fluido usado para o impulsionamento; sendo HCP (*Hidraulic Capsule Pipeline*) quando este é água e PCP (*Pneumatic Capsule Pipeline*) quando se usa o ar, tendo em vista que a maioria dos grãos são direcionados para a alimentação.

Com o traçado do duto determinado através de uma análise da produção de soja na região Centro-Oeste, garante-se o maior aproveitamento possível tanto da região quanto dos respectivos municípios escolhidos. Assegurando também uma maior eficiência e pontualidade na colheita final dos grãos no terminal do Porto de Santos, impactando diretamente nas exportações.

Figura 5 - Traçado representativo da dutovia através do relevo e hidrografia dos estados do Brasil



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

Deve-se levar em conta que a implantação de um novo sistema de dutos possui o chamado custo fixo, valor referente ao direito de acesso, à construção, à desapropriação da área que será utilizada, entre outros fatores que encarecem a implantação desse modal. Estima-se que a criação de apenas um quilômetro de dutos custa cerca de oito vezes mais que a construção da mesma distância de uma rodovia. O sistema sugerido tem a extensão de 1.102 quilômetros até o primeiro terminal e aproximadamente 979 quilômetros até o Porto. O que significa que seu custo fixo está em torno dos gastos relativos a dezesseis mil quilômetros de rodovias.

Em contrapartida, os custos de manutenção de uma dutovia são mais baixos que os dos outros modais, ou seja, seu custo variável é menor. Além disso, o custo operacional é baixo, há um maior nível de segurança e confiabilidade. Desta forma, a grande quantidade de produtos transportados, o tempo reduzido, a pontualidade e a objetividade do sistema garantem um melhor custo-benefício.

## 5 Considerações finais

Diante do exposto, concretizou-se a necessidade de busca por um novo modal de transporte de carga na logística de exportação de produtos agrícolas da região Centro-Oeste. O modal dutoviário para transporte de grãos mostra-se como uma boa alternativa levando em consideração as características operacionais do modal tais como confiabilidade, a capacidade de cumprir os tempos esperados – porque não há interferência de tráfego e de temperatura – e ainda no que diz respeito à frequência, o modo *pipeline* tem o melhor desempenho, pois opera 24 horas por dia, sete dias por semana, e pode ser ativado a qualquer momento.

Essa modalidade de transporte, especialmente quando comparada com os modais rodoviários e ferroviários, se revela como uma das mais econômicas para grandes volumes e poderia ser implementado para o transporte de soja proveniente da região central em Mato Grosso, estado de maior produção até o litoral no Porto de Santos, maior e mais importante terminal de grãos.

Com a implantação desse modal de transporte na Região Centro-Oeste, a periculosidade das vias com envolvimento de caminhões diminuiria. Além disso, haveria geração de empregos, tanto na implantação da dutovia, na qual seria necessária mão de obra para a sua execução, quanto nos terminais para operar todo o maquinário e controle desses dutos; no entanto, os trabalhadores deveriam receber capacitação e especialização para consumação da atividade.

Com o projeto dimensionado de forma adequada e com a manutenção preventiva do sistema, a utilização deste modal na região Centro-Oeste diminuiria a pressão nos modais rodoviários, contornando problemas comuns de congestionamento e sobrecarga nas rodovias. Observou-se com o desenvolvimento da pesquisa, que por mais que o modal seja comprovadamente eficiente, ainda é pouco utilizado e carece de pesquisas relacionadas a proposições de implantações e tecnologias desenvolvidas com intuito de impulsionar e melhorar o processo.

## Referências

ALMEIDA, P. R. V.; ROGUIGUES, G. Z.; WANDER, A. E. Análise da logística de transporte na comercialização da produção de soja na região Centro-Oeste com foco no modal rodoviário. **Anais do 49º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural -SOBER**, p. 1-18, Belo Horizonte, 2011.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados estatísticos: vendas, pelas distribuidoras, dos derivados combustíveis de petróleo (metros cúbicos) - 2009.**

Disponível em: [http://www.anp.gov.br/petro/dados\\_estatisticos.asp](http://www.anp.gov.br/petro/dados_estatisticos.asp). Acesso em: 11 de janeiro 2020.

BOZOKY, M. J.; OLIVEIRA, A. A. P.; DELIBERADOR, L. R.; FORMIGONI, A.; JACUBAVICIUS, C. Análise do modal ferroviário no transporte de soja do centro oeste aos portos. **INOVAE – Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, v. 2, n. 1, p. 50-61, 2014.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Acidentes Rodoviários: estatísticas envolvendo caminhões.** Brasília: CNT, 2019.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de Rodovias.** Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>. Acesso em: 01 de outubro de 2020.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Observatório agrícola: acompanhamento da sagra brasileira – 10º levantamento - Safra 2019/20.** Disponível em:

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 28 de dezembro de 2020.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Colheita de soja tem início e produção deve atingir 133,7 milhões de toneladas.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3788-colheita-de-soja-tem-inicio-e-producao-deve-atingir-133-7-milhoes-de-toneladas#:~:text=Com%20um%20aumento%20de%20%C3%A1rea,Levantamento%20da%20Safra%20de%20Gr%C3%A3os>. Acesso em 16 de abril de 2021.

CONGRAM, G. E. Continuous inspection needed to tamper pipeline corrosion. **Pipeline and Gas Journal**, v. 221, n. 12, 1994.

COELHO, C. W. **Transporte dutoviário: características diante do sistema viário brasileiro.** Monografia (Graduação em Comércio Exterior) – Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, SC, 2009.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 2, p. 447-472, 2010.

DEIMLING, M. F.; PARIZOTTO, D.; PAULECK, E. C.; SANTOS, T. A. Análise da Influência da Logística de Transportes Rodoviários no Custo Brasil. **Revista de Administração do Unifatec – FAF**, v. 13, n. 13, p. 166-188, 2016.

FERNANDEZ, F. N.; BRANDÃO, L. S. Origem, estrutura urbana regional e papel funcional das principais cidades do eixo Brasília-Anápolis-Goiânia. **Revista Política e Planejamento Regional**, v. 4, n. 1, p. 97-118, 2017.

FREITAS, E. **Agropecuária do Centro-Oeste.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/agropecuaria-centrooeste.htm>. Acesso em 12 de março de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/analises-do-territorio/15786-brasil-uma-visao-geografica-e-ambiental-no-inicio-do-seculo-xxi.html?edicao=24877&t=sobre>. Acesso em 05 de dezembro de 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**. Disponível em: [https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas\\_brasil/brasil\\_fisico.pdf](https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_fisico.pdf). Acesso em 22 de janeiro de 2021.

NOVO, A. L. A. **Perspectivas para o consumo de combustível no transporte de carga no Brasil: uma comparação entre os efeitos estufa e intensidade no uso final de energia no setor**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

OWEN, W. **Estratégia para os transportes**. São Paulo: Pioneira, 1975.

PESSOA, T. A. **Logística brasileira: um estudo teórico do modal dutoviário**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2016.

SIGRH, Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Estudo de impacto ambiental - EIA: sistema de escoamento dutoviário de álcool e derivados – SEDA**, p. 1-132, São Paulo, 2009.

SANTOS, R. L. C.; MEDEIROS, M. R. S.; ALMEIDA, J. C. M. M. Perspectivas futuras para o modal rodoviário: avanços estruturais na baixada santista. **Revista e-F@tec**, p. 1-13, 2019.

TRANSPETRO, Petrobrás Transporte S.A. **Relatório anual integrado 2019**. Disponível em: <http://transpetro.com.br/transpetro-institucional/instrumentos-de-governanca/relatorios.htm>. Acesso em: 13 de novembro de 2020.

VAZ, A. V.; OLIVEIRA, K. N.; DAMASCENO, P. E. G. **O modal dutoviário: Análise da importância e considerações sobre suas principais características**. Programa de Mestrado em Engenharias de Transportes - PETRAN. Universidade Federal do Ceará, UFC, 2005.