

CAPÍTULO 1

DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO TRANSPORTE DE INSUMOS AGRÍCOLAS: A LOGÍSTICA DE FERTILIZANTES EM GRANDES DISTÂNCIAS



<https://doi.org/10.22533/at.ed.951112505051>

Data de submissão: 29/04/2025

Data de aceite: 09/05/2025

Talisson Matheus Ferreira Alves

Centro Universitário São Lucas
Porto Velho -Rondônia

RESUMO: A agricultura é um dos pilares da economia brasileira, impulsionando significativamente o PIB do país. Nesse cenário, os fertilizantes são essenciais para garantir a produtividade e qualidade das lavouras, fornecendo os nutrientes indispensáveis para o desenvolvimento das culturas. No entanto, a forte dependência da importação desses insumos e as longas distâncias entre os portos e os polos agrícolas impõem desafios relevantes à logística de transporte no Brasil. A infraestrutura limitada, os elevados custos operacionais e os impactos ambientais agravam esse quadro, tornando necessário um olhar estratégico sobre a logística de fertilizantes. Este estudo tem como objetivo analisar os principais desafios e oportunidades na logística de fertilizantes no Brasil, destacando os problemas estruturais, os custos envolvidos e as inovações possíveis para melhorar o escoamento desses insumos. O problema central está na busca por maior eficiência logística para

reduzir as vulnerabilidades provocadas pela dependência externa e pelas limitações da malha de transporte, fortalecendo a competitividade do agronegócio nacional. A metodologia adotada baseia-se em revisão bibliográfica, utilizando artigos científicos, relatórios técnicos e documentos oficiais sobre infraestrutura logística e transporte de fertilizantes. Conclui-se que a superação dos gargalos logísticos e a integração eficiente entre diferentes modais de transporte, como rodovias, ferrovias e hidrovias, são fundamentais para melhorar a eficiência e sustentabilidade do setor. Investimentos em corredores estratégicos, como o Arco Norte, além do uso de tecnologias para agilizar a distribuição, representam oportunidades promissoras para consolidar o Brasil como potência agrícola global, promovendo desenvolvimento econômico sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Logística; Fertilizantes; Agronegócio; Infraestrutura; Sustentabilidade.

CHALLENGES AND PERSPECTIVES IN THE TRANSPORTATION OF AGRICULTURAL INPUTS: THE LOGISTICS OF FERTILIZERS OVER LONG DISTANCES

ABSTRACT: Agriculture is one of the pillars of the Brazilian economy, significantly boosting the country's GDP. In this context, fertilizers are essential to ensure crop productivity and quality, providing the necessary nutrients for plant development. However, the country's heavy dependence on fertilizer imports and the long distances between ports and agricultural hubs pose major challenges to transportation logistics in Brazil. Limited infrastructure, high operational costs, and environmental impacts worsen this scenario, making it necessary to adopt a strategic approach to fertilizer logistics. This study aims to analyze the main challenges and opportunities in Brazil's fertilizer logistics, highlighting structural problems, associated costs, and possible innovations to improve the flow of these inputs. The central issue lies in the pursuit of greater logistical efficiency to reduce vulnerabilities caused by external dependence and the limitations of the current transport network, thus strengthening the competitiveness of Brazilian agribusiness. The methodology is based on a literature review, using scientific articles, technical reports, and official documents on logistical infrastructure and fertilizer transportation. It concludes that overcoming logistical bottlenecks and efficiently integrating different transportation modes—such as highways, railways, and waterways—is essential to enhance the sector's efficiency and sustainability. Investments in strategic corridors, such as the Northern Arc (Arco Norte), along with the use of technologies to streamline distribution, represent promising opportunities to consolidate Brazil as a global agricultural power while promoting sustainable economic development.

KEYWORDS: Logistics; Fertilizers; Agribusiness; Infrastructure; Sustainability.

INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha um papel fundamental na economia brasileira, sendo um dos principais setores responsáveis pelo crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Para garantir altos níveis de produtividade e qualidade nas lavouras, o uso de fertilizantes é indispensável, pois fornece os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das culturas agrícolas. No entanto, um dos maiores desafios enfrentados pelo setor é a logística de transporte desses insumos, especialmente considerando a grande dependência da importação e as longas distâncias que precisam ser percorridas até os principais polos de produção agrícola (EMBRAPA, 2020).

O Brasil importa grande parte dos fertilizantes utilizados na produção rural, o que impõe um sistema logístico complexo e oneroso. O transporte desses insumos envolve diferentes modais, incluindo rodoviário, ferroviário, hidroviário e portuário, cada um com suas vantagens e limitações. Entretanto, a infraestrutura deficiente, os elevados custos operacionais e os impactos ambientais tornam o escoamento desses produtos um desafio significativo. Assim, compreender os gargalos logísticos e buscar alternativas para melhorar a eficiência do transporte de fertilizantes torna-se essencial para fortalecer a competitividade do agronegócio brasileiro (MONTEIRO NETO; CASTRO; BRANDÃO, 2017).

Dante desse cenário, este estudo tem como objetivo analisar os desafios e as perspectivas relacionados à logística de fertilizantes no Brasil, destacando os principais problemas estruturais, os custos envolvidos e as oportunidades de inovação no setor. A pesquisa pretende explorar as características dos diferentes modais de transporte, apontando seus benefícios e limitações, além de discutir possíveis soluções para otimizar o escoamento desses insumos.

A metodologia adotada para este trabalho baseia-se em uma revisão bibliográfica, fundamentada na análise de artigos científicos, relatórios técnicos e documentos governamentais que abordam o tema da logística de fertilizantes. A consulta a bases de dados acadêmicas e institucionais permitirá reunir informações atualizadas sobre a infraestrutura de transporte e as alternativas para melhorar a eficiência do setor. Com essa abordagem, espera-se contribuir para a compreensão dos desafios enfrentados pelo agronegócio e apontar caminhos para um sistema logístico mais sustentável e eficiente.

METODOLOGIA

Nesta seção, é essencial realizar uma explanação detalhada da metodologia adotada para conduzir a pesquisa proposta. Esta explicação deve abranger tanto a avaliação da produtividade dos autores quanto o delineamento do estudo de forma qualitativa, quantitativa ou quanti-qualitativa, a depender da natureza e dos objetivos da pesquisa.

No que diz respeito à avaliação da produtividade dos autores, é importante apresentar uma análise abrangente que considere não apenas o número de publicações, mas também a qualidade e relevância das mesmas. Essa análise pode incluir indicadores como fator de impacto das revistas onde foram publicados, citações recebidas e contribuições para o avanço do conhecimento em suas respectivas áreas de atuação.

Ademais, é imprescindível fornecer informações detalhadas sobre as instituições envolvidas, incluindo nome, localização, histórico, estrutura organizacional e áreas de pesquisa em destaque. Esses detalhes ajudam a contextualizar o trabalho realizado pelos autores e a entender melhor o ambiente em que a pesquisa foi conduzida.

No que se refere às amostras e equipamentos utilizados, é fundamental descrever de maneira clara e concisa os materiais e métodos empregados na coleta e análise dos dados. Isso inclui especificações técnicas dos equipamentos, métodos de seleção e caracterização das amostras, bem como eventuais procedimentos de controle de qualidade e calibração.

Para garantir a consistência e a organização do texto, é recomendável seguir as diretrizes de formatação que serão fornecidas, incluindo a estruturação adequada dos parágrafos, o uso de títulos e subtítulos descritivos e a padronização das citações e referências bibliográficas de acordo com as normas estabelecidas pelo II Simpósio Regional de Engenharia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O PAPEL DOS FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Nos últimos anos, a população mundial cresceu significativamente, com estimativas de que atingirá 9 bilhões até 2050. Para alimentar essa população crescente, a produção de alimentos precisa aumentar, e os fertilizantes desempenham um papel crucial nesse processo, sendo responsáveis por metade da produção global de alimentos. No Brasil, a produção agrícola depende diretamente do uso desses insumos, que são essenciais para garantir a sustentabilidade e o crescimento da produção. Os fertilizantes fornecem os nutrientes necessários para o crescimento das plantas, aumentando a produtividade e preservando os ecossistemas naturais, além de evitar a exaustão do solo e garantir a segurança alimentar (MACIEL; TUNES, 2021).

No Brasil, que se destaca como um dos maiores produtores de alimentos do mundo, a utilização de fertilizantes é indispensável para manter a competitividade no setor agrícola. Segundo o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE, 2020), os fertilizantes podem ser classificados em macronutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, e micronutrientes, como zinco, ferro e manganês, todos essenciais para o desenvolvimento das culturas. A aplicação equilibrada desses elementos melhora a qualidade dos alimentos, aumenta a resistência das plantas a pragas e doenças e contribui para a estabilidade da produção agrícola ao longo dos anos (IFOPE, 2020).

Dependência da importação e desafios logísticos

Nos últimos anos, o Brasil se tornou um dos maiores importadores de fertilizantes do mundo, consumindo aproximadamente 8% do total global. Isso se deve ao crescimento da demanda interna, impulsionado pelo desenvolvimento do agronegócio. Embora o país possua grandes reservas de matérias-primas necessárias para a produção de fertilizantes, a exploração local enfrenta custos elevados e desafios burocráticos. A dependência de fertilizantes importados, especialmente da Rússia e Ucrânia, se intensificou com a guerra entre esses países, o que gerou uma alta nos preços e trouxe à tona a vulnerabilidade do Brasil em relação à segurança alimentar (NERY; BOSCHIERO, 2022).

Atualmente, mais de 80% dos fertilizantes consumidos no Brasil são importados, com a Rússia sendo um dos principais fornecedores de potássio, fosfato e nitrogênio. O país depende de importações de fertilizantes provenientes da Rússia, Canadá, Marrocos, Estados Unidos e Arábia Saudita. Essa dependência coloca o Brasil em uma posição vulnerável, pois alterações no mercado internacional podem impactar diretamente a produtividade agrícola. Para reduzir essa dependência, é essencial que o Brasil invista em pesquisas e no desenvolvimento de tecnologias que aumentem a produção nacional de fertilizantes. A criação de um novo Plano Nacional de Fertilizantes, bem como a atração

de investimentos para o setor, são algumas das ações recomendadas. Além disso, o país deve buscar diversificar seus fornecedores e explorar suas reservas minerais, como fosfato e potássio, de maneira mais eficiente (NERY; BOSCHIERO, 2022).

Principais polos produtores e consumidores no Brasil

Nos últimos anos, o Brasil tem apresentado um crescimento significativo nas importações de fertilizantes, totalizando 32,8 milhões de toneladas em 2020, um aumento de 11% em relação ao ano anterior. O país é o quarto maior consumidor mundial de fertilizantes, com destaque para potássio, fósforo e nitrogênio, que compõem 38%, 33% e 29%, respectivamente, do total consumido. A dependência externa de fertilizantes é preocupante, especialmente considerando que o Brasil será responsável por quase metade da produção mundial de alimentos nos próximos anos, aumentando a demanda por esses insumos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2022).

Os principais polos produtores de fertilizantes no Brasil estão localizados principalmente na Região Norte e Nordeste, com destaque para as unidades da Fábrica de Fertilizantes (Fafen), em Sergipe e na Bahia, e na Região Sudeste, onde grandes indústrias de processamento contribuem significativamente para a produção. Quanto aos polos consumidores, o Centro-Oeste destaca-se pela alta demanda gerada pela agricultura de grãos, como soja e milho, enquanto a Região Sul também é um grande consumidor devido à forte produção agrícola, incluindo soja, milho e arroz. O Sudeste, especialmente São Paulo, também possui elevado consumo, impulsionado pela produção de cana-de-açúcar e outras culturas de exportação (FERNANDES; GUIMARÃES; RAMALHO, 2009).

De acordo com o Ministério da Agricultura, os principais polos produtores de fertilizantes no Brasil estão localizados nos portos de Paranaguá, Santos, Rio Grande e São Francisco do Sul, que respondem pela maior parte das importações. O setor enfrenta desafios relacionados à infraestrutura, com ênfase no modal rodoviário e no transporte ferroviário subutilizado. A adoção de um sistema logístico integrado e a utilização mais eficiente dos modais de transporte poderiam reduzir os custos de distribuição e aumentar a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2022).

INFRAESTRUTURA E MODAIS DE TRANSPORTE DE FERTILIZANTES

Transporte rodoviário: desafios e custos

O transporte rodoviário no Brasil enfrenta desafios significativos que impactam diretamente os custos logísticos das empresas, afetando a competitividade nacional. A principal causa desses desafios está relacionada à infraestrutura precária, como estradas mal conservadas e com pavimentação de má qualidade. Isso resulta em custos elevados, tanto para o transporte de mercadorias quanto para a manutenção dos veículos. A sobrecarga

de caminhões, a falta de conservação das rodovias e o excesso de peso contribuem para o desgaste acelerado do pavimento, reduzindo a durabilidade das estradas e aumentando os custos operacionais. Como exemplo, um caminhão com sobrecarga de 5% pode reduzir a vida útil de uma rodovia em 20%, o que implica em custos mais elevados para as empresas devido à redução na velocidade dos veículos e ao aumento do desgaste dos mesmos (HOLANDA et al., 2021).

O transporte rodoviário no Brasil enfrenta desafios significativos, como as más condições das estradas, a subutilização da infraestrutura ferroviária e a limitação de flexibilidade dos dutos e do transporte aéreo. Esses problemas impactam diretamente os custos logísticos e a competitividade do país. Para superar essas deficiências, é crucial investir na modernização e manutenção das infraestruturas existentes, além de implementar políticas públicas que incentivem o uso de diferentes modais de transporte e promovam a intermodalidade. A transição para um sistema mais eficiente e sustentável depende de investimentos substanciais, principalmente na rede ferroviária, que pode ser uma solução estratégica para reduzir custos e melhorar a competitividade do Brasil (MACEDO; BAPTISTA, 2024).

Além disso, o modelo rodoviário é o mais utilizado no Brasil, o que torna o transporte de longa distância um dos principais fatores responsáveis pelos altos custos logísticos. Segundo estudos, o transporte de mercadorias consome uma parte significativa da receita das empresas brasileiras, com destaque para o custo do combustível, manutenção de veículos e a dependência das rodovias, que representaram 85,6% das atividades logísticas. A falta de alternativas de transporte, como o ferroviário ou hidroviário, que poderiam reduzir os custos e aumentar a competitividade, agrava ainda mais essa situação. Assim, a solução para esse cenário exige investimentos em infraestrutura e alternativas eficientes de transporte, além de uma redução nos custos externos, como os impostos sobre combustíveis e a mão de obra qualificada (HOLANDA et al., 2021).

Transporte ferroviário: potencial e limitações

O transporte ferroviário brasileiro apresenta um elevado potencial para impulsionar a logística nacional, especialmente no escoamento das produções agroindustriais e extractivas, que são pilares da economia do país. Diante de um território extenso e da crescente demanda por exportações, as ferrovias oferecem vantagens como maior capacidade de carga, eficiência energética e menor custo por tonelada transportada em longas distâncias. O estudo comparativo com países da OCDE revela que, apesar de desafios estruturais, o Brasil alcançou a terceira colocação em eficiência ferroviária, superando nações tradicionalmente reconhecidas pela robustez de seus sistemas logísticos, como os Estados Unidos e diversos países europeus. Tal desempenho demonstra que, com investimentos e melhorias, as ferrovias podem consolidar-se como uma alternativa estratégica ao modal rodoviário, reduzindo a dependência das rodovias e ampliando a competitividade do país no mercado internacional (OLIVEIRA; BRITO, 2024).

Entretanto, o transporte ferroviário no Brasil ainda enfrenta limitações significativas que restringem seu pleno desenvolvimento. A malha ferroviária nacional, apesar de extensa, é marcada por gargalos como a baixa integração entre regiões produtoras e portos, falta de manutenção adequada e predominância de concessões privadas focadas em corredores de exportação específicos. Esses fatores resultam na subutilização do potencial ferroviário, concentrando fluxos e limitando a eficiência em determinadas rotas. Além disso, a burocacia e os altos custos para expansão da malha desafiam políticas públicas que visam diversificar e modernizar os modais de transporte no país. Superar essas barreiras é fundamental para que o transporte ferroviário se torne protagonista na matriz logística brasileira, contribuindo de forma sustentável para o crescimento econômico e a integração nacional (OLIVEIRA; BRITO, 2024).

Hidrovias e cabotagem: vantagens e entraves

Conforme o CGEE (2009), as hidrovias são vias navegáveis que passaram por intervenções ou obras de melhoria para se tornarem viáveis ao transporte aquaviário durante todo o ano, de forma competitiva em relação a outros modais e adequada às necessidades empresariais. A utilização eficiente dessas hidrovias amplia a capacidade de escoamento da produção, reduz custos logísticos e contribui para o fortalecimento das cadeias produtivas, tornando-se uma alternativa cada vez mais estratégica para o crescimento econômico do país.

Ao se falar em hidrovias destaca-se o Arco Norte, que desponta como uma alternativa estratégica para o escoamento da produção agrícola brasileira, especialmente de grãos, consolidando-se como um importante vetor logístico para a integração das regiões Norte e Centro-Oeste aos mercados internacionais. A utilização dos portos localizados nos estados de Rondônia, Amazonas, Amapá, Pará, Maranhão e Bahia não só descentraliza a dependência dos portos do Sudeste e Sul, mas também impulsiona o desenvolvimento regional, promovendo ganhos em eficiência e redução de custos no transporte. As hidrovias, nesse contexto, assumem papel crucial, pois viabilizam o transporte aquaviário em larga escala durante todo o ano, graças às intervenções que garantem sua navegabilidade. Investir nessas rotas é fundamental para alavancar a competitividade do agronegócio nacional, ao mesmo tempo em que contribui para a diminuição dos gargalos logísticos que historicamente afetam o Brasil (MENDES et al., 2024).

Além disso, a extensa rede hidroviária do país, que totaliza cerca de 42.742 km de rios navegáveis, revela um imenso potencial ainda subutilizado. Apesar dos desafios impostos por obstáculos naturais e barragens sem eclusas, que limitam a plena exploração desse modal, estima-se que aproximadamente 28.000 km sejam efetivamente navegáveis, com destaque para os 18.300 km localizados na Região Amazônica. Este cenário demanda investimentos constantes em infraestrutura e tecnologia para garantir a eficiência das

hidrovias como alternativa logística sustentável. A modernização dos portos fluviais, aliada a políticas públicas que estimulem a intermodalidade, pode transformar a matriz de transporte nacional, tornando-a mais equilibrada e ambientalmente responsável. Assim, o fortalecimento do sistema hidroviário se apresenta não apenas como uma solução econômica, mas também como um compromisso estratégico com o desenvolvimento sustentável do Brasil (MENDES et al., 2024).

Quanto ao transporte hidroviário na região sul do Brasil, especialmente na cidade de Pelotas, tem se mostrado uma alternativa promissora frente aos desafios ambientais e econômicos enfrentados pelos modais tradicionais. A pesquisa realizada, por meio de entrevistas com gestores da empresa Alpha, observações in loco e análise documental, revelou que esse tipo de logística proporciona uma redução de até 40% nos custos operacionais em comparação ao transporte rodoviário. Além da economia financeira, há benefícios ambientais expressivos, como a diminuição significativa na emissão de dióxido de carbono, já que uma única barcaça tem capacidade para transportar o equivalente a 140 caminhões de carga. Esses dados reforçam a importância de se repensar as estratégias logísticas na região, buscando soluções que conciliem eficiência e sustentabilidade (SARAIVA et al., 2021).

No entanto, apesar das vantagens claras, o transporte hidroviário ainda carece de políticas públicas mais robustas que incentivem sua ampliação e uso por parte das empresas locais. A crescente preocupação com as mudanças climáticas e a pressão social por práticas mais sustentáveis impõem às organizações a necessidade de adotar alternativas que reduzam seus impactos ambientais. Neste contexto, investir em modais menos poluentes como o hidroviário não apenas contribui para a preservação ambiental, mas também melhora a competitividade das empresas. Portanto, a integração de incentivos governamentais com a iniciativa privada é essencial para fortalecer esse modal, tornando-o uma peça-chave na construção de um futuro logístico mais sustentável para o sul do país (SARAIVA et al., 2021).

A cabotagem, que é o transporte marítimo realizado entre portos nacionais ao longo da costa brasileira, tem se destacado dentro da logística por oferecer custos significativamente menores em comparação ao modal rodoviário. Enquanto o transporte rodoviário custa em média R\$ 239,74 por tonelada a cada 1.000 km, a cabotagem reduz esse valor para cerca de R\$ 50,74, tornando-se uma alternativa mais econômica e eficiente para longas distâncias. Além da vantagem financeira, esse modal apresenta baixos índices de poluição, contribuindo para a redução dos impactos ambientais e aproveitando a extensa costa do país para uma melhor distribuição de cargas. Por outro lado, apesar de seus benefícios, a cabotagem no Brasil ainda enfrenta desafios que limitam seu pleno desenvolvimento. Entre as principais desvantagens estão a burocracia portuária, a necessidade de maiores investimentos em infraestrutura e a limitação da integração com outros modais de transporte, o que pode dificultar a agilidade das operações logísticas.

Mesmo assim, seu potencial de crescimento é elevado, especialmente considerando o cenário atual de busca por soluções sustentáveis e econômicas no setor de transportes (SOUZA et al., 2022).

Logística multimodal: integração e eficiência

A logística multimodal é uma estratégia essencial que integra diferentes modais de transporte, como rodoviário, ferroviário, hidroviário e aéreo, otimizando o escoamento de mercadorias. Essa integração possibilita a redução dos custos operacionais e maximiza o aproveitamento das redes existentes, contribuindo para uma cadeia logística mais eficiente. Ao conectar terminais, portos e centros de distribuição, as empresas ganham maior competitividade, ampliando sua capacidade de atender mercados nacional e internacional. O transporte rodoviário, embora ágil, enfrenta desafios devido à deterioração das infraestruturas, o que pode elevar os preços do frete. A multimodalidade minimiza esses problemas, distribuindo a carga entre os modais e proporcionando economia de escala. Essa abordagem também favorece a sustentabilidade ambiental, ao reduzir o consumo excessivo de recursos e as emissões de poluentes (EVARISTO; MARINHO, 2014).

A conexão entre hidrovias, ferrovias e rodovias cria uma rede integrada que facilita o fluxo de commodities, como soja e milho. Investimentos em infraestrutura e tecnologia são fundamentais para viabilizar essa integração e superar os gargalos existentes. A adoção de parcerias público-privadas impulsiona a modernização dos modais, ampliando as possibilidades de desenvolvimento logístico. Essa estratégia resulta em maior agilidade no transporte e menores custos de manutenção e operação. Consequentemente, a logística multimodal fortalece a competitividade das empresas, tanto no setor agrícola quanto industrial. Dessa forma, a integração dos modais configura-se como um pilar estratégico para um transporte mais eficiente, sustentável e competitivo (EVARISTO; MARINHO, 2014).

PRINCIPAIS DESAFIOS NO TRANSPORTE DE FERTILIZANTES

Longas distâncias e custo logístico elevado

A utilização de fertilizantes como carga de retorno no transporte rodoviário apresenta desafios significativos que impactam diretamente a eficiência da logística. Um dos principais obstáculos é a necessidade de sincronização precisa entre as operações nos portos e as rotas terrestres. Muitas vezes, a falta de alinhamento entre a chegada dos navios e a disponibilidade dos caminhões gera atrasos, comprometendo o fluxo contínuo das operações. Além disso, o tempo prolongado do ciclo de transporte, especialmente em rotas longas, desestimula os motoristas a aguardarem por uma carga de retorno, levando muitos a optarem por voltar vazios para a origem, o que aumenta os custos e reduz a eficiência logística (PÉRA; CAIXETA FILHO, 2018).

Outro fator complicador é o tempo despendido pelos motoristas na busca ativa por cargas de retorno. Como essa busca nem sempre é garantida ou rápida, acaba por tornar a operação menos atrativa. Ainda, o transporte de fertilizantes exige cuidados específicos, como a obrigatoriedade de limpeza rigorosa dos equipamentos após o uso, para evitar contaminação de cargas futuras. Esse processo adicional de higienização consome tempo e eleva os custos operacionais. Portanto, apesar de os fertilizantes representarem uma oportunidade interessante para otimizar o aproveitamento dos fretes de retorno, esses desafios precisam ser superados para que a prática se torne viável e vantajosa no cenário logístico brasileiro (PÉRA; CAIXETA FILHO, 2018).

Infraestrutura deficiente e gargalos logísticos

A deficiência na infraestrutura e os diversos gargalos logísticos são os principais entraves para a eficiência da multimodalidade no Brasil. A precariedade dos terminais dificulta a integração entre os modais, comprometendo as operações de transbordo e aumentando os custos e o tempo de transporte. Além disso, a burocracia excessiva na emissão de documentos e no recolhimento de impostos, somada à falta de padronização nas alíquotas de tributos como o ICMS, agrava ainda mais a situação, tornando o processo lento e oneroso. Esses fatores desestimulam o uso do transporte multimodal e reduzem a competitividade dos produtos brasileiros no mercado interno e externo, evidenciando a necessidade urgente de investimentos públicos para modernização da infraestrutura e simplificação dos trâmites logísticos (VILLA; CISLAGHI, 2016).

A expansão do agronegócio brasileiro, apesar de sua expressiva contribuição para a economia nacional e para a balança comercial, especialmente em parcerias estratégicas como com o México, ainda esbarra em sérias limitações impostas pela infraestrutura deficiente e pelos gargalos logísticos. A precariedade das rodovias, a falta de integração eficiente entre os modais de transporte e a carência de investimentos consistentes em portos e ferrovias comprometem o escoamento ágil e seguro da produção agropecuária, elevando custos e reduzindo a competitividade do Brasil no cenário internacional. Esse cenário é agravado pela concentração da produção em regiões distantes dos principais centros exportadores, o que obriga o transporte de grandes volumes por longas distâncias, tornando o fluxo logístico mais vulnerável a interrupções e atrasos. Além disso, a sobrecarga dos portos e a burocracia excessiva na liberação de cargas atrasam as operações e impactam negativamente o cumprimento de prazos em mercados exigentes, como o mexicano. Embora avanços tecnológicos venham impulsionando ganhos de produtividade no campo, a fragilidade da infraestrutura logística nacional cria um descompasso entre a capacidade produtiva e a eficiência do escoamento, exigindo, portanto, ações coordenadas entre o setor público e a iniciativa privada para modernizar a cadeia logística, reduzir custos operacionais e garantir que as oportunidades de expansão comercial sejam plenamente aproveitadas (FERREIRA et al., 2022).

Impactos ambientais e sustentabilidade

O uso de fertilizantes na agricultura, embora contribua com cerca de 2,5% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE), desempenha papel fundamental na elevação da produtividade agrícola e na mitigação da pressão por abertura de novas áreas de cultivo. A adoção de boas práticas no manejo desses insumos não apenas aumenta a eficiência produtiva, como também favorece a acumulação de carbono no solo por meio dos resíduos culturais. No Brasil, entre 1990 e 2018, o uso de tecnologias agrícolas, incluindo a fertilização adequada, resultou na preservação de mais de 50 milhões de hectares, evitando a liberação de bilhões de toneladas de CO₂. Este efeito “poupa terra” ganha ainda mais relevância frente ao fato de que a expansão da fronteira agrícola global é responsável por cerca de 10% das emissões de GEE, reforçando a importância de práticas sustentáveis (BRASIL, 2022).

Alinhadas com as diretrizes da FAO para uma Agricultura Inteligente para o Clima (*Climate-Smart Agriculture*), as estratégias de uso racional de fertilizantes contribuem para a produção sustentável e para a mitigação das mudanças climáticas. O desenvolvimento de tecnologias como fertilizantes nitrogenados com inibidores biológicos, de liberação lenta ou revestidos com biopolímeros, permite uma aplicação mais precisa do nitrogênio, evitando excessos e reduzindo significativamente as emissões de óxido nitroso (N₂O). Essas soluções estão em consonância com o Código Internacional de Conduta para o Uso Sustentável e Gestão de Fertilizantes da FAO, que orienta práticas responsáveis para minimizar impactos ambientais e proteger a saúde humana, consolidando o papel estratégico dos fertilizantes na agricultura moderna e sustentável (BRASIL, 2022).

Segurança no transporte e armazenagem

O transporte seguro de materiais e cargas especiais, como o nitrato de amônia, é crucial para a integridade de todas as operações logísticas e, consequentemente, para a segurança de todos os envolvidos direta ou indiretamente nesse processo. A ausência de uma fiscalização rigorosa e constante permite que normas e leis sejam descumpridas com relativa facilidade, o que aumenta o risco de acidentes e a exposição a perigos graves. Assim, torna-se imperativo que os órgãos responsáveis intensifiquem as inspeções e implementem políticas de cobrança eficazes, garantindo que as empresas se comprometam integralmente com os protocolos de segurança exigidos pela legislação. Essa necessidade inclui, além da documentação e da competência técnica, programas regulares de reciclagem e atualização de práticas, que promovam a conscientização sobre os riscos e a importância do cumprimento das normas de segurança (CARVALHO et al., 2020).

Ressalta-se ainda a urgência de investimentos tanto em monitoramento quanto em medidas preventivas, que possam identificar e corrigir falhas na cadeia de transporte do nitrato de amônia, desde os portos de origem até os destinos finais nas unidades industriais.

A presença mais ativa dos órgãos fiscalizadores, juntamente com ações de conscientização para reduzir a desinformação sobre procedimentos seguros, é essencial para mitigar os perigos associados a esse tipo de carga. Assim, compreende-se que há a necessidade de incentivar novos estudos e investimentos que aprimorem a logística de transporte de materiais perigosos, contribuindo para a construção de um ambiente operacional mais seguro e para a prevenção de acidentes que podem ter impactos sociais e ambientais significativos (CARVALHO et al., 2020).

PERSPECTIVAS E SOLUÇÕES PARA MELHORAR A LOGÍSTICA DE FERTILIZANTES

A melhoria da logística de fertilizantes é um desafio multifacetado que requer a integração de investimentos em infraestrutura, o uso de tecnologias avançadas, a implementação de políticas públicas eficazes e a adoção de práticas sustentáveis. Em primeiro lugar, os investimentos em infraestrutura e a criação de corredores logísticos especializados são fundamentais para modernizar o transporte de fertilizantes. A ampliação e a modernização dos portos, a construção de ferrovias de alta capacidade e a melhoria das rodovias são medidas essenciais para reduzir os tempos de trânsito e minimizar os custos operacionais. Esses corredores logísticos integrados permitem o uso eficiente de modalidades intermodais, facilitando a transferência de cargas e garantindo maior fluidez no escoamento dos produtos do campo até as regiões industriais e centros de distribuição (RIBEIRO; LEITE, 2017).

No campo das tecnologias para otimização do transporte, a implementação de sistemas de rastreamento em tempo real, a análise preditiva e a automação dos processos logísticos são estratégias que podem transformar a gestão da cadeia de suprimentos. Tais inovações possibilitam a identificação precoce de gargalos e a tomada de decisões rápidas para corrigir falhas na operação, resultando em maior previsibilidade, segurança e redução de perdas. Esse acompanhamento detalhado de todas as etapas do transporte permite um controle mais rigoroso dos prazos e uma melhor coordenação entre os diversos modais, contribuindo significativamente para a melhoria dos serviços prestados (NETO, 2014).

As políticas públicas e os incentivos governamentais desempenham um papel decisivo para a evolução da logística de fertilizantes, uma vez que o desenvolvimento de parcerias entre o setor público e privado pode fomentar investimentos estratégicos e a adoção de melhores práticas. Incentivos fiscais, financiamentos especiais e regulamentações adequadas são instrumentos que podem estimular a modernização da infraestrutura e o aprimoramento dos processos logísticos, tornando o transporte de fertilizantes mais competitivo e seguro em nível nacional (RIBEIRO; LEITE, 2017).

Por fim, a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental devem ser consideradas pilares essenciais na reestruturação da logística. A incorporação de tecnologias limpas e práticas ecológicas não só reduz a emissão de poluentes, mas também melhora a eficiência do transporte e contribui para a preservação dos recursos naturais. Uma abordagem sustentável na logística de fertilizantes alia crescimento econômico e responsabilidade ambiental, criando um modelo que respeita as demandas do mercado global e as exigências da sociedade quanto à conservação do meio ambiente. Dessa forma, a convergência dessas perspectivas e soluções configura uma rota viável para superar os desafios logísticos e estabelecer um sistema de transporte de fertilizantes mais ágil, seguro e sustentável no Brasil (NETO, 2014).

ESTUDOS DE CASO E BOAS PRÁTICAS

No Brasil, o transporte de fertilizantes é regido por um conjunto de leis, decretos e normas técnicas que visam garantir a segurança, a integridade dos produtos e a proteção ambiental ao longo de toda a cadeia logística. Destacam-se, por exemplo, a Lei nº 7.802/1989 e o Decreto nº 4.074/2002.

A Lei nº 7.802/1989 define normas sobre agrotóxicos e afins, incluindo fertilizantes, uma vez que estes podem conter substâncias classificadas na mesma categoria (BRASIL, 1989). O Decreto nº 4.074/2002, por sua vez, regulamenta essa lei, estabelecendo requisitos e procedimentos detalhados para o transporte seguro desses produtos, considerando a sua periculosidade e os riscos envolvidos (BRASIL, 2002).

Além dessas legislações, o setor conta com normas técnicas da ABNT que padronizam as condições para o transporte seguro. A Norma ABNT NBR 9843/2016 define os requisitos mínimos para o transporte terrestre de produtos perigosos, tratando aspectos como embalagem, rotulagem e os equipamentos e veículos apropriados para a tarefa (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016).

Complementando, a Norma ABNT NBR 9846/2019 estabelece procedimentos específicos para o transporte, manuseio e armazenamento de fertilizantes, assegurando que todas as etapas da operação ocorram de forma a preservar a integridade dos produtos e reduzir riscos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). É importante ressaltar que, além dessas regras federais, cada modalidade de transporte – seja terrestre, aéreo ou marítimo – pode estar sujeita a regulamentações específicas, bem como às legislações estaduais e municipais, as quais podem impor requisitos adicionais para um controle ainda mais rigoroso da segurança durante o transporte de fertilizantes.

Exemplos de corredores logísticos eficientes no Brasil

Um exemplo concreto e bem-sucedido de corredor logístico eficiente no Brasil pode ser observado na integração do terminal de fertilizantes no complexo ferroviário

de Rondonópolis, no estado do Mato Grosso, com uma indústria misturadora localizada na mesma região. Essa solução logística destaca-se como uma das estratégias mais promissoras para otimizar a distribuição de fertilizantes em um dos principais polos do agronegócio nacional. A análise dos fluxos operacionais dessa integração revelou ganhos substanciais tanto na qualidade das operações quanto na redução de custos logísticos. Aproveitando a infraestrutura ferroviária já existente, o escoamento dos fertilizantes se torna mais eficiente, reduzindo a dependência do transporte rodoviário, que tradicionalmente tem custos mais elevados e sofre com questões como desgaste das rodovias e volatilidade do preço do diesel. Além disso, ao concentrar operações em uma estrutura integrada, o modelo contribui para adiar ou até eliminar a necessidade de investimentos adicionais para ampliar a capacidade logística no médio prazo (AGUIAR, 2022).

Do ponto de vista econômico, os resultados do projeto são expressivos. Com um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 53,7 milhões ao longo de 15 anos, uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 13,39% e um prazo de retorno do investimento de 13 anos, que, com a estratégia de incorporar parte da economia do frete ao preço de venda, pode ser reduzido para 10 anos —, a iniciativa demonstra forte viabilidade financeira. Estes indicadores reforçam não apenas a rentabilidade do projeto, mas também a sua sustentabilidade ao longo do tempo. Além dos benefícios financeiros, a integração logística em Rondonópolis proporciona vantagens competitivas para toda a cadeia do agronegócio. A maior eficiência na entrega dos insumos significa custos mais baixos para os produtores rurais, o que, por sua vez, impacta positivamente a competitividade dos produtos agrícolas brasileiros no mercado interno e externo. Este tipo de iniciativa evidencia como o desenvolvimento de corredores logísticos bem planejados pode ser um diferencial estratégico crucial para fortalecer o setor agroindustrial e impulsionar o desenvolvimento econômico regional (AGUIAR, 2022).

Portanto, o exemplo de Rondonópolis ilustra claramente o potencial transformador que a intermodalidade e os corredores logísticos oferecem para a cadeia de fertilizantes no Brasil. Investimentos em infraestrutura integrada não apenas otimizam as operações de transporte, mas também promovem ganhos econômicos sustentáveis e contribuem para a modernização da logística nacional

Oportunidades de inovação no setor

O Brasil enfrenta grandes desafios na logística de fertilizantes, devido à forte dependência de importações, que em 2020 representaram mais de 90% do consumo interno, somando 32,3 milhões de toneladas. Para enfrentar esse cenário, o governo federal criou o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF), que busca ampliar a oferta nacional e tornar o setor menos vulnerável. Além disso, o Ministério da Infraestrutura está finalizando o Plano Nacional de Logística (PNL 2035), que pretende orientar os investimentos em

transporte para garantir eficiência na distribuição de insumos e escoamento da produção agrícola, com atualizações planejadas a cada quatro anos para manter o alinhamento com as necessidades do país (BRASIL, 2022).

Nesse contexto, destaca-se a importância estratégica do Arco Norte, corredor logístico que inclui os portos das regiões Norte e Nordeste até Salvador/BA. Essa rota favorece a exportação de grãos produzidos acima do Paralelo 16, área de grande relevância agrícola. Em 2010, das 131,9 milhões de toneladas de soja e milho produzidas no país, 68,1 milhões vieram dessa região, com parte significativa destinada à exportação pelo Arco Norte. Melhorias na infraestrutura e logística dessas rotas são essenciais para garantir a competitividade do agronegócio e fortalecer a autonomia do Brasil na cadeia de suprimento de fertilizantes (BRASIL, 2022).

Nesta seção do trabalho, é crucial uma descrição detalhada dos objetos produzidos durante o estudo, abordando suas características principais e distintivas. Essa descrição deve fornecer uma compreensão abrangente dos produtos ou artefatos resultantes da pesquisa, destacando suas propriedades físicas, funcionais e quaisquer outras características relevantes que os diferenciem.

Quando apropriado, é recomendável incluir análises estatísticas dos dados obtidos durante o processo de produção dos objetos. Essas análises estatísticas podem fornecer insights valiosos sobre a consistência, variabilidade e outras propriedades dos produtos, contribuindo para uma avaliação mais completa e objetiva dos resultados.

Ao analisar criticamente os resultados em relação ao conhecimento atual, é essencial evitar comparações excessivas com a literatura existente. Em vez disso, os resultados devem ser interpretados à luz do contexto específico da pesquisa, considerando suas implicações e contribuições para o avanço do conhecimento na área de estudo.

Além disso, é importante identificar as áreas em que o conhecimento permanece limitado mesmo após a realização do trabalho. Essas lacunas no conhecimento podem sugerir oportunidades para pesquisas futuras, e é recomendável sugerir direções específicas para investigações adicionais. Ao fazer isso, os autores podem contribuir para o desenvolvimento contínuo do campo, estimulando o progresso e a inovação em áreas de interesse.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte de fertilizantes no Brasil enfrenta desafios significativos, sobretudo pela alta dependência de importações e pela complexidade da malha logística necessária para atender a demanda crescente do agronegócio. As deficiências na infraestrutura, especialmente nas regiões produtoras mais distantes dos portos, e a necessidade de integração entre diferentes modais de transporte, como rodoviário, ferroviário e hidroviário, dificultam a eficiência na distribuição. No entanto, existem oportunidades claras:

investimentos em corredores logísticos estratégicos, como o Arco Norte e a integração ferroviária em polos como Rondonópolis/MT, têm se mostrado promissores para otimizar os fluxos, reduzir custos e aumentar a competitividade do setor.

Do ponto de vista da eficiência logística, a adoção de soluções integradas e o fortalecimento das infraestruturas multimodais são essenciais para garantir maior agilidade no escoamento dos fertilizantes e, por consequência, no abastecimento das cadeias produtivas agrícolas.

Como considerações finais, é fundamental que futuras pesquisas explorem a viabilidade de novas rotas logísticas, o impacto das tecnologias emergentes na cadeia de suprimentos e a análise de cenários para produção nacional de fertilizantes.

Em termos de políticas públicas, recomenda-se a continuidade e ampliação do Plano Nacional de Fertilizantes e do Plano Nacional de Logística, com foco na desburocratização dos processos, incentivo à produção interna e parcerias público-privadas para expansão da infraestrutura logística do país.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Flávia Amaral de et al. **Viabilidade operacional e econômica da integração de um terminal de fertilizantes com uma indústria misturadora**. 2022. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão do Negócio) - Fundação Dom Cabral; Instituto de Transporte e Logística, Belo Horizonte, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9843**: transporte terrestre de produtos perigosos – Requisitos mínimos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9846**: transporte, manuseio e armazenamento de fertilizantes – Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BRASIL. **Lei nº 7.802, de 11 de outubro de 1989**. sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 out. 1989.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de outubro de 1989, que dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Infraestrutura e Logística no Setor – Diagnóstico e Oportunidades**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Pecuária, 03 maio 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/plano-nacional-de-fertilizantes/infraestrutura-e-logistica-no-setor-diagnostico-e-oportunidades>. Acesso em: 08 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Sustentabilidade na cadeia de fertilizantes e produção agrícola no Brasil:** Economia Circular práticas ESG. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura-pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/plano-nacional-de-fertilizantes/sustentabilidade-na-cadeia-de-fertilizantes-e-producao-agricola-no-brasil-economia-circular-praticas-esg>. Acesso em: 04 abr. 2025.

CADE. Mercado de Consumos Agrícolas. Conselho Administrativo de Defesa Econômica. Fev. 2020. Disponível em: <https://cdn.cade.gov.br/Portal/centrais-de-conteudo/publicacoes/estudos-economicos/cadernos-do-cade/mercado-de-insumos-agricolas-2020.pdf>. Acesso em: 17 mar. de 2025. Acesso em: 17 mar. de 2025.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Tópicos estratégicos para investimentos em CT& nos setores de transporte aquaviário e de construção naval, 2009. Disponível em: <https://www.professores.uff.br/newtonpereira/wpcontent/uploads/sites/139/2017/09/4ctaquav>. Acesso em: 17 mar. de 2025.

EMBRAPA. VII Plano Diretor da Embrapa. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/vii-plano-diretor/a-agricultura-brasileira>. Acesso em 30.mar.2025.

EVARISTO, Cássia Santos; MARINHO, Rafaela dos Santos. A eficiência logística do modal rodoviário. In: *CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO*, 3., 2014, Taubaté. Anais eletrônicos... Taubaté: Universidade de Taubaté, 2014. EPH0454. Disponível em: https://unitau.br/files/arquivos/category_154/EPH0454_1427292502.pdf. Acesso em: 04 abr. 2025.

FERNANDES, Eduardo; GUIMARÃES, Bruna de Almeida; RAMALHO, Romulo Matheus. **Principais empresas e grupos brasileiros do setor de fertilizantes.** BNDES, Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 203-228, mar. 2009 Disponível em: https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2667/1/BS%2029%20Principais%20empresas%20e%20grupos%20brasileiros_P.pdf. Acesso em: 04 abr. 2025.

FERREIRA, I. C.; SILVA, J. C. L.; FREITAS NETO, L. B.; SANTOS, T. J. L.; CARVALHO, J. C. A. A contribuição e relevância do agronegócio para o Brasil. **Revista do CEDS**, v. 2, n. 10, 2022. Disponível em: <https://periodicos.undb.edu.br/index.php/ceds/article/view/16>. Acesso em: 04 abr. 2025.

IFOPE. A importância do uso de fertilizantes na agricultura. Postado 18 jun/2019. Atualizado 11 nov/2020. Disponível em: <https://blog.ifope.com.br/uso-de-fertilizantes-na-agricultura/>. Acesso em: 17 mar. de 2025.

HOLANDA, Gilmar Guerra de; SILVA, Andréa Ferreira da; LAVOR, Neukeno Bento de; SOUSA, Felipe Neris Torres de. Custos logísticos do transporte no modal rodoviário: desafios para a competitividade das empresas. **Revista Multidisciplinar Psicologia**, v. 14, n. 51, 2020. Disponível em: <http://orcid.org/0000-0003-2576-8553>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MACHADO, Alexandre Ricardo; RAYMUNDO, Julio Cesar (org.). **Logística e gestão da cadeia de suprimentos na área portuária.** Belo Horizonte, MG: Poisson, 2022. v. 1.

MACEDO, Alice Alves de; BAPTISTA, Jose Abel de Andrade. O trade-off dos modais de transporte no Brasil: desafios e soluções. **Revista Engetac**, 06, v. 1, n. 6, jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12738737>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MACIEL, L. M.; TUNES, L. V. M. de. A importância dos fertilizantes para a agricultura. **Brazilian Journal of Development, Curitiba**, v. 7, n. 6, p. 58647-58658, jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-319>. Acesso em: 17 mar. 2025.

MENDES, Adriano Teixeira; MATHIAS, André Schima; FERREIRA, Edineide Lino; MELO, Guilherme Ramos Vieira de; SILVA, Italo Costa. Estudo de caso: a evolução do transporte hidroviário de soja e milho no Arco Norte e sua importância para o desenvolvimento. **Revista Engetec**, v. 1, n. 6, jul. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12788863>. ISSN 2965-9302.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Estatísticas do Setor**. 03 maio 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/plano-nacional-de-fertilizantes/estatisticas-do-setor>. Acesso em: 17 mar. 2025.

MONTEIRO NETO, A.; CASTRO, C. N.; BRANDÃO, C. A. (Org.). **Desenvolvimento regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectivas**. Rio de Janeiro: Ipea, 2017. 475 p. ISBN 978-85-7811-292-9.

NERY, Adrielle; BOSCHIERO, Beatriz Nastaro (Atualização). **A dependência brasileira da importação de fertilizantes: Desafios e alternativas**. Agroadvance, 04 abr. 2022. Disponível em: <https://agroadvance.com.br>. Acesso em: 17 mar. 2025.

NETO, S.S. **Delimitação do potencial da área de influência dos terminais de transbordo de açúcar do estado de São Paulo**. Piracicaba, 2014. 77p. Porto de Santos. Disponível em: http://www.portodesantos.com.br/down/imprensa/panorama_porto.pdf. Acesso em: 17 mar. 2025.

OLIVEIRA, Matheus Santos de; BRITO, Johnatan Rafael Santana de. Eficiência do transporte ferroviário de carga brasileiro em perspectiva internacional: uma análise comparativa. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 13, n. 03, p. 668-689, set./dez. 2024. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd/article/viewFile/17847/10371>. Acesso em: 04 abr. 2025.

PÉRA, Thiago Guilherme; CAIXETA FILHO, José Vicente. Logística de transporte no Brasil: desafios nos fertilizantes. **Agroanalysis**, São Paulo, jul. 2018.

RIBEIRO, João Victor Schiavon; LEITE, Mariane Moro Barreto. **Solução logística para importação de fertilizantes: estudo de caso para o Mato Grosso**. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Economia, Administração e Sociologia, Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (ESALQ-LOG), 2017. Disponível em: https://esalqlog.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2017/Inicia%C3%A7%C3%A3o%20Cient%C3%ADfica/TN_JoaoVictor_Mariane_final.pdf. Acesso em: 04 abr. 2025.

SARAIVA, Pedro Luis de Oliveira; MAEHLER, Alisson Eduardo; DIAS, Marcelo Fernandes Pacheco. Impactos ambientais e vantagens comparativas do transporte hidroviário em relação a outros modos de transporte no sul do Brasil. **Revista Gestão Industrial**, v. 17, n. 3, p. 139-157, 2021. Disponível em: https://revistas.unisinos.br/index.php/gestao_industrial/article/view/gi.2021.173.03. Acesso em: 04 abr. 2025.

SOUZA, Giovana Lohana; OLIVEIRA, Islla Lobo de; ESTEVÃO, Luiz Vinicius. **Vantagens e desvantagens da cabotagem no Brasil**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Logística) Etec Zona Leste, São Paulo, 2022.

VILLA, Franciele; CISLAGHI, Tatiane Pellin. Multimodalismo: Perspectivas e desafios das operações brasileiras. In: **XVI Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão**. 2016. Disponível em: <https://d1wqtxslxze7.cloudfront.net/70889877/1712-lib>. Acesso em: 04 abr. 2025.