



ANÁLISE DE DADOS DO TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS E SEUS MODAIS NO BRASIL¹

ANALYSIS OF DATA ON FUEL TRANSPORTATION AND ITS MODES IN BRAZIL

Brian Luca Gonçalves Ribeiro | brian.ribeiro01@fatec.sp.gov.br | FATEC SJC

Jaqueline Casado Oliveira | jaqueline.oliveira23@fatec.sp.gov.br | FATEC SJC

Luan Santos De Souza | luan.souza10@fatec.sp.gov.br | FATEC SJC

Maria Fernanda Ferraz | maria.ferraz4@fatec.sp.gov.br | FATEC SJC

Marcus Vinicius Do Nascimento | nascimento.mv@fatec.sp.gov.br | FATEC SJC

RESUMO

Este estudo analisa o transporte de combustíveis no Brasil, uma atividade essencial que sustenta a economia nacional, predominantemente pelo modal rodoviário devido à sua flexibilidade e à abrangência da malha viária. A operação, contudo, envolve riscos significativos, como acidentes, explosões e impactos ambientais, especialmente devido à inadequação de infraestrutura de outros modais. A legislação sobre o transporte de cargas perigosas é rigorosa, com normas de segurança, capacitação e certificação dos veículos e operadores. Nas áreas urbanas, o transporte de combustíveis enfrenta o desafio de minimizar o impacto no trânsito e respeitar as regulamentações locais. Os dados analisados refletem uma concentração significativa no sudeste do Brasil, evidenciando o papel logístico essencial da região e a necessidade de investimentos em segurança e infraestrutura.

Palavras-chaves: Combustíveis. Transporte rodoviário. Segurança. Logística.

ABSTRACT

This study examines fuel transportation in Brazil, an essential economic activity that is primarily carried out by road transport due to its flexibility and the extent of the road network. However, the operation involves significant risks, such as accidents, explosions, and environmental impacts, especially due to inadequate infrastructure in other transport modes. Strict regulations govern the transport of hazardous goods, with safety standards, vehicle certification, and operator training requirements. In urban areas, fuel transportation faces the challenge of minimizing traffic impact while complying with local regulations. Data analysis reveals a significant concentration of transportation in Brazil's southeastern region, highlighting its logistical role and the need for investments in safety and infrastructure.

Keywords: Fuels. Road transportation. Safety. Logistics.

¹ Artigo apresentado no Congresso Cimatech da Fatec de São José dos Campos, 2024

1. INTRODUÇÃO

O transporte de combustíveis desempenha uma função crucial na economia e no desenvolvimento nacional, mesmo que também apresente riscos e desafios consideráveis. A característica intrinsecamente perigosa dessa carga cria riscos de acidentes graves com impactos negativos à população e ao meio ambiente. Para Fernandes (2024), torna-se indispensável adotar rigorosas medidas de segurança e garantir o cumprimento das normas legais existentes.

No Brasil, o transporte rodoviário é a principal forma de distribuição de combustíveis, exercendo uma função essencial para o abastecimento do país. Segundo a Totvs (2023), a infraestrutura rodoviária apresenta sérios desafios, principalmente em função do estado degradado das estradas. Essa situação compromete não apenas a segurança nas vias, mas também impacta a economia como um todo.

O transporte de materiais perigosos, em especial combustíveis, apresenta riscos consideráveis para a segurança da sociedade e do meio ambiente. A possibilidade de acidentes e derramamentos exige um conjunto sólido de regulamentos que assegurem a integridade das operações e reduzam os fatores (Moura *et al.*, 2024) e seus níveis de riscos com graves danos potenciais.

Conforme Gaertner (2024) muitas normas e legislações foram criadas para estabelecer orientações precisas sobre as condições de transporte, sinalização, documentação e formação dos profissionais (De Moura *et al.*, 2023) que trabalham nessa área. Entretanto, apesar da burocracia extensa e do grande número de normas e legislações, a falta de uma infraestrutura adequada impede a mitigação total dos riscos, podendo até aumentá-los.

Nesse cenário, o propósito principal deste estudo é analisar o desenvolvimento do transporte de cargas de combustíveis, identificando as origens e destinos desse transporte. Para tal, serão empregados dados e informações provenientes da base de dados (IBAMA, 2023).

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Segundo a Resolução ANTT nº 420/2004 (ANTT, 2004), que aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos, entende-se como produto perigoso qualquer substância ou artigo, seja encontrado na natureza ou gerado por qualquer processo, que, devido às suas propriedades físico-químicas, represente um risco à saúde humana, à segurança pública ou ao meio ambiente.

Os combustíveis constituem um tipo de carga perigosa, enquadrando-se na categoria de líquidos inflamáveis. Eles são transportados em tanques projetados para evitar oscilações de temperatura, as quais poderiam resultar em combustão.

Para garantir a segurança no transporte e no manuseio dessas cargas, é imprescindível a adoção de práticas rigorosas (Oliveira *et al.*, 2023) de identificação, acondicionamento, rotulagem, embalagem e documentação. Esses processos não apenas contribuem para a prevenção de acidentes e contaminações, mas também asseguram que todos os envolvidos na cadeia de suprimento estejam cientes dos riscos e das medidas de segurança necessárias.

De acordo com Teixeira (2005) ao longo de 27 anos de atuação, a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/SP) participou de mais de seis mil ocorrências no Estado de São Paulo. A atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos (TRPP) é a principal responsável pelas emergências químicas atendidas pela CETESB, representando 37% do total de acidentes, seguida pelos postos e sistemas de distribuição de combustíveis, que correspondem a 10% do total de incidentes.

Embora no Brasil o planejamento da prevenção de acidentes no transporte de produtos perigosos seja realizado em diversas fases do processo (produção, transporte, transformações, utilização e disposição final), observa-se que o maior risco ocorre durante o transporte. Isso se deve ao fato de que essa etapa expõe a carga a situações nas quais não é possível controlar os potenciais causas de acidentes, os quais podem resultar em efeitos adversos para a comunidade local e para o meio ambiente (Ramos, 1997).

2.1 LEGISLAÇÕES APLICÁVEIS NO TRANSPORTE DE CARGAS COMBUSTÍVEIS

O transporte de produtos perigosos é regulamentado por um conjunto de normas específicas, fundamentando-se no Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos - RTPP. De acordo com Gaertner (2023), tais normas têm como objetivo assegurar a segurança e a integridade ao longo do processo de transporte.

Entre as principais regulamentações que compõem este arcabouço legal, destaca-se a Resolução ANTT nº 5.947/2021, que estabelece as condições gerais para o transporte de produtos perigosos, incluindo combustíveis. Esta norma determina requisitos para embalagens, sinalização dos veículos, documentação necessária e capacitação dos profissionais.

A Portaria ANP nº 251/2000 regula o transporte de combustíveis líquidos provenientes de petróleo e do álcool etílico hidratado combustível (AEHC), abordando aspectos relativos à frota, procedimentos operacionais e medidas de segurança. Complementando essas diretrizes, a Lei nº 9.605/1998, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, impõe penalidades severas para aqueles que causarem poluição ou danos ao meio ambiente durante o transporte de substâncias perigosas, incluindo combustíveis.

O Decreto nº 96.044/1988 aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, que especifica normas técnicas adicionais para garantir a segurança no transporte de combustíveis e outros materiais perigosos. Por último, a norma ABNT NBR 7500 trata da sinalização de segurança para o transporte rodoviário de produtos perigosos, estabelecendo os símbolos e placas de identificação que são obrigatórios.

2.2 MATRIZ DE TRANSPORTE

Uma estrutura de transporte eficiente é vital para a economia de um país. Conforme Vianna (2007), países de primeiro mundo, possuem uma característica comum, o investimento na conservação e ampliação de suas redes de transporte no momento correto, não apenas uma malha robusta.

De acordo com Fleury, Figueiredo e Wanke (2000), o transporte de cargas pode ser dividido em cinco modalidades: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Cada um apresenta custos e características diferentes para diversas operações e produtos. Na seleção do modal, é crucial ter em mente não apenas os custos como também os níveis de serviço. Com custos mais elevados

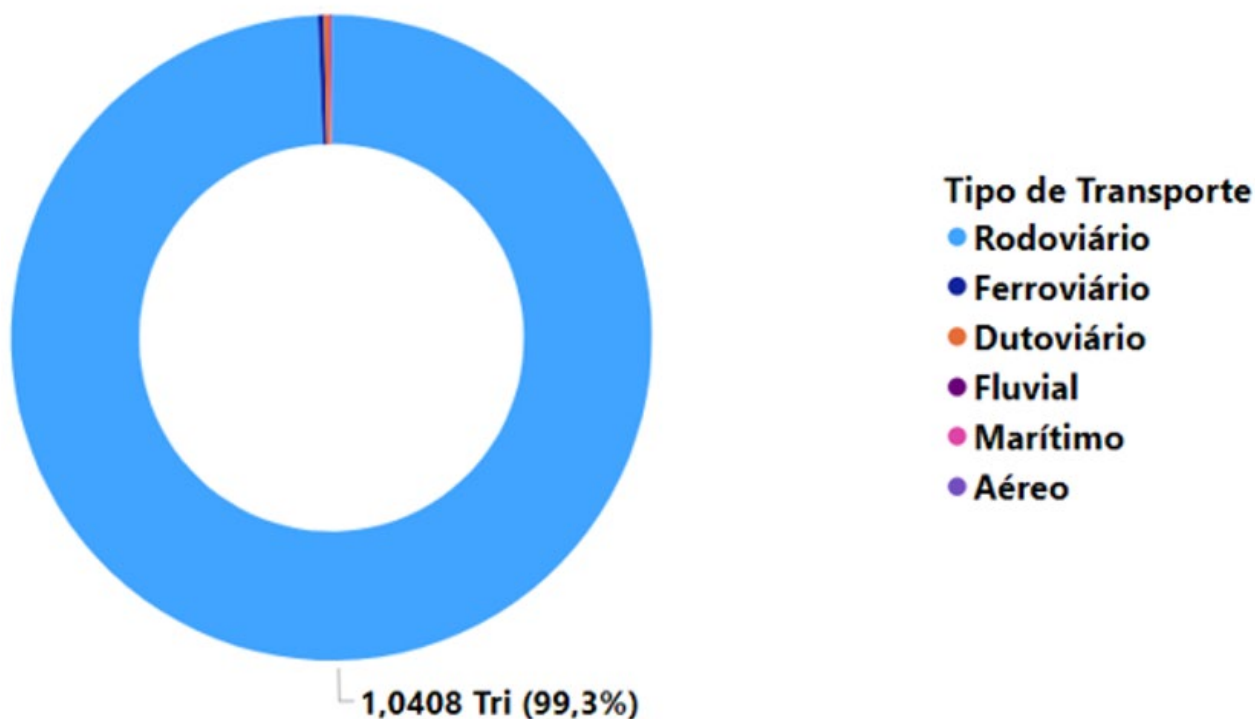
indicam **níveis de serviço** igualmente elevados.

A situação atual dos meios de transporte no Brasil evidencia a carência de investimentos em infraestrutura, modernização, manutenção e a aplicação de aprimoramentos em todas as áreas. As condições precárias das vias, a subutilização da infraestrutura ferroviária, os obstáculos nos portos, a flexibilidade restrita dos dutos e as limitações no transporte aéreo destacam as falhas inerentes ao sistema de transporte nacional (Senatran, 2023).

No Brasil, a utilização de transporte é desproporcional em relação a outras nações de grande território, como Estados Unidos, Canadá, China e Rússia, que dão preferência a ferrovias e transporte marítimo. Por outro lado, o Brasil se apoia principalmente em estradas, assim como países europeus de menor porte. Essa ligação prejudica a eficácia e a produtividade do sistema de transporte no Brasil (Fleury; Figueiredo; Wanke, 2000).

Na Figura 1 é **ilustrado** a distribuição de cargas entre os modais de transporte de cargas de combustíveis no Brasil.

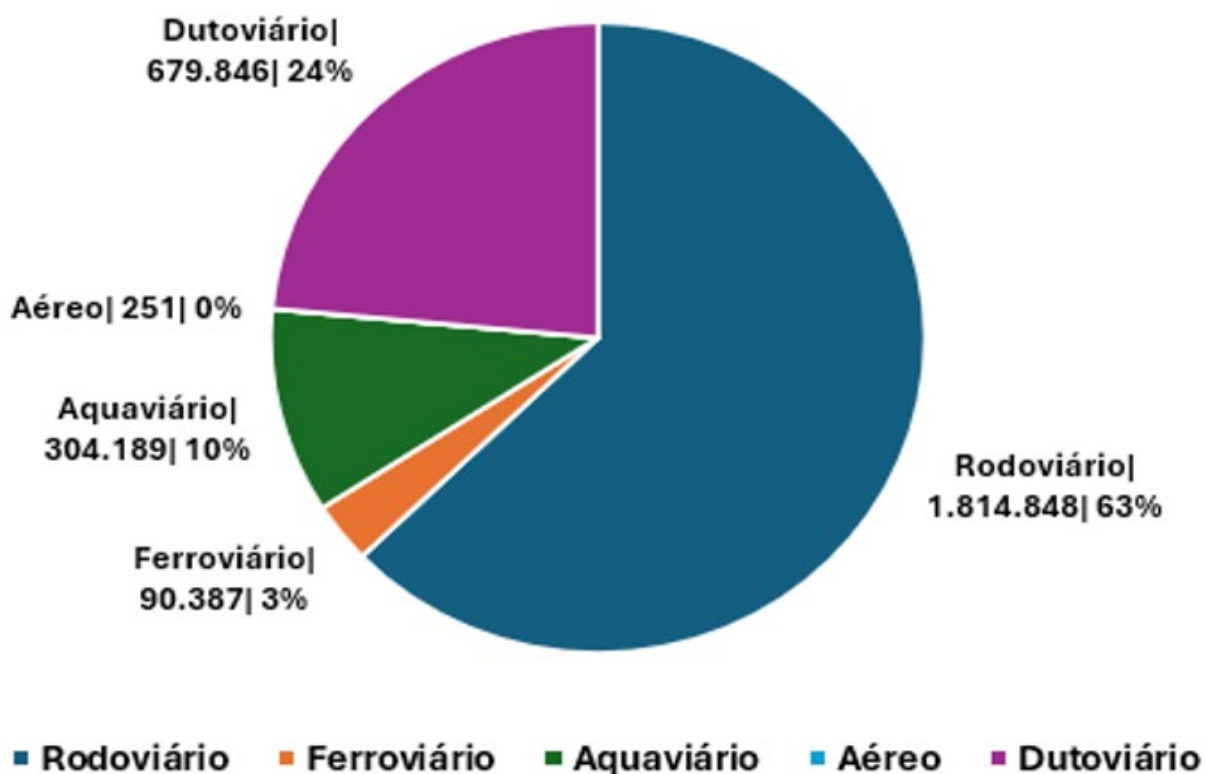
Figura 1 | Transporte de gasolina por modal



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

Há uma desproporcionalidade entre os modais brasileiros. Como comparação é ilustrado na Figura 2 a distribuição dos modais nos Estados Unidos da América (EUA).

Figura 2 | Matriz de transporte de cargas perigosas EUA



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

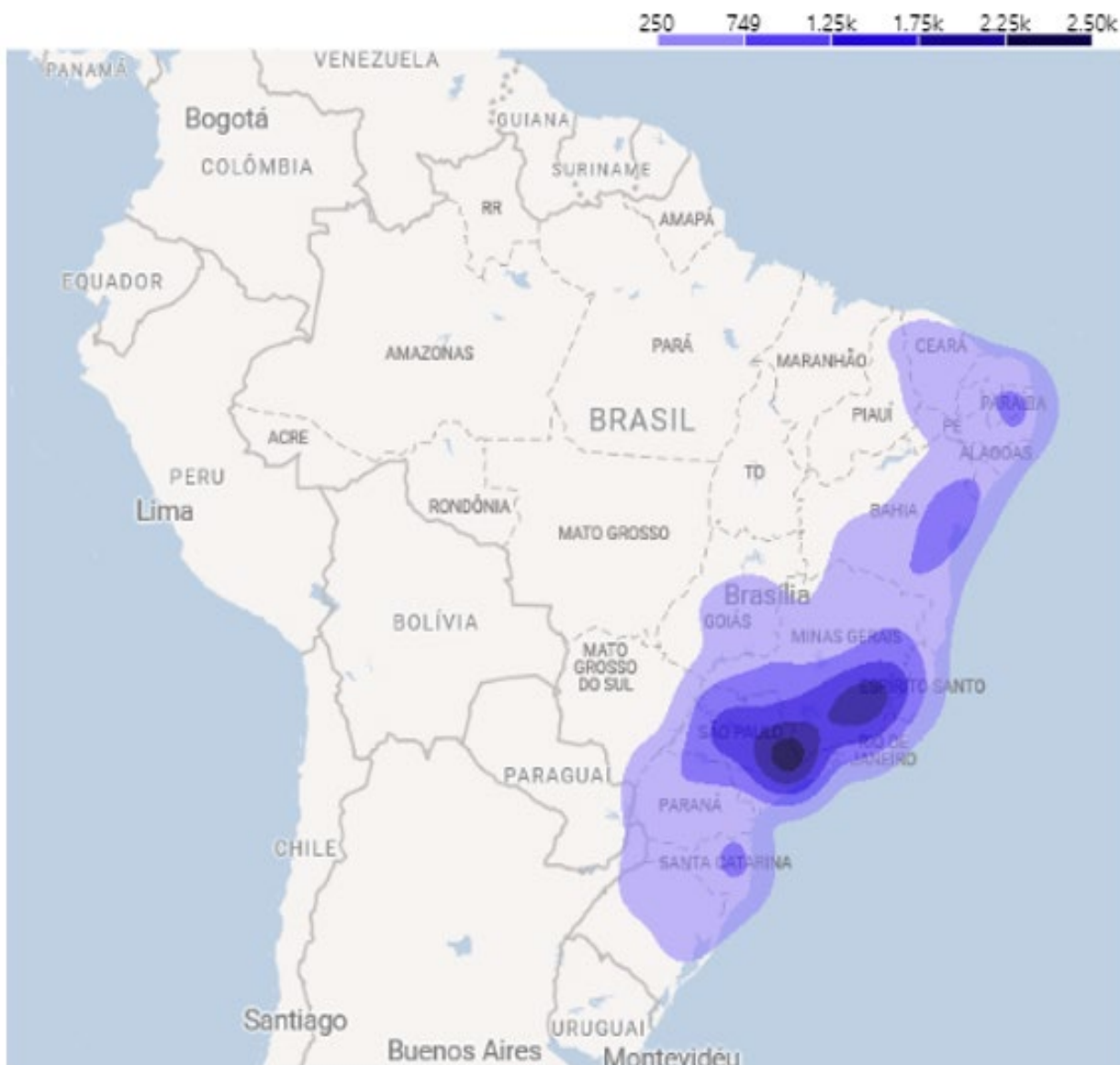
3. DISCUSSÕES

De acordo com dados disponibilizados pelo IBAMA, foram movimentados nacionalmente cerca de 1 trilhão de litros de gasolina no ano de 2023.

Os dados foram adquiridos no portal de dados abertos do Governo Federal. O tratamento de dados foi realizado utilizando a linguagem Python.

A Figura 3 ilustra forma como a distribuição desse combustível foi feita no território brasileiro de acordo com o município de destino do transporte. Pode se anotar uma forte concentração na região sudeste, com destaque ao estado de São Paulo.

Figura 3 | Concentração do transporte de combustíveis no território nacional



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

Esses dados reforçam o papel do transporte rodoviário e a dependência de São Paulo, destacando os desafios de segurança e a necessidade de aprimoramento da infraestrutura para mitigar os riscos e garantir a eficiência do sistema de transporte de combustíveis

No Quadro 1 são mostrados os valores exatos, segmentados para o transporte rodoviário de cargas com elevada concentração de transporte na região sudeste.

A relevância da região para o transporte de combustíveis está relacionada à sua alta concentração industrial, elevada frota de veículos, e grande número de postos de abastecimento, o

que demanda um fluxo contínuo de combustíveis. De acordo com dados do SENATRAN, em 2023, o estado de São Paulo contava com uma frota de 33 milhões de veículos, aproximadamente 28% da frota nacional.

Quadro 1 | Quantidade transportada por Estado brasileiro

UF - destino	Quantidade Transportada	Modal	%
SAO PAULO	115.497.236.974	Rodoviário	11,10%
MINAS GERAIS	93.976.849.022	Rodoviário	9,03%
BAHIA	92.169.044.521	Rodoviário	8,86%
PARA	91.354.583.287	Rodoviário	8,78%
MATO GROSSO DO SUL	77.199.893.876	Rodoviário	7,42%
PARANA	64.037.145.598	Rodoviário	6,15%
SANTA CATARINA	58.638.515.738	Rodoviário	5,63%
TOCANTINS	55.947.216.857	Rodoviário	5,38%
RORAIMA	53.379.979.160	Rodoviário	5,13%
PERNAMBUCO	39.082.565.971	Rodoviário	3,76%
RIO GRANDE DO SUL	38.472.547.709	Rodoviário	3,70%
GOIAS	36.232.268.461	Rodoviário	3,48%
MARANHAO	35.639.420.589	Rodoviário	3,42%
RIO DE JANEIRO	29.642.476.042	Rodoviário	2,85%
RIO GRANDE DO NORTE	27.701.653.809	Rodoviário	2,66%
CEARA	25.911.722.277	Rodoviário	2,49%
ALAGOAS	23.395.284.352	Rodoviário	2,25%
SERGIPE	16.856.093.369	Rodoviário	1,62%
PIAUI	14.855.067.959	Rodoviário	1,43%
RONDONIA	13.534.537.541	Rodoviário	1,30%
ACRE	13.162.401.452	Rodoviário	1,26%
PARAIBA	10.753.038.009	Rodoviário	1,03%
ESPIRITO SANTO	5.177.912.226	Rodoviário	0,50%
MATO GROSSO	5.020.205.954	Rodoviário	0,48%
DISTRITO FEDERAL	2.831.271.330	Rodoviário	0,27%
AMAPA	186.012.234	Rodoviário	0,02%
AMAZONAS	125.334.478	Rodoviário	0,01%

Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

A predominância do transporte rodoviário eleva a exposição ao risco, pois as rodovias brasileiras frequentemente apresentam condições inadequadas de manutenção e infraestrutura.

A dependência desse modal na região intensifica os desafios de segurança e logística, exigindo regulamentações rigorosas e medidas de segurança para reduzir o impacto potencial de acidentes.

Assim, a infraestrutura deficiente e a concentração de operações rodoviárias no Sudeste reforçam a necessidade de alternativas modais e investimentos em segurança para mitigar riscos nesse setor essencial para a economia brasileira.

O transporte de cargas combustíveis envolve riscos significativos, principalmente devido à sua natureza inflamável e à predominância do modal rodoviário. Esses riscos incluem acidentes que podem causar incêndios, explosões e contaminações ambientais, impactando a segurança da população e o meio ambiente.

A complexidade dessa operação se intensifica nas regiões de maior concentração populacional e demanda, como o Sudeste, especialmente o estado de São Paulo. Dos 115 bilhões de litros de gasolina transportados no estado de São Paulo, 83% foram movimentados em operações com partida e destino dentro do próprio Estado conforme Quadro 2.

Quadro 2 | Quantidade transportada por Estado com destino para São Paulo

UF - origem	UF - destino	Quantidade Transportada (em litros)	Modal	%
SAO PAULO	SAO PAULO	95.727.398.333	Rodoviário	82,882847%
GOIAS	SAO PAULO	9.897.989.899	Rodoviário	8,569893%
RIO DE JANEIRO	SAO PAULO	9.815.918.458	Rodoviário	8,498834%
PARANA	SAO PAULO	41.538.239	Rodoviário	0,035965%
MINAS GERAIS	SAO PAULO	7.631.000	Rodoviário	0,006607%
RIO GRANDE DO SUL	SAO PAULO	4.939.182	Rodoviário	0,004276%
MATO GROSSO	SAO PAULO	1.670.000	Rodoviário	0,001446%
MATO GROSSO DO SUL	SAO PAULO	62.000	Rodoviário	0,000054%
ESPIRITO SANTO	SAO PAULO	45.000	Rodoviário	0,000039%
BAHIA	SAO PAULO	44.863	Rodoviário	0,000039%

Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

De acordo com dados do CETESB, só no ano de 2023, houve 153 ocorrências referentes ao transporte rodoviário de produtos químicos no Estado de São Paulo, com um total de 76 vítimas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar o desenvolvimento do transporte de cargas de combustíveis no Brasil, identificando as principais origens e destinos desse transporte, bem como os riscos envolvidos e a adequação das infraestruturas disponíveis.

A pesquisa demonstrou que o transporte rodoviário é o modal predominante, devido à flexibilidade e à extensão da malha viária nacional. Contudo, essa dependência expõe os transportadores a desafios consideráveis, como o estado precário das vias, a falta de alternativas logísticas e os riscos inerentes ao manuseio e transporte de substâncias inflamáveis.

As dificuldades encontradas na análise dos dados específicos do setor foram significativas. A ausência de informações integradas e atualizadas sobre o transporte de combustíveis dificultou a obtenção de uma visão detalhada e abrangente das operações logísticas. Embora existam bases de dados, como as fornecidas pelo IBAMA e por outros órgãos federais, essas fontes muitas vezes apresentam lacunas ou estão desatualizadas, o que limita a precisão da análise e a identificação de padrões regionais.

Este estudo identificou também uma forte concentração de transporte de combustíveis no sudeste, especialmente no estado de São Paulo, onde a demanda é impulsionada pela elevada concentração populacional, pela presença de refinarias e pelo grande número de veículos. Essa concentração implica riscos adicionais, uma vez que o volume de operações aumenta as chances de acidentes e incidentes com impacto à população e ao meio ambiente.

Apesar da existência de regulamentações rigorosas que buscam garantir a segurança no transporte de cargas perigosas, a infraestrutura rodoviária insuficiente e a escassez de investimentos dificultam a mitigação completa dos riscos. Esse cenário evidencia a necessidade de políticas públicas que incentivem o desenvolvimento de alternativas modais e de melhorias na infraestrutura existente, visando uma distribuição mais equilibrada das operações logísticas pelo território nacional.

Em suma, o estudo reforça a importância de aprimorar o sistema de transporte de combustíveis no Brasil, especialmente no que tange à diversificação dos modais e à melhoria da infraestrutura rodoviária. Tais medidas são essenciais não apenas para aumentar a segurança das operações, mas também para reduzir os impactos ambientais e econômicos decorrentes da atual estrutura logística do setor.

REFERÊNCIAS

ANTT (2004). Agência Nacional de Transporte Terrestre. Resolução no 420, aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Brasília, DF

DE MOURA, R. A.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, M. B. 2023. Neurociência para leigos: o papel do hipocampo no aprendizado e na memorização consolidada. ODS n. 04. 2023. XII CICTED: Congresso Intern. Ciência, Tecn. e Desenvolvimento. Unitau/ SP. DOI:[10.29327/xiicited23.734223](https://doi.org/10.29327/xiicited23.734223)

FERNANDES, E. Transporte de combustível: entenda as normas de segurança. Disponível em: <https://buonny.com.br/blog/transporte-de-combustivel/>. Acesso em: 1 nov. 2024.

FLEURY, P. F., FIGUEIREDO, K., WANKE, P. (org.). Logística Empresarial: As Perspectivas Brasileiras. Coleção COPPEAD de Administração. São Paulo: Atlas, 2000.

GAERTNER, J. V. C. 2023. Desafios do transporte de combustível no brasil. [s.l.] Pontifícia Universidade Católica de Goiás escola de Direito, Negócios e Administração.

IBAMA. 2023. Disponível em: <https://dadosabertos.ibama.gov.br/>. Acesso em: 10 set. 2024.

MOURA, R. A.; ANJOS, G. F. C.; MONTEIRO, M. C.; GOUSSAIN, B. G. C. S. 2024. Delineamento de experimentos (DoE) e neuroergonomia aplicados em processos fabris. Revista Sodebras. Vol. 19. n° 221, pp 31-36. 2024. ISSN 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/stz4kf04>

OLIVEIRA, M. R. DE, MOURA, R. A. DE., & SILVA, M. B. (2023). Priming memory and its important role in learning and in the social and professional behavior of individuals. Revista Concilium, 23(21), 1–10. <https://doi.org/10.53660/CLM-2382-23S10>

RAMOS, F. B. Metodologia para escolha de alternativas de rotas para o transporte de materiais perigosos. 1997. 99 f. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

SENATRAN. Frota de Veículos. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2023>. Acesso em: 1 out. 2024.

TEIXEIRA, M. S. 2005. Relatório de atendimento a acidentes ambientais no transporte rodoviário de produtos perigosos: 1983 a 2004. Série Relatórios, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, CETESB, São Paulo, 2005, 41p.

TOTVS. 2023. Transporte de combustível: como planejar de forma segura sem perder a eficiência. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-logistica/transporte-de-combustivel/>. Acesso em: 6 out. 2024.

VIANNA, Geraldo. O mito do rodoviarismo brasileiro. São Paulo: NTC & Logística, 2007. De Andrade Baptista, A. A. De M. J. A. Trade-Off dos Modais de Transporte no Brasil: Desafios e Soluções. ENGATEC em Revista, v. 1, n. 6, p. 10, 2024.

“O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade dos Autores.”