

TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS: VANTAGENS E DESVANTAGENS NO USO DE COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS

Ivan José de Souza (tsouzalda@outlook.com) Fabiane Cristina Brand
(Fabiane.brand@bento.ifrs.edu.br)

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul -
Campus Bento Gonçalves/RS

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo estudar, comparativamente, o uso do gás metano (GNV) e da energia elétrica como fontes alternativas ao uso do diesel em veículos do modal rodoviário. O estudo visa apresentar melhores alternativas a partir de análises feitas em sites e estudos publicados. O Transporte Rodoviário de Cargas visa levar mercadorias e informações, com o menor tempo possível, transportando-as com a garantia de entrega certa, no lugar certo e com o menor custo possível. A substituição para combustível mais apropriado nessa área vem sendo apontada como alternativa para reduzir problemas ambientais. Para estudar esse tema, a pesquisa proposta tem natureza qualitativa, a partir de uma Revisão da Literatura que visa auxiliar a compreender o uso de combustíveis alternativos no transporte rodoviário de cargas, assim como apresentar uma pesquisa sobre fontes de energias renováveis nesse modal de transporte. O estudo analisou alguns benefícios que isso pode gerar para as transportadoras e comunidade com relação ao tema em questão. Desse modo, dentre os resultados, observou-se, no caso de uso de combustíveis alternativos, a significativa contribuição na redução de CO₂ além de melhor sustentabilidade e competitividade para o modal de transporte rodoviário de cargas.

Palavras-chave: Combustíveis no Modal Rodoviário. Fontes Alternativas de Combustíveis; Sustentabilidade.

1 Introdução

O transporte rodoviário de cargas cumpre um papel importante na cadeia de suprimentos, pois é o responsável por movimentar mercadorias e informações de um lugar para o outro, atendendo as demandas e necessidades dos clientes e empresas. Esse modal se caracteriza pelo transporte através de estradas e rodovias, podendo transportar todo tipo de produto, desde matérias-primas, produtos semiacabados e acabados. O transporte é parte da Logística e, quando essa é bem aplicada dentro de uma organização, ajuda a reduzir custos operacionais, minimiza desperdícios materiais, diminui os custos e acelera os processos de entrega das mercadorias (DIAS, 2016).

Para Ballou (2006), logística é entendida como o processo de planejamento, implantação, controle do fluxo dos produtos e informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumidor final, com o propósito de atender às exigências dos clientes com o melhor custo possível. O transporte de cargas é um dos pilares da economia brasileira. Em geral, ele é composto pelo relacionamento entre os modais de transporte, o meio transportador e os terminais de carga. Esse modal tem uma relevante importância para o deslocamento dos produtos aos clientes finais, podendo alcançar a marca de 64% dos custos logísticos e o dobro do lucro de cada mercadoria em algumas situações (PROTEAUTO, 2018).

As empresas do ramo de transporte estão cada vez mais preocupadas com as mudanças e evolução do mercado. Assim, buscam ter um olhar para um futuro mais sustentável, com menos poluição e mais agilidade na busca por um transporte mais competitivo e com alto nível de entrega de seus serviços nas operações aos clientes e parceiros. Portanto, se torna cada vez mais necessário a busca por novas tecnologias, alternativas e fontes de energia mais limpas, renováveis e sustentáveis para o transporte rodoviário de cargas (SCANIA, 2021).

Segundo Christopher Podgorski (2021), Presidente e CEO da Scania, fabricante de caminhões, aponta que essa empresa, por exemplo, está

empenhada em promover soluções tecnológicas, buscando atender as necessidades de clientes e parceiros, em busca de transformação sustentável do setor de transportes, com aumento na eficiência e desempenho dos veículos tornando os combustíveis alternativos ao diesel como um novo normal, considerando, assim, seus benefícios sociais, impactos ambientais, econômicos e financeiros (SCANIA, 2021).

A partir do descrito, o principal objetivo do estudo é identificar vantagens e desvantagens do uso do gás metano (GNV) e da energia elétrica como fontes alternativas ao uso do diesel. Para alcançar esse objetivo, são descritos os seguintes objetivos específicos: a) apontar a atual utilização dos combustíveis no Brasil; b) verificar a aplicabilidade dos combustíveis às empresas de transporte.

Como delimitação do estudo, observa-se que será analisado apenas o Transporte Rodoviário de Cargas, que é responsável por 60% do volume de mercadorias transportadas no Brasil, de acordo com a CNT (2021). Outra delimitação é que a pesquisa é voltada para o Transporte Rodoviário de Cargas e o uso de diesel e GNV. A realização desse estudo justifica-se pela importância do Transporte Rodoviário de Cargas, além da possibilidade de estudo de novas alternativas de uso de combustível para esse modal.

2 Referencial Bibliográfico

2.1 Transporte rodoviário de cargas no Brasil

O modal rodoviário de cargas é o mais expressivo quando se considera deslocamentos, agilidade, fácil manuseio de pequenas e grandes mercadorias de um ponto a outro. No Brasil, o transporte rodoviário de cargas atinge praticamente todos os pontos do território nacional. Com a implantação da indústria automobilística, na década de 1950, e a pavimentação de rodovias, esse modal se expandiu. Atualmente, domina o transporte de mercadorias em todo o território nacional (PORTOGENTE, 2016).

O Brasil tem se tornado cada vez mais dependente do modal rodoviário, uma vez que fatores como o baixo investimento nos demais modais de transportes deixam o rodoviário quase como a única opção. A cada ano, as organizações brasileiras se deparam com essa dependência, esperando que uma mudança ocorra e que haja a utilização em maior escala de modais mais baratos e eficazes (ALVARENGA, 2020).

O transporte rodoviário no Brasil enfrenta graves problemas com a baixa qualidade da infraestrutura nas estradas, pois apenas 12,4% da malha rodoviária é pavimentada. Mesmo com essa situação, a frota no país aumentou 63,6% no período de 2009 a 2017, chegando a quase 100 milhões de veículos em circulação nas estradas brasileiras (CNT, 2018). Além disso, as rodovias pavimentadas e de pista simples representam 92,7% e os principais trechos estaduais pavimentados no Brasil.

3 Referencial Bibliográfico

3.1 Transporte rodoviário de cargas no Brasil

O modal rodoviário de cargas é o mais expressivo quando se considera deslocamentos, agilidade, fácil manuseio de pequenas e grandes mercadorias de um ponto a outro. No Brasil, o transporte rodoviário de cargas atinge praticamente todos os pontos do território nacional. Com a implantação da indústria automobilística, na década de 1950, e a pavimentação de rodovias, esse modal se expandiu. Atualmente, domina o transporte de mercadorias em todo o território nacional (PORTOGENTE, 2016).

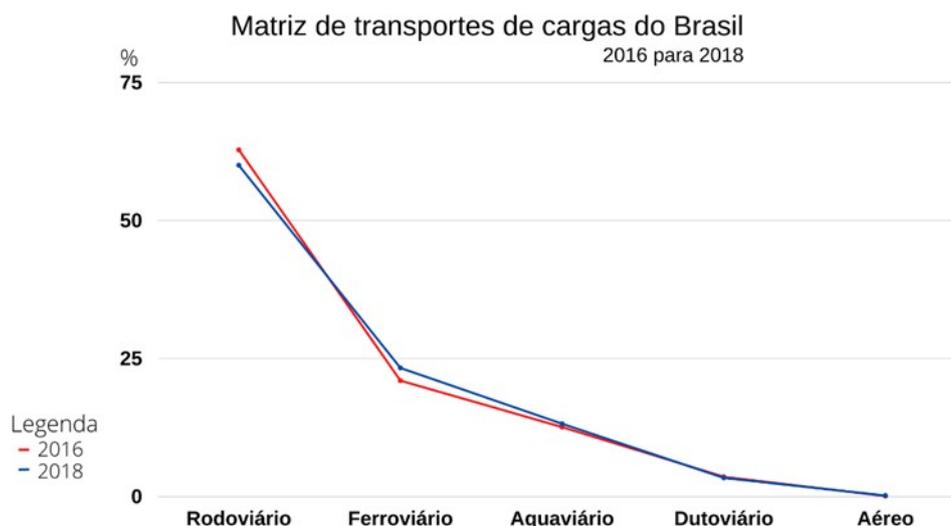
O Brasil tem se tornado cada vez mais dependente do modal rodoviário, uma vez que fatores como o baixo investimento nos demais modais de transportes deixam o rodoviário quase como a única opção. A cada ano, as organizações brasileiras se deparam com essa dependência, esperando que

uma mudança ocorra e que haja a utilização em maior escala de modais mais baratos e eficazes (ALVARENGA, 2020).

O transporte rodoviário no Brasil enfrenta graves problemas com a baixa qualidade da infraestrutura nas estradas, pois apenas 12,4% da malha rodoviária é pavimentada. Mesmo com essa situação, a frota no país aumentou 63,6% no período de 2009 a 2017, chegando a quase 100 milhões de veículos em circulação nas estradas brasileiras (CNT, 2018). Além disso, as rodovias pavimentadas e de pista simples representam 92,7% e os principais trechos estaduais pavimentados no Brasil, 61,8% apresentam algum tipo de problema sendo classificadas como regular ruim ou péssimo.

Na matriz de transportes apresentada pelo ILOS (2016) no Fórum Mundial de Supply Chain, observa-se que o Brasil conta, atualmente, com apenas 21% da produção utilizando as ferrovias nacionais, enquanto o transporte aquaviário movimenta em torno de 13% das cargas. Em contrapartida, é apontado que na China, por exemplo, mais de 50% da produção é escoada pelo modal hidroviário, enquanto que nos Estados Unidos cerca de 30% das cargas utilizam o modal ferroviário. Observa-se a necessidade de muito investimento a ser realizado no Brasil para melhorar a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional (ILOS, 2016). Apresenta-se, na Figura 1, a evolução da matriz de transportes de cargas do Brasil, de 2016 para 2018, em TKUs, segundo ILOS (2018).

Figura 1 – Comparativo da matriz de transportes 2016 e 2018.



Fonte: ILOS (2018, p.1).

Observa-se, na Figura 1, a dependência do Brasil em relação ao modal rodoviário de cargas, e que, ao longo dos anos, por falta de um plano de investimentos nos outros modais, o transporte rodoviário desponta com 60% de tudo o que se é movimentado no Brasil (ILOS,2020). Observa-se que o Brasil é um país dependente do modal rodoviário, o que é de conhecimento para muitos brasileiros, constituindo uma realidade histórica para os profissionais da Logística. Ano após ano observa-se esta dependência, com a perspectiva de mudança para que se possa utilizar em maior escala modais mais baratos e eficazes. Porém, tais medidas de investimentos nos outros modais necessitam de tempo para que se altere o panorama de movimentação de cargas (ILOS,2019).

Os índices da malha rodoviária do país são preocupantes, mostrando que se faz necessário o investimento em infraestrutura, conforme mostra a Tabela 1. Um dos reflexos dessa situação está no aumento do custo operacional do transporte devido às más condições do pavimento. Além disso, é preciso que o Brasil expanda o uso de outros modais para que as rodovias não fiquem sobrecarregadas (CNT, 2018). Atualmente, é normal um caminhão percorrer distâncias variadas no Brasil, desde curtas a longas distâncias. Mesmo com a dependência em relação ao modal rodoviário ser grande, apenas 11% da malha

nacional é pavimentada ou apresenta trechos com qualidade abaixo do razoável (CNT, 2010).

Tabela 1 – Malha Rodoviária – extensão em Km.

Tipo	Pavimentada	Não Pavimentada	Total
Federal	57.933	14.777	72.710
Estadual Transitória	17.049	7.277	24.326
Estadual	98.377	109.963	208.340
Municipal	22.735	1.281.965	1.304.70
Total	196.094	1.413.982	1.610.07

Fonte: www.biodieselbr.com.

Conforme a Tabela 1, a disponibilidade de rodovias pavimentadas no Brasil corresponde a 12,4% da malha rodoviária. Soma-se a este fato a baixa qualidade da infraestrutura existente, cujo estado de conservação é avaliado como péssimo, ruim ou deficiente em 78% de sua extensão, segundo o estudo da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2018). Do ponto de vista econômico, o mais vantajoso seria usar ferrovias ou via marítima para transportar as cargas em longas distâncias, deixando para o modal rodoviário, as viagens em trechos curtos (DIAS, 2016).

O transporte rodoviário também se caracteriza pelas suas amplas externalidades, isso se explica por ser um serviço horizontalizado que viabiliza os demais setores. Também é o responsável por completar a rota de destino de produtos que utilizam outros modais. Destaca-se que as cargas transportadas podem ser completas em sua totalidade ou fracionadas (CREMER, 2016).

Como vantagens do uso do modal rodoviário de cargas são possíveis de apontar: a) fácil manuseio de cargas menores e mais simples; b) maior competitividade em distâncias curtas e médias; c) alto grau de adaptação tanto para mercadorias quanto para o mercado; d) baixo investimento para o transportador; e) custos baixos de embalagens; e f) rapidez e eficácia nas entregas com grande cobertura geográfica podendo alcançar o cliente final em lugares remotos e com difícil acesso (DIAS, 2016).

Esse autor traz, também, desvantagens referentes a esse modal. Para Dias (2016), como desvantagens apontam-se: a) aumento nos preços com as longas distâncias percorridas do ponto de coleta ao ponto de entrega; b) espaço limitado para peso de mercadorias e cubagem nos caminhões, conforme a legislação em vigor; c) sujeito à circulação de trânsito, considerando-se leis de descanso para os motoristas; d) capacidade de tração é inferior aos outros transportes, o que aumenta os custos de frete; e) maior poluição com alto consumo de combustíveis; f) alto risco de acidentes nas rodovias; e g) risco maior de roubos e furtos de mercadorias (DIAS, 2016).

O modal rodoviário faz uma ligação fundamental entre a empresa e os clientes finais de produtos acabados. Para Razzolini (2012), a Logística sob o aspecto puramente econômico tem como foco a capacidade de disponibilizar cada bem ou serviço no momento e no lugar onde exista demanda por ele. Já para Ballou (2006), as vantagens do transporte rodoviário de cargas são o serviço porta a porta, sem necessidade de carga ou descarga entre origem e destino, além da entrega de mercadorias de forma rápida e, em geral, confiável. Como desvantagens, está a capacidade reduzida de carga em função de normas de segurança rodoviárias que limitam as dimensões e o peso dos fretes nesse modal (BALLOU, 2006).

3.2 Uso de combustíveis no Transporte Rodoviário de Cargas

O óleo diesel tem forte impacto entre os insumos que compõem a cadeia de custos do transporte rodoviário. Assim, lidar com o aumento do combustível, que é o principal insumo na área de transporte, é um dos desafios enfrentados pelos gestores que atuam no segmento do modal rodoviário de cargas. Sabe-se que o preço final do combustível fóssil é impactado por quatro elementos: a) o valor de mercado (influenciado pelo mercado internacional); b) o lucro de realização; c) a tributação federal e estadual; d) o preço da commodity (IONICS, 2018). Quanto ao preço do petróleo, observa-se que, apesar de ter sofrido uma pequena redução nos meses de janeiro a abril de 2021, no mercado internacional

o seu valor continua alto. Isso impacta no Brasil, devido ao câmbio desvalorizado (PETROBRAS, 2021).

O Transporte Rodoviário de Cargas é o setor que mais utiliza óleo diesel no Brasil, sendo assim responsável por 81,1% do consumo total desse combustível em 2020, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2021). Desse modo, observou-se que 96,5% da demanda do diesel consumido no período foi destinada para transportadoras que atuam no modal rodoviário. Nos últimos dez anos, o consumo final de energia no segmento transportes cresceu 22% no Brasil. Esse crescimento foi bastante superior aos demais segmentos e, desde 2018, o segmento de transportes tornou-se o maior consumidor de energia do país (32,7% em 2019), ultrapassando o segmento industrial (33,4% em 2019), que foi muito impactado pela crise econômica (CNT, 2021). O segmento de transporte acomoda, em média, 70% do total do consumo final energético de derivados do petróleo e gás natural no país, sendo o setor de transporte rodoviário responsável por mais de 90% do segmento. O óleo diesel evoluiu como combustível de maior participação relativa na matriz de combustível veicular, com participação média de 44% nos últimos 10 anos (ANP, 2020).

Quanto ao Gás Natural, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (IPEA, 2021), com a aprovação da Nova Lei do Gás e sua regulamentação foi possível verificar que esse mercado, no Brasil, passa por uma transição de modelo regulatório que busca aperfeiçoar as estruturas do setor. Isso visa a trazer mais isonomia e transparência, passando de um modelo verticalizado para um mais aberto, competitivo e com melhor liquidez. O relato da reportagem do IPEA (2021) aponta, também, que o processo de amadurecimento do mercado segue tendências mundiais, sendo consequência de uma série de eventos embasados na desverticalização e na diversificação de agentes. A comercialização de gás natural é avaliada como um tema importante na transição para um novo desenho do mercado deste combustível, com diversidade de agentes, tanto na oferta como na demanda (IPEA, 2021).

O Ministério de Minas e Energia fez um estudo sobre o biocombustível no país e observou que o Brasil tem um importante combustível renovável, o biogás,

que purificado leva ao biometano. O país, em 2020, apresentou 638 usinas de biogás em operação, com uma produção de cerca de cinco milhões de metros cúbicos por dia. A produção de biogás e biometano utilizam resíduos agroindustriais ou provenientes de aterros sanitários. O Brasil tem grande potencial para alcançar alguns cenários previstos, como o programa Plano Nacional de Energia (PNE 2050), que mostra a importância dos biocombustíveis para a descarbonização do setor de transportes (EPA, 2021).

No caso de combustíveis alternativos, experiências têm sido desenvolvidas com células de combustível, álcool, biodiesel, metano e gás natural. Em diferentes estágios de desenvolvimento dessas fontes renováveis, esses combustíveis apresentam potencial de avanços tecnológicos de desenvolvimento, tanto no curto quanto no longo prazo. Os biocombustíveis já estão sendo gradualmente introduzidos no mercado de transportes e tendem a ter sua participação elevada com o passar do tempo (IPEA, 2011).

4 Metodologia

A pesquisa pode ser definida como um processo de buscar informações (GIL, 2010). O estudo, em questão, aborda, especificamente, o transporte rodoviário de cargas e o uso de combustíveis nesse modal, visando analisar vantagens e desvantagens de alternativas mais benéficas se comparado ao combustível prioritário usado atualmente: o diesel. A abordagem metodológica da pesquisa tem natureza qualitativa e foi feita a partir de uma Revisão da Literatura. Para a condução da pesquisa, foram consultados materiais como artigos, sites e notícias relacionados ao uso de combustíveis no modal de transporte rodoviário.

A pesquisa qualitativa evidencia e examina dados verbais e visuais, além de permitir estabelecer novas questões de pesquisa, fazendo um levantamento de dados (SANTOS; CANDELARO, 2006). Para Marconi e Lakatos (2017), a abordagem qualitativa refere-se a uma pesquisa que tem como premissa, a

interpretação e compreensão de aspectos mais profundos, descrevendo análises de dados mais detalhadas sobre investigações, atividades e tendências.

Por sua vez, a Revisão da Literatura é a parte de um estudo, discussão e análise que considera a visão de outros autores sobre a pesquisa em questão (SANTOS; CANDELARO, 2006). A Revisão da Literatura para o estudo foi feita por meio de consulta a artigos e reportagens no Google Acadêmico e em sites, como: Petrobras, Tecnológica, Quatro Rodas, Volkswagen, Scania, Volvo, Mercedes Benz (concessionárias, fabricantes de caminhões e ônibus) e Tesla Motores.

Para a pesquisa, foram consultados materiais publicados no período entre 2015 a 2022. Em relação a essa consulta, foram utilizadas palavras-chave na busca nos sites e no Google Acadêmico: “veículo a gás”, “veículo elétrico” e “combustível no transporte rodoviário”. O material consultado foi apenas o publicado em Língua Portuguesa. O objetivo dessa busca foi obter informações sobre o tema estudado. Para a seleção dos materiais, foram lidos, no caso de artigos e estudos, inicialmente apenas pelo resumo, visando a uma triagem inicial para selecionar os materiais finais utilizados no estudo. Para as reportagens, essas foram lidas na íntegra. Depois de escolhidos os materiais, as informações consideradas relevantes foram organizadas em uma tabela do Excel, visando melhor organizar as informações coletadas. A partir dessa organização, foram apresentados os resultados quanto às vantagens e desvantagens da utilização de energias alternativas no transporte rodoviário de cargas.

A metodologia do estudo utilizou pesquisa qualitativa a partir de uma Revisão da Literatura, fundamentada em artigos, reportagens, relatórios e catálogos. A partir dessa pesquisa, apresenta-se um quadro comparativo das vantagens e desvantagens do uso de combustíveis alternativos ao diesel. Para o desenvolvimento deste estudo foram feitas pesquisas em estudos já realizados. Como critério de triagem dos artigos, partiu-se, primeiramente, da leitura dos resumos dos textos; segundo passo, os textos selecionados foram lidos para, então, se obter maior entendimento sobre o tema da pesquisa proposta. Foram encontrados 42 textos dentre eles: revistas, livros, artigos

acadêmicos, reportagens, sites e por fim depois da triagem partindo do seu resumo, foram aproveitados 23 textos para a realização desse apêndice.

5 Resultados

O transporte é essencial para a vida moderna, uma vez que impulsiona o crescimento econômico, permitindo que os países negociem mercadorias e as comunidades se conectem. Desse modo, observa-se que há necessidade de melhorar a eficiência de combustível e a qualidade do ar, reduzindo as emissões, tanto local, que causam a poluição do ar nas cidades, quanto o dióxido de carbono (CO₂), que contribui para a mudança climática global (SHELL, 2022). Por parte de empresários e instituições do setor de transporte, observa-se o esforço de orientar empresas para a importância de gerar a redução de custos no transporte, emissões de gases e segurança energética pela redução da dependência de combustíveis fósseis. Aponta-se, também, que um dos grandes desafios das empresas para o século XXI é serem sustentáveis e, de forma simultânea, ser eficientes na maneira como operam sua Logística (PLVB, 2018).

Os combustíveis renováveis foram apontados como uma importante fonte de energia. Dentre esses combustíveis renováveis, destaca-se o biogás, que purificado leva ao biometano. Esse combustível contribui para a preservação do meio ambiente e para o combate ao aquecimento global. Essa forma de combustível contribui para que o país venha a confirmar os cenários previstos de despoluição e emissão de gases mais abrangentes no longo prazo (PETROBRAS, 2020). O biometano apresenta-se como uma alternativa limpa para o transporte rodoviário de cargas, diminuindo a poluição e podendo levar à redução das mudanças climáticas. Além disso, possui diversidade de matérias-primas que podem ser utilizadas para a sua produção, reduz a dependência de demais fontes fósseis como o diesel e, no atual cenário, já dispõe de tecnologias veiculares existentes no mercado (CNT, 2022).

O gás GNV, como combustível para o transporte rodoviário de cargas, ainda tem seu uso limitado por alguns fatores. Poucos veículos com unidade de potência estão preparados para o uso do gás GNV. Além disso, não apresenta um plano de montagem em série que fique atrativo com baixos custos iniciais para apresentar um plano de vendas às transportadoras, em comparação aos

veículos já consolidados no mercado. Além de apresentar baixa capilaridade de distribuição em postos de combustíveis, ficando apenas em rotas específicas, com isso dificultando a expansão e a procura por veículos movidos a gás GNV. Apesar disso, as expectativas são grandes para o crescimento da oferta e demanda no mercado do gás aplicado como combustível para o transporte rodoviário de carga. Aponta-se que caminhões movidos a GNV tem um desempenho de emissões inferiores, porém seu custo inicial de compra fica maior, além da falta de infraestrutura de abastecimento, encontrada apenas em rotas específicas até o momento (BOSCHI, 2022).

Segundo a Associação Brasileira do Biogás, com base em toda a biomassa produzida no Brasil, na atualidade, cerca de 70% do diesel utilizado no transporte rodoviário de cargas poderia ser substituído pelo biometano, seja oriundo do agronegócio ou do tratamento de esgoto. Há montadoras, como a Scania, que já estão criando frotas movidas a biometano, visando criar competição no mercado, diminuindo a necessidade do diesel, como combustível para as frotas pesadas. (ABIOGÁS, 2021). O biometano, aplicado no transporte rodoviário de cargas, influencia positivamente na interiorização do consumo do diesel, ajudando no desenvolvimento do mercado interno, tornando-o mais competitivo. Como consequência, há uma redução nos preços e atração de investimentos para o setor. Além disso, existem benefícios ambientais, pois, ao utilizar o biometano como combustível, é possível diminuir em até 90% da emissão de CO₂ (GNPW, 2020).

A primeira impressão passada pelo caminhão movido a gás natural é o baixo nível de ruído apresentado, bem como o cheiro no ar, ou melhor, a sua ausência. Após ser processado no sistema de escapamento, o gás torna-se praticamente inodoro. O gás GNV vem se tornando uma importante fonte alternativa para substituir o diesel no setor de transportes; a sua representatividade fica em torno de 46,08% do custo de operação em um caminhão relacionado a esse combustível. Na situação atual, as transportadoras buscam por fontes renováveis de energia e tecnologias que causem menores impactos ao ambiente. Tal situação tem sido notada ao bem-estar da sociedade e das gerações futuras e à sobrevivência das espécies que habitam o planeta

Terra, visando atender às necessidades e às atividades sociais e econômicas com menores impactos ambientais e custos logísticos (PEREIRA, 2021).

A Revista Transporte Mundial trouxe uma reportagem em que um transportador relata o empenho da sua empresa na busca por medidas para mitigar os impactos de emissões, aumentar a sua eficiência na operação de transporte visando clientes que priorizam o uso de combustíveis renováveis no transporte, a otimização logística e a redução na emissão de gases do efeito estufa. Aponta-se, ainda, que o Brasil, hoje, tem potencial para ser o maior produtor de biometano do mundo com potencial para substituir 45% do uso do diesel, com redução das emissões de em cerca de 100% até o ano de 2035 (TRANSPORTE MUNDIAL, 2022).

O Biometano trata-se de um combustível derivado do Biogás, qual é extraído após um processo de purificação resultando em um produto com mais de 90% de metano em sua composição, se assemelhando ao gás natural. Por isso, as aplicações desse combustível fóssil podem ser substituídas pelo biometano, além de ser usado como combustível em substituição à gasolina e ao diesel em veículos leves e pesados (ECOGENBRASIL, 2022).

Mais do que ajudar na redução da contaminação ambiental gerada pela emissão de CO₂ os caminhões a gás vêm se destacando por serem capazes de proporcionar significativa vantagem econômica para as empresas de transporte rodoviário de cargas. Esse é um ponto importante de todo o processo de substituição dos combustíveis fósseis, visto que é uma vantagem para estimular os gestores de transportadoras no momento de troca de uma tecnologia já estabelecida, como o caso do diesel (SCANIA, 2020). A expectativa de quem já aderiu a essa tecnologia é alcançar cerca de 30% em economia com combustível, além de diminuição nos impactos ambientais, o que pode chegar a 90% de redução na emissão dos gases. Uma das dificuldades para a utilização desses veículos, no Brasil, está na oferta reduzida de GNV, além da necessidade de unir esforços públicos e privados visando tirar do papel um plano de expansão dos combustíveis renováveis para o setor de transporte (Diário do Transporte, 2016).

Outro ponto é que o tema da sustentabilidade está saindo, aos poucos, da teoria para a prática dentro das organizações. Algumas empresas multinacionais e nacionais buscam firmar o compromisso em reduzir a emissão de CO₂ de suas cadeias logísticas, como no caso do caminhão movido a gás GNV. Desse modo, as transportadoras podem oferecer um serviço diferenciado no atendimento aos seus clientes (JORNAL ESTADÃO, 2020). O uso de combustíveis alternativos se faz necessário, pois o setor de transportes é uma das principais fontes de emissão de CO₂ no meio ambiente, causada pelo uso de combustíveis fósseis, o que leva à necessidade de fabricantes de veículos em desenvolver soluções para um transporte sustentável, que visa minimizar essas emissões.

Nesse sentido, essas empresas vêm trabalhando em questões de sustentabilidade e de rentabilidade. Por exemplo, caminhões da fabricante Scania movidos a gás GNV buscam o equilíbrio entre economia e desempenho dos motores a diesel com baixo nível de emissão de CO₂. Essa empresa, em complemento, visa entregar soluções limpas e rentáveis para o cliente. Com base em informações dessa empresa, apresenta-se o Quadro 1, com uma comparação entre vantagens e desvantagens entre dois modelos de veículos movidos a diesel e gás metano (SCANIA, 2020).

Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Diminuição do barulho e ruídos	Trincamento do cabeçote
Praticidade	Cabos de velas desgastam mais rápidos
Eficiência	Cai para até cerca de 30.000 quilômetros ou metade da sua vida útil.
Desempenho	Repor peças mais frequentemente
Mais sustentável	Travamento de válvulas
Promove economia de combustível	Alto custo do veículo
Reduz emissões de CO ₂	
Custo inferior aos demais combustíveis	

Fonte: Scania do Brasil, São Bernardo do Campo/SP, 2021.

A tendência é que os caminhões movidos a gás GNV apareçam cada vez mais nas rodovias brasileiras, a partir segunda década dos anos 2000. Para as montadoras de caminhões que já estão produzindo esses veículos, há um otimismo quanto à oferta de caminhões movidos a gás GNV para o mercado, uma vez que este produto entrega sustentabilidade para o transporte rodoviário de cargas, além de aumentar a rentabilidade e eficiência junto aos clientes (AUTOMOTIVEBUSINESS, 2020).

No caso de veículos movidos à eletricidade, a revista Quatro Rodas apresentou como desvantagens, o custo inicial muito alto devido ao baixo volume de produção dos veículos, que têm uma vida útil entre 8 a 10 anos e baixo alcance de autonomia. Além disso, observa-se que os preços dos veículos elétricos variam entre 650 e 800 mil reais, por um veículo de médio porte com capacidade de até 10.700 kg. Esses veículos elétricos têm foco de mercado nas empresas que realizam pequenas entregas e atuam em grandes centros urbanos. Como vantagem, a montadora Volkswagen Caminhões e Ônibus aponta que esse alto investimento se paga em cinco anos, com sua economia de combustível e, também, pelos custos reduzidos de manutenção desses veículos (QUATRO RODAS, 2021).

O transporte elétrico não gera emissões de escapamento por não utilizar combustíveis fósseis, sendo essa uma de suas vantagens. Além disso, observa-se diminuição de ruído e redução de emissão de carbono na atmosfera, se comparado a um veículo a combustão. Os veículos elétricos são mais tecnológicos e sustentáveis, gerando menos poluição ao meio ambiente, além de contribuir com a redução de emissões de gases do efeito estufa na atmosfera (ANBEV, 2021).

A montadora JAC Motors traz como vantagens em seus caminhões de pequeno porte 100% elétrico: baixo custo de abastecimento, alto nível de sustentabilidade. Eles são vistos como veículos que não geram poluição sonora, zero emissão de poluentes, baixo custo por quilômetro rodado, além de menor custo de manutenção. Em complemento, esses veículos elétricos não necessitam do uso de óleo para evitar seu superaquecimento. Como desvantagens, a montadora destaca o preço maior em relação ao modelo

convencional, além de escassos pontos de recarga. Nesse sentido, se faz necessário calcular quanto será gasto com energia. Outro ponto é que não são recomendados para longas viagens, apenas para circular em centros urbanos, em trajetos curtos, devido a sua baixa autonomia, e sendo recomendado para pequenas entregas de mercadorias (JAC Motors, 2019).

Os caminhões elétricos têm ganhado destaque para as operações de transporte urbano de carga. A aplicação atual é para operações logísticas curtas, de cargas leves em grandes centros. Um ganho é o impacto na qualidade do ar, portanto, um meio para reduzir problemas em centros urbanos está na substituição do diesel pela eletricidade, com a utilização de caminhões elétricos leves, especialmente aqueles pertencentes a grandes frotas coordenadas e serviços de logística (DALLEPIANE, 2021). Esses veículos apresentam um alto valor de compra em comparação com veículos a diesel, principalmente impulsionados pelos custos de pesquisa e desenvolvimento e de componentes, como baterias. Porém, a economia de combustível pelo abastecimento por eletricidade pode compensar o aumento do custo inicial. Para o transporte rodoviário de carga, têm ganhado destaque as vans elétricas e os caminhões elétricos de pequeno porte para entregas de pequenas mercadorias em grandes centros urbanos. Principalmente ligado ao crescimento e evolução do setor de varejo com o aumento exponencial das compras online, entregas essas feitas de maneira eficiente, econômica, rápida e produtiva (DALLEPIANE, 2021). O Quadro 2 mostra o preço médio praticado nos anos 2021 e 2022 para os veículos da marca Volkswagen (VW) Delivery 9.170, para entrega em centros urbanos com capacidade de carga de até 10.500 toneladas, tanto para o modelo a diesel como elétrico, considerando valores da Tabela Fipe.

Quadro 2 – Comparativo Diesel e Elétrico.

Diesel		Elétrico	
Modelo	vw delivery 9.170	Modelo	vw delivery 9.170
Preço	R\$ 334.512,00	Preço	R\$ 750.000,00

Adaptado da Fonte: Tabelafipebrasil, 2021,2022.

Como desvantagens no uso de combustíveis alternativos no transporte rodoviário de cargas, a Confederação Nacional do Transporte apontou a necessidade de altos investimentos em veículos, em instalações de purificação e condicionamento dos combustíveis fósseis, os quais têm maior predominância no mercado atual.

Além disso, observa-se um mercado quase que totalmente dominado pelos combustíveis líquidos, derivados do petróleo (CNT, 2020). O Quadro 3 mostra o preço médio praticado na venda de caminhões pesados, para estrada, de até 30 toneladas de um fabricante de caminhões, sendo um movido a Diesel e outro a Gás GNV. Consideram-se veículos fabricados e vendidos entre os anos de 2019 e 2020, para fins comparativos.

Quadro 3 – Preço médio praticado nos anos 2019 / 2020.

Diesel		Gás GNV	
Modelo	R 410 - 4X2	Modelo	R 410 - 4x2
Preço	499 R\$	Preço	650 R\$

Adaptado da Fonte: Tabelafipebrasil 2019,2020.

A partir do apresentado anteriormente, descreve-se no Quadro 4, um resumo de vantagens e desvantagens no uso de combustíveis renováveis no transporte rodoviário de cargas no Brasil.

Quadro 4 - Comparativo entre os Combustível renovável Biometano, Gás GNV e Elétrico.

Combustível renovável	Vantagens	Desvantagens
Biometano	<ul style="list-style-type: none"> - Limpo - Reduz custos - Vantagens competitivas - Redução de emissões - Bom desempenho - Praticidade - Mais Sustentabilidade - Economia de Combustível - Custo Menor que Outros Combustíveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta tecnologia - Falta de postos - Altos Investimentos - Pouca produção de veículos - Manutenção é alta - O valor do veículo é alto. - Trincamento de Válvulas - Repor peças mais frequentemente - Trincamento de cabeçote.
Gás GNV	<ul style="list-style-type: none"> - Limpo - Reduz custos - Vantagens competitivas - Redução de emissões - Bom desempenho - Sustentabilidade - Economia de combustíveis - Praticidade - Custo Menor que outros combustíveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Trancamento de válvulas - Desgaste de peças mais rápido - Valor alto para compra do veículo - Manutenção alta - Pouca produção - Falta de postos de abastecimento - Tecnologia ainda baixa
Elétrico	<ul style="list-style-type: none"> - Zero poluente - Eficiente em grandes centros urbanos - Pequenas entregas - Economia de 70% com relação ao Diesel - Baixa manutenção - Veículo sustentável - Zero poluição sonora - Não necessitam do uso de óleo 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto custo de compra do veículo - Vida útil entre 8 a 15 anos de uso - Baixa autonomia ainda - Veículo para percorrer distâncias curtas - Os pontos de recarga também devem ser levados em conta - Além de ser bem escasso, deve-se calcular quanto será gasto com energia.

Fonte - www.jacmotors.com.br, Veículos Elétricos, 2019

Fonte - www.shell.com.br, Energia e Inovação, 2022.

Fonte - Transporte mundial, Scania Gás para Reduzir Emissões de Poluentes, 2022.

Fonte - Scania.com.br, Caminhões Scania Movidos a Gás, 2021.

Fonte - www.4rodas.com.br, Novo Elétrico Nacional, 2021.

Fonte - Diário Transporte.com.br, Transporte Rodoviário, 2022.

Fonte - www.gnpw.com.br, Energia-Biogás, 2022.

6 Considerações finais

O estudo proposto teve por finalidade apontar vantagens e desvantagens da utilização do uso de fontes alternativas de energias renováveis no transporte rodoviário de cargas. Através de pesquisas e de estudos já realizados em artigos e sites observaram-se algumas vantagens relacionadas ao uso dos combustíveis renováveis, ganhos como despoluição do ar, com menos emissões de CO₂, um transporte mais sustentável, sem perder produção e competitividade nos resultados finais da operação logística. Além disso, observaram-se desvantagens como, por exemplo, altos custos iniciais para se adquirir esses veículos, devido à falta de uma linha de produção mais eficiente, tecnologia ainda baixa e falta de rede de postos de abastecimento. Além disso, observaram-se desvantagens como, por exemplo, altos custos iniciais para se adquirir esses veículos, devido à falta de uma linha de produção mais eficiente, tecnologia ainda baixa e falta de rede de postos de abastecimento.

Considerando a importância do transporte rodoviário de cargas na matriz de transporte brasileira (abrange cerca de 60% das cargas movimentadas e transportadas no país), o estudo proposto teve como objetivo contribuir com uma síntese sobre o uso de combustíveis alternativos. Foi observado que os combustíveis alternativos apresentam vantagens ambientais, como melhoria do ar e menor poluição do ar, assim como reduzida poluição sonora. Esses foram alguns aspectos que apontam a importância do uso, nos veículos de carga, de

fontes renováveis de energia, visando uma operação de transporte mais sustentável, sem perder sua importância na cadeia logística.

Como limitações do estudo, verificou-se, no decorrer da pesquisa, que muitos textos, reportagens, livros e artigos estavam voltados para o desenvolvimento e testes no transporte urbano de passageiros, em grandes centros. Por parte dos veículos elétricos, os estudos ficaram mais voltados para carros de passeio e caminhões de pequeno porte, evidenciando a dificuldade em encontrar materiais para estudo específico sobre esse tema. O que se verificou, também, foram muitas expectativas em relação à maior aplicação de energias renováveis no transporte rodoviário de cargas.

Referências

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - Dados Estatísticos. Disponível em www.anp.gov.br-dados-estatisticos. Acesso em: 08 de Dezembro de 2021.

Anuário CNT do Transporte – 2018 – Malha Rodoviária Brasileira Pavimentada- Disponível em www.cnte.org.br. Acesso em 06 de Dezembro de 2021.

Abiogas.org.br, Programa Nacional do Biogás e Biometano- Outubro de 2021 < Acesso em: 15 Junho 2022.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. Porto Alegre, 2006.

BRASIL, Energia Minerais e Combustíveis, Regulamentação da nova Lei do Gás. Disponível em: www.gov.br, 2021. Acesso em: 15 de Junho de 2021.

BRASIL. Emissões Relativas de Poluentes do Transporte. Disponível em: www.lpea.gov.br, 2011. Acesso em: 27 de Junho de 2021.

BRASIL. Emissões Relativas de Poluentes do Transporte Rodoviário de Carga. Disponível em: www.lpea.gov.br, 2021. Acesso em: 27 de Junho de 2021

BOSCHI, Gregori. Rotas tecnológicas para eficiência energética e descarbonização na cadeia de valor do setor de transporte rodoviário de carga no Brasil – Dissertação de Mestrado. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2022. Acesso em: 10 de Julho de 2022.

CASTIGLIONI, José Antônio de Mattos. Transporte e Distribuição. São Paulo, 2014.

CNT – Confederação Nacional dos Transportes – Pesquisa Rodovias, www.cnte.org.br. Acesso em: 08 de Dezembro de 2021.

CNT - Confederação Nacional dos Transportes - Fórum Mundial de Supply Chain, Plano Transporte, Terminais de Carga no Brasil. 2021. Disponível em: www.cnt.org.br Acesso em: 11 de Julho de 2021.

CNT - Confederação Nacional dos Transportes - Infraestruturas dos Transportes no Brasil.2010, Disponível em: www.cnt.org.br Acesso em: 4 de Julho de 2021

CNT, Eletromobilidade, uma das Soluções para Alcançar a Neutralidade de Carbono, 29/03/2022 < Acesso em: 14 Junho 2022.

Cremer – Destaques Análise do Transportes no Brasil. Disponível em biodieselbr.com, 2016. Acesso em: 09 de Novembro de 2021.

DIAS, Marco Aurélio, Logística e Infraestrutura: Armazenagem, Operador Logístico. São Paulo: Atlas, 2016.

DALLEPIANE, Patrícia Gomes. Análise do Impacto Logístico no Setor de Transporte de cargas, Caminhões Elétricos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2021 < Acesso em: 12 de Julho de 2022.

Diário Transporte.com.br, Transporte Setor que Tem Maior Potencial de Redução de Consumo de Energia no Brasil, 14/09/2016 Acesso em: 27 de Janeiro 2022.

Estradao.com.br/caminhões, Scania GNV Desperta Transportadores, 24 de junho, 2020 Acesso em: 07 Abril 2022.

Ecogenbrasil.com.br. A Expectativas na Produção de Biogás e Biometano em 2022<Acesso em: 07 de Abril 2022.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa, São Paulo: Atlas, 2010.

ILOS. Transporte Rodoviário de Cargas,2021. Disponível em www.ilos.com.br. Acesso em: 18 de Julho de 2021.

ILOS. Transporte de Cargas e a Encruzilhada do Brasil para o Futuro, 2016.Disponível em www.ilos.com.br Acesso em: 22 de julho de 2021.

ILOS. Matriz de Transportes do Brasil. 2016.Disponível em www.ilos.com.br Acesso em: 03 de Julho de 2021.

Ionics.com.br, Cadeia de Distribuição, 2018.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Abril de 2021, Emissões Relativas de Poluição no Transporte<Acesso em: 18 de Junho de 2021.

Lakatus, Eva Maria. Metodologia Científica. 7ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017.

Logística do Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil. Disponível em: Blog.proteautobrasil.com.br, 2018. Acesso em: 21 de Julho de 2021.

PLVD.org.br, Programa de Logística Verde Brasil, Mobilidade Manual de Boas Práticas de Transporte < 29 de junho de 2018, Acesso em: 07 Abril 2022.

PODGORSKI, C. Fórum de Ações que fortalecem o uso do Gás Natural Veicular para o futuro do Biometano. São Paulo, 18 de maio de 2021. Disponível em: www.scania.com.br. Acesso em: 28 de Julho de 2022.

PEREIRA, Aloizio. Repositório Universitário da Anima< A Implementação do Gás Natural Veicular (GNV) em Veículos Pesados< 29 Novembro 2021< Acesso em: 10 de Julho de 2022.

RAZZOLINI FILHO, Edelvino. Transporte e Modais com Suporte de TI e SI. São Paulo: Editora Intersaberes, 2012.

[SITE Portogente.com.br](http://SITE.Portogente.com.br). Acesso em: 27 de Junho 2021 [SITE Petrobras.com.br](http://SITE.Petrobras.com.br). Acesso em: 4 de Julho de 2021.

SANTOS, V. D. CANDELORO, R. J. Trabalhos Acadêmicos: Uma Orientação Para a Pesquisa e Normas Técnicas. Porto Alegre, 2006.

Scania.com.br, Caminhões Scania Movidos a Gás, Scania do Brasil 2021, São Bernardo do Campo/SP Acesso em: 07 Maio 2022.

www.ilos.com.br, Panorama do Transporte, Evolução da Matriz de Transporte de Cargas do Brasil, de 2016 para 2018, em TKUs, Acesso em: 14 de Janeiro de 2022.

Transporte mundial, Scania Gás para Reduzir Emissões de Poluentes< Fevereiro de 2022< Acesso em: 18 de junho de 2022.

www.Automotivebusiness.com.br, Scania Eleva Apostas no Gás para Veículos Pesados no Brasil, 2020, Acesso em: 30 de Janeiro 2022.

www.Tabelafipebrasil.com/caminhões, Scania R-410 / 4X2-2P, Diesel Modelo Euro 5, 2019, 2020 Acesso em: 02 de Fevereiro 2022.

www.gnpw.com.br, Energia-Biogás Como essa Fonte é Importante para Logística e Transporte< Outubro 2020 - Acesso em: 15 Junho 2022.

www.4rodas.com.br, Novo Elétrico Nacional VW, atualizado em 13 junho 2021, Publicado em 15 junho 2021 < Acesso em: 14 Junho 2022.

www.shell.com.br, Energia e Inovação, O Futuro do Transporte< Janeiro 2022 < Acesso em: 18 de junho de 2022.

www.jacmotors.com.br< Veículos Elétricos, Dezembro de 2019< Acesso em: 28 de Junho de 2022.

www.tabelafipebrasil.com < Caminhões Volkswagen Modelo 9-170 Delivery, 2021/2022, Fevereiro de 2022 < Acesso em: 28 de Junho de 2022.

www.epe.gov.br, Matriz Energética e Elétrica,2021< Acesso em 02 de março de 2022.