

ASPECTOS E FERRAMENTAS PARA A SUSTENTABILIDADE NO SETOR DE TRANSPORTE DE CARGAS DO MODAL RODOVIÁRIO: UMA ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

Frederico Resende Alves

Universidade Federal de São Carlos
fred.ralves@hotmail.com

Débora Zumkeller Sabonaro

Universidade Federal de São Carlos
dzsabonaro@gmail.com

RESUMO

A gestão sustentável das empresas de transporte é um elemento central no projeto estratégico das organizações que aspiram alcançar a sustentabilidade. A sustentabilidade é uma expressão sociopolítica contínua que pode ser implementado em vários cenários para incorporar as estratégias dos atores econômicos e institucionais. Este trabalho analisa os aspectos ambientais e algumas ferramentas voltadas para a sustentabilidade que diversas transportadoras pelo mundo fazem uso. Foi realizado um levantamento bibliográfico nas plataformas Web of Science, Scopus, Periódicos Capes e International Journal of Sustainable Transportation, utilizando as palavras-chave economy, sustainability e freight transport company, obtendo um resultado final 16 de artigos. A crescente proporção de emissões atribuídas ao transporte rodoviário de carga ressalta a necessidade premente de implementar medidas adicionais voltadas para aumentar a sustentabilidade das empresas. Tais medidas serviriam para mitigar os desdobramentos ambientais gerados por essas entidades, ao mesmo tempo em que promoveriam o crescimento econômico, a geração de empregos e o impacto social positivo..

Palavras-chave: Transportadora. Aspectos ambientais. Ferramentas sustentáveis. Crescimento econômico. Impacto Social.

ASPECTS AND TOOLS FOR SUSTAINABILITY IN THE ROAD FREIGHT TRANSPORTATION SECTOR - A BIBLIOGRAPHIC ANALYSIS

ABSTRACT

The sustainable management of transport companies is a central element in the strategic project of organizations that aspire to achieve sustainability. Sustainability is a continuous socio-political expression that can be implemented in various scenarios to incorporate the strategies of economic and institutional actors. This paper analyzes the environmental aspects and some of the sustainability-oriented tools used by various companies around the world. A bibliographic survey was carried out on the Web of Science, Scopus, Periódicos Capes and International Journal of Sustainable Transportation platforms, using the keywords economy, sustainability and freight transport company, obtaining a final result of 16 articles. The growing proportion of emissions attributed to road freight transportation highlights the urgent need to implement additional measures aimed at increasing the sustainability of companies. Such measures would serve to

mitigate the environmental consequences generated by these entities, while at the same time promoting economic growth, job creation and a positive social impact.

Key words: Transport. Environmental aspects. Sustainable tools. Economic growth. Social impact.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um termo amplo que inclui aspectos de desenvolvimento econômico, sociedade, igualdade, educação, ética e formação técnica, além do meio ambiente (SANTOS et al., 2009). Baseado nisso, tem surgido um novo segmento amplamente já introduzido e explorado nas empresas, denominado de sustentabilidade empresarial, que é a prática de gerir os recursos produtivos de forma a proporcionar benefícios sociais, ambientais e econômicos (GUSE, et al., 2013).

Entre essas empresas, temos as transportadoras especializadas no transporte de mercadorias, que possuem um impacto ambiental significativo. O aumento do uso de veículos em 2004, acarretou num acréscimo de 13,1% das emissões de gases de efeito estufa (GEE), atribuíveis a automóveis, caminhões, ônibus, motocicletas etc. (EPA, 2010). Estes serviços têm um impacto significativo na composição do preço final dos produtos, despertando o interesse de companhias de todos os setores econômicos (SANTOS et al., 2009).

A gestão sustentável das empresas de transporte é um componente crucial no plano estratégico das companhias que buscam a sustentabilidade (NILSSON, STERNBERG, KLASS-WISSING, 2017). Com a promoção e

conservação da qualidade ambiental, a perspectiva de emprego para a população aumenta, pois a sustentabilidade é um processo sociopolítico contínuo que pode ser desenvolvido em cenários potenciais para integrar as táticas dos atores econômicos e institucionais (CUNHA, LOBATO, BARRETO, 2018).

As decisões administrativas podem influenciar no sucesso das estratégias ambientais em cada etapa da cadeia produtiva logística, visto que as atividades envolvem um vasto leque de decisões, como planejamento de rotas de transporte, movimentação de produtos devolvidos, de materiais, armazenagem, gestão de estoques, compras, atividades pós-venda e serviços logísticos ao cliente (BARBOZA, MOORI, MADEIRA, 2019).

Nos últimos anos, porém, com o aumento da responsabilidade ambiental nas atividades empresariais, as pesquisas em logística têm se expandido, principalmente no setor de transporte do modal rodoviário, que é considerado uma das maiores fontes de emissão de gases poluentes, respondendo por aproximadamente 8% dos gastos relacionados às emissões de CO₂ no mundo (MCKINNON, 2010; NILSSON et al., 2017).

A redução nas emissões de CO₂ pode amplificar a imagem das empresas, fomentando a participação e promoção da qualificação técnica

do transporte, melhorando seu funcionamento, tornando o setor mais sustentável. Quando fica claro que a sustentabilidade traz benefícios econômicos e preza pelas questões ambientais, como a redução na emissão de GEE, a transição para o ecodesenvolvimento torna-se um objetivo real a ser alcançado (CUNHA, LOBATO, BARRETO, 2018).

Assim, o objetivo deste artigo foi realizar uma análise bibliográfica de como as transportadoras do modal rodoviário tem adotado práticas sustentáveis dentro da empresa, as ferramentas utilizadas para alcançar seus planejamentos e os benefícios e dificuldades que enfrentam ao tornarem suas práticas ambientalmente corretas.

2. METODOLOGIA

Para a produção deste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico em quatro bases de dados, obtendo os seguintes resultados: Web of Science e Scopus, 10 artigos cada; Periódicos Capes, 19 artigos e International Journal of Sustainable Transportation, 11 artigos.

Entretanto, diversos trabalhos estavam duplicados, assim, obteve-se um total de 36 artigos diferentes. Destes trabalhos, 20 artigos foram descartados por, mesmo sendo resultado da busca, não condizerem com a proposta desta análise, tratando sobre outras temáticas ou sendo trabalhos de revisão de literatura.

Foram utilizadas as palavras-chave *economy*, *sustainability* e *freight transport company*. Apenas artigos entre 2013 e 2023

foram analisados, com aplicação dos filtros acesso aberto, revisado por pares e idioma inglês.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aspectos e Ferramentas para Sustentabilidade no Transporte Rodoviário de Cargas

A *crowd logistics* (CL) (logística de multidões em tradução literal) é uma modalidade em que a entrega do produto é realizada por uma pessoa e seu próprio meio de transporte, como bicicleta, moto, a pé, van etc. Trata-se de uma ideia de mercado que acopla oferta e demanda por serviços logísticos, com uma população externa e indefinida que tem capacidade livre em termos de tempo e/ou espaço, com participação voluntária do profissional e pagamento adequado (RAI et al., 2017).

Essa prática pode diminuir os impactos ambientais do transporte urbano, incluindo os movimentos de passageiros e cargas. Pode-se analisar o potencial de sustentabilidade geral dos projetos de CL, correlacionando suas características com as implicações econômicas, sociais e ambientais, ou seja, abrangendo os três pilares da sustentabilidade, os quais são influenciados por três fatores: engajamento de terceiros, motivação das pessoas e modo de transporte (RAI et al., 2017).

Projetos visando promover este tipo de modalidade devem ser desenvolvidos, tornando-a politicamente viável, descrevendo as características que devem estar presentes para sua execução e as possibilidades de financiamento, buscando sua otimização. O

modelo de negócios sustentáveis da CL melhora o atendimento ao cliente e a lucratividade geral, aumenta a economia na utilização de veículos de grande porte, diminuindo os impactos ambientais e promove a justiça social ao tornar o emprego flexível uma opção, e não um último recurso (RAI et al., 2017).

Na questão de avanços, a inclusão da tecnologia de combustível limpo tornou-se vital para a viabilidade de longo prazo do setor de transporte. Devido à sua autonomia aceitável e custos baixos, o gás natural liquefeito (GNL) surgiu como uma alternativa viável ao óleo diesel no transporte de cargas. Para sua adoção, as empresas de transporte precisam ser capazes de realizar uma avaliação integrada dos principais fatores ambientais, econômicos e de responsabilidade social (OSORIO-TEJADA, LLERA-SASTRESA, SCARPELLINI, 2017).

Os caminhos a GNL seriam preferíveis aos veículos movidos a outros tipos de combustíveis, se os tomadores de decisão dessem maior peso aos fatores sociais e ambientais, e o governo provesse garantias que os impostos sobre o gás natural fossem justos. A integração das partes interessadas permite que a escolha mais adequada seja feita de acordo com os objetivos da empresa, entretanto, também ocorre interesses sociopolíticos nesta tomada de decisão (OSORIO-TEJADA, LLERA-SASTRESA, SCARPELLINI, 2017).

Devido aos significativos impactos econômicos, ambientais e sociais das decisões sobre recursos energéticos, que exigem o uso de indicadores quantitativos e qualitativos para a seleção de alternativas que atendam às expectativas dos diversos stakeholders, a tomada

de decisão tem sido complexa. Essa consistência pode garantir a viabilidade da alternativa no ambiente dinâmico de longo prazo da indústria de combustíveis alternativos para transporte (OSORIO-TEJADA, LLERA-SASTRESA, SCARPELLINI, 2017).

Cristea et al. (2013) propôs uma correlação entre os dados do comércio, modalidades de transporte e emissões do transporte de cargas internacional, visando determinar a contribuição do modal rodoviário nas emissões de GEE. Dentre suas implicações políticas, temos a incorporação das emissões do transporte internacional nos planos de redução de carbono, apresentando questões substanciais de negociação e implementação. Essas emissões quando analisadas de forma isolada, são insignificantes, entretanto, quando avaliadas em conjunto com o comércio, torna-se responsável por mais de 75% das emissões do transporte de equipamentos eletrônicos, máquinas e produtos manufaturados (CRISTEA et al., 2013).

Diversos produtos e bens exportados, que são tidos como ambientalmente corretos, quando seu modal é adicionado na equação da análise de sua contribuição na poluição ambiental, percebe-se um aumento no acúmulo das emissões de poluentes, mas isso não quer dizer que o comércio, inevitavelmente, aumente as emissões de GEE. Se um país tem emissões de produção muito altas e transporte eficiente, importar itens de um produtor de baixa emissão pode ajudar a reduzir as taxas de gases poluentes (CRISTEA et al., 2013).

Como exemplo, para tornar o transporte mais sustentável, políticas e ações que uma empresa adota sobre os sistemas de acoplamento

devem ser consideradas. Acoplamentos fortes dominam na cadeia de suprimentos e na infraestrutura, mas dependem de acoplamentos fracos na camada de transporte e nas duas interfaces em sistemas fracamente conectados. O padrão de acoplamentos no sistema de transporte de carga pode elucidar uma série de resultados favoráveis, incluindo flexibilidade e eficiência energética (BROOWNE, DUBOIS, HULTHÉN, 2022).

No entanto, existem características negativas do fraco acoplamento do sistema que causam resistência à mudança e impedem a busca por maior sustentabilidade. Os acoplamentos encontrados e as características do sistema têm ramificações substanciais para estratégias que visam modificar o sistema de transporte de cargas de forma a resultar em uma diminuição considerável da dependência dos combustíveis fósseis, diminuindo os impactos ambientais e o consumo de recursos não renováveis (BROOWNE, DUBOIS, HULTHÉN, 2022).

Para que as reduções de GEE sejam alcançadas, é necessário monitorar as emissões comerciais do transporte de carga. As novas percepções econômicas do mercado têm levado a diminuição na densidade das cargas, promovendo menor desgaste do veículo e das estradas, gerando um menor consumo de recursos naturais. No entanto, as medições baseadas no peso das atividades de trânsito de carga (tonelada-quilômetro, toneladas levantadas) são inadequadas para representar cargas com volume limitado (HODEN et al., 2016).

Essas medições são mais adequadas para cargas com peso limitado e não refletem

adequadamente a quantidade de utilização espacial da capacidade disponível do veículo. De acordo com Hoden et al. (2016) é necessário criar metodologias de averiguação desta modalidade de transporte, com foco no peso da carga, visando maior exatidão na coleta de dados e informações e, assim, gerar resultados mais precisos, levando a decisões mais eficientes dos produtos e mercadorias que causam maior impacto ambiental durante seu transporte.

A pandemia, o esgotamento dos recursos naturais e o aumento dos índices de poluição, tem obrigado as transportadoras a buscarem soluções eficientes para estes problemas. Assim, parcerias para aprimorar as operações logísticas tem feito surgir um novo tipo de frota veicular, mais heterogênea em modelos, que transportam produtos diversos, utilizada pelas empresas parceiras de forma conjunta (GARGOURI et al., 2020).

Este novo modelo de transporte gera menor impacto ambiental e aumenta a lucratividade da empresa, pois tem-se maior quantidade de produtos sendo transportado por um único veículo, gerando menor poluição, diminuindo os gastos com manutenção e com espaços físicos para armazenamento de produtos e veículos, otimizando o trabalho, gerando parcerias, promovendo a sustentabilidade, e, conseqüentemente, melhorando a imagem da empresa.

As tecnologias emergentes de transporte possuem impacto favorável na redução das emissões de GEE, mas também resultam em perdas de lucro devido ao alto custo de aplicação, apesar de diminuir os custos operacionais do transporte com a economia de combustível.

Tanto a lucratividade do frete rodoviário quanto as emissões de GEE são altamente suscetíveis ao crescimento macroeconômico, uma vez que a expansão econômica aumenta a demanda de frete e as operações de transporte (GUO, CHEN, LIU, 2022).

Entre as diversas ferramentas que auxiliam na otimização das transportadoras, temos a Internet das Coisas (IoT), que utiliza dispositivos de identificação inteligente selecionados e configurados para construir o ambiente de detecção baseado em IoT entre veículos, tarefas e empresas e, conseqüentemente, informações em tempo real, precisas e de valor agregado dos recursos logísticos podem ser detectadas, coletadas e compartilhadas entre as empresas de logística em tempo hábil (LIU et al., 2019).

A IoT gera economia ao otimizar o uso da frota por meio da diminuição do consumo de combustível criando uma rota eficiente para o serviço logístico, diminuindo o número de veículos empregados. Assim, é possível traçar novas diretrizes e criar estratégias mais eficientes que irão aumentar a lucratividade da transportadora, mas também irá promover a sustentabilidade com a diminuição da emissão de carbono, estando em consonância com a tendência futura dos negócios logísticos (LIU et al., 2019).

Por meio da ferramenta Sistema de Informações Executivas (EIS), é possível melhorar a gestão e alocação de recursos para realizar sua integração, gerenciamento e divisão. Os serviços de navegação e otimização de rotas com informações em tempo real, bem como serviços de carregamento de tarefas, serão

projetados para aumentar a eficácia logística e as taxas de utilização dos caminhões, bem como evitar erros de carga/descarga, promovendo a sustentabilidade da transportadora (LIU et al., 2019).

Outra ferramenta utilizada por algumas transportadoras são os centros de distribuição urbana (CDU), localizados em zonas estratégicas das cidades que facilitam o transporte de cargas, melhora o fluxo dos veículos, reduz o tempo de entrega das mercadorias, diminui o consumo de combustível etc. O uso de um CDU possui como possíveis vantagens ambientais uma redução de 65% nos quilômetros percorridos por caminhões na cidade e diminuição em 70% nas emissões de gases poluentes (HEESWIJK, LARSEN, LARSEN, 2019).

As opções de transporte são cruciais não apenas para o sucesso da cadeia de suprimentos de uma empresa, mas também para alcançar reduções substanciais nas emissões de carbono. O CarbonRoadMap é uma ferramenta de suporte para tomada de decisão que auxilia nisso. Com informações retiradas da internet, é realizado cálculos que exhibe como resultado os melhores locais para os veículos rodarem, permitindo as empresas decidirem quais as melhores rotas de entrega (LAURENT et al., 2020).

3.2 Análise da Sustentabilidades em Transportadoras Pelo Mundo

Na previsão do estudo de Cristea et al. (2013) para os padrões esperados de crescimento do comércio internacional mostram que as emissões oriundas do transporte se tornarão cada vez mais importantes, aumentando duas vezes

mais rápido do que aquelas relacionadas as oriundas do comércio e produtos, consequência do crescimento do PIB na Índia e China. Devido a sua distância da maioria dos países, com o aumento das exportações, ocorre maior uso com diferentes meios de transporte e, conseqüentemente, aumenta a emissão de gases poluentes.

Na França, estudos que avaliam empresas de transporte de pequeno e médio porte que realizam práticas ambientalmente corretas ainda são restritos e escassos, entretanto, algumas informações mostram que são aplicadas técnicas sustentáveis e uma abordagem proativa para minimizar suas emissões de CO₂ com a redução no uso de combustíveis, sendo compelida por questões econômicas, mas também porque iniciativas voluntárias são mais atrativas para empresas realizarem do que as obrigatórias (TOURATIER-MULLER, MACHAT, JAUSSAUD, 2019).

A maior parte das transportadoras da África do Sul não divulgam todas suas ações de sustentabilidade, com a maioria focada em ações ambientalmente corretas voltada para o meio ambiente, deixando de lado a parte social e econômica, que também são pilares da sustentabilidade. Mesmo aquelas que divulgam algumas informações, os dados ainda são insuficientes para ajudar na tomada de decisões às partes interessadas, ou seja, os stakeholders (KELE, MAKHETA, 2022).

Na Nigéria, semelhante a outros setores nos países em desenvolvimento, transportadoras do modal rodoviário tem impedimentos inerentes à implementação daecoinovação que devem ser reconhecidos e abordados para melhorar o

desempenho sustentável das empresas neste setor. As dimensões destes obstáculos incluem capital financeiro, gestão, tecnologia, organização social e legal (ORJI et al., 2019).

As questões gerenciais e organizacionais são os obstáculos mais graves e significativos que exigem maior atenção da gestão, monitoramento e métodos de superação para que o setor de logística de cargas alcance suas metas de sustentabilidade. Devido ao elevado custo inicial de investimento nas atividades de ecoinovação, as organizações logísticas têm dificuldade em aplicar suas técnicas num contexto competitivo, dificultando assim a sua capacidade de atingir objetivos de sustentabilidade (ORJI et al., 2019).

As transportadoras nigerianas devem estabelecer uma base financeira sólida para alcançar o sucesso amparado no setor, ajudando no desenvolvimento do país, permitindo abordar as sérias preocupações ambientais e socioculturais que enfrentam, buscando priorizar a sustentabilidade dentro das empresas de transporte de cargas, buscando solucionar problemas e promover a lucratividade (ORJI et al., 2019).

O tráfego rodoviário na Suécia e Noruega emite, por ano, cerca de 10 e 5 toneladas métricas de dióxido de carbono (MtCO₂), respectivamente. Uma adoção completa do sistema rodoviário elétrico (ERS) poderia gerar uma redução de até 60% e 70% das emissões totais de CO₂ do tráfego pesado, respectivamente, e 40% e 45% do tráfego leve nestes dois países (TALJEGARD et al., 2020).

No entanto, a implementação completa do ERS é extremamente improvável, deste modo,

esses números são oferecidos para ilustrar o maior potencial para a eletrificação do transporte rodoviário de passageiros e mercadorias que traria diversos benefícios para os países, como o aumento da sustentabilidade das estradas, diminuição dos impactos ambientais das transportadoras, consumo de combustíveis e potencialização do lucro das companhias (TALJEGARD et al., 2020).

O desenvolvimento sustentável do sistema de transporte rodoviário de cargas exige a integração do uso do solo e métodos de planejamento eficientes. Essa idealização deve identificar e executar soluções que otimizem a sinergia das transportadoras, o uso da terra e desafios ambientais para alcançar resultados sustentáveis. No planejamento em estágio inicial de projetos de infraestrutura de transporte na Suécia, o método de escolha estratégica de medidas fornece uma estrutura para cooperação e melhor articulação entre empresas e governo (ECKERSTEN, GUNNARSSON-ÖSTLING, BALFORS, 2022).

Na Suécia, a tecnologia do sistema de inovação tecnológica de caminhões sem motorista (caminhão DL-TIS) está em desenvolvimento, com sua maioria operando nas indústrias de transporte rodoviário de carga e fabricação de veículos, mas já abrindo espaço em empresas de energia e telecomunicações. Está tecnologia possui várias redes de inovação focadas na condução da automação que servem como uma plataforma para cooperação em uma vasta gama de empresas e agências governamentais (ENGHOLM et al., 2020).

Do ponto de vista ambiental, o DL-TIS pode trazer tanto benefícios como impactos

negativos. Com esta tecnologia, o transporte ocorrerá de forma mais eficiente, com uso de combustíveis limpos, maior agilidade nas entregas, diminuindo o consumo de recursos naturais. Entretanto, poderá ocorrer um aumento na quantidade de veículos circulando e, mesmo adotando esta tecnologia, aumentará os impactos sobre as rodovias e, conseqüentemente, aumentará o consumo de recursos naturais para a manutenção das estradas e veículos (ENGHOLM et al., 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proporção de emissões relacionadas ao transporte de cargas do modal rodoviário está aumentando, mostrando uma necessidade urgente de adotar mais medidas que visam a sustentabilidade das empresas, diminuindo os impactos ambientais por elas causados, mas também proporcionar o crescimento econômico, geração de emprego e impacto social positivo.

É necessário que ocorra uma mudança na forma de realizar os transportes de mercadorias, buscando soluções nas tecnologias que estão em constante e rápida evolução. Entretanto, também faz necessário que estas tecnologias sejam acessíveis para empresas de todos os portes, viabilizando sua aquisição por todos, promovendo a sustentabilidade em todos os níveis do setor.

Apesar do papel crítico que desempenham na minimização e reversão dos danos climáticos que estamos infligindo às gerações futuras, os programas de transporte de carga alcançaram apenas uma base limitada na pesquisa acadêmica. Pode-se fazer o uso de

análises empíricas para avaliar como a eficácia das políticas governamentais melhora a eficiência dos programas verdes das transportadoras e apoia sua implementação, estimulando o desenvolvimento de futuros esforços por outros setores.

Encontrar uma maneira de coletar dados mais confiáveis, suficientes e detalhados, não apenas de fontes secundárias, mas também de projetos e experimentos; desenvolver modelos mais delineados de consumo de energia e emissão de CO₂ dos sistemas de transporte rodoviário, incluindo os processos de condução e

REFERÊNCIAS

BARBOZA, S. L.; MOORI, R. G.; MADEIRA, A. B. Fatores que colaboram para o desenvolvimento da logística verde nos operadores logísticos. **REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade**, v. 9, n. 2, p. 20-29, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18696/reunir.v9i2.738>

BROOWNE, M.; DUBOIS, A.; HULTHÉN, K. Transportation as a loosely coupled system: a fundamental challenge for sustainable freight transportation. **International Journal of Sustainable Transportation**, ago. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/15568318.2022.2103756>

CRISTEA, A. et al. Trade and the greenhouse gas emissions from international freight transport. **Journal of Environmental Economics and Management**, n. 65, p. 153–173, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeem.2012.06.002>

CUNHA, I. A.; LOBATO, K. C. O.; BARRETO, B. T. Infraestruturas de sustentabilidade na hidrovia das lagoas costeiras do sul do Brasil: conexões para a ampliação de oportunidades na relação com a natureza. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 44, p. 290-306, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v44i0.54942>

comportamento dos veículos em cenários de tráfego mais realistas etc.

É essencial desenvolver estratégias para reduzir as emissões de GEE globalmente, tanto as relacionadas a produção quanto as do transporte devem ser levadas em consideração. Pesquisas futuras que visem analisar as práticas sustentáveis que as empresas realizam são fundamentais. Sugere-se que seja realizada uma perspectiva mais ampla sobre logística de cargas e pesquisas em gestão de transportes que considerem os desafios para a incorporação da inovação sustentável.

ECKERSTEN, S.; GUNNARSSON-ÖSTLING, U.; BALFORS, B. Inclusion and exclusion of environmental aspects in early-stage planning of transport infrastructure projects: A Swedish case study. **International Journal of Sustainable Transportation**, mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/15568318.2022.2039978>

ENGHOLM, A. et al. The emerging technological innovation system of driverless trucks. **Transportation Research Procedia**, n. 49, p. 145-159, 2020.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Global Greenhouse Gas Emissions Data. **United States Environmental Protection Agency**, 2010. Disponível em: <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html>. Acessado em: 12 jan. 2023.

GARGOURI, M. A. et al. Optimization of the Collaborative Hub Location Problem with Metaheuristics. **Mathematics**, v. 9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/math9212759>

GUO, T.; CHEN, J.; LIU, P. Impact of Emerging Transport Technologies on Freight Economic and Environmental Performance: A System Dynamics View. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, n. 19, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192215077>

GUSE, J. C. et al. Sustentabilidade empresarial de grandes empresas brasileiras: uma análise da

dimensão ambiental. **Desafio Online**, v. 1, n. 3, p. 1-22, 2013.

HEESWIJK, W. V.; LARSEN, R.; LARSEN, A. An urban consolidation center in the city of Copenhagen: A simulation study. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 13, n. 9, p. 675-691, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1503380>

HODEN, R. et al. Towards a common measure of greenhouse gas related logistics activity using data envelopment analysis. **Transportation Research, Part A**, n. 91, p. 105–119, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2016.06.001>

KELE, T. P.; MAKHETA, M. Evaluation of the Effectiveness of and the Extent to Which Large and Medium Logistics Organisations Report on Social Sustainability—The Case of South Africa. **Sustainability**, v. 14, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142214917>

LAURENT, A-B. et al. CarbonRoadMap: A multicriteria decision tool for multimodal transportation. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 14, n. 3, p. 205-214, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1540734>

LIU, S. et al. An ‘Internet of Things’ enabled dynamic optimization method for smart vehicles and logistics tasks. **Journal of Cleaner Production**, n. 215, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.254>

MCKINNON, A. Environmental Sustainability: a new priority for logistics managers. *In*: MCKINNON, A. et al. (eds). **Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics**, London: Kogan Page Limited, 2010.

NILSSON, F. R.; STERNBERG, H.; KLASS-WISSING, T. Who controls transport emissions and who cares? Investigating the monitoring of environmental sustainability from a logistics service provider’s perspective. USA: **The International Journal of Logistics Management**, v. 28, n. 3, p. 798-820, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2015-0197>

ORJI, I. J. et al. Evaluating challenges to implementing eco-innovation for freight logistics sustainability in Nigeria. **Transportation**

Research Part A, n. 129, p. 288–305, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.001>

OSORIO-TEJADA, J. L.; LLERA-SASTRESA, E.; SCARPELLINI, S. A multi-criteria sustainability assessment for biodiesel and liquefied natural gas as alternative fuels in transport systems. **Journal of Natural Gas Science and Engineering**, n. 42, p. 169-186, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jngse.2017.02.046>

RAI, H.B. et al. Crowd logistics: an opportunity for more sustainable urban freight transport? **Eur. Transp. Res. Rev.**, n. 9, v. 39, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0256-6>

SANTOS, R. et al. Strategies for competitiveness and sustainability: Adaptation of a Brazilian subsidiary of a Swedish multinational corporation. **Journal of Environmental Management**, v. 90. n.12, p. 3708–3716, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.12.021>

TALJEGARD, M. et al. Large-scale implementation of electric road systems: Associated costs and the impact on CO₂ emissions. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 14, n. 8, p. 606-619, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1595227>

TOURATIER-MULLER, N.; MACHAT, K.; JAUSSAUD, J. Impact of French governmental policies to reduce freight transportation CO₂ emissions on small- and medium-sized companies. **Journal of Cleaner Production**, n. 215 p. 721-729, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.052>

Frederico Resende Alves

Biólogo, bacharel e licenciado, Mestre em Ecologia e Tecnologia Ambiental, Doutorando em Biotecnologia e Monitoramento Ambiental, onde desenvolve a pesquisa com gestão ambiental em transportadoras rodoviárias. Docente no Centro Paula Souza.

Débora Zumkeller Sabonaro

Engenheira Agrônoma, Mestra em Agronomia e Doutora em Biologia Vegetal. Atualmente é bolsista Produtividade Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq – Nível 2, professora do programa de pós-graduação BMA da UFSCar e

professora visitante na Unifal-MG.
