



FACULDADE DE TECNOLOGIA, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

Logística Multimodal Sustentável: Desafios e Oportunidades

Denilson Gonçalves Ferreira Junior
Vanderson Fernando Freitas
Miguel Mazza Junior (Orientador)

RESUMO

A logística multimodal desempenha um papel fundamental na eficiência, eficácia e sustentabilidade das cadeias de suprimentos globais. Este artigo abordará os desafios e oportunidades associados à integração de tecnologias sustentáveis nos diversos modais existentes. Debate-se a importância da sustentabilidade na logística, destacando os benefícios econômicos, ambientais e sociais da adoção de práticas sustentáveis. Além disso, são discutidos os desafios enfrentados pelas empresas ao implementar essas tecnologias, em conjunto com as oportunidades emergentes para melhorar a eficiência e reduzir o impacto ambiental. Através de revisão bibliográfica, pesquisas e análise de cases, o estudo oferecerá insights sobre as tendências futuras na integração de tecnologias sustentáveis na logística multimodal. Ao final do trabalho, conclui-se que, embora os desafios sejam significativos, as oportunidades oferecidas pela integração de tecnologias sustentáveis são vastas e podem levar a uma logística mais eficiente, resiliente e ambientalmente responsável.

Palavras-chave: Logística. Multimodal. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Multimodal logistics plays a crucial role in the efficiency, effectiveness, and sustainability of global supply chains. This paper will address the challenges and opportunities associated with integrating sustainable technologies across various existing modes of transport. The importance of sustainability in logistics will be discussed, highlighting the economic, environmental, and social benefits of adopting sustainable practices. Additionally, the paper will examine the challenges faced by companies when implementing these technologies, along with the emerging opportunities to enhance efficiency and reduce environmental impact. Through literature review, research, and case analysis, the study will provide insights into future trends in the integration of sustainable technologies in multimodal logistics. In conclusion, while the challenges are significant, the opportunities presented by the integration of sustainable technologies are vast and can lead to more efficient, resilient, and environmentally responsible logistics.

Keywords: Logistics. Multimodal. Sustainability.

1. Introdução

Observando o cenário atual, nota-se uma grande preocupação com a sustentabilidade. Diversas atividades realizadas pelo ser humano são fatores que alteram o ambiente, e na logística isso não é diferente.

Sabe-se que a maioria dos transportes utilizados na movimentação de mercadorias possuem consequências prejudiciais. Mas se a utilização de transportes é um agente poluidor ao meio ambiente, como podemos reverter essa situação sem comprometer o trabalho da logística? Para isso, é importante entender alguns conceitos.

Dias (2005) *apud* Rico (2014) salienta que o termo logística existe desde os tempos bíblicos, visto a necessidade de entregas a tropas militares devido à durabilidade e distância das guerras.

A conscientização ambiental trouxe diversos pontos importantes para a logística. Segundo Rico (2014), a compreensão quanto às enormes competências e possibilidades que o ajustamento a um novo paradigma poderia trazer globalmente às empresas fez com que essas adotassem medidas de contenção da poluição.

Sendo assim, a logística multimodal se tornou um elemento essencial na cadeia de suprimentos, permitindo o transporte eficiente de mercadorias por meio de diferentes modos de transporte e buscando por soluções mais ecológicas e eficientes.

Este artigo tem o objetivo de investigar os principais desafios e oportunidades associados à integração de tecnologias sustentáveis, baseando-se em uma revisão da bibliografia e apresentação de cases de sucesso.

2. Justificativa

A seleção do tema “Logística Multimodal Sustentável” para um artigo científico é de extrema importância tanto para o âmbito profissional quanto acadêmico, e isso se deve a uma série de razões. A logística multimodal desempenha um papel fundamental na economia global ao facilitar o transporte eficaz de bens e mercadorias através de diferentes meios de transporte, como estradas, ferrovias, transporte marítimo e aéreo.

Além disso, a preocupação com a sustentabilidade ambiental tem se tornado uma prioridade crescente nas agendas governamentais, empresariais e acadêmicas ao redor do mundo. De acordo com o relatório da ONU sobre Desenvolvimento Sustentável (2023), muitos países estão implementando políticas e estratégias

focadas na redução das emissões de gases de efeito estufa e na promoção de práticas mais verdes (United Nations, 2023).

Políticas públicas de grande alcance desempenham um papel fundamental no fomento à inovação e à transformação. Elas são essenciais para assegurar que estruturas obsoletas e emergentes não persistam simultaneamente por períodos prolongados, de modo a maximizar os benefícios da transição rumo à sustentabilidade de forma ágil e eficiente (Global Sustainable Development Report, 2023).

A incorporação de tecnologias sustentáveis na logística multimodal é vista como um passo crucial para atingir esses objetivos. O estudo de Turkay (2008), mostra que a adoção de tecnologias verdes pode significativamente reduzir as emissões de gases de efeito estufa e minimizar o consumo de recursos naturais, o que contribui para a construção de uma economia mais verde e sustentável. Ele concluiu que o desenvolvimento de transportes multimodais tem um papel importante na redução do impacto ambiental e das emissões de gases de efeito estufa.

Essa integração de tecnologias sustentáveis na logística multimodal não apenas promove a sustentabilidade ambiental, mas também pode melhorar consideravelmente a eficiência operacional. Por exemplo, a adoção de veículos elétricos e híbridos tem mostrado reduzir significativamente os custos de combustível e manutenção, além de diminuir a pegada de carbono das operações logísticas (Li et al., 2021; Zhang & Liu, 2023).

Outrossim, o campo da logística está em constante evolução com os avanços tecnológicos. Essa pesquisa abre novas oportunidades para a inovação, incentivando o desenvolvimento de soluções mais eficientes e ecologicamente corretas.

Em resumo, a escolha deste tema para um artigo científico é altamente relevante para a sociedade em geral, uma vez que aborda questões urgentes relacionadas à sustentabilidade ambiental, eficiência operacional e inovação tecnológica na logística multimodal, contribuindo para um futuro mais sustentável e resistente.

3. Objetivos Gerais

Investigar os principais desafios e oportunidades associados à integração de tecnologias sustentáveis, baseando-se em uma revisão da bibliografia e apresentação de cases de sucesso.

4. Objetivos Específicos

Com o aumento da conscientização global sobre as questões ambientais e a crescente demanda por soluções logísticas eficientes, a sustentabilidade tem se tornado um aspecto crucial na logística multimodal. A logística multimodal, que envolve o uso de múltiplos modos de transporte para otimizar o fluxo de mercadorias, apresenta um potencial significativo para a sustentabilidade, especialmente quando associada à adoção de tecnologias inovadoras.

Sendo assim, os objetivos específicos do estudo são:

1. Realizar uma pesquisa em diversas fontes, como livros, artigos acadêmicos, sites governamentais, entre outros, conceituando o termo logística, transporte, multimodalidade e sustentabilidade.
2. Definir como a logística multimodal leva à sustentabilidade.
3. Avaliar os desafios e oportunidades da adoção de tecnologias sustentáveis, na logística multimodal.
4. Apresentar cases de sucesso na integração logística multimodal sustentável e destacar as tendências futuras.

5. Metodologia

Este artigo científico consiste em uma pesquisa de caráter qualitativo descritivo, cujo objetivo principal é avaliar os desafios e oportunidades da adoção de tecnologias sustentáveis na logística multimodal.

Os dados coletados foram analisados qualitativamente, ou seja, a pesquisa não se baseou em dados numéricos. A análise qualitativa dos dados envolveu a coleta de informações provenientes de livros, sites da internet, artigos científicos, artigos de revistas, teses, dissertações e blogs especializados. A pesquisa foi realizada através da técnica de análise temática, onde foram identificados padrões e temas comuns relacionados ao tema do presente artigo. De acordo com Souza (2019), a análise temática “é um método de análise qualitativa de dados para identificar, analisar, interpretar e relatar padrões (temas)”.

A análise envolveu a organização e interpretação dos dados para construir

uma narrativa coerente que abordasse os quatro objetivos do estudo. Essa organização e interpretação foi feita através de leitura dinâmica e seleção de textos (tanto de meios físicos, quanto eletrônicos) que possuíam informações sobre logística, multimodalidade, sustentabilidade e transporte.

Segundo o Blog da PUC Minas (2024), a leitura dinâmica é uma técnica que visa acelerar a velocidade de leitura de um indivíduo, ao mesmo tempo em que mantém ou até aprimora a compreensão do texto. A leitura rápida é frequentemente vinculada a habilidades avançadas de leitura e é reconhecida como uma ferramenta essencial para estudantes, profissionais e qualquer pessoa que precise lidar com grandes volumes de informações de maneira eficiente.

O conteúdo apresentado foi coletado de fontes confiáveis, como livros, artigos científicos, teses, sites oficiais, entre outros. A seleção de fontes ocorreu através da *“Biblioteca Paulo Freire”*, bem como por plataformas digitais como o Google Acadêmico, a Academia.Edu, o Portal de Periódicos da Capes, o Scielo, entre outros.

As referências obtidas por meio eletrônico foram selecionadas através do Google, com a busca por palavras-chaves como: logística, logística multimodal, transportes, transporte multimodal, multimodalidade, sustentabilidade, transporte sustentável, logística sustentável e logística multimodal sustentável.

Os critérios de seleção e exclusão ocorreram com base em sua relevância para o tema central do estudo, como a logística multimodal e a sustentabilidade. Foram priorizadas publicações oficiais e sites especializados para assegurar a confiabilidade das informações. Excluíram-se fontes que apresentavam baixa relevância para os objetivos da pesquisa ou que não atendiam aos padrões, como sites não especializados e materiais desatualizados.

Para fundamentar o estudo e atingir o primeiro objetivo, desenvolveu-se uma revisão bibliográfica, apresentando os principais conceitos sobre logística, transporte, multimodalidade e sustentabilidade.

Para alcançar o segundo objetivo do estudo, foi desenvolvido um tópico que apresentou as opiniões de diversos estudiosos e especialistas sobre a logística multimodal sustentável. Os especialistas selecionados incluíram autores reconhecidos na área de logística e administração, gerentes e responsáveis por empresas envolvidas em operações logísticas, bem como acadêmicos e estudantes de administração, logística e cursos correlatos.

A escolha desses especialistas foi feita com base na sua relevância e

contribuição para o tema do artigo. Os autores foram selecionados devido à sua expertise e publicações significativas na área, que forneceram uma base teórica sólida para a análise. Gerentes e responsáveis por empresas foram incluídos por sua experiência prática e visão sobre a aplicação de práticas sustentáveis na logística. Finalmente, estudantes foram considerados para captar novas perspectivas e tendências emergentes na área.

Por fim, para avaliar os desafios e oportunidades das tecnologias sustentáveis na logística multimodal, a pesquisa incluiu as opiniões de empresas e Órgãos internacionais, proporcionando uma compreensão dos obstáculos e benefícios dessas tecnologias. Essas opiniões foram obtidas através de uma pesquisa em sites oficiais e plataformas digitais dessas instituições e organizações, utilizando buscas em suas notícias, relatórios e documentos disponíveis publicamente.

No que tange à apresentação de cases de sucesso e tendências futuras, foram selecionadas empresas e transportadoras que demonstram práticas bem-sucedidas em logística multimodal sustentável. Esses cases foram escolhidos com base em sua relevância e clareza dos dados.

6. Revisão Bibliográfica

6.1 O que é Logística?

A logística é um tema muito debatido na atualidade. Ao longo dos anos, diversas definições foram dadas pelos estudiosos. Segundo Ferreira (1986, p. 1045 *apud* Castiglioni, 2009, p. 191) “o termo logística deriva do francês “*Logistique*”, se tratando de planejamento e desenvolvimento das partes de um projeto, advindo da arte da guerra”.

Almeida *et al.* (2019) definem a logística como uma série de tarefas cujo objetivo é a colocação de certa quantidade de produto em determinado local, respeitando o momento da procura e visando baixos custos no processo.

Ballou (2010) acredita que a logística é um assunto vital na atualidade. Salienta ainda que:

Estuda como a administração pode promover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através de planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos (BALLOU, 2010, p. 17).

Paura (2011) descreve em sua obra que a logística se tornou um ponto estratégico dentro das empresas, visto que o processo envolve a redução de custos e novos investimentos, visando a eficiência operacional e financeira da organização.

O conceito de logística discutido neste capítulo revela sua evolução de uma prática militar para uma função estratégica empresarial. A definição abrangente de Almeida *et al.* e a visão operacional de Ballou mostram como a logística é vital para a eficiência e competitividade das empresas.

6.2 O que é transporte em relação à logística?

Albano (2016) *apud* Solano e Lopes (2021) define o transporte como o deslocamento de coisas de um lugar para o outro, com origem do latim *trans*, que significa de um lado para outro, e *portare* que significa carregar.

Castiglioni (2009) em seu estudo define que o transporte em relação à logística e através dos diversos modais existentes, é a parte responsável pelo deslocamento de cargas em geral e pessoas.

A área do transporte merece atenção especial no escopo da logística, pois todos sabem que sem os transportes, o Brasil e o mundo param. [...] Um perfeito sistema de transporte contribuiu para o aumento da competição no mercado, garantindo a economia de escala na produção e reduzindo os preços das mercadorias (Castiglioni, 2009, p. 111).

Ribeiro e Ferreira (2002) salientam que o transporte é crucial para o sistema empresarial, estreitamente conectado com outras áreas, desempenhando um forte papel no escoamento de produtos e na distribuição eficiente, sendo necessário avaliar minuciosamente seus custos.

Segundo Vieira (2002, *apud* Silva, 2013) o comércio deu origem ao transporte como conhecemos hoje, tendo dois pontos principais: a infraestrutura (automóvel, equipamentos, modo de acesso) e a operação (própria ação através dos recursos).

A demanda de transportes decorre da necessidade de mover bens e distribuí-los: até um fornecedor, no caso de produtos em fase de produção; ou até um cliente, no caso de produtos acabados, prontos para seu consumo final (VIEIRA, 2002, p. 14-15 *apud* SILVA, 2013, p. 17).

O estudo do transporte neste segundo tópico mostra como ele se integra com a logística para garantir uma distribuição eficiente e econômica de produtos. A compreensão de como o transporte afeta o sistema logístico é essencial para o tema central. A análise do transporte destaca sua importância na estrutura logística e

reforça a necessidade de uma gestão eficaz para alcançar os objetivos estratégicos das empresas.

6.3 Modais de transporte

Filassi, Oliveira e Makiya (2016) afirmam que existem cinco modais básicos para o transporte de determinada carga, sendo eles: rodoviário, ferroviário, dutoviário, hidroviário e aéreo; possuindo gastos e particularidades específicas, que os transformam mais propícios às operações de diversas organizações.

O transporte ferroviário é lento e direcionado a longas distâncias, geralmente utilizados para transportar matérias-primas ou manufaturados de baixo valor. Já o transporte rodoviário difere do ferroviário por ser indicado para pequenas distâncias, transportando produtos acabados ou semiacabados (BALLOU, 2010).

Por outro lado, o modal dutoviário é indicado para o transporte de gases, minérios, petróleo e outros derivados. Castiglioni (2009) dispõe em sua obra que os transportes dutoviários empregam a força da gravidade ou a pressão mecânica, sendo uma alternativa econômica, sustentável e não congestionante.

Ballou (2010) define que o grande diferencial do transporte aéreo é o fato deste ter alta velocidade e confiabilidade no serviço, principalmente a longas distâncias, porém possui um frete elevado.

Por fim, Berti (2018) afirma que o modal hidroviário é aquele que transporta produtos ou passageiros através de rios com profundidade adequada, utilizado principalmente para exportações e importações pela sua grande capacidade de carga.

Modal	Principais produtos transportados
Ferrovário	<i>Commodities</i> agrícolas, Minerais, Matéria-prima de baixo valor agregado.
Hidroviário	<i>Commodities</i> agrícolas, Veículos automotores, Produtos químicos.
Rodoviário	Produtos agrícolas perecíveis, Produtos refrigerados, Produtos de alto valor agregado, Carga fracionada.
Aeroviário	Produtos de alto valor agregado, Produtos perecíveis e produtos urgentes.
Dutoviário	Petróleo, gás natural, Combustíveis em geral, água, Minérios.

Tabela 1 – Modais de transporte e principais produtos transportados
Fonte: Batalha (2010).

Acredita-se que a compreensão dos diferentes modais de transporte é crucial para o gerenciamento eficiente da cadeia logística. Cada modal oferece vantagens específicas que podem ser exploradas para atender às necessidades logísticas de uma organização de forma mais eficaz. A escolha adequada do modal pode influenciar significativamente os custos, o tempo de entrega e a capacidade de atender às demandas do mercado.

De acordo com o boletim unificado, publicado mensalmente pela CNT (Confederação Nacional do Transporte), a principal participação para o mês de abril de 2024 foi o modal rodoviário.

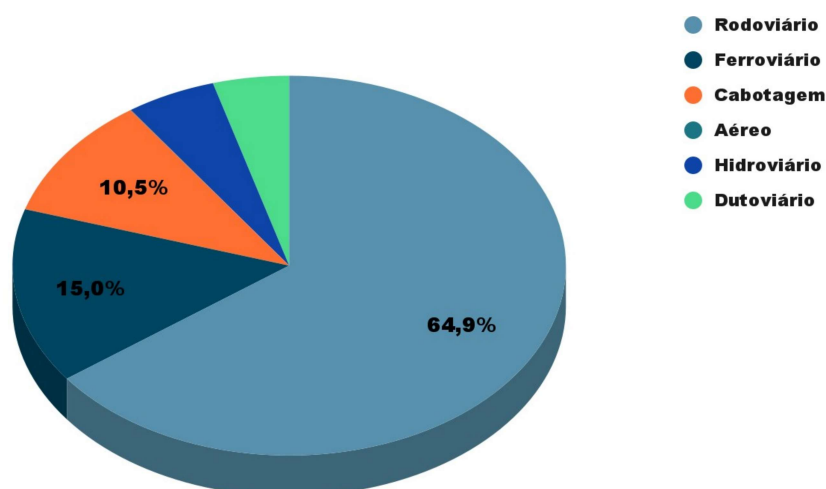


Gráfico 1 – Matriz do Transporte de Cargas
Fonte: Adaptado do Boletim Unificado, 2024, p. 7

Barat (2007) acredita que a globalização trouxe a necessidade de utilizar dois ou mais modais de transporte na movimentação da mesma carga, visando aprimoramento do processo e redução de custos, tempo, perdas, entre outros.

Os dados recentes, como os apresentados pela CNT, mostram que o modal rodoviário continua sendo o mais utilizado no Brasil. Isso reflete sua flexibilidade e acessibilidade, mesmo em um cenário onde a globalização e a necessidade de integração multimodal, mencionadas por Barat (2007), são recorrentes nos estudos e alvo de discussões devido à crescente necessidade de otimização e eficiência no transporte de cargas.

Este capítulo destacou a importância dos diferentes modais de transporte e como suas características influenciam a escolha e o desempenho logístico das empresas. A articulação entre os modais e a eficiência logística demonstra a necessidade de uma abordagem estratégica que considere as particularidades de cada modalidade para otimizar o processo de transporte. A análise dos modais é essencial para entender como melhorar o desempenho logístico e reduzir custos.

6.4 Problemas de um único modal de transporte

O transporte unimodal

Ocorre quando a unidade de carga é transportada diretamente, num único veículo, numa só modalidade de transporte, com apenas um contrato. De maneira resumida, consiste na utilização de apenas um meio de transporte (SILVA, 2013, p. 10).

A utilização de um único modal de transporte pode ser prejudicial à empresa e a população como um todo. Um dos problemas identificados é o alto custo elevado de determinados modais (Silva, 2013).

Segundo a transportadora Prestex, alguns modais de transporte possuem alto custo de frete, pedágios, combustível ou até mesmo o seguro da mercadoria. Além disso, é notória a falta de investimentos em alguns modais.

De acordo com o Gráfico 2, retirado do Anuário Estatístico de Transporte – ONLT, o modal aéreo recebeu o menor investimento do setor privado no ano de 2021 e 2022, enquanto o ferroviário representa a maior parte do investimento.

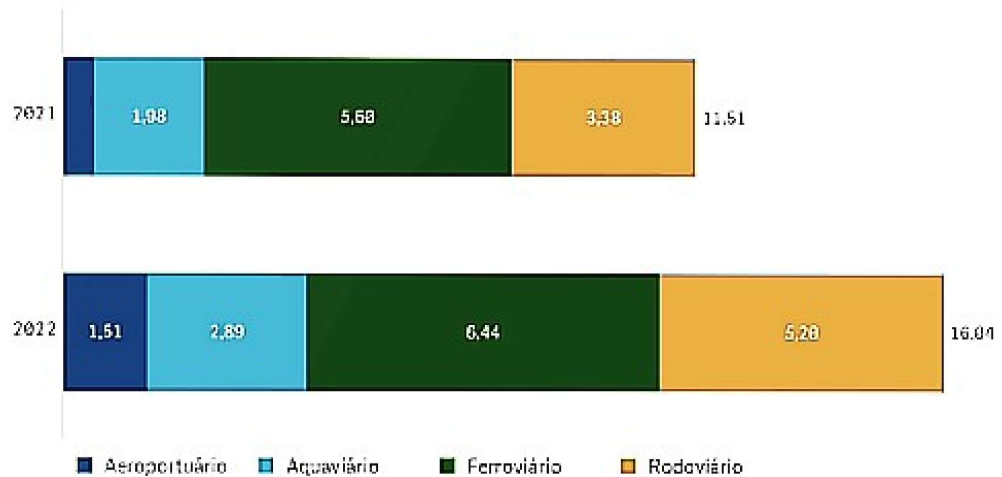


Gráfico 2 – Investimento Privado (em bilhões)
 Fonte: Anuário Estatístico de Transporte – ONTL, 2022, p. 29

Outro fator caracterizado como desvantagem da unimodalidade é o tempo e a capacidade. Cada modal demanda um tempo específico para a locomoção da mercadoria, além de possuírem restrição na capacidade de carga (Ribeiro; Ferreira, 2002).

Por fim, o maior problema identificado na atualidade é a poluição do meio ambiente. A queima de combustíveis fósseis produz os chamados Gases de Efeito Estufa (GEE) que são extremamente prejudiciais ao meio ambiente (Fernandes, 2008).

A análise das desvantagens do transporte unimodal revela como a dependência de um único modal pode impactar negativamente os custos, a eficiência e o meio ambiente. Esses problemas são fundamentais para entender a necessidade de uma abordagem multimodal na logística, que busca integrar diferentes modais para otimizar o desempenho e reduzir os impactos negativos.

Segundo informações do Anuário Estatístico de Transporte - ONTL, o transporte rodoviário é o principal emissor de dióxido de carbono (CO₂) desde 2013. Sendo esse o principal transporte utilizado na movimentação de carga, é extremamente preocupante quanto aos seus efeitos na natureza.

Emissão de dióxido de carbono - setor de transporte

% participação

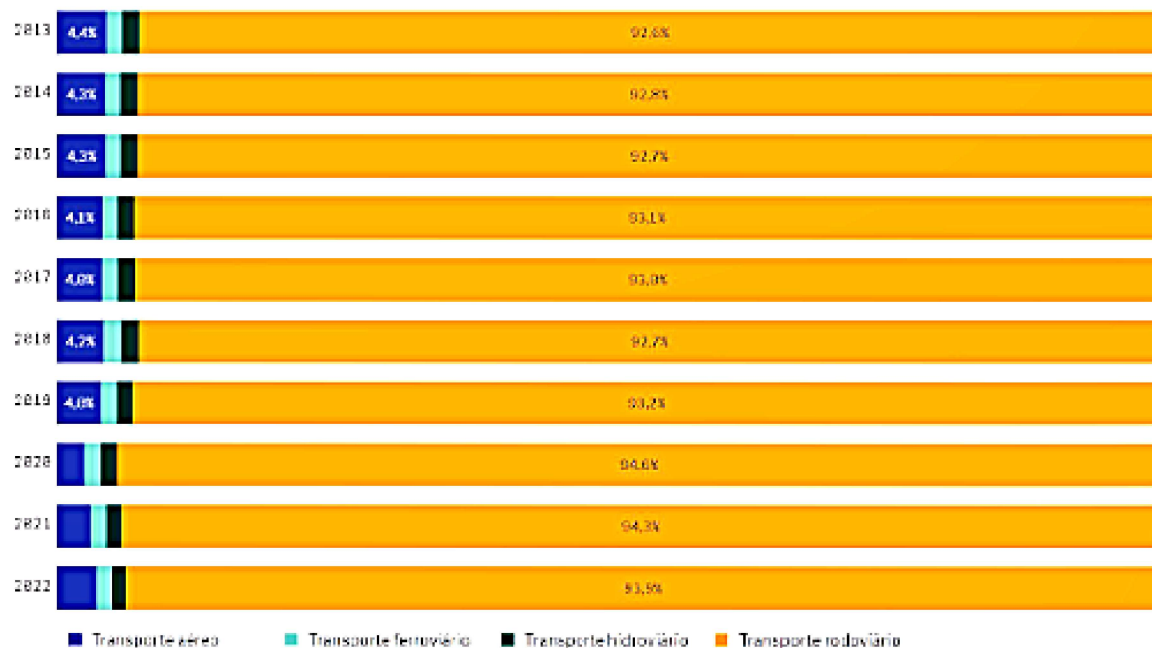


Gráfico 3 – Emissões de CO2 (em %)

Fonte: Adaptado do Anuário Estatístico de Transporte – ONTL, 2022, p. 66

Essas informações reforçam a teoria de Barat (2007), que afirma haver uma grande dependência do modal rodoviário, advinda da industrialização e da urbanização das cinco últimas décadas.

O ponto levantado por Barat (2007) sobre a dependência histórica do modal rodoviário reflete a realidade atual e a necessidade urgente de diversificação para enfrentar os desafios econômicos e ambientais. A abordagem multimodal, ao combinar diferentes modais, pode mitigar os problemas associados ao unimodal, oferecendo soluções mais econômicas e sustentáveis para a movimentação de cargas.

O capítulo 6.4 abordou os problemas do transporte unimodal, evidenciando como a dependência de um único modal pode levar a custos elevados, limitações operacionais e impactos ambientais adversos. A conclusão do capítulo sublinha a necessidade de uma abordagem multimodal para enfrentar esses desafios e otimizar a logística, fortalecendo a conexão com o tema central do trabalho sobre a eficiência e sustentabilidade na gestão logística.

6.5 Logística multimodal sustentável

Silva (2013) define o transporte multimodal como aquele que emprega mais de um modal para a locomoção de cargas ou pessoas, sendo subordinado a um único contrato de transporte, desde a origem até o destino.

A combinação de modais nas diversas etapas da cadeia de transporte é determinada basicamente por parâmetros de custo, tempo e qualidade. O grande proveito do gerenciamento de sistemas multimodais é o de permitir a escolha mais objetiva das vantagens competitivas e das possibilidades de adequação de cada modal em termos de velocidade, confiabilidade, segurança e flexibilidade (Barat, 2007, p. 15).

Ballou (2010) considera que a preocupação com a sustentabilidade e o meio ambiente nasceu em conjunto com o crescimento populacional e industrial.

Podemos afirmar que a sustentabilidade ambiental consiste na manutenção das funções e componentes dos ecossistemas para assegurar que continuem viáveis, capazes de se auto-reproduzir e se adaptar a alterações, para manter a sua variedade biológica (RICO, 2014, p. 10).

Solano e Lopes (2021), salientam que o uso de um único modal de transporte traz consequências negativas ao ambiente, como danos materiais por acidentes de trânsito devido ao congestionamento de vias, prejuízos à saúde humana, poluição ambiental, etc.

Pourmohammadi (2005) *apud* Fernandes (2008) afirma que os transportes na logística possuem um grande impacto ambiental por ser responsável por cerca de um terço das emissões de Dióxido de Carbono (CO₂).

Segundo Marcelo Saraiva (2021), presidente da Brado¹, a incorporação entre os modais para a locomoção de insumos possibilita tornar o processo mais simples, uma vez que permite a escolha do meio de transporte mais adequado para cada trecho do trajeto, otimizando a logística e reduzindo a necessidade de paradas ou ajustes desnecessários.

Além disso, ao distribuir o transporte entre diferentes modais, como o ferroviário e o fluvial, é possível diminuir a sobrecarga nas rodovias, o que contribui diretamente para a redução de acidentes e para a segurança viária. Essa integração também tem um impacto ambiental positivo, já que modais alternativos costumam ser mais eficientes em termos energéticos, emitindo menos gases poluentes em comparação ao transporte rodoviário exclusivo.

¹ Referência nacional em serviços de logística multimodal.

Do ponto de vista econômico, a diversificação dos modais também proporciona vantagens, pois opções como o transporte ferroviário ou fluvial podem ser mais baratas para longas distâncias e grandes volumes, resultando em uma redução nos custos operacionais e aumentando a eficiência do processo.

Christopher (2002) *apud* Oda *et al.* (2006) acredita que fazer uso de mais de um modal de transporte na logística pode garantir uma vantagem competitiva sustentável, atingindo altos níveis de produtividade.

De acordo com a Acessus Contabilidades (2023), a integração multimodal e sustentável na logística possibilita um fluxo mais tranquilo e potencializado, devido a cada modal ser utilizado para uma parcela do percurso em que se destaca em termos de eficiência, custo e capacidade. Essa sustentabilidade se dá, principalmente, pela utilização de modais alternativos, como o ferroviário e o fluvial, que, em comparação ao rodoviário, têm menor impacto ambiental.

Um exemplo prático dessa integração sustentável pode ser visto no uso crescente de ferrovias para transportar cargas pesadas, como minérios e grãos, em longas distâncias, enquanto caminhões são utilizados apenas para trechos curtos de distribuição, otimizando assim o impacto ambiental ao reduzir o número de veículos pesados nas estradas.

Dessa forma, as empresas que investem na multimodalidade não apenas ampliam as possibilidades logísticas, mas também proporcionam maior flexibilidade, redução de custos e contribuem significativamente para a sustentabilidade ao adotar modos de transporte mais adequados para cada trecho da jornada.

Os modais de transporte rodoviário e ferroviário trazem consequências negativas ao ambiente, visto sua alta emissão de gases poluentes. Levando em conta que esses modais são os mais utilizados atualmente, é de suma importância que as organizações se planejem e implementem diferentes tecnologias de locomoção, garantindo um ambiente mais sustentável para a população.

Em suma, este capítulo demonstrou a importância da logística multimodal para a sustentabilidade e a eficiência no transporte. A capacidade de combinar diferentes modais para atender às necessidades específicas de cada etapa da cadeia logística, enquanto se adota práticas sustentáveis, é crucial para reduzir o impacto ambiental e melhorar o desempenho logístico. A análise das vantagens e desafios da logística multimodal reforça a necessidade de uma abordagem integrada que considere tanto a eficiência operacional quanto a responsabilidade ambiental.

6.6 Desafios encontrados

Integrar os modais de transporte de maneira sustentável não é uma tarefa fácil. Ao decorrer da pesquisa, diversos desafios e barreiras se mostraram como impasses para que as empresas assumissem essa responsabilidade.

Segundo a Transportation Research Board (TRB)² (2024), a coordenação e a integração em si já são um desafio. Os modais de transporte são variados, possuem suas próprias peculiaridades, o que torna complexa a coordenação eficiente entre operadores e reguladores.

Os relatórios emitidos pela UNCTAD³ (2024) apresentam a infraestrutura inadequada como barreira para essa integração. A falta de portos e terminais adequados para os diferentes modais e até mesmo a necessidade de melhoria nas rodovias e ferrovias tem se mostrado um impasse para as organizações.

Outro ponto é o alto custo de investimento inicial, que além de envolver o desembolso de capital, implica dedicação, tempo, acompanhamento, entre outros. De acordo com Rebeca Grynspan (2024), secretária-geral da ONU para comércio e desenvolvimento, o investimento vai além do simples fluxo de capital; abrange também o potencial humano, a administração ambiental e o compromisso contínuo com um mundo mais justo e sustentável.

Diferenças nas regulamentações e questões legais entre países e regiões podem complicar a implementação de soluções multimodais. A plataforma da ITF⁴ (2024) discorre que questões como tarifas de importação, procedimentos alfandegários, normas de segurança e legislação trabalhista variam amplamente e podem resultar em atrasos, custos adicionais e complexidade administrativa.

Por fim, o avanço da tecnologia e a necessidade de inovação contínua pode ser considerado um desafio. Segundo a empresa Deloitte⁵ (2022), além de possuir custos iniciais elevados, a segurança cibernética e a violação de dados se tornam uma preocupação na integração multimodal sustentável. Garantir a segurança dos dados e sistemas é essencial para proteger informações sensíveis e manter a confiança dos clientes e parceiros.

² Divisão da Academia Nacional de Ciências, Engenharia e Medicina que estuda os desafios do transporte.

³ Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento.

⁴ International Transport Forum.

⁵ Empresa líder em serviços de auditoria, consultoria, assessoria financeira, consultoria tributária e serviços relacionados.

De acordo com Eder de Abreu (2022), sócio da Deloitte Cyber, nenhuma corporação está integralmente imune a ataques. A questão não é se ocorrerá um ataque, mas sim quando ele acontecerá. Mesmo as instituições mais desenvolvidas em termos de segurança estão suscetíveis a ações maliciosas.

Os desafios apresentados neste capítulo ilustram as complexidades envolvidas na implementação de uma logística multimodal sustentável. A coordenação eficiente entre modais, a superação das limitações de infraestrutura, os altos custos de investimento, as diferenças regulatórias e a segurança cibernética são obstáculos que precisam ser enfrentados para alcançar uma integração bem-sucedida.

Esses desafios são o tema central do trabalho, sendo a base de como melhorar a logística de forma sustentável. A identificação e análise desses obstáculos são fundamentais para desenvolver estratégias eficazes que possam superar as barreiras e promover uma gestão logística mais eficiente e ambientalmente responsável.

6.7 Oportunidades

Apesar das dificuldades apresentadas, a integração da logística multimodal sustentável tende a trazer benefícios e novas possibilidades às empresas que dela usufruem.

Guarnieri (2013), acredita que ao adotar somente a logística sustentável, o fator econômico já se torna uma grande vantagem para a organização. Ao realizar a integração sustentável com o transporte multimodal, a economia é ainda maior.

A integração de diferentes modos de transporte permite a escolha das opções mais eficientes em termos de custo e tempo. Estudos mostram que a adoção de práticas de logística multimodal pode levar a economias significativas de custos para as empresas (WORLD ECONOMIC FORUM⁶, 2023).

A redução das emissões de carbono é um dos principais benefícios ambientais da logística multimodal sustentável. Ao incorporar modos de transporte mais eficientes em termos de emissões e utilizar tecnologias limpas, as empresas podem contribuir significativamente para metas ambientais globais. A redução das emissões de CO₂ através da adoção de práticas de logística multimodal pode ter um

⁶ Organização internacional responsável pelo gerenciamento de encontros anuais com a participação e colaboração das maiores e principais empresas do mundo.

impacto positivo na qualidade do ar e na saúde pública (INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM, 2022).

De acordo com a European Commission⁷ (2023), ao melhorar a eficiência dos transportes, reduzir congestionamentos e minimizar o impacto ambiental, as empresas podem contribuir para uma melhor qualidade de vida para os residentes locais. Além disso, a redução do tráfego rodoviário pode levar a comunidades mais seguras e menos congestionadas.

Por último, a integração de práticas de logística multimodal sustentável pode melhorar significativamente a percepção de marca das empresas. Consumidores e stakeholders estão cada vez mais conscientes e exigentes quanto às práticas ambientais das empresas com as quais se relacionam. Investigações demonstram que empresas que adotam medidas sustentáveis tendem a ser vistas como mais éticas, responsáveis e confiáveis pelo público (NIELSEN⁸, 2023).

As oportunidades apresentadas neste capítulo destacam como a integração da logística multimodal sustentável pode trazer benefícios econômicos, ambientais e sociais significativos. A economia de custos, a redução das emissões de carbono, a melhoria da qualidade de vida e o fortalecimento da percepção de marca são todas vantagens que reforçam a importância de adotar práticas multimodais sustentáveis.

Esses benefícios exploram como a logística pode ser otimizada de maneira a promover eficiência e sustentabilidade. A compreensão dessas oportunidades é crucial para demonstrar como a integração de diferentes modais pode não apenas superar os desafios, mas também oferecer vantagens competitivas e contribuir para um futuro mais sustentável.

6.8 Cases de sucesso

As informações apresentadas foram obtidas de fontes confiáveis e detalhadas. Para o case do Grupo Apisul, consultou-se o site oficial da empresa, onde foram encontradas notícias sobre suas práticas de logística multimodal sustentável. As informações sobre a operação "Todos Unidos pelo Sul" realizada pela Força Aérea Brasileira (FAB) foram extraídas de notícias divulgadas no site da própria FAB, proporcionando um panorama da atuação em situações de emergência.

No caso da Amazon, a pesquisa foi baseada em dados disponíveis no site

⁷ Órgão executivo politicamente independente da União Europeia.

⁸ Empresa líder global em medição de audiência, dados e análises, moldando o futuro da mídia.

oficial da empresa, que inclui publicações relacionadas às suas práticas logísticas. Da mesma forma, para o case da DHL, utilizou-se informações obtidas através de publicações encontradas no site oficial da transportadora.

A pesquisa na internet foi realizada com foco em fontes oficiais e bem estabelecidas, para garantir a relevância e a confiabilidade das informações apresentadas no artigo.

6.8.1 Grupo Apisul

Em 2023, o Grupo Apisul consolidou sua posição como um parceiro estratégico de renomadas marcas ao oferecer soluções em seguros e gerenciamento de riscos. Durante o ano, a empresa assegurou a proteção de mais de 1.2 trilhão de cargas e monitorou mais de 5 milhões de viagens.

De acordo com o Observatório Nacional de Transporte e Logística da Infra S.A (ONTL), no ano anterior, o transporte rodoviário movimentou 104,6 milhões de toneladas de cargas, o transporte aquaviário alcançou 972,4 milhões de toneladas e o transporte ferroviário atingiu 530,6 milhões de toneladas. Esses números destacam a intensidade e a importância do trabalho realizado na complexa cadeia de suprimentos.

Transportar significa impulsionar a economia de um país. Em um território tão vasto como o Brasil, a logística inteligente é crucial para otimizar processos, reduzir custos e garantir excelência operacional. Por isso, empresas que valorizam eficiência reconhecem que contar com ferramentas avançadas de gestão de transporte é fundamental para se destacar no mercado.

Para atender às necessidades de embarcadores e transportadores, o Grupo Apisul oferece o mais completo ecossistema brasileiro dedicado à operação de transporte e logística, além de garantir a segurança em todos os modais (marítimo, fluvial, terrestre e aéreo). Com mais de 30 soluções especializadas em seguros e gerenciamento de riscos, proporciona uma visão abrangente das atividades e equipes em campo.

Segundo Lygia Muriel (2023), diretora executiva do Grupo Apisul de São Paulo, garantir que insumos de diversas naturezas alcancem seu destino em sua totalidade e dentro dos prazos estabelecidos é o objetivo das empresas especializadas em transporte e logística. A função do Grupo Apisul é assegurar que o trajeto entre o ponto de partida e a chegada da carga ocorra de maneira eficiente e segura. Anualmente, eles monitoram mais de 136 mil veículos em trânsito pelas

estradas, e seu compromisso é proporcionar segurança, gestão de riscos e otimização de frota, garantindo assim a confiança dos consumidores.

O sucesso do Grupo Apisul ilustra como a integração de soluções avançadas em gerenciamento de riscos e seguros pode ser uma estratégia eficaz para enfrentar os desafios da logística. A abordagem da empresa demonstra a importância de utilizar tecnologias e práticas especializadas para melhorar a eficiência, reduzir custos e garantir a segurança na gestão de transporte.

Essas práticas e resultados exemplificam a aplicação dos conceitos discutidos em capítulos anteriores sobre logística multimodal e a importância de soluções sustentáveis e eficientes. O caso do Grupo Apisul reforça a ideia de que investir em tecnologias avançadas e estratégias eficazes pode gerar benefícios significativos e contribuir para a excelência na logística.

6.8.2 Todos Unidos Pelo Sul (FAB)

A Força Aérea Brasileira (FAB) intensificou a operação logística para escoamento dos donativos da Campanha “Todos Unidos Pelo Sul”, armazenados na Base Aérea de Brasília (BABR). Os materiais estão distribuídos em três hangares: no Posto do Correio Aéreo Nacional, no Sexto Esquadrão de Transporte Aéreo (6º ETA) e no Grupo de Transporte Especial (GTE).

Para realizar esse transporte, foram utilizados os quatro modais disponíveis: rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo. Na operação multimodal, caminhões bitrem são carregados na Base Aérea de Brasília e levados ao Porto Seco Centro-Oeste, em Anápolis (GO), onde os contêineres com mantimentos e itens de vestuário são transferidos para trens e seguem pela ferrovia até Sumaré (SP). De Sumaré, os contêineres são novamente carregados em caminhões que seguem pela rodovia até o Porto de Santos.

Os contêineres são então embarcados em navios que atracam no Porto de Rio Grande, onde os donativos são descarregados e transportados por via terrestre até a Base Aérea de Canoas. Todo esse processo leva aproximadamente sete dias de deslocamento. Desde o início da campanha, quase 1.700 toneladas de doações foram entregues à população gaúcha.

O case da campanha “Todos Unidos Pelo Sul” mostra a aplicação prática dos conceitos de logística multimodal discutidos em capítulos anteriores. A operação bem-sucedida da FAB destaca como a integração eficiente de diferentes modais

pode otimizar processos logísticos e atender a grandes demandas em um curto período. A utilização coordenada dos modais rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo evidencia a importância de uma abordagem multimodal para enfrentar desafios logísticos e garantir a eficiência no transporte de grandes volumes de carga.

A operação também sublinha a importância de planejamento e coordenação em operações complexas, refletindo como a logística multimodal pode ser uma solução eficaz para atender necessidades humanitárias e de emergência.

6.8.3 Amazon

A Amazon conta com uma intrincada rede de transporte para movimentar produtos de fabricantes e vendedores até clientes globais. Essa extensa logística engloba todas as fases da jornada, desde o transporte global entre fábricas e portos até a entrega final nos centros de distribuição locais. O principal foco da empresa é reduzir a pegada de carbono em toda essa rede de transporte e em cada um desses segmentos operacionais.

O transporte de entrada é a primeira fase do processo logístico, essencial para movimentar remessas através das fronteiras internacionais. Neste estágio, são empregados os modais rodoviário, ferroviário, aéreo e aquático. Há um aumento no uso do transporte marítimo para trajetos transoceânicos, visando reduzir a dependência do frete aéreo sempre que possível. O transporte marítimo é preferido devido à sua pegada de carbono inferior em comparação com o transporte aéreo, sendo que a Amazon também busca diminuir as emissões relacionadas ao frete marítimo através do uso de biocombustíveis.

Já o transporte de milha média refere-se ao movimento de remessas entre as instalações da Amazon. Esse processo começa quando os pacotes chegam a uma instalação e abrange o trajeto entre centros de distribuição, centros de triagem e estações de entrega. Embora algumas viagens possam ser realizadas por frete aéreo ou ferroviário, o transporte de milha média geralmente é realizado por caminhão. Descarbonizar o transporte rodoviário é um desafio significativo, especialmente devido às longas distâncias envolvidas e à necessidade de infraestrutura de carregamento elétrico de alta potência em todas as rotas de transporte.

Atualmente, não existe uma solução única escalável para descarbonizar completamente o transporte rodoviário de milha média. A Amazon está explorando opções de baixo carbono, como caminhões movidos a gás natural renovável, caminhões elétricos a bateria e caminhões movidos a hidrogênio, como parte de seus esforços para reduzir o impacto ambiental dessa fase crucial da cadeia logística.

Por fim, o transporte de última milha refere-se à fase final da jornada logística, quando os produtos são entregues a uma agência dos correios ou estação de entrega diretamente ao cliente.

A Amazon está focada em descarbonizar sua própria frota de última milha, adotando opções de menor emissão. Isso inclui a utilização de veículos elétricos de entrega, bicicletas elétricas de carga e entregas a pé.

Em um marco significativo, em 2019, a empresa encomendou 100.000 veículos elétricos de entrega personalizados da Rivian⁹. O primeiro desses veículos foi lançado em 2021, e o plano é implantar todos os veículos restantes até 2030. Esse compromisso faz parte dos esforços da Amazon para reduzir significativamente sua pegada de carbono na fase final da entrega aos clientes.

O caso da Amazon demonstra como a aplicação de estratégias multimodais e iniciativas sustentáveis pode transformar a logística global. A integração eficiente dos modais de transporte e o compromisso com a redução das emissões de carbono são exemplos práticos de como empresas líderes podem contribuir para um futuro mais sustentável, alinhando-se com os conceitos discutidos ao longo do trabalho.

6.8.4 DHL

Como uma das principais empresas globais de logística, a DHL assume a responsabilidade de ser um exemplo e liderar em sustentabilidade. Isso envolve não apenas a redução da pegada de carbono, mas também o estabelecimento dos mais altos padrões sociais e de governança. Ao longo dos anos, a DHL tem sido pioneira na redefinição da logística, e hoje oferece o portfólio mais completo de soluções de logística verde disponível no setor.

Com o desafio crescente das emissões de carbono sendo um dos principais problemas ambientais e econômicos de hoje, a DHL oferece uma ampla gama de serviços de logística verde, incluindo opções sustentáveis para todos os modos de transporte. Além disso, a empresa disponibiliza ferramentas de transparência de

⁹ Fabricante de veículos elétricos.

carbono para fornecer insights sobre a otimização verde da logística e melhorar a eficiência de carbono na cadeia de suprimentos.

A DHL está expandindo sua frota de veículos elétricos de duas a dezoito rodas, testando continuamente as melhores opções disponíveis no mercado. Por exemplo, a empresa oferece soluções para redução das emissões de carbono em remessas por frete aéreo, rodoviário, ferroviário e aquaviário, utilizando biocombustíveis de aviação sustentáveis em todas as rotas comerciais e remessas.

Segundo Scharwath (2020), Ceo da DHL, é necessária a descarbonização do setor de transportes para enfrentar as mudanças climáticas. Sendo assim, a DHL fez a escolha de neutralizar as emissões de carbono de todas as remessas LCL¹⁰.

O capítulo 6.8.4 destacou a DHL como um exemplo de liderança em sustentabilidade dentro do setor de logística. A empresa tem investido em uma ampla gama de soluções verdes, desde a expansão de sua frota de veículos elétricos até o uso de biocombustíveis e ferramentas de transparência de carbono. A experiência da DHL oferece insights valiosos sobre a implementação e os benefícios das práticas de logística sustentável.

6.9 Tendências futuras

De acordo com informações da ABDIB¹¹, estima-se que o setor privado investirá cerca de R\$124 bilhões em transporte e logística durante o período de 2022 a 2026. Além dos investimentos em ferrovias, rodovias e portos, a grande tendência destacada para o ano de 2024 é a aposta decisiva na inovação.

Luiza Bublitz (2024), presidente da Aliança Navegação e Logística, afirma que a cabotagem é o modal sustentável de maior tendência em 2024. Ela destaca que a cabotagem, em conjunto com outros modais de transporte, desempenha um papel crucial na promoção da resiliência necessária para uma logística eficiente, pois viabiliza o transporte organizado de grandes volumes de insumos e produtos de maneira segura, abrangente geograficamente e sustentável.

Além disso, com os estudos realizados pela ABAC¹², tem-se a informação de que a cabotagem emite aproximadamente quatro vezes menos CO2 do que o transporte rodoviário de cargas percorrendo a mesma distância, e aliada com os

¹⁰ Contêiner com menor carga.

¹¹ Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base.

¹² Associação Brasileira dos Armadores de Cabotagem.

demais modais, substitui a locomoção da carga via rodovias por longos períodos e distâncias, reequilibrando a matriz logística brasileira.

Barat (2007) salienta que o planejamento e as ações governamentais são extremamente importantes para a transformação e o desenvolvimento do setor de transportes brasileiro.

Castiglioni (2009) acredita que a legislação referente ao meio ambiente caminhará no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis ambientalmente.

É essencial que todos os meios de transporte adotem práticas mais sustentáveis, garantindo a disponibilidade generalizada de alternativas verdes. Além disso, é crucial implementar incentivos adequados para impulsionar efetivamente essa transição (EUROPEAN COMMISSION, 2020).

O cenário futuro para o setor de transporte e logística é moldado por um foco crescente em inovação e sustentabilidade. A cabotagem emerge como um modal chave na promoção de práticas mais ecológicas, enquanto o planejamento e a ação governamental, juntamente a evolução da legislação ambiental, desempenham papéis críticos na transição para uma logística mais verde. A adoção de alternativas verdes e a implementação de incentivos serão essenciais para garantir que o setor evolua de maneira sustentável e eficiente.

7. Resultados e discussão

A integração de tecnologias sustentáveis na logística multimodal é um campo decisivo para organizações que buscam não apenas otimizar suas operações, mas também reduzir seu impacto ambiental e fortalecer sua imagem perante o público. No entanto, esse processo não está isento de desafios significativos que precisam ser cuidadosamente gerenciados.

Primeiramente, a coordenação entre diferentes modais de transporte é fundamental, mas também extremamente difícil devido às suas peculiaridades específicas. Cada modal (como ferrovias, rodovias, navegação marítima e aérea) possui infraestruturas distintas, regulamentações variadas e exigências operacionais particulares. Coordenar eficientemente esses elementos é essencial para garantir uma integração fluida e sustentável.

Integrar os modais de transporte de maneira sustentável não é apenas uma questão de resolver problemas técnicos ou logísticos isolados. É um desafio multifacetado que requer uma abordagem holística, envolvendo cooperação

internacional, investimentos significativos, inovação tecnológica contínua e uma abordagem integrada à gestão ambiental e regulatória. Superar esses desafios pode não ser fácil, mas é crucial para criar um sistema de transporte global mais eficiente, econômico e sustentável para o futuro.

Um dos desafios citados é a infraestrutura inadequada, onde a falta de portos, terminais e vias propícias para cada modal pode limitar severamente a capacidade de integrar esses sistemas de transporte de forma eficiente. Investimentos maciços são necessários não apenas para construir novas infraestruturas, mas também para modernizar as existentes, o que demanda tempo, recursos financeiros e esforços contínuos de gestão ambiental.

Em contrapartida, embora enfrentem desafios significativos, as empresas que investem na integração da logística multimodal sustentável estão posicionadas para colher uma série de benefícios substanciais. Desde economias de custo até melhorias ambientais e sociais, passando por uma melhor percepção de marca, essa abordagem não só promove eficiência empresarial, mas também contribui para um futuro mais sustentável e resiliente.

A melhoria da eficiência dos transportes também pode resultar em uma melhor qualidade de vida para os residentes locais, reduzindo congestionamentos e minimizando o impacto ambiental das operações logísticas. Isso pode levar a comunidades mais seguras e menos congestionadas, beneficiando não apenas as empresas, mas também a sociedade como um todo. O transporte multimodal desempenha um papel fundamental na promoção da sustentabilidade ambiental.

Ao combinar diferentes modos de transporte, como caminhões, trens, navios e aviões, ele consegue otimizar o uso de energia ao escolher o modo mais eficiente para cada parte da rota. Isso não só reduz as emissões de dióxido de carbono (CO₂) por carga transportada, mas também ajuda a diminuir o congestionamento nas estradas ao transferir parte da carga para ferrovias e vias navegáveis e aéreas.

Como sugestão de melhoria para as empresas, seria interessante que essas se atentassem primeiramente ao seu planejamento. Perceber e analisar o caminho que está percorrendo e construir um diferencial para o futuro é extremamente importante para adquirir vantagem estratégica, competitiva e ambiental. Elas devem avaliar suas rotas atuais e identificar oportunidades onde diferentes modos de transporte, como ferrovias, vias navegáveis e aéreas e transporte rodoviário, podem ser integrados de maneira eficiente.

Para minimizar os impactos ambientais do transporte multimodal, as organizações devem investir em veículos de circulação de emissão zero, ou seja, utilizando biocombustíveis e traçando metas a serem alcançadas anualmente. Também é crucial estabelecer parcerias estratégicas com fornecedores de serviços de transporte multimodal que possam oferecer soluções integradas e sustentáveis, capazes de coordenar efetivamente a movimentação de cargas entre diferentes modos.

Porém, o investimento não deve partir apenas das empresas. É de extrema importância que o Governo entenda seu papel nessa jornada. Deste modo, a alta Administração deve aplicar parte do capital no desenvolvimento de portos e aeroportos, bem como na reestruturação de rodovias e ferrovias, possibilitando assim a escolha da multimodalidade às organizações.

As empresas Grupo Apisul, Amazon e DHL e a ação da FAB citadas no artigo mostram a relevância e os benefícios em adotar o transporte multimodal sustentável em toda a cadeia logística.

Em termos gerais, o transporte multimodal sustentável não só melhora a eficiência econômica global, mas também desempenha um papel crucial na redução do consumo de recursos naturais e na minimização do impacto ambiental associado ao transporte de pessoas e mercadorias em diferentes distâncias.

8. Considerações Finais

O presente artigo se propôs a investigar os principais desafios e oportunidades associados à integração de tecnologias sustentáveis na logística multimodal, por meio da análise de material teórico, cases de sucesso e possíveis tendências futuras. Ao longo do estudo pode-se verificar que os objetivos foram alcançados, obtendo-se dados que permitiram uma melhor reflexão do assunto escolhido.

A integração de tecnologias sustentáveis na logística multimodal apresenta desafios significativos, mas também oferece oportunidades promissoras para melhorar a eficiência operacional e reduzir o impacto ambiental. À medida que as empresas buscam equilibrar considerações econômicas, ambientais e sociais, a adoção de práticas sustentáveis torna-se cada vez mais crucial para o futuro da logística global.

Olhando para o futuro, várias tendências emergem como críticas para o avanço da logística multimodal sustentável. A digitalização e a automação

continuarão a transformar o setor, com o uso de tecnologias para melhorar a eficiência operacional e a rastreabilidade das cadeias de suprimentos.

A descarbonização será uma prioridade crescente, impulsionando o desenvolvimento de modais de transporte mais limpos e a adoção de energias renováveis. A colaboração entre empresas, governos e outras partes interessadas será fundamental para superar desafios compartilhados e promover inovações integradas. A sustentabilidade não será apenas uma necessidade regulatória, mas também um diferencial competitivo crucial, com empresas posicionadas para liderar não apenas em lucratividade, mas também em responsabilidade ambiental e social.

No contexto empresarial, a integração de práticas sustentáveis na logística multimodal não apenas atende às expectativas crescentes de consumidores e stakeholders por responsabilidade ambiental, mas também pode fortalecer a reputação e a competitividade das empresas no mercado global. Empresas que demonstram um compromisso claro com a sustentabilidade são vistas como mais éticas, responsáveis e confiáveis, o que pode resultar em uma vantagem estratégica significativa.

Tendo em vista que o ramo da logística está em constante evolução e que novas tecnologias são desenvolvidas a cada dia, sugere-se que sejam realizados futuros estudos aprofundados, visando verificar novas influências sustentáveis da integração multimodal.

Referências

ABOL. **Multimodalidade é o caminho para uma logística mais sustentável.** Disponível em: <https://abolbrasil.org.br/noticias/noticias/multimodalidade-e-o-caminho-para-uma-logistica-mais-sustentavel>. Acesso em: 07 set. 2024.

ACESSUS CONTABILIDADE. **Transporte multimodal: eficiência global.** Disponível em: <https://acessus.com.br/transporte-multimodal-eficiencia-global/#:~:text=O%20transporte%20multimodal%20n%C3%A3o%20apenas,para%20cada%20trecho%20da%20jornada>. Acesso em: 30 ago. 2024.

ALMEIDA, V. L. de. *et al.* **Produzir sem agredir: a logística sustentável** Dabbawala, da Índia para o mundo. ENEGEP 2019 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2019.

AMAZON. **Driving Climate Solutions - Transportation.** Disponível em: <https://sustainability.aboutamazon.com/climate-solutions/transportation>. Acesso em: 18 out. 2024.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais, distribuição física. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1992.

BARAT, J. **Logística, transporte e desenvolvimento econômico**: volume III: a visão macroeconômica. 1 ed. São Paulo: CLA, 2007.

BARAT, J. **Logística, transporte e desenvolvimento econômico**: volume IV: a visão setorial. 1 ed. São Paulo: CLA, 2007.

BERTI, L. C. **O modal hidroviário como oportunidade de integração logística**: a utilização da hidrovía Tietê-Paraná como alternativa para o escoamento de soja para exportação do estado do Mato Grosso para o Porto de Santos. 2019. 105 p. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de filosofia, letras e ciências humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

BUBLITZ, L. **Cabotagem**: tendências para 2024 do modal de transporte mais sustentável do Brasil. Disponível em: <https://abac-br.org.br/cabotagem-tendencias-para-2024-do-modal-de-transporte-mais-sustentavel-do-brasil/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

CASTIGLIONI, J. A. de M. **Logística operacional**: guia prático. 2 ed. São Paulo: Érica Ltda, 2009.

CHRISTOPHER, M. **Logistics & supply chain management**. 4 ed. Grã Bretanha: FT Press, 2011.

CNT. **Boletim unificado - maio 2024**. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/boletins>. Acesso em: 6 jun. 2024

CONEXÃO PUC MINAS. **Leitura Dinâmica**: 3 técnicas para desenvolver essa habilidade. Disponível em: <https://conexao.pucminas.br/blog/dicas/leitura-dinamica/>. Acesso em: 6 set. 2024

DELOITTE. Segurança cibernética é crucial para terceiro setor cumprir seu papel social. **Valor econômico**, nov. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/deloitte/impacting-the-future/noticia/2022/11/23/seguranca-cibernetica-e-crucial-para-terceiro-setor-cumprir-seu-papel-social.ghtml>. Acesso em: 23 set. 2024.

DHL. **Sustainability**. Disponível em: <https://www.dhl.com/br-en/home/about-us/sustainability.html>. Acesso em: 22 out. 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **Mobility Strategy**. Disponível em: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/mobility-strategy_en. Acesso em: 13 nov. 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **Sustainable Transport**. Disponível em: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/sustainable-transport_en. Acesso em: 13 nov. 2024.

GLOBAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT. **Times of crisis, times of change**: science for accelerating transformations to sustainable development. Disponível em: https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-09/FINAL%20GSDR%202023-Digital%20-110923_1.pdf. Acesso em: 28 ago. 2024.

FERNANDES, M. C. da. S. **Logística e sustentabilidade**: análise de casos de estudo e tendências. 2008. 132 p. Dissertação (Mestrado em Logística) – Escola de Gestão do Porto, Universidade do Porto, Porto, 2008.

FIGUEIREDO, E. **Multimodal**: investimento em inteligência logística garante redução de custos e melhoria da qualidade operacional. Disponível em: <https://www.apisul.com.br/multimodal-investimento-em-inteligencia-logistica-garante-reducao-de-custos-e-melhoria-da-qualidade-operacional/12631/>. Acesso em: 23 set. 2024.

FILASSI, M; OLIVEIRA, A. L. R. de; MAKIYA, I. K. **Logística de exportação da soja brasileira**: uma avaliação do corredor intermodal Centro-Norte. vol. 38, nº 07, ano 2017, pág. 20.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **FAB intensifica força-tarefa multimodal para o envio de donativos para Canoas (RS)**. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/42587>. Acesso em: 16 out. 2024.

GUARNIERI, P. Logística Sustentável: associação entre responsabilidade ambiental e estratégia empresarial. **Revista Mundo Logística**, Paraná, edição 36, p. 20-30, set/out. 2013.

ITF. **International transport forum**. Disponível em: <https://www.itf-oecd.org/>. Acesso em: 27 set. 2024.

LOPES, B. F. R; OLIVEIRA, A. L. R. de. Estratégia logística do milho brasileiro e a prática da intermodalidade: uma avaliação de rotas selecionadas. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 7, n. 1, p. 613-622, jul/dez. 2015.

NATIONAL ACADEMIES. **Transportation research board**. Disponível em: <https://www.nationalacademies.org/trb/transportation-research-board>. Acesso em: 25 set. 2024.

NIELSEN. **Responsibility & sustainability**. Disponível em: <https://www.nielsen.com/about-us/responsibility-and-sustainability/#reporting>. Acesso em: 29 set. 2024.

ODA, M. *et al.* **Logística sustentável**: contribuição a processos de gestão. 2009. 26 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente) - Senac, São Paulo, 2006.

ONTL. **Anuário estatístico de transportes 2013-2022**. Disponível em: https://www.infrasa.gov.br/ontl/publicacoes/anuario-estatistico/#flipbook-df_57607/1/. Acesso em: 5 jun. 2024.

PATRUS. **Logística sustentável**: importância e principais estratégias. Disponível em: <https://patrus.com.br/blog/logistica-sustentavel-importancia-e-principais-estrategias/>. Acesso em: 03 jul. 2024.

PAURA, L. G. **Introdução à logística**. Curitiba: e-Tec Brasil, 2011.

PEREIRA, O. C. **Soluções de otimização da eficiência energética de uma ferrovia de carga**: o caso da Estrada de Ferro Carajás – EFC. 2009. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica Do Rio De Janeiro - Puc-Rio, Rio de Janeiro, 2009.

PRESTEX. **Vantagens e desvantagens dos modais de transporte**. Disponível em: <https://www.prestex.com.br/blog/vantagens-e-desvantagens-dos-modais-de-transporte/>. Acesso em: 12 ago. 2024.

RESAT, H. G. TURKAY, M. Transport and Logistics Models for Sustainability. **Computer Aided Chemical Engineering**, v. 36. Disponível em: https://www.academia.edu/25740209/Transport_and_Logistics_Models_for_Sustainability. Acesso em: 28 ago. 2024.

RIBEIRO, P. C. C; FERREIRA, K. A. **Logística e transportes**: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro. ENEGEP 2002 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002.

RICO, P. J. da. C. **Logística e sustentabilidade ambiental**. 2014. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Empresariais) – Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Ciências Empresariais, Setúbal, 2015.

SILVA, A. R. C. da. **Tipos de transporte (modais)**. Pernambuco: e-Tec Brasil, 2013.

SOARES, I. **Modais de transporte**: o que são e quais os principais?. Disponível em: <https://www.cobli.co/blog/modal-de-transporte/>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SOLANO, L. de. B; LOPES, J. C. de. J. Plano de gestão de logística sustentável da UFMS. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 5, n. 1, 15 out. 2021.

SOUZA, L. de. K. Pesquisa com análise qualitativa de dados: conhecendo a Análise Temática. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, Rio de Janeiro, v. 71, ed. 2, pág. 51-67, 2019.

UNCTAD. **World investment report 2024**. Disponível em: <https://unctad.org/publication/world-investment-report-2024>. Acesso em: 20 set. 2024.

VOLOCH, M. **Inovação e sustentabilidade**: tendências promissoras para o futuro do setor logístico. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/artigos/artigos-de-opiniao/artigo-inovacao-e-sustentabilidade-tendencias-promissoras-para-o-futuro-do-setor-logistico>. Acesso em: 11 nov. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Global Competitiveness Report 2019**. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/global-competitiveness-report-2019/>. Acesso em: 25 set. 2024.

ZHAO, J. SUN, G. WEBSTER, C. **Does China-Pakistan Economic Corridor improve connectivity in Pakistan? A protocol assessing the planned transport network infrastructure**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692322000503>. Acesso em: 29 ago. 2024.