

Article

Metodologia de Avaliação da Logística Empresarial Sustentável à Luz dos ODS 9, 11 e 12

Caroline Vieira de Macedo Brasil¹, Dayane Martins Salles², Valdir Fernandes³

¹ Especialista em Gestão em Logística (IBPEX) e em Formação Docente para EAD (UNINTER). Centro Universitário Internacional Uninter, professora, Curitiba, Brasil. ORCID: 0000-0002-4782-3560. E-mail: carolinevmb@gmail.com

² Doutora em Ciências Ambientais (UTFPR). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pesquisadora, Curitiba, Brasil. . ORCID: 0000-0002-7250-1715. E-mail: sallesambiental@gmail.com

³ Doutorado em Engenharia Ambiental (UFSC). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Professor Titular-Livre, Curitiba, Brasil. ORCID: 0000-0003-0568-2920. E-mail: vfernandes@utfpr.edu.br

RESUMO

A logística empresarial apresenta, ano após ano, um crescimento acelerado que dificulta a estruturação da sustentabilidade nesse setor diante da falta rastreabilidade e do aumento dos impactos negativos no meio ambiente. Considerando a importância da estruturação desse setor e das metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, este artigo propõe uma metodologia de análise da logística empresarial sustentável no contexto dos ODS 9, 11 e 12, denominada SustainLogTrack. O artigo é apresentado em duas seções: a primeira estabelece, por meio de uma revisão narrativa, os impactos e as possibilidades de contribuição da logística através de cada um dos modos de transporte (rodoviário, ferroviário, aquaviário, aeroviário e dutoviário), seguida da correlação entre duas metas de cada um dos ODS analisados e a logística sustentável. Embasada nesse quadro-resposta, na seção dois do artigo é proposta uma metodologia de análise de relatórios de sustentabilidade. A metodologia desenvolvida resultou em 14 indicadores e um esquema de pontuação que permite analisar empresas de qualquer setor em 5 faixas de performance: inexistente, fraco, regular, bom e ótimo. Os resultados alcançados podem ser aplicados às empresas que buscam a sustentabilidade em seus processos logísticos, bem como para os gestores públicos que buscam identificar e investir na infraestrutura necessária para a execução da logística sustentável em sua região. A aplicação da metodologia SustainLogTrack foi realizada em um segundo artigo.

Palavras-chave: indicadores de sustentabilidade; infraestrutura urbana; logística sustentável; relatórios de sustentabilidade; SustainLogTrack.

ABSTRACT

Corporate logistics has shown accelerated growth year after year, making it challenging to structure sustainability in this sector due to the lack of traceability and increased negative environmental impacts. Considering the importance of structuring this sector and the targets of the Sustainable Development Goals, this article proposes a methodology for analyzing sustainable corporate logistics in the context of SDGs 9, 11, and 12, named SustainLogTrack. The article is presented in two sections. Through a narrative review, the first establishes the impacts and potential logistics contributions through each transport mode (road, rail, waterway, air, and pipeline), followed by the correlation between two targets of each SDG analyzed and sustainable logistics. Based on this response framework, section two of the article proposes a methodology for analyzing sustainability reports. The methods developed resulted in 14 indicators and a scoring scheme that allows companies from any sector to be studied in 5 performance bands: non-existent, weak, regular, sound, and excellent. The results achieved can be applied to companies seeking sustainability in their logistics processes and to public managers seeking to identify and invest in the infrastructure necessary to implement sustainable logistics. SustainLogTrack's application is described in a second article.

Keywords: sustainability indicators; urban infrastructure; sustainable logistics; sustainability reports; SustainLogTrack.



Submissão: 19/02/2025



Aceite: 25/04/2025



Publicação: 05/06/2025



Introdução

A partir da emergência do conceito de desenvolvimento sustentável, como uma proposta multidimensional e das agendas decorrentes, Agenda 21, Agenda do Milênio e Agenda 2030, inúmeros desafios se impuseram nos diversos âmbitos e setores da sociedade. Tais desafios retratam a complexidade de um desenvolvimento em bases sustentáveis que, segundo Sachs (2009), devem considerar as múltiplas dimensões da natureza e da sociedade, incluindo os sistemas produtivos no contexto do atual sistema econômico.

Nesse cenário, como parte dos desafios de um desenvolvimento sustentável, em sentido amplo, a sustentabilidade nos processos de logística é parte importante, com implicações ambientais, sociais e econômicas diretas, uma vez que o bom desempenho deste setor está correlacionado à competitividade e prosperidade das empresas (Sun et al. 2022), assim como à redução de impactos no ambiente e consequentemente com benefícios sociais. A criação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) foi fundamental para que a logística se estruturasse com base no que é preconizado pela Agenda 2030 (Huang et al. 2018). A partir dessas Agendas globais e multisetoriais (Salles et al. 2024), as redes logísticas passaram a considerar as questões ambientais e sociais (Sidek et al. 2021), sem focar somente na minimização de custos (Frota Neto et al. 2008).

Em que pesem os avanços, as organizações encontram dificuldades devido às muitas áreas e variáveis envolvidas na logística, incluindo os níveis estratégico, tático e operacional e, mais recentemente, à multidimensionalidade da sustentabilidade (Qaiser et al. 2017). A correlação entre logística, logística verde e logística sustentável, ainda é incipiente. A logística contempla, como atividades primárias, a aquisição de matérias-primas, manuseio e armazenamento de estoques e transporte de mercadorias (Sun et al. 2022). Essas atividades estão associadas à fabricação, transporte, utilização e destino dos produtos em fim de vida (Frota Neto et al. 2008). Já a logística verde é um sistema que busca ser ecologicamente correto, associado a uma economia circular nos processos logísticos (Čižiūnienė et al. 2024), enquanto o desenvolvimento sustentável da logística abarca as questões econômicas e sociais sem que ocorram perdas ambientais (Abbasi & Nilsson 2016).

Os conceitos de logística verde e logística sustentável são utilizados de forma intercambiável na literatura (Qaiser et al. 2017). Por vezes, a logística verde é considerada como um sistema de logística sustentável (Čižiūnienė et al. 2024). Qaiser et al. (2017) afirmam ainda que a logística verde é mais abordada que a logística sustentável e enfatizam sobre a necessidade de que sejam considerados também os aspectos sociais e econômicos nesses processos. Para além disso, os processos de avaliação da logística nas empresas permitem que lacunas sejam identificadas e que novas ações sejam propostas.

Os relatórios de sustentabilidade das empresas devem divulgar informações acerca da cadeia logística. Esses documentos, publicados anualmente de forma facultativa no Brasil e já obrigatória em alguns países da Europa, geralmente estão estruturados com base na metodologia GRI com critérios avaliativos e indicam tanto as ações tomadas no momento presente, quanto os planos e projetos futuros, com metas a serem cumpridas (Porciúncula Júnior & Andreoli 2023).

Para a avaliação da sustentabilidade inúmeras ferramentas oferecem diferentes diretrizes de aplicação, dados e experiências de estudo de caso (Ness et al. 2007). A avaliação da sustentabilidade consiste na análise das iniciativas sobre a sustentabilidade, podendo essa ser uma política, plano, programa, projeto, legislação, uma prática ou atividade (Pope et al. 2004). As empresas podem analisar a sustentabilidade através de métodos tradicionais de avaliação de sustentabilidade corporativa, de avaliação de economia circular, de avaliação ESG e indicadores de desempenho não financeiros (Blinova et al. 2023).

Apesar da avaliação em sustentabilidade ser consolidada nas pesquisas e da logística nas empresas ocupar um importante papel nesse cenário, 1/3 dos gerentes de logística não estão cientes sobre o efeito ambiental das atividades logísticas (Maji et al. 2023). Além dos poucos estudos sobre logística sustentável (Sidek et al. 2021),



a avaliação da logística nas empresas também é pouco abordada na literatura. Uma busca nos títulos de artigos na base Scopus utilizando as palavras-chave "green logistic" OR "sustainable logistic" AND "assessment" retornou em 15 documentos. Dentre os temas abordados, estão: método para investigar e analisar riscos potenciais de modo de falha logística verde (Liu & Li 2021); estruturas para facilitar a logística verde (Shoaib et al. 2022); avaliação dos fatores que influenciam na logística verde (Vithayaporn et al. 2023); método de simulação para compreensão dos impactos ambientais e custos associados à logística (Abduaziz et al. 2015), modelo de avaliação e monitoramento de risco (Zhang et al. 2020), dentre outros.

Os estudos encontrados que detalham metodologias de avaliação voltadas à logística (Lenort et al. 2022), não consideram essa análise no contexto dos ODS.

Considerando a dificuldade em direcionar as atividades logísticas tradicionais à logística verde sustentável (Shoaib et al. 2022) e a importância da avaliação da logística para o cumprimento da Agenda 2030, este estudo busca contribuir ao correlacionar três dos 17 ODS à logística sustentável nas empresas e propor uma metodologia de avaliação de logística sustentável no contexto de 3 ODS. Sendo eles: 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; 11 - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; e 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis (Nações Unidas Brasil 2025a), a partir da análise dos relatórios de sustentabilidade. Ressalta-se que outras metas de outros ODS podem estar indiretamente envolvidas nas práticas empresariais analisadas, porém, o foco está naquelas em que as empresas possuem total poder de decisão e ação, sendo essas os três ODS identificados (9, 11 e 12).

O objetivo central deste artigo é responder à pergunta de como mensurar, acompanhar e comparar as práticas logísticas sustentáveis realizadas pelas empresas. Isso se dá pelo contexto acima exposto da complexidade das atividades envolvidas, além da dificuldade em se estabelecer padrões de execução, assim, como na falta de um instrumento que permita essa avaliação de maneira clara, objetiva e precisa.

Para isso, a construção da pesquisa, em termos metodológicos e a apresentação de resultados, divide-se em duas seções. Na seção I, serão estabelecidos os vínculos entre a logística sustentável e os ODS, uma vez que a proposta metodológica será embasada nos ODS 9, 11 e 12. Os resultados alcançados nessa etapa são utilizados na seção II, para o desenvolvimento de uma metodologia de análise da logística sustentável a partir dos relatórios de sustentabilidade empresariais, sendo denominada SustainLogTrack.

Fundamentação Teórica e Metodologia

Vínculos Entre a Logística Sustentável e os Ods

Metodologia

Inicialmente, foram estabelecidas as conexões entre a logística e os ODS determinados e definidas as perguntas, juntamente com as palavras-chave de busca para cada um dos indicadores criados.

Avaliar as metas propostas pelos ODS é uma das maneiras de acompanhar a evolução dos aspectos de sustentabilidade nas diversas áreas de atuação empresarial. A logística sustentável está inserida nesse contexto e pode contribuir para resultados positivos. Porém, ao se buscar em todas as metas dos 17 ODS, não foi encontrada a palavra logística em nenhuma delas e transporte está vinculado apenas ao ODS 11, relacionado à mobilidade urbana sustentáveis (Nações Unidas Brasil, 2025c). Sendo assim, foi preciso determinar os ODS ligados à logística de maneira indireta, chegando-se aqueles ligados à indústria, à cidade e à produção: ODS: 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis) (Nações Unidas Brasil, 2025d). A relação dos demais ODS com a logística não é inexistente,



porém, subjetiva e a contribuição da logística sustentável para seu alcance pode ocorrer ao se atingir uma das metas dos ODS 9, 11 ou 12.

A partir de uma revisão narrativa da literatura foi identificada a correlação entre a logística sustentável e duas metas de cada um dos ODS determinados. Foram consideradas as fontes de dados secundárias, de acesso livre, priorizando artigos sobre o tema, além de livros e sites governamentais. Foram utilizadas duas bases de pesquisa: Scopus e Web of Science. As buscas foram por palavras-chave genéricas ao tema: *sustainab** e *logistic*. O período da busca foi de 2013 a 2023 e a escolha de qual artigo faria parte deste referencial teórico levou em consideração os mais citados, assim como a leitura dos resumos e a pertinência à temática.

A revisão narrativa, feita de maneira qualitativa, não vislumbra abordar todas as lacunas dos estudos, mas identificar padrões de discursos, temas e análises gerais. Buscou-se identificar estudos relacionados às atividades de logística empresarial e ligadas às práticas de sustentabilidade, de maneira a contribuir com a Agenda 2030. Não se teve a pretensão de reprodução ou esgotamento do tema, mas sim de esclarecimento sobre o impacto da logística sustentável no cumprimento das metas dos ODS, o que, segundo Silva (2019), é atingido com a revisão narrativa.

Conexões entre os ODS 9, 11 e 12 e a Logística Sustentável

A partir dos conceitos levantados de logística sustentável, foi possível elaborar o Quadro 1, com foco no transporte, atividade logística com maior impacto na sustentabilidade. São demonstradas as características de cada modal, o impacto da operação na sustentabilidade e a forma de redução desse impacto que pode ser implementada pelas empresas em suas operações logísticas.

A partir da análise do Quadro 1, foram identificadas ações em comum e que podem ser adotadas referentes a qualquer um dos cinco modais para a redução do impacto negativo na sustentabilidade das atividades logísticas. Dentre elas, estão: a) incentivo ao uso da multimodalidade, pois, cada modal passa a ser utilizado no trecho em que é mais eficiente (Kramarz et al. 2021); e b) desenvolvimento de fornecedores locais, já que as distâncias percorridas passam a ser menores, reduzindo as emissões na mesma proporção (Greene et al. 2020).

É importante incentivar o uso de combustíveis mais limpos. Por exemplo, há opção do uso de veículos elétricos, defendida desde 1984, por Randi Lover, como uma das opções para evitar as consequências climáticas dos combustíveis fósseis (Lovelock 2006). Uma das alternativas está no uso de veículos elétricos, que podem contribuir com a eficiência energética da operação e reduzir as emissões de poluentes na cadeia logística (Feng et al., 2022). Porém, para isso, é preciso pontos de abastecimento em diversos locais, o que ainda não está disponível no país da mesma forma que combustíveis fósseis: 10.622 eletropostos no território nacional, em 2024, com disposição geográfica irregular, sendo a maioria em São Paulo (1.764), seguido de Brasília (986) e Rio de Janeiro (619) (ABVE 2024), número esse insuficiente caso a frota migrasse em sua totalidade para a tecnologia elétrica.

A Lei n.º 14.600, de 19 de junho de 2023 (Brasil 2023), apresenta claramente a responsabilidade do Estado quanto à infraestrutura e estabelece como responsabilidade dos Ministérios de Portos e Aeroportos e dos Transportes a política nacional de transportes; a política nacional de trânsito; e a formulação de políticas e diretrizes de execução e avaliação dessa infraestrutura.


Quadro 1: Modal, impacto e forma de melhoria

Características do Modal	Impacto direto da operação na sustentabilidade	Forma direta de redução do impacto
Rodoviário		
Grande variedade de mercadorias transportadas, entrega porta a porta, ideal para a última milha, flexibilidade de rotas e horário, baixo custo de infraestrutura e elevado custo por tonelada transportada (Ballou 2007).	Uso de combustíveis poluentes, como os de origem fóssil, separação de biomas pelas rodovias (Costa et al. 2019) e alto impacto social na qualidade de vida dos trabalhadores do setor (Vreden et al. 2022).	Uso de tecnologia para roteirização e otimização das rotas (Zantalis et al. 2019); incentivo ao uso de biocombustíveis e energia limpa.
Ferrovário		
Média variedade de produtos transportados, em geral, os de baixo valor agregado, alta capacidade de carga, baixa flexibilidade de roteiro, uso de combustíveis fósseis, elevado custo de infraestrutura, porém, de baixa manutenção, baixo custo por tonelada transportada (Ballou 2007).	Uso de combustíveis poluentes e poluição sonora elevada (Peplow et al. 2021).	Uso de tecnologias limpas de transportes, como a energia elétrica ou por magnetismo (Pinto Neto et al. 2020).
Aquaviário		
Grande variedade de mercadorias transportadas, depende de outro modal para entrega e recebimento, média flexibilidade de rotas e horário, alta capacidade de tonelage transportada, baixo custo de infraestrutura e por tonelada transportada, exige corpos de água, fazendo ser dependente da geografia local (Ballou 2007).	Uso de combustíveis poluentes (Van et al. 2019) e contaminação dos corpos de água devido a liberação da água de lastro.	Incentivo ao uso de combustíveis menos poluentes (Van et al. 2019) e uso de filtragem com ultravioleta (Rivas-Zaballos et al. 2021) antes de despejar a água de lastro.
Aeroviário		
Alta variedade de produtos transportados, em geral, de alto valor agregado, baixa capacidade de volume de carga, alta flexibilidade de roteiro, uso de combustíveis fósseis, elevados custos de infraestrutura, de manutenção e por tonelada transportada (Ballou 2007).	Uso de combustíveis poluentes, emissão elevada de CO ₂ (Tarr et al. 2022) e poluição sonora elevada (Filippone et al. 2019).	Incentivo de uso de combustíveis menos poluentes que o querosene de aviação (Gualtieri et al. 2022) e utilização de softwares para ajuste da rota em cada aeroporto a fim de redução da poluição sonora (Filippone et al. 2019).
Dutoviário		
Baixa variedade de produtos transportados, em geral, líquidos, gases e óleos, com baixo valor agregado, alta capacidade de carga, transporte ininterrupto, inflexibilidade de roteiro, baixo consumo de energia, elevado custo de infraestrutura, porém, de baixa manutenção, baixo custo por tonelada transportada (Ballou 2007).	Impacto durante a operação é próximo de zero, porém, a sua construção pode levar a problemas ambientais e falta de manutenção a acidentes (Novoselov et al. 2019).	Uso de tecnologia para manutenção a fim de se evitar vazamentos de produtos conduzidos por dutos, em geral, poluentes (Chalgham et al. 2020).

FONTE: Elaboração própria, 2025.



Sendo assim, as empresas dependem do investimento do Estado para contar com uma infraestrutura adequada e opções de mais de um modal nas diversas regiões para executar as suas operações logísticas. O ideal, para que a empresa consiga alcançar os objetivos logísticos¹, é que se tenham os 5 modais disponíveis: rodoviário, ferroviário, aeroviário, dutoviário e aquaviário. Contudo, isso depende de características geográficas, já que as aquavias dependem de rios, lagos, mares ou oceanos; interferindo na transportabilidade da região (Rodrigue 2024).

Esse é um dos desafios impostos ao Estado para a aplicação da legislação em vigor sobre a infraestrutura de transportes. A legislação coloca diretrizes para as entidades, tanto públicas quanto privadas, para a logística, porém, com clareza, apenas para a reversa. A Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Brasil 2010) instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), com destaque para os objetivos voltados para a saúde pública, qualidade ambiental, adequada disponibilização final de rejeitos quando não é possível a reciclagem ou sua reutilização, além de incentivar a não geração, redução e tratamento dos resíduos sólidos.

Após 12 anos da sua publicação, período considerado longo, surge o Decreto n.º 10.936, de 12 de janeiro de 2022 (Brasil 2022), o qual regulamentou a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esse Decreto trouxe as formas de responsabilidade de cada um dos envolvidos na gestão dos resíduos sólidos brasileiros e, como destaque, tem-se: responsabilidade compartilhada por todos os envolvidos na cadeia produtiva (fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, transportadores, Estado e consumidores) por garantir a execução correta da destinação dos resíduos e sua operação. Outro fator importante está no acompanhamento da gestão dos resíduos, por meio de manifesto de transporte, cadastro em sistema público para acompanhamento das práticas e fiscalização das atividades relacionadas.

A aplicação da Lei em território nacional, encontra cenários distintos entre as diversas regiões. A existência dessa lei não garante a efetiva operação de logística reversa por parte das empresas e o acompanhamento in loco é de difícil operação. Esse deveria ser um dos aspectos mais considerados já que os recursos disponíveis no planeta são finitos e o uso indiscriminado, sem pensar no bem-estar das gerações futuras, pode não permitir que essas gerações usufruam desses recursos (Hejer et al. 2015). O desenvolvimento efetivamente sustentável traz essa visão de solidariedade sincrônica com a geração atual e diacrônica com as gerações futuras (Sachs, 2009). Nesse contexto, Philippi Jr et al. (2014) ressaltam a importância dos valores culturais de uma sociedade para que seja colocado em prática.

Historicamente, o desenvolvimento foi construído sem levar em consideração seu impacto e suas consequências (Fernandes 2008). O autor expõe claramente o que é encontrado na maioria dos centros urbanos atuais: uma realidade existente sem que houvesse um adequado planejamento em relação aos efeitos da sua estrutura, assim como o seu uso, no ambiente em que está inserida. Não é possível desfazer tudo que está feito e começar novamente em todas as cidades; é preciso uma adequação com base no conhecimento e tecnologias atuais.

Há pontos que merecem destaque em relação às concentrações urbanas e sustentabilidade, mas o que está diretamente ligado à logística é o fato de os centros urbanos não serem autossuficientes na produção de insumos, bens, alimentos e todo e qualquer material que seja necessário para a sua existência (Sotto et al. 2019). Essa realidade exige uma logística planejada para o abastecimento e a distribuição eficientes entre os pontos de origem e de destino. Sendo que a competitividade e eficiência da atividade passam a interferir diretamente no resultado da entrega e seu impacto no meio (Ellram et al. 2020). Pelo fato da interdependência entre as cidades

¹ Entregar o produto certo em condições de uso, no local correto, no prazo combinado e ao menor custo possível (Lambert 2014).



em relação aos insumos, é preciso que esse trabalho seja também em conjunto. Todos os municípios, ou países, nas diversas áreas, devem estar focados da mesma forma em relação a esses recursos. Entretanto, um dos maiores desafios para considerar uma logística sustentável está na mensuração e avaliação da sustentabilidade. O quadro 2 demonstra duas metas convergentes de cada um dos ODS selecionados em relação à logística sustentável.

Quadro 2: ODS 9, 11 e 12 e suas relações com a logística sustentável

Metas diretamente relacionadas à logística	Contribuição da área de logística para o alcance da meta
ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura	
9.1: Desenvolver infraestrutura com preço acessível, de qualidade, sustentável e com foco social. 9.4: Até 2030 fomentar o uso de tecnologias limpas, ambientalmente adequadas e com a infraestrutura necessária disponível (Nações Unidas Brasil, 2025b).	Fomentar o uso de biocombustíveis (Kovačić et al. 2022), sempre que disponíveis, investir em novas tecnologias de roteirização que permitam a execução das atividades com menor impacto ambiental (Zantalis et al. 2019) e valorizar o trabalhador do setor (Kębłowski et al. 2022).
ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis	
11.3: aumentar urbanização inclusiva e sustentável, sendo que o planejamento urbano deve favorecer a participação da comunidade, ser integrado e sustentável. 11.6: reduzir o impacto ambiental per capita das cidades (Nações Unidas Brasil, 2025c)	As empresas sejam incentivadas a adotar práticas sustentáveis em suas cadeias de suprimentos, da mesma forma, que desenvolvem seus produtos de maneira sustentável, destaque para o uso de práticas de mobilidade (Melo et al 2018), tecnologias para a eficiência nas roteirizações (Zantalis et al. 2019) e multimodalidade (Kramarz et al. 2021).
ODS 12: Consumo e Produção Sustentável	
12.3: Até 2030, reduzir pela metade a perda de alimentos em todas as etapas da cadeia, desde a produção, até o consumo, passando pelo transporte e armazenagem. 12.5: Até 2030, reduzir a geração de resíduos (Nações Unidas Brasil, 2025d).	Reduzir perdas durante a distribuição de alimentos, que podem acontecer com mais frequência quando o modal escolhido não é o adequado ou até mesmo quando a embalagem não está corretamente dimensionada para a operação do produto (Bell & Horvath 2020).

FONTE: Elaboração própria, 2025.

O cumprimento desses objetivos por parte das empresas depende de investimentos governamentais em infraestrutura (Kervall & Pålsson 2023). O Brasil possui uma infraestrutura logística que favorece quase que exclusivamente o modal rodoviário, em geral, pouco sustentável e com alto impacto nos níveis de poluição (Sotto et al. 2019), da mesma forma que favorece a concentração de indústrias e centros de distribuição em grandes centros urbanos. Segundo Salles et al. (2022) há também, no Brasil, um predomínio do capital social relacionado ao automóvel, como sinônimo de prosperidade econômica e ascensão social. Esses aspectos dificultam a execução sustentável da atividade logística, já que não há opção de diversos modais para todas as regiões, impedindo o uso da multimodalidade (Kramarz et al. 2021) e os centros de distribuição acabam sendo grandes armazéns, com alto impacto na região que estão instalados (Lim & Park 2020).

Há de se considerar que nas diversas regiões brasileiras podem ser encontradas grandes variações de infraestrutura e disponibilidades para a logística, situação similar a encontrada em países em desenvolvimento (Arvianto et al. 2021). Empresas que atuam nacionalmente encontram uma pluralidade de situações a serem gerenciadas, o que gera complexidade de acompanhamento e melhorias, pois estratégias e planejamento que funcionam em uma região, podem não ser executadas em outra.

As práticas de logística sustentável, como a reciclagem e reutilização de resíduos como insumos em outras cadeias de abastecimento, são válidas e devem ser consideradas no planejamento da operação, sendo esse um



dos princípios da Agenda 21 brasileira, os conhecidos 3 ERRES: reduzir, reutilizar e reciclar. Nesses três aspectos, a logística é que realizará a operação através das atividades de logística reversa. O foco na reciclagem é urgente e deve ser sempre levado em consideração, principalmente devido à escassez de recursos naturais e a possibilidade de geração de energia a partir dos resíduos (Antiqueira & Sekine 2020). Essa geração de energia destacada pelas autoras, é uma das oportunidades, juntamente com a venda dos resíduos para outras cadeias produtivas, que a logística tem de gerar receita para as empresas, contribuindo com ODS 12.

Seção II: Analisando a Logística Sustentável

Metodologia

A seção I apresentou os impactos e as possibilidades de melhoria de cada modal de transporte (rodoviário, ferroviário, aquaviário, aeroviário e dutoviário) e a correlação entre duas metas de cada um dos ODS 9, 11 e 12 com a logística sustentável. Encontrados esses vínculos, esta seção apresenta a metodologia para a construção dos indicadores que envolvem a logística sustentável em suas cadeias produtivas através dos relatórios de sustentabilidade.

Desenvolvimento os indicadores de análise

Apesar dos ODS possuírem seus próprios indicadores, para analisar as ações das empresas voltadas à logística sustentável, foi necessária a construção de indicadores específicos, já que a logística não é identificada diretamente nessas metas. O quadro 2, que especificou a contribuição da área de logística para o alcance da meta, serviu como base para a construção desses indicadores. A Figura 1 estabelece os passos seguidos nesta etapa.

Ao seguir os passos descritos na Figura 1, chega-se à Tabela 3, em que a primeira coluna indica as metas de cada ODS em que foram encontradas as correlações diretas com a logística na seção I. A segunda coluna apresenta os indicadores construídos para checagem nos relatórios de sustentabilidade nas empresas selecionadas. Na terceira coluna está a descrição do que é buscado para esse indicador. E, por fim, a quarta coluna as palavras-chave utilizadas para a busca nos relatórios de sustentabilidade.

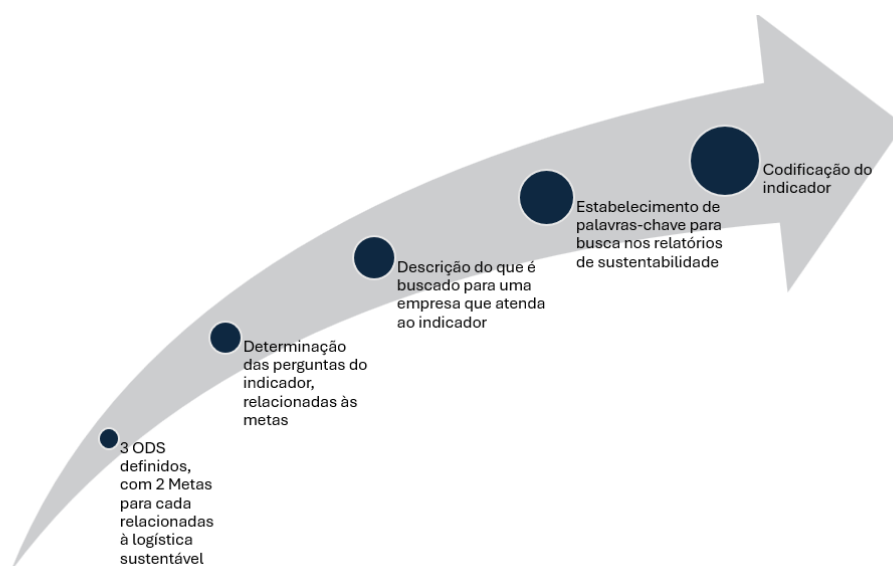


Figura 1: Passos para construção do quadro de indicadores. Fonte: Elaboração própria, 2025.

Os indicadores foram codificados para facilitar a construção da análise e a codificação é composta da seguinte forma: o número do ODS + L (referente à logística) + letra do alfabeto, para identificar em ordem



sequencial o indicador, uma vez que um mesmo ODS poderá ter mais de um indicador para análise. Os indicadores estão detalhados e no Quadro 3.

Quadro 3: Indicadores para análise de relatórios de sustentabilidade

CÓD	Indicador	Detalhamento	Palavras-chave buscadas
9LA	Fomenta o uso de energia limpa?	Considera-se tanto a energia utilizada nas atividades da companhia, quando o apoio a projetos na área	Biocombustíveis, energia limpa, combustível verde, energia renovável
9LB	Investe em novas tecnologias de roteirização?	Considera-se tanto a roteirização de mercadorias que a empresa comercializa, quanto a roteirização da cadeia de suprimentos	Roteirização, software entrega, rastreo, rastreabilidade, monitoramento
9LC	Valoriza o trabalhador do setor?	Considera-se a existência de uma política interna direcionada ao desenvolvimento do colaborador (políticas de diversidade e inclusão, plano de carreira, cargos e salários, treinamentos, cursos etc.)	Colaborador, funcionário, trabalhador, equipe, time, comunidade interna
9LD	Investe em programas sociais e comunitários?	Considera-se o investimento por meio de projetos que promovem melhores condições de vida à sociedade	Social; comunitário, comunidade, responsabilidade social corporativa
11LA	A empresa aplica multimodalidade sustentável?	Considera-se para toda a cadeia de logística o investimento em multimodalidade sustentável, como o tráfego de matéria-prima ou a própria entrega de produtos que utiliza diferentes modais de transporte	Transporte, entrega, modal, frete, modais, multimodalidade
11LB	As embalagens utilizadas são recicláveis, biodegradáveis ou compostáveis?	Considera-se as embalagens utilizadas no ambiente da empresa como produto acabado ou das embalagens consumidas em seus processos internos ou externos	Embalagens, recicláveis, biodegradáveis, compostáveis, caixa, resíduos, logística reversa
11LC	Os fornecedores são locais?	Considera-se que a contratação de fornecedores locais aqueles que estão na mesma região (cidade, estado ou país) da empresa. Em casos de mão-de-obra local corresponde a mesma região do município do local de trabalho	Fornecedores, Terceiros, mão de obra local



CÓD	Indicador	Detalhamento	Palavras-chave buscadas
11LD	Existem políticas internas voltadas à otimização do uso de recursos naturais?	Considera-se ações que a empresa realiza frente à preservação e redução de consumo de (água, energia e matéria-prima, dentre outras) e compartilha com seus colaboradores	Recursos naturais, Insumos, Matéria-prima, treinamento
11LE	Existem políticas de gerenciamento adequado de resíduos?	Considera-se as políticas de reciclagem e reutilização, tanto para resíduos gerados no processo de produção, como para resíduos oriundos de produtos comercializados que retornaram à empresa	Reciclagem, reutilização, separação, resíduos sólidos
11LF	Existe política de controle de poluentes atmosféricos?	Considera-se políticas internas ou de apoio à redução de emissões, bem como a compra de créditos de carbono para compensação de impacto	Pegada de carbono, carbono, emissões, gases de efeito estufa, mudanças climáticas
11LG	Existem práticas que verificam se os fornecedores estão alinhados com questões ambientais e sociais?	Considera-se o rastreamento da cadeia de fornecedores e a análise de conformidade com a legislação ambiental e trabalhista, tanto na seleção quanto no acompanhamento das ações dos fornecedores nesses quesitos	Seleção de fornecedores, responsabilidade social, fornecedores
11LH	A empresa investe em pesquisa e desenvolvimento?	Considera-se o investimento atrelado à inovação e tecnologia para melhoria de produtos e processos	P&D, Pesquisa e desenvolvimento, inovação e tecnologia
12LA	A empresa proporciona capacitação e/ou divulgação de práticas de redução de consumo para seus consumidores?	Considera-se a divulgação externa de práticas de redução, tanto ao produto comercializado pela empresa em questão, como um comportamento coletivo referente a demais produtos e uso consciente de acordo com suas necessidades	Consumidor, informações, consumo consciente, redução, conscientização
12LB	Pessoas envolvidas nos transportes são treinadas para evitar desperdícios?	Considera-se os treinamentos realizados orientado sobre práticas de manipulação de produto, como manuseio e alocação adequada durante o transporte e movimentação	Treinamento, capacitação, desperdício
ODS	É estruturado ou menciona os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável?	Considera-se se os relatórios mencionam os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e se o conteúdo desses compõe de alguma forma a estrutura do documento	ODS



CÓD	Indicador	Detalhamento	Palavras-chave buscadas
PG	Menciona o Pacto Global das Nações Unidas?	Considera-se se os relatórios mencionam o Pacto Global	Pacto Global

FONTE: Elaboração própria, 2025.

Estabelecendo os critérios de pontuação

Para cada um dos indicadores definidos no Quadro 3, as empresas a serem analisadas devem ser avaliadas em escala de 0 a 4. Essa escala foi definida especificamente para essa metodologia de análise, já que outras como pontuação de 0 a 10, por exemplo, seriam difíceis de diferenciar uma nota de outra, o mesmo para a escala likert, em que diferenciar uma escala da outra precisava de um critério objetivo. Dentre essas condições, tem-se que, se o relatório não faz menção a nenhuma das palavras-chave (ou as palavras mencionadas não respondem à pergunta), foi atribuída a nota 0 (inexistente). Se faz menção, mas não especifica projetos, planos e programas, nota 1 (fraco). Se faz menção, especifica projetos, planos e programas, nota 2 (regular). Se faz menção e especifica projetos, planos, programas e resultados, nota 3 (bom). E, se faz menção, especifica projetos, planos, programas, resultados e histórico de pelo menos 3 últimos anos do que foi implementado, nota 4 (ótimo). Destaca-se que, se a empresa apresentar um ou mais histórico sobre qualquer uma das informações referentes ao indicador analisado, a pontuação 4 foi estabelecida.

Ressalta-se que os indicadores devem ser analisados em termos quantitativos. Assim, as pontuações atribuídas consideram a existência ou não da variável analisada, porém, não sua qualidade ou suficiência. A análise de conteúdo é uma técnica encontrada na literatura em muitos estudos que analisam os relatórios de sustentabilidade (Landrum & Ohsowski 2017; Torelli et al. 2019; Jayarathna et al. 2021) para posicionar cada relatório nos estágios da sustentabilidade corporativa (Landrum & Ohsowski 2017).

Considerando o foco da pesquisa na análise da logística empresarial e não no desempenho da empresa quanto à sustentabilidade em amplos aspectos, a proposta se desenvolve em uma metodologia inédita com indicadores formulados especificamente com base nos 3 ODS selecionados (9, 11 e 12).

Resultados e Análise

O principal resultado alcançado com a pesquisa, foi o desenvolvimento de uma metodologia de análise da logística sustentável divulgada pelas empresas nos seus relatórios de sustentabilidade, a qual recebeu o nome de SustainLogTrack. Esse é um ponto importante, já que cada empresa executa suas atividades logísticas de uma maneira e a metodologia vem para estabelecer uma forma de avaliação e até mesmo de comparação.

Para isso, foi fundamental estabelecer o vínculo claro entre os ODS selecionados (9, 11 e 12) e a logística sustentável, já que não está claro nas metas dos ODS (Nações Unidas Brasil, 2025a). Com essa relação estabelecida, a criação de 14 indicadores de avaliação, objetivos, em uma escala de 0 a 4, possibilita a avaliação quantitativa de um tema qualitativo e não padronizado realizado pelas empresas.

Os resultados alcançados pela aplicação da SustainLogTrack gerarão médias e notas, tanto para as empresas quanto para cada um dos indicadores, possibilitando a identificação de pontos de melhoria por parte das empresas, através de um olhar externo à companhia. Além de demonstrar indicadores fracos na pontuação que o gestor público pode utilizar para verificar a realidade de seu território em relação à disponibilidade de infraestrutura para uma execução mais adequada da logística sustentável.



Através da manutenção de um histórico é possível identificar uma evolução ou até mesmo regressão dos indicadores em relação à empresa ou setores envolvidos na análise e suas contribuições com as metas da Agenda 2030. A logística, por não ser uma atividade padrão para todas as empresas, necessita de aspectos objetivos e quantitativos para uma avaliação global do setor, a fim de tornar a sustentabilidade realmente presente em suas atividades.

Conclusões

Ao estabelecer uma conexão com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, esta pesquisa mostra que a logística, apesar de ser uma das atividades de maior custo financeiro e impacto ambiental nas empresas, não está claramente descrita em nenhuma das metas da atual agenda de desenvolvimento global. Direcionar metas específicas a esse setor dentro dos objetivos já propostos é fundamental, uma vez que as próprias organizações por vezes estruturam seu planejamento em sustentabilidade a partir dos ODS.

Diante dessa constatação, a maior contribuição desta pesquisa se dá no potencial da metodologia proposta, a SustainLogTrack. A tomada de decisão em sustentabilidade precisa ser baseada em um diagnóstico da situação real, uma vez que a solução de um problema pressupõe que esse tenha sido previamente reconhecido. Nesse caso em específico, para que a empresa alcance uma cadeia logística efetivamente sustentável é preciso que sejam identificadas as lacunas e, a partir de então, sejam propostas as melhorias.

Destaca-se ainda o potencial de reprodutibilidade da metodologia, que pode ser utilizada para analisar os relatórios de sustentabilidade ou quaisquer outras fontes de dados que atendam aos indicadores desenvolvidos, em empresas de qualquer segmento ou porte. A metodologia pode ainda ser utilizada como ferramenta de auditoria interna, uma vez que os critérios de classificação, através da pontuação, permitem que sejam analisadas as áreas de maior força e fraqueza da companhia no contexto da logística sustentável. Os gestores públicos podem usufruir dos resultados da metodologia aplicada para identificar as necessidades estruturais da região, as quais podem permitir que as empresas atuantes na região alcancem bons indicadores e logística sustentável.

Os ODS aqui analisados no contexto da logística compreendem somente três dos 17 da Agenda 2030. Destaca-se a possibilidade de que os indicadores desenvolvidos nesta pesquisa sejam adequados a outras áreas da companhia para além da logística; ou que a própria logística seja analisada no contexto de outros ODS em novos vínculos estabelecidos. Essas ações reforçam a necessidade de que a logística seja abordada de forma mais contundente nas Agendas da Sustentabilidade e enfatiza a complexidade da área por envolver tantos agentes internos e externos que fazem parte da cadeia de responsabilidade da empresa.

No Brasil, muitos padrões de sustentabilidade não são ainda exigidos por entidades legais e a regulação de fornecedores externos frente às questões socioambientais fica a critério do contratante. Metodologias simples e acessíveis que permitem identificar situações e contextos específicos da sustentabilidade (que se apresenta de maneira transversal às áreas e setores empresariais) contribuem com as muitas outras medidas que devem ser tomadas para que sejam alcançadas as metas estipuladas na Agenda 2030. A metodologia foi aplicada considerando os relatórios de sustentabilidade das empresas que compõe o Índice de Sustentabilidade da Bolsa de Valores do Brasil e os resultados divulgados em um segundo artigo.

Referências

Abbasi M, Nilsson F 2016. Developing environmentally sustainable logistics: Exploring themes and challenges from a logistics service providers' perspective.

Transportation Research Part D: Transport and Environment 46:273-283.



Abduaziz O, Cheng JK, Tahar RM, Varma R 2015. Hybrid Simulation Model for Green Logistics Assessment in Automotive Industry. *Procedia Engineering* 100:960–969.

ABVE – Associação Brasileira do Veículo Elétrico 2024 [homepage on the Internet] [S.l.]: *Infraestrutura de recarga acelera no país e apresenta crescimento de 179%*. Disponível em: <https://abve.org.br/infraestrutura-de-recarga-acelera-no-pais-e-apresenta-crescimento-de-179/>

Antiqueira LMOR, Sekine ES 2020. Os "erres" pós pandemia: princípios para sustentabilidade e cidadania. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)* 15(4):70–79.

Arvianto A, Sopha BM, Asih AMS, Imron MA 2021. City logistics challenges and innovative solutions in developed and developing economies: A systematic literature review. *International Journal of Engineering Business Management* 13:1–18.

BALLOU RH 2007. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial*. Bookman, Porto Alegre, 616 pp.

Bell EM, Horvath A 2020. Modeling the carbon footprint of fresh produce: effects of transportation, localness, and seasonality on US orange markets. *Environmental Research Letters* 15(3):034040.

Blinova E, Ponomarenko T, Tesovskaya S 2023. Key Corporate Sustainability Assessment Methods for Coal Companies. *Sustainability* 15(7):5763.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Casa Civil. Brasília/DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 17/02/2025.

BRASIL. Decreto n.º 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Secretaria-Geral. Brasília/DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm. Acesso em: 17/02/2025.

BRASIL. Lei n.º 14.600, de 19 de junho de 2023. Casa Civil. Brasília/DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14600.htm. Acesso em: 17/02/2025.

Chalgham W, Wu KY, Mosleh A 2020. System-level prognosis and health monitoring modeling framework and software implementation for gas pipeline system integrity management. *Journal of Natural Gas Science and Engineering* 84:103671

Čižiūnienė K, Matijošius J, Sokolovskij E, Balevičiūtė J 2024. Assessment of Implementing Green Logistics Principles in Railway Transport: The Case of Lithuania. *Sustainability* 16(7):2716.

Costa JP, Santos LCS, Rios JM, Rodrigues AW, Dias Neto OC, Prado-Júnior J, Vale VS 2019. Estrutura e diversidade de trechos de Cerrado sensu stricto às margens de rodovias no estado de Minas Gerais. *Ciência Florestal* 29(2):698–714

Ellram LM, Harland CM, Weele AV, Essig M, Johnsen T, Nassimbeni G, Pagell M, Raaij EV, Rozemeijer F, Tate WL, Wynstra F 2020. Purchasing and supply management's identity: Crisis? What crisis? *Journal of Purchasing and Supply Management* 26(1): 100583.

Feng Y, Lai K, Zhu Q 2022. Green supply chain innovation: Emergence, adoption, and challenges. *International Journal of Production Economics* 248: 108497.



- Fernandes V 2008. A racionalização da vida como processo histórico: crítica à racionalidade econômica e ao industrialismo. *Cadernos EBAPE.BR* 6(3).
- Filippone A, Zhang M, Bojdo N 2019. Validation of an integrated simulation model for aircraft noise and engine emissions. *Aerospace Science and Technology* 89:370-381.
- Frota Neto JQ, Bloemhof-Ruwaard JM, Van Nunen JAE, Heck EV 2008. Designing and evaluating sustainable logistics networks. *International Journal of Production Economics* 111(2): 195–208.
- Greene DL, Ogden JM, Lin Z 2020. Challenges in the designing, planning and deployment of hydrogen refueling infrastructure for fuel cell electric vehicles. *eTransportation* 6:100086.
- Gualtieri M, Berico M, Grollino MG, Cremona G, La Torretta T, Malaguti A, Petralia E, Stracquadanio M, Santoro M, Benassi B, Piersanti A, Chiappa A, Bernabei M, Zanini G 2022. Emission Factors of CO₂ and Airborne Pollutants and Toxicological Potency of Biofuels for Airplane Transport: A Preliminary Assessment. *Toxics* 10(10):617.
- Hejer M, Nilsson M, Raworth K, Bakker P, Berkhout F, De Boer Y, Rockström, J, Ludwig K, Kok M 2015. Beyond Cockpit-ism: Four Insights to Enhance the Transformative Potential of the Sustainable Development Goals. *Sustainability* 7(2):1651-1660.
- Huang J, Shuai Y, Liu Q, Zhou H, He Z 2018. Synergy Degree Evaluation Based on Synergetics for Sustainable Logistics Enterprises. *Sustainability* 10(7): 2187.
- Jayarathna CP, Agdas D, Dawes L, Miska M 2021. Exploring Sector-Specific Sustainability Indicators: A Content Analysis of Sustainability Reports in the Logistics Sector. *European Business Review* 34(3):321–43.
- Kębłowski W, Dobruszkes F, Boussauw K 2022. Moving past sustainable transport studies: Towards a critical perspective on urban transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 159:74-83.
- Kervall M, Pålsson H 2023. A Multi-Stakeholder Perspective on Barriers to a Fossil-Free Urban Freight System. *Sustainability* 15(1):186.
- Kovačić M, Mutavdžija M, Buntak K 2022. New Paradigm of Sustainable Urban Mobility: Electric and Autonomous Vehicles – A Review and Bibliometric Analysis. *Sustainability* 14(15):9525.
- Kramarz M, Knop L, Przybylska E, Dohn K 2021. Stakeholders of the Multimodal Freight Transport Ecosystem in Polish–Czech–Slovak Cross-Border Area. *Energies* 14(8):2242
- Lambert D 2014. *Supply Chain Management. Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*. Ponte Vedra Beach, Florida, 463 pp.
- Landrum NE, Ohsowski B 2017. Identifying Worldviews on Corporate Sustainability: A Content Analysis of Corporate Sustainability Reports. *Business Strategy and the Environment* 27(1):128–51.
- Lenort R, Wicher P, Samolejová A, Zsifkovits H, Raith C, Miklautsch P, Pelikanova J 2022. Selecting sustainability key performance indicators for smart logistics assessment. *Acta logistica* 9:467–78.



- Lim H, Park M 2020. Modeling the Spatial Dimensions of Warehouse Rent Determinants: A Case Study of Seoul Metropolitan Area, South Korea. *Sustainability* 12:259.
- Liu P, Li Y 2021. An improved failure mode and effect analysis method for multi-criteria group decision-making in green logistics risk assessment. *Reliability Engineering & System Safety* 215:107826.
- Lovelock J 2006. *A vingança de Gaia*. Intrínseca, Rio de Janeiro, 264 pp.
- Maji IK, Saudi NSM, Yusuf M 2023. An assessment of green logistics and environmental sustainability: Evidence from Bauchi. *Cleaner Logistics and Supply Chain* 6:100097.
- Melo S, Macedo J, Baptista P 2018. Capacity-sharing in logistics solutions: A new pathway towards sustainability. *Transport Policy* 73:143-151.
- Nações Unidas Brasil 2025a [homepage on the Internet]. Brasília: Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>
- Nações Unidas Brasil 2025b [homepage on the Internet]. Brasília: ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/9>
- Nações Unidas Brasil 2025c [homepage on the Internet]. Brasília: ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>
- Nações Unidas Brasil 2025d [homepage on the Internet]. Brasília: ODS 12: Consumo e Produção Sustentáveis. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>
- Ness B, Urbel-Piirsalu E, Anderberg S, Olsson L 2007. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics* 60(3):498–508.
- Novoselov A, Noselova I, Aliev R, Avramenko A 2019. Preventing regional social and environmental conflicts during oil pipeline construction projects. *Entrepreneurship and Sustainability Issues* 7(1):773-785.
- Peplow A, Persson P, Andersen LV 2021. Evaluating annoyance mitigation in the screening of train-induced noise and ground vibrations using a single-leaf traffic barrier. *Science of The Total Environment* 790:147877.
- Philippi Jr. A, Sobral M, Fernandes V, Alberto C 2014. Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e Ciências Ambientais. *Revista Brasileira de Pós-Graduação* 10(21).
- Pinto Neto JB, Gomes LC, Campista MEM, Costa LHMK 2020. An Accurate GNSS-Based Redundant Safe Braking System for Urban Elevated Rail Maglev Trains. *Information* 11(11):531.
- Pope J, Annandale D, Morrison-Saunders A 2004. Conceptualising sustainability assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 24(6):595–616.
- Porciúncula Júnior SA, Andreoli CV 2023. Proposal for a Simplified Sustainability Report for Small and Medium-sized Enterprises. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais* 58(1):67-80.



- Qaiser FH, Ahmed K, Sykora M, Choudhary A, Simpson M 2017. Decision support systems for sustainable logistics: a review and bibliometric analysis. *Industrial Management & Data Systems* 117(7):1376–88.
- Rivas-Zaballos I, Romero-Martínez L, Moreno-Garrido I, Acevedo-Merino A, Nebot E 2021. Evaluation of three photosynthetic species smaller than ten microns as possible standard test organisms of ultraviolet-based ballast water treatment. *Marine Pollution Bulletin* 170:112643.
- Rodrigue J 2024. *The Geography of Transport Systems*. 6a ed. Routledge, Londres, 388 pp.
- Sachs I 2009. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Garamond, Rio de Janeiro, 96 pp.
- Salles FR, Limont M, Cortese TTP, Fernandes V 2022. Social capital in a social network: Curitiba, a city for cars. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCLAMB)* 57(4):519–530.
- Salles DM, Giordani AC, Biagi A, Affonso IP, Fernandes V 2024. Social movements and the 2030 Agenda: the correlation between the progressist agendas and the Sustainable Development Goals. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCLAMB)* 59: 2054.
- Shoaib M, Zhang S, Ali H. Assessment of Sustainable Green Logistics Enablers: A Robust Framework Using Fuzzy DEMATEL and ISM Approach. *International Journal of Environmental Science and Technology* 20(10):11407–26.
- Sidek S, Khadri NAM, Hasbolah H, Yaziz MFA, Rosli MM, Husain NM 2021. Society 5.0: Green Logistics Consciousness in Enlightening Environmental and Social Sustainability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 842(1):012053.
- Silva WM 2019. Contribuições e Limitações de Revisões Narrativas e Revisões Sistemáticas na Área de Negócios. *Revista de Administração Contemporânea* 23(2).
- Sotto D, Ribeiro DG, Abiko AK, Sampaio CAC, Navas CA, Marins KRC, Sobral MCM, Philippi Jr. A, Buckeridge MS 2019. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. *Estudos Avançados* 33(97).
- Sun X, Yu H, Solvang WD, Wang Y, Wang K 2022. The application of Industry 4.0 technologies in sustainable logistics: a systematic literature review (2012–2020) to explore future research opportunities. *Environmental Science and Pollution Research* 29(7):9560–9591.
- Tarr AP, Smith IJ, Rodger CJ 2022. Carbon dioxide emissions from international air transport of people and freight: New Zealand as a case study. *Environmental Research Communications* 4:075012.
- Torelli R, Balluchi F, Furlotti K 2019. The materiality assessment and stakeholder engagement: A content analysis of sustainability reports. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 27(2):470–84.
- Van TC, Ramirez J, Rainey T, Ristovski Z, Brown RJ 2019. Global impacts of recent IMO regulations on marine fuel oil refining processes and ship emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 70:123–134.



Vithayaporn S, Nitivattananon V, Sasaki N, Santoso DS 2023. Assessment of the Factors Influencing the Performance of the Adoption of Green Logistics in Urban Tourism in Thailand's Eastern Economic Corridor. *Social Sciences* 12(5):300.

Vreden C, Xia T, Collie A, Pritchard E, Newnam S, Lubman DI, Almeida Neto A, Iles R 2022. The physical and mental health of Australian truck drivers: a national cross-sectional study. *BMC Public Health* 22:464.

Zantalis F, Koulouras G, Karabetsos S, Kandris D 2019. A Review of Machine Learning and IoT in Smart Transportation. *Future Internet* 11(4):94.

Zhang G, Li G, Peng J 2020. Risk Assessment and Monitoring of Green Logistics for Fresh Produce Based on a Support Vector Machine.