



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

AValiação DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL GAIN WITH THE USE OF THE CARGO BIKE IN THE LAST MILE - A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

EVALUACIÓN DE LA GANANCIA AMBIENTAL CON EL USO DE LA BICICLETA DE CARGA EN LA ÚLTIMA MILLA - UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Fernando Soares Ribeiro de Oliveira¹, Carlos Eduardo Sanches de Andrade², Cintia Isabel de Campos³

e442978

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i4.2978>

PUBLICADO: 04/2023

RESUMO

O crescimento contínuo das cidades acarreta a demanda por utilização de meios de transporte, tanto de passageiros quanto de cargas. Na última milha são utilizados meios de transporte convencionais, que consomem combustíveis fósseis, porém cada vez mais buscam-se outras alternativas de transporte que convivam melhor com o meio ambiente. Um exemplo é o transporte por bicicletas e triciclos de carga, que podem ser utilizados como alternativas sustentáveis para o transporte de cargas na última milha. Este trabalho objetivou aplicar uma Revisão Sistemática de Literatura sobre a utilização desses veículos na última milha para avaliar o ganho ambiental obtido. Foi utilizada a metodologia PRISMA, levando a resultados quantitativos e qualitativos pertinentes ao tema. Dez artigos publicados foram selecionados, buscando-se obter o estado da arte dessas alternativas de transporte sustentável ao redor do mundo. Os resultados mostraram que a utilização de bicicletas e triciclos é aplicada com sucesso para pequenas e médias mercadorias, produtos alimentares, farmacêuticos, documentos, entre outros e contribuiu significativamente para a redução de congestionamentos, CO₂, acidentes de trânsito e poluentes locais, aumentando a qualidade de vida nas cidades. Foi realizada uma análise dos resultados e sua aplicação no Brasil, onde foi constatado o potencial de uso, porém, necessitando de melhorias nas ciclovias e implantação de projetos piloto.

PALAVRAS-CHAVE: Bicicletas de carga. Ciclogística. Mobilidade sustentável. Última Milha.

ABSTRACT

The continuous growth of cities entails the demand for the use of means of transport, both for passengers and cargo. In the last mile, conventional means of transport are used, which consume fossil fuels, but more and more people are looking for other transport alternatives that live better with the environment. An example is the transport by bicycles and cargo tricycles, which can be used as sustainable alternatives for transporting cargo in the last mile. This work aimed to apply a Systematic Literature Review on using these vehicles in the last mile to evaluate the environmental gain obtained. The PRISMA methodology was used, and it led to quantitative and qualitative results relevant to the theme. Ten published articles were selected, seeking to obtain the state of the art of these sustainable transport alternatives worldwide. The results showed that the use of bicycles and tricycles is successfully applied to small and medium-sized goods, food products, pharmaceuticals, and documents, among others, and has significantly contributed to the reduction of congestion, CO₂, traffic accidents, and local pollutants, increasing the quality of life in cities. An analysis of the results and its application in Brazil was carried out, where the potential for use was found, but in need of improvements in cycle paths and implementation of pilot projects.

KEYWORDS: Cargo bikes. Cyclelogistics. Sustainable transportation. Last mile.

¹ Discente do curso de Engenharia de Transportes da Universidade Federal de Goiás.

² Docente dos cursos de Engenharia de Transportes e Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás.

³ Docente do curso de Engenharia de Transportes da Universidade Federal de Goiás.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

RESUMEN

El continuo crecimiento de las ciudades conduce a la demanda del uso de medios de transporte, tanto de pasajeros como de carga. En la última milla se utilizan medios de transporte convencionales, que consumen combustibles fósiles, pero cada vez se buscan más otras alternativas de transporte que conviven mejor con el medio ambiente. Un ejemplo es el transporte en bicicletas y triciclos de carga, que pueden utilizarse como alternativas sostenibles al transporte de carga en la última milla. Este trabajo tuvo como objetivo aplicar una Revisión Sistemática de la Literatura sobre el uso de estos vehículos en la última milla para evaluar la ganancia ambiental obtenida. Se utilizó la metodología PRISMA, lo que condujo a resultados cuantitativos y cualitativos pertinentes al tema. Se seleccionaron diez artículos publicados, buscando obtener el estado del arte de estas alternativas de transporte sostenible en todo el mundo. Los resultados mostraron que el uso de bicicletas y triciclos se aplica con éxito a bienes pequeños y medianos, productos alimenticios, productos farmacéuticos, documentos, entre otros y contribuyó significativamente a la reducción de: congestión, CO₂, accidentes de tráfico y contaminantes locales, aumentando la calidad de vida en las ciudades. Se realizó un análisis de los resultados y su aplicación en Brasil, donde se verificó el potencial de uso, sin embargo, requiriendo mejoras en los carriles bici e implementación de proyectos piloto.

PALABRAS CLAVE: *Bicicletas de carga. Ciclogística. Movilidad sostenible. Última milla.*

1. INTRODUÇÃO

Através dos transportes pode-se realizar atividades da vida cotidiana, de forma a possibilitar a locomoção das pessoas, recebimento e entregas de cargas, desde um ponto de origem até o seu destino final. Sendo assim, o transporte se apresenta como uma etapa imprescindível às atividades comuns pessoais ou coletivas. Pode-se dizer que o transporte é indispensável para a vida econômica e social nas cidades. Em virtude dessa dependência, tem-se o crescimento dos modos e meios de transportes, que, contudo, podem produzir tanto benefícios quanto malefícios.

A conexão entre os elos de uma cadeia de suprimentos, representada pelos atos de receber e entregar leva à ideia de transporte de mercadorias, que pode ser retratado como transporte de cargas. O transporte de cargas no modo rodoviário é responsável pela movimentação de mais de 60% de carga no Brasil, segundo a Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2018).

Essa movimentação pode ser observada desde o início, na produção, até a etapa final, aonde a mercadoria chega ao consumidor, seja em estabelecimentos, organizações ou até pessoas físicas (PRADO *et al.*, 2022). Este processo pode passar despercebido na visão do consumidor, porém está presente e é empregado com diversos meios, como o transporte ativo, que pode ser descrito como sendo o deslocamento através da propulsão humana. É utilizado em ocasiões voltadas ao lazer, esportes, brinquedo, transporte, devido a se apresentar como uma alternativa com menor custo em aquisição e manutenção, além de prover maior agilidade nos deslocamentos e se comportar como uma alternativa sustentável (MACHADO *et al.*, 2019). Isso faz com que seja percebido no âmbito mundial como voltado para a mobilidade sustentável. E, além disso, Tischer (2019) complementa que o incentivo ao uso de tal modo de transporte vai além das questões de mobilidade e apresenta importância para a saúde pública, a equidade social, econômica e ambiental, favorecendo a sustentabilidade. Mobilidade sustentável pode ser compreendida como a estabilidade de um equilíbrio entre a oferta de bens e serviços, com a demanda da população sendo atendida



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação do Ganho Ambiental com o uso da Bicicleta de Carga na Última Milha –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

juntamente com a proteção do ambiente natural, de modo a não prejudicar as próximas gerações (CARVALHO, 2016). O transporte ativo pode também ser utilizado comercialmente para entrega de mercadorias (HAGEN *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2019).

Assim, pode-se definir o transporte ativo como um meio sustentável utilizado na última milha do transporte de cargas, por não consumir combustível e, conseqüentemente, não emitir gases poluentes. A sua utilização na última milha se apresenta como um meio sustentável, que é bem-visto aos olhos do cenário sustentável, entretanto enfrenta barreiras ao se pensar na cultura já existente de uso de meios de transporte movidos a queima de combustível fóssil. Eller e Junior (2011) reafirmam que o Brasil é dependente do modo rodoviário para o transporte de cargas e que essa utilização traz alertas globais, percebidos por todos e causando uma preocupação quanto à questão do aquecimento global, produzidos pelos gases de efeito estufa - GEE emitidos na queima do combustível fóssil.

Esse cenário se agrava ao se observar que mesmo com a preocupação e motivação para a implementação de condições de transportes sustentáveis, as cidades ainda se encontram em um estado avançado de ocupação do solo, espontâneo e desorientado (TISCHER, 2019). Percebe-se então não só a necessidade da utilização do transporte ativo, como também a necessidade do estudo do ganho proporcionado por ele, comprovando a efetividade da sua implantação. Percebe-se então que seu uso pode trazer benefícios à mobilidade e também ao sistema de transporte de cargas na última milha. E os benefícios não se limitam às facilidades de deslocamento, podendo também trazer benefícios nas perspectivas econômicas, ambientais e sociais. Assim, ressalta-se a necessidade de se estudar e compreender todo esse processo de preservação e ganho ambiental.

Além do transporte ativo a bicicleta de carga pode ser motorizada, movida à eletricidade. Também podem ser empregados triciclos e motocicletas elétricos (SHIBAO *et al.*, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2018a). Como na propulsão elétrica, não há queima de combustíveis fósseis, a emissão direta de gases é nula, ocorrendo apenas a emissão indireta pela geração da energia elétrica, tornando evidente o ganho ambiental quanto à redução das emissões de GEE. A Figura1 mostra exemplos de bicicletas e triciclos de carga na cidade do Rio de Janeiro.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos



Figura 1: Bicicleta de carga e triciclo de carga

Fonte: HAGEN *et al.* (2013)

A Comissão Europeia (2000) mostra que a bicicleta se caracteriza como “não poluente, silenciosa, econômica, discreta e acessível”, além de que pode ser eficiente em fenômenos como o congestionamento, devido a sua facilidade de deslocamento. Segundo Lara (2016), a bicicleta não substitui o automóvel na arquitetura moderna brasileira, chamada por ele de “o casamento do século”, devido a todo urbanismo brasileiro do século XX ser apresentado como uma apologia ao uso do automóvel. Porém, a bicicleta tem um potencial de uso que não pode ser negligenciado, principalmente em trajetos curtos, como os trajetos realizados com automóvel na Europa, onde 30% são distâncias inferiores a 3 km e 50% são inferiores a 5 km (COMISSÃO EUROPEIA, 2000).

Em todo o mundo as cidades se encontram face a um complexo conjunto de desafios relacionados à mobilidade urbana, devido ao crescimento do volume de tráfego causado pelas entregas comerciais e viagens particulares em automóveis. Isso motivou na União Europeia a criação dos projetos “*CycleLogistics*” e “*CycleLogistics ahead*”, com o objetivo de demonstrar que as bicicletas de carga têm um grande potencial para enfrentar esses desafios, porque elas podem melhorar a imagem das empresas, substituir mais de 50% das viagens relacionadas ao transporte urbano, bem como melhorar a qualidade do ar, os níveis de segurança a qualidade de vida nas áreas urbanas (CCCB, 2020).

Baseado no sucesso desse projeto um novo projeto denominado “*City Changer Cargo Bike - CCCB*” com 22 parceiros, incluindo cidades, institutos de pesquisa, ONGs e indústrias de toda a Europa, foi criado para promover a utilização da bicicleta de carga pelos usuários privados, comerciais e órgãos públicos (CCCB, 2020). A Figura 2 mostra algumas bicicletas de carga desse projeto.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos



Figura 2: Bicicletas de carga na Europa

Fonte: CCCB (2020)

Hagen *et al.*, (2013) afirmam que o projeto europeu evitaria, a partir de 2020, a emissão de 37.370 toneladas de dióxido de carbono - CO₂ anualmente.

A pesquisa realizada neste artigo tem sua relevância na necessidade de se buscar novas alternativas de transporte sustentável, em consonância com o crescimento das cidades com maior qualidade de vida dos cidadãos. O material produzido pode ser útil para pesquisas futuras sobre transportes sustentáveis na última milha e também incentivar a sustentabilidade nos transportes e a sua implantação no país.

Além desta introdução, a pesquisa é disposta de modo a exibir os objetivos do trabalho na Seção 2. A metodologia utilizada é detalhada na Seção 3. Em seguida, é apresentada a Seção 4, mostrando os resultados obtidos. A Seção 5 é destinada às discussões acerca da implementação das bicicletas de carga, mencionando os desafios gerais abordados pelos autores incluídos na revisão bibliográfica e também os fatores específicos inerentes ao contexto brasileiro. A Seção 6 apresenta as considerações finais e, por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas na pesquisa.

2. OBJETIVOS

Este artigo teve por objetivo realizar uma Revisão Sistemática da Literatura, a fim de investigar e apresentar os ganhos ambientais gerados pela utilização, na última milha do transporte urbano de cargas, do transporte ativo ou motorizado, com o uso de bicicletas, triciclos ou motocicletas.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cíntia Isabel de Campos

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foi feito um planejamento partindo da definição da revisão de literatura adotada; análise inicial do tema proposto; escolha das perguntas a serem respondidas ao longo do trabalho; escolha da base de dados e definição de *strings*; definição de todas as etapas do método escolhido.

3.1 Definição do método de Revisão Sistemática da Literatura

A escolha de uma revisão de literatura possibilita compreender o cenário da repercussão de um determinado tema de interesse. Essa prática parte desde a revisão superficial sem definição de um método, ou seja, apenas para discussão simples, até um detalhamento onde se pode destrinchar resultados qualitativos e quantitativos, que leva a diversos interesses e possibilidades de prorrogação do tema, intervenção ou a ramificação para outros cenários e aplicações que sejam possíveis.

Isso leva ao entendimento que a Revisão Sistemática da Literatura se dá na interação de trabalhos publicados com temas específicos entre si e que a prática se desenvolve e pode apresentar métodos para sua confecção (GALVÃO; RICARTE, 2019). Com a utilização de métodos e protocolos a Revisão Sistemática da Literatura se apresenta como uma ferramenta essencial, devido ao seu poder de abrangência e liberdade de utilização, desde que seja feita uma análise que mostre um grau de confiabilidade considerável através do emprego de algumas obrigatoriedades. Coelho (2023) destaca que para manter o grau de confiabilidade devem-se introduzir itens essenciais na Revisão Sistemática da Literatura, como uma pergunta de pesquisa clara e seleção de metodologia apropriada.

Para o norteamento do trabalho aqui apresentado foi definida a pergunta a ser respondida, partindo da análise do tema proposto e para qual finalidade seria o estudo. Destaca-se a importância dessa etapa que, segundo Gonçalo *et al.*, (2012), servirá como orientação para todo o processo de busca referente ao tema, porém não dita obrigatoriamente um processo metodológico ou um caminho a ser seguido na busca. Sendo assim, a partir de uma análise prévia sobre o tema, foi definida a seguinte pergunta:

“Qual o ganho ambiental adquirido pela utilização do transporte, na última milha, com o uso de bicicletas de carga?”.

3.2 Definição das etapas do método escolhido

Okoli (2019) explica em seu “Guia Para Realizar uma Revisão Sistemática de Literatura”, que, para qualquer tipo de revisão de literatura deve ser escolhida uma metodologia, que deve esclarecer o procedimento a ser seguido pelos seus usuários, que podem elaborar um protocolo escrito para sua revisão. Essa prática mantém a ordem no trabalho feito e reduz a chance de falhas até o final do processo pela utilização de um método ineficiente.

Um dos protocolos conhecidos para a elaboração de uma Revisão Sistemática da Literatura é chamado de PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, que se



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

trata de um conjunto de itens que podem ser utilizados para a elaboração da revisão, no intuito de facilitar a obtenção de dados sem perder elegibilidade (PRISMA, 2021).

O protocolo apresenta um fluxograma que pode ser utilizado, que engloba todo o processo do início ao fim. Na Figura 3 é apresentado um exemplo de fluxograma do método PRISMA.

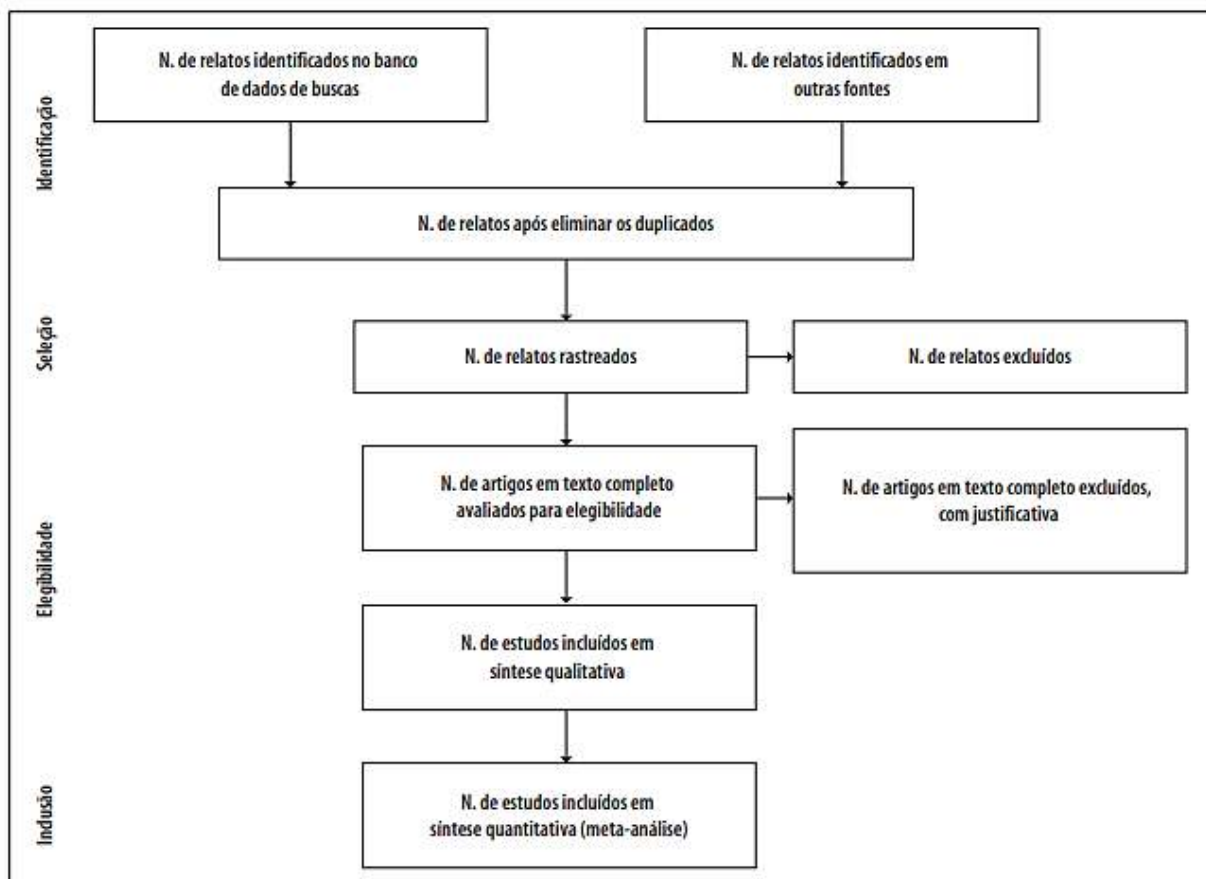


Figura 3: Fluxograma método PRISMA
Fonte: PRISMA (2021)

O método PRISMA se destaca também pela possibilidade de alteração do seu fluxograma para satisfazer a necessidade do revisor. Sendo assim, buscando adequar o fluxograma acima para a revisão aqui apresentada, foi elaborado um novo fluxograma, conforme Figura 4.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

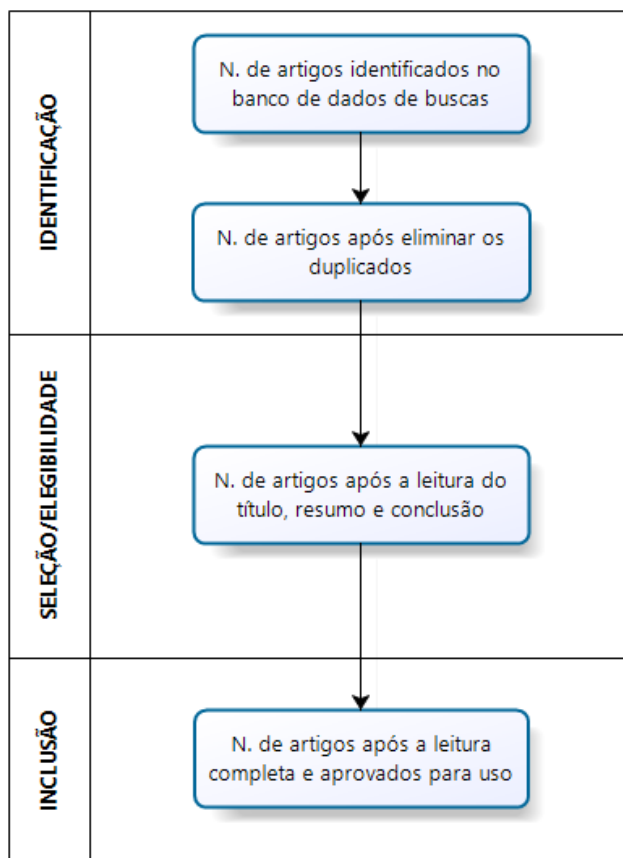


Figura 4: Fluxograma das etapas da revisão
Fonte: Autores (2023)

3.3 Escolha da base de dados e definição de *strings*

Foram definidas a utilização da base de dados do Periodico CAPES, Scopus e Google Acadêmico, definindo-se as seguintes *strings* de busca:

- A - “sustainability” AND “last mile”
- B - “sustainability” AND “last mile” AND “bike”
- C - “cargo bike”

O termo “sustentabilidade” abre um vasto campo de pesquisa e para alcançar o tema de interesse é viável fazer o uso de outro termo específico adjunto ao que se procura, no intuito de facilitar na busca de material. O fluxograma apresentado na Figura 5 se comporta como uma ferramenta de auxílio na busca de material e com a utilização de *strings* no processo, o autor evita desgastes como perda de tempo e leitura de material não utilizável que podem ocorrer em uma revisão de literatura.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

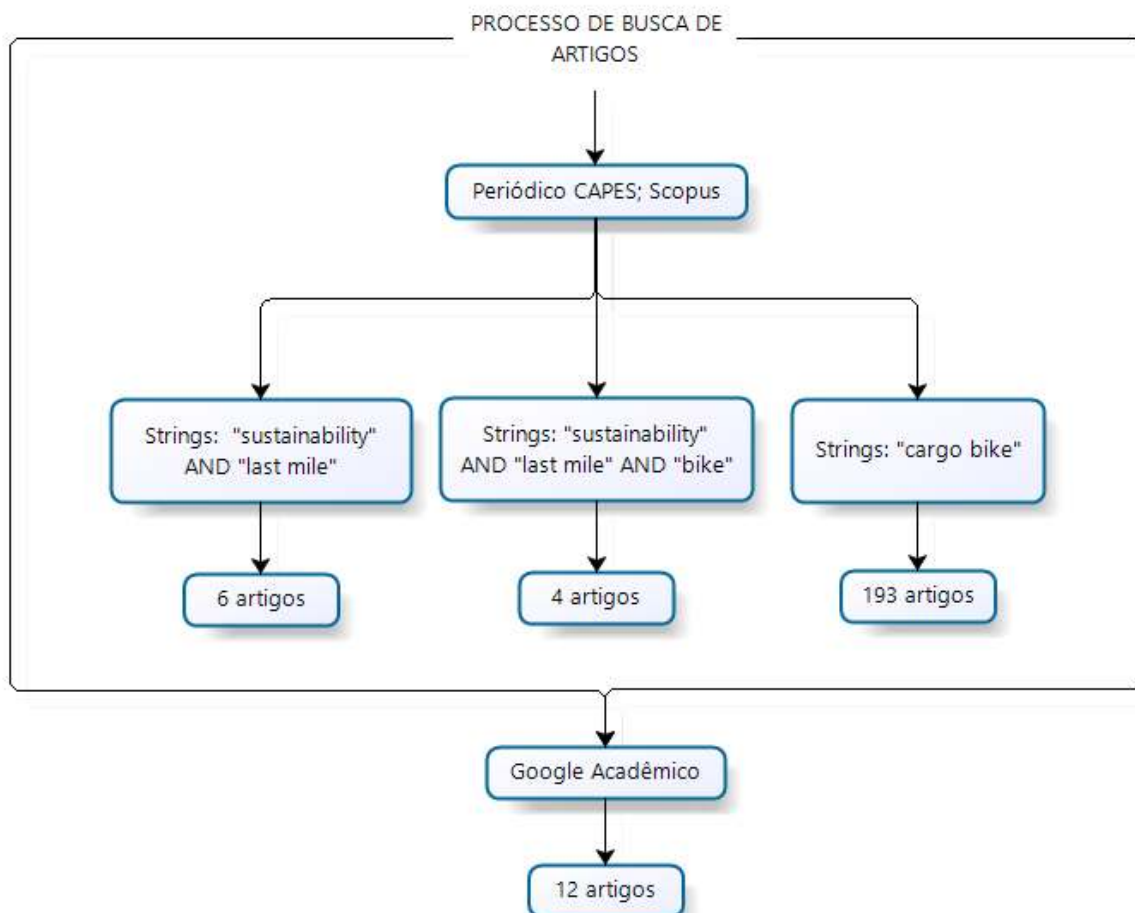


Figura 5: Processo de busca de artigo

Fonte: Autores (2023)

A aplicação do passo a passo do método ocorreu desde a primeira busca com as *strings* (A), (B) e (C). Com a primeira etapa, a aplicação das *strings* nos bancos de dados escolhidos levou a escolha de artigos que já apresentavam referência ao tema pois, como já mencionado, a gama de trabalhos sobre sustentabilidade requer um processo direto para facilitar a aprovação nas outras etapas. O resultado da aplicação da primeira etapa resultou na escolha dos artigos mostrados na Figura 5 que, posteriormente, foram analisados. Os trabalhos duplicados foram eliminados acarretando a conclusão da fase de **identificação** (Figura 4).

A próxima fase propõe a **seleção/elegibilidade** dos artigos, e esta análise se torna criteriosa pela leitura do resumo e conclusão dos artigos. Sua importância está na pré-seleção dos quais serão utilizados, visto que a partir do título, resumo e conclusão, tem-se a proposta do que o autor pesquisou e defendeu no seu trabalho. Removendo os artigos que não apresentavam relevância ao ganho ambiental com o uso de bicicletas, triciclos e motocicletas na última milha de maneira quantitativa ou qualitativa, a última etapa fecha a aplicação do método no que concerne à busca e



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

avaliação dos artigos. Esta última fase é denominada como inclusão, onde é feita a leitura completa dos artigos e sua aprovação para o uso.

4. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os 10 artigos selecionados com o seu título, autor(es), ano de publicação e fonte:

Tabela 1: Artigos selecionados

Nº	Título	Autor(es)	Ano	Fonte
1	Alternativas sustentáveis para veículos utilizados na última milha do transporte urbano de carga: uma revisão bibliográfica sistemática	<i>Oliveira et al.</i>	2018	<i>Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental</i>
2	Sustentabilidade na última milha do transporte urbano de carga: o papel da eficiência energética do veículo	<i>Goes et al.</i>	2018	<i>Sustentabilidade em Debate</i>
3	Sustentabilidade na última milha da distribuição postal em áreas urbanas mediante adoção de triciclos elétricos	<i>Oliveira et al.</i>	2018	<i>Transportes (Rio de Janeiro)</i>
4	<i>Impact Assessment Model for the Implementation of Cargo Bike Transshipment Points in Urban Districts</i>	<i>Assmann et al.</i>	2020	<i>Sustainability</i>
5	<i>Evaluating the Environmental Impact of Using Cargo Bikes in Cities: A Comprehensive Review of Existing Approaches</i>	<i>Vasiutina et al.</i>	2021	<i>Energies</i>
6	<i>Urban Freight Last Mile Logistics — Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review</i>	<i>Bosona</i>	2020	<i>Sustainability</i>
7	<i>Sustainable Logistics for E-Commerce: A Literature Review and Bibliometric Analysis</i>	<i>Cano et al.</i>	2022	<i>Sustainability</i>
8	Veículos sustentáveis na última milha: transporte de carga urbana	<i>Shibao et al.</i>	2021	<i>Brazilian Journals of Business</i>
9	<i>Evaluating Distribution Costs and CO₂ - Emissions of a Two-Stage Distribution System with Cargo Bikes: A Case Study in the City of Innsbruck</i>	<i>Büttgen et al.</i>	2021	<i>Sustainability</i>
10	Transporte Urbano Multimodal Sustentável: Uma Avaliação Ambiental de Bicicletas Cargas na Cidade do Rio de Janeiro	<i>Ferreira et al.</i>	2019	<i>Jornal da Sociedade da Ásia Oriental para Estudos de Transporte</i>

Fonte: Autores (2023)

Oliveira *et al.*, (2018a) mostram um estudo que abrange não apenas veículos de propulsão humana, mas também com motores a diesel e elétricos. O estudo é uma Revisão Bibliográfica de Literatura, onde foi possível analisar e compreender o funcionamento de cada veículo, levando em conta a sustentabilidade. Com essa análise, foram destacados benefícios e oportunidades da



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

utilização de veículos de propulsão humana e elétricos, no caso, bicicleta e triciclo, que são apontados como tendência de utilização na última milha. Os autores referem que seu uso traz a redução de CO₂, poluentes atmosféricos e poluição sonora, porém deve ser integrado com os meios de transportes de cargas de longa distância.

Goes *et al.*, (2018) produziram um trabalho semelhante ao analisarem a eficiência energética dos veículos. O estudo também mostra veículos de propulsão humana, elétrica e diesel e destaca as oportunidades e benefícios de cada um desses veículos, mostrando a redução de CO₂ e poluentes atmosféricos relacionados a bicicletas e triciclos e assinalando também a preocupação das empresas e seu interesse na eletrificação de veículos. Essa mudança de utilização de energia reduz custos em consumo de combustível, tempo de entrega e também reduz o congestionamento de tráfego, o que é bem-visto em âmbito social.

Aprofundando no assunto da sustentabilidade, Bosona (2020) analisa os principais desafios causadores da ineficiência da logística da última milha. Oliveira *et al.*, (2018a) e Goes *et al.*, (2018) mostraram sua preocupação com a sustentabilidade como descrito nos parágrafos anteriores, porém Bosona (2020) agrega valor ao analisar três etapas da configuração de logística de última milha: I – Entrega baseada em centro de distribuição; II – Entrega baseada o centro de distribuição local e III – Entrega baseada no ponto de coleta. Segundo ele, as bicicletas elétricas produzem menos emissões de GEE e poluição sonora, além de evitar restrições espaciais como congestionamento e problemas de estacionamento.

Ainda sobre dados qualitativos, porém relacionando com um tema que tem crescido ultimamente nos estudos, principalmente com o acontecimento da pandemia de COVID 19, Cano *et al.*, (2022) discorrem acerca de operações logísticas no e-commerce e como o tema é tratado ao redor do mundo. Chamando de modos de transportes mais “limpos”, eles afirmam que a bicicleta pode ser usada como meio de transporte sustentável, sendo uma opção ecologicamente correta e economicamente eficiente.

Explorando também a parte qualitativa, Shibao *et al.*, (2021), em seu trabalho, apontam quais os tipos de veículos na literatura que podem ser utilizados na última milha da distribuição de carga urbana de modo que aumente a sustentabilidade ambiental. Ao discorrer sobre veículos como bicicletas e triciclos elétricos, os autores afirmam que se trata de alternativas com potenciais benefícios em termos de sustentabilidade ambiental e eficiência, reduzindo consideravelmente as emissões de GEE, especialmente o CO₂, que é a principal causa do aquecimento global.

Por outro lado, a partir da revisão, foi possível verificar que a sustentabilidade na última milha também pode ser mostrada por meio de dados quantitativos, quando se destaca a taxa de redução de poluentes atmosféricos. Oliveira *et al.*, (2018b) comparam o meio de distribuição intermodal com a utilização do carrinho de mão para transporte de mercadorias, ônibus convencional ou utilização de um veículo comercial leve com motor a combustão, com a distribuição com apoio de triciclo elétrico. Para sustentar seu estudo é mostrado um experimento com a adoção de triciclo elétrico e para a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

avaliação ambiental, foi encontrada uma redução de poluentes atmosféricos por rota de 10,11g de monóxido de carbono - CO; 32,78g de óxidos de nitrogênio - NOx; 0,02g de aldeídos - RCHO; 0,7g de hidrocarbonetos não metano - NMHC; e 0,33 g de material particulado - MP, com redução mensal por rota de 21,01 kg de GEE.

Quanto à redução de poluentes Assman *et al.*, (2020), destacam em seu trabalho a necessidade de melhorar a sustentabilidade do transporte urbano e da logística e mostram como as bicicletas de carga podem ser utilizadas como uma alternativa ecológica de última milha. Utilizando um modelo matemático, é feito todo o processo logístico da rede e para a sustentabilidade foi encontrado que as bicicletas de carga reduzem as emissões em até 66% em relação às entregas por vans, porém os autores destacam que é uma alternativa para distritos urbanos, não substituindo meios convencionais de longa distância.

Vasiutina *et al.*, (2021) também tem como foco como o efeito da redução de poluentes com o uso de bicicletas pode ser medido. Destaca-se que o trabalho não discorda do ganho ambiental que é descrito como “inegavelmente positivo”, e tenta medir tal ganho por meio de técnicas para avaliar o impacto do uso das bicicletas de carga no meio ambiente. A análise de economias de emissões pela troca de meios convencionais mostra que pode ser reduzido 1,7 toneladas/dia de CO₂, trocando caminhões por bicicletas de cargas e redução de 22% com a utilização de bicicletas de cargas nas entregas para clientes comerciais.

Complementando as análises quantitativas, dois estudos trazem uma análise com foco em cidades: Büttgen *et al.*, (2021) avaliaram os custos de distribuição e emissões de CO₂ com a utilização de bicicletas de cargas na cidade de Innsbruck na Áustria e Ferreira *et al.*, (2019) avaliaram a sustentabilidade com a utilização de bicicletas de cargas na cidade do Rio de Janeiro.

O primeiro estudo mostrou que ao usar bicicletas de cargas para entregas no centro da cidade de Innsbruck, pode-se chegar a uma redução anual de emissões de 96% ou 70 toneladas de CO₂, e também podem levar a menos congestionamentos e uma paisagem urbana melhor. O segundo trabalho avaliou a redução de quatro poluentes atmosféricos e um de GEE na comparação de um cenário de utilização de caminhões com um cenário intermodal com a inserção de bicicletas de carga. A redução por dia foi de 20% para os gases CO, NOx, NMHC, MP e CO₂.

5. DISCUSSÃO

A entrega com veículos convencionais, que consomem combustível fóssil, implica na emissão de poluentes atmosféricos e CO₂. Os poluentes atmosféricos têm ação local, sendo mais comuns nos transportes o Monóxido de Carbono (CO), Óxido de Nitrogênio (Nox), Hidrocarbonetos (HC) e Material Particulado menores que 10 micra (MP₁₀). Eles provocam irritação nos olhos, nariz e garganta, produzindo ou agravando doenças respiratórias. Alguns são considerados carcinogênicos. Podem ser fatais, como o CO e o MP₁₀. Outros poluentes têm ação regional, como o óxido de enxofre



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

(SOx) e o Óxido de Nitrogênio (NOx), levando os malefícios causados a uma região mais ampla, por vezes atravessando fronteiras entre regiões vizinhas (D'AGOSTO; OLIVEIRA, 2018).

Todos esses poluentes atmosféricos exercem ação danosa sobre a saúde humana e, eventualmente, de animais. Já o Dióxido de Carbono (CO₂) tem uma ação global, concentrando-se na atmosfera, sendo responsável pelo efeito estufa e produzindo o aquecimento global, com o progressivo aquecimento médio da temperatura no planeta. Isso produz as chamadas mudanças climáticas, levando ao descontrole dos eventos extremos, como chuvas intensas, seca, temperaturas extremas, derretimento das geleiras, maremotos etc. Por isso a humanidade está empenhada em reduzir a emissão de carbono. Também há o fato de os combustíveis fósseis serem finitos, o que implica na necessidade de se buscar novas fontes de energia que sejam renováveis.

No Brasil, os transportes responderam pela maior parte da emissão de GEE (56%) em 2015, segundo dados da Empresa de Planejamento Energético (EPE), e o modo rodoviário é o principal responsável pela emissão de CO₂ no setor de transportes, respondendo historicamente por uma fração superior a 85% do total e atingindo 92% em 2015 (D'AGOSTO; OLIVEIRA, 2018).

Assim, destaca-se a importância da utilização de transportes sustentáveis e todos os autores pesquisados convergem ao indicar o uso de bicicletas ou veículos similares, como triciclos e motocicletas para entregas de cargas na última milha.

Considerando-se os valores adotados em Oliveira *et al.*, (2018b) um veículo leve comercial, movido a diesel, produz uma emissão de 2,5909 kg CO₂/l e tem um rendimento médio de 4,56 km/l, ou seja, para cada quilômetro percorrido haverá a emissão de 0,56 kgCO₂. Considerando a grande quilometragem percorrida diariamente nas diversas cidades brasileiras teremos uma redução substancial na emissão de CO₂ com o uso das bicicletas e veículos similares. O mesmo ocorre para os poluentes atmosféricos. Além dos ganhos ambientais há potencialmente ganhos econômicos (menor custo de aquisição, manutenção e operação dos veículos etc.) e ganhos sociais (redução do tempo de entrega, menores congestionamentos nas vias urbanas etc.).

Contudo há diversos fatores a serem analisados para uma implantação eficiente. Há uma oportunidade para o transporte de bens por bicicletas de carga já que é estimado que as entregas de bens leves, genericamente até 250 kg, representem 5% das entregas em áreas urbanas (HAGEN et al., 2013). Tais bens incluem, entre outros, produtos alimentares, farmacêuticos, documentos, serviço de correios, roupas, artesanato, peças de manutenção.

No Brasil, devido à grande desigualdade entre as regiões do país, associada à frequente escassez de recursos das entidades governamentais, a dificuldade é agravada. Há necessidade de pistas adequadas para as bicicletas poderem ser usadas com segurança, o que pode resultar em investimentos adicionais em algumas cidades. Há necessidade também de mais estudos e projetos pilotos, à semelhança dos projetos da Comissão Europeia, com a participação de órgãos governamentais, não governamentais, institutos de pesquisas e empresas onde o uso de bicicletas



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cíntia Isabel de Campos

de carga seja potencialmente útil, reforçando o uso dessas alternativas de transporte sustentável e demonstrando o ganho obtido.

6. CONSIDERAÇÕES

Este artigo avaliou o ganho ambiental, em termos qualitativos e quantitativos, da utilização de bicicletas, triciclos e motocicletas no transporte na última milha reportado na literatura e para isso foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, aplicando um fluxograma do método PRISMA, sendo selecionados 10 artigos para análise.

Teve-se a comprovação de que a utilização de bicicletas, triciclos ou motocicletas na última milha trazem a redução de poluentes atmosféricos, gases de efeito estufa (GEE), e também poluição sonora. Porém, destaca-se sua utilização planejada, visando integração com outros modos de transporte.

O crescimento das cidades de forma sustentável é um tema que se torna cada vez mais relevante, ganhando a atenção da sociedade em todo o mundo. As alterações climáticas associadas à emissão de gases de efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono, têm sido motivo de preocupação e motivado metas de redução desses gases. Torna-se urgente que o setor de transportes desenvolva novas tecnologias e sistemas capazes de contribuir para a redução do carbono. A diminuição de congestionamentos em sistemas de transporte, possibilitada pelo uso de bicicletas e triciclos de carga também contribui para a diminuição de outros poluentes atmosféricos, melhorando a qualidade do ar. A entrega de cargas na última milha, utilizando esses veículos é uma oportunidade para isso. Por outro lado, a escassez de estudos nessa área reforça a importância do desenvolvimento de mais pesquisas e experimentos.

REFERÊNCIAS

ASSMAN, T.; LANG, S.; MÜLLER, F.; SCHENK, M. Impact Assessment Model for the Implementation of Cargo Bike Transshipment Points in Urban Districts. **Sustainability**, v. 12, p. 4082, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12104082>

BOSONA, T. Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review. **Sustainability**, v. 12, n. 21, p. 8769, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12218769>

BÜTTGEN, A.; TURAN, B.; HEMMELMAYR, V. Evaluating Distribution Costs and CO₂-Emissions of a Two-Stage Distribution System with Cargo Bikes: A Case Study in the City of Innsbruck. **Sustainability**, v. 13, n. 24, p. 13974, 2021. <https://doi.org/10.3390/su132413974>

CANO, J. A.; LONDOÑO-PINEDA, A.; RODAS, C. Sustainable Logistics for E-Commerce: A Literature Review and Bibliometric Analysis. **Sustainability**, v. 14, n. 19, p. 12247, 2022. <https://doi.org/10.3390/su141912247>.

CARVALHO, C. H. B. **Mobilidade Urbana Sustentável: Conceitos, tendências e reflexões**. Brasília: Ipea, 2016.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

CCCB. City Changer Cargo Bike. 2020. Disponível em: <http://cyclelogistics.eu/index.php/about>. Acesso em: 01 mar. 2023.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Somente 12,4% da malha rodoviária brasileira é pavimentada**. Brasília: CNT, 2018. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/somente-12-da-malha-rodoviaria-brasileira-pavimentada>. Acesso em: 01 mar. 2023.

COELHO, I. M. W. S. Métodos sistemáticos de revisão de literatura científica: apontamentos para o desenvolvimento e publicação de pesquisas educacionais. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 9, 2023. <https://doi.org/10.31417/educitec.v9.2165>

COMISSÃO EUROPEIA. **Cidades para Bicicletas, Cidades de Futuro**. [S. l.]:Comissão europeia, 2000. Disponível em https://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling_pt.pdf. Acesso em: 01 mar. 2023.

D'AGOSTO, M. A.; OLIVEIRA, C. M. **Logística sustentável: vencendo o desafio contemporâneo da cadeia de suprimentos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

ELLER, R. A. G.; SOUSA JUNIOR, W. C.; CURI, M. L. C. Custos do transporte de carga no Brasil: rodoviário versus ferroviário. **Revista de Literatura dos Transportes**, v. 5, n. 1, p. 50-64, 2011.

FERREIRA, A. F.; CHANG J.; D'AGOSTO, M. A. Urban Multimodal Sustainable Transport: An Environmental Assessment of Cargo Bikes in Rio de Janeiro City. **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, v. 13, p. 1045-1061, 2019. <https://doi.org/10.11175/easts.13.1045>

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **LOGEION: Filosofia da informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p.57-73, 2019. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835/4187>. Acesso em: 01 mar. 2023.

GOES, G. V.; SCHMITZ, D. N.; BANDEIRA R. A. M.; OLIVEIRA, C. M.; D'AGOSTO, M. A. Sustentabilidade na última Milha do Transporte Urbano de Carga. **Sustentabilidade Em Debate**, v. 9, n. 2, p. 134-144, 2018. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v9n2.2018.27418>

GONÇALO, C. S.; CASTRO, C. M.; BONNON, M. M.; MOTTA, P. M. R.; DAHDAL, A. B.; BATISTA, J. C. et al. Planejamento e execução de revisões sistemáticas da literatura. *Brasília Med.* V. 49, n. 2, p. 104-110, 2012. Disponível em <https://cdn.publisher.qn1.link/rbm.org.br/pdf/v49n2a06.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2023.

HAGEN, J.; LOBO, Z.; MENDONÇA, C. The benefits of cargo bikes in Rio de Janeiro: An exploratory case study. 13th. Rio de Janeiro: WCTR, 2013.

LARA, F. L. **A Arquitetura moderna brasileira e o automóvel: o casamento do século**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/estudos/478/a-arquitetura-moderna-brasileira-e-o-automovel-o-casamento-do-seculo.html>. Acesso em: 01 mar. 2023.

MACHADO, V. S.; LIMA, K. P.; BUENO, F. J. C. Mobilidade Urbana e Transporte Ativo – Estudo em dois grandes bairros urbanos. In: **X FACTELOG**. Logística 4.0 & a Sociedade do Conhecimento. FACTEC Guarulhos – Guarulhos/SP – Brasil. 31 de maio e 01 de junho de 2019. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2019/MOBILIDADE%20URBANA%20E%20TRANSPORTE%20ATIVO%20ESTUDO%20EM%20DOIS%20GRANDES%20BAIRROS%20URBANOS.pdf>. Acesso em 01/03/2023.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL COM O USO DA BICICLETA DE CARGA NA ÚLTIMA MILHA –
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Fernando Soares Ribeiro de Oliveira, Carlos Eduardo Sanches de Andrade, Cintia Isabel de Campos

OKOLI, C. Guia para realizar uma revisão sistemática da literatura. Tradução de David Wesley Amado Duarte; Revisão técnica e introdução de João Mattar. **EAD em Foco**, v. 9, n. 1, 2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/286131326.pdf>

OLIVEIRA, C. M.; BANDEIRA, R. A. M.; GOES, G. V.; GONÇALVES, D. N. S.; D'AGOSTO, M. A. Sustentabilidade na última milha da distribuição postal em áreas urbanas mediante adoção de triciclos elétricos. **TRANSPORTES**, v. 26, n. 3, p. 1–11, 2018b. <https://doi.org/10.14295/transportes.v26i3.1525>

OLIVEIRA, C. M.; BANDEIRA, R. A. M.; GOES, G. V.; SCHIMITZ, D. N.; D'AGOSTO, M. A. Alternativas sustentáveis para veículos utilizados na última milha do transporte urbano de carga: uma revisão bibliográfica sistemática. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, 2018a. <https://doi.org/10.19177/rqsa.v7e12018181-205>

PRADO, V. J.; AQUINI, A. N.; ALMEIDA, F. R.; FREITAS, L. A.; MARANHÃO, L.; JUBINI, T. J. et al. Soluções Para a Logística de Distribuição de Encomendas na Etapa de Última Milha -Um Estudo de Caso na Empresa ALFA. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, 2022. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28608>

PRISMA. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, 2021. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

SHIBAO, F. Y.; DOS SANTOS, M. R. Veículos sustentáveis na última milha: transporte de carga urbana / Sustainable vehicles on the last mile: urban cargo transportation. **Brazilian Journal of Business**, v. 3, n. 1, p. 606–623, 2021. <https://doi.org/10.34140/bjbv3n1-037>

TISCHER, V. Medidas para a avaliação da mobilidade urbana de transporte ativo: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Universidade Regional de Blumenau, 2019. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rbdr/article/view/6861/4261>. Acesso em 01 mar. 2023.

VASIUTINA, H.; SZARATA, A.; RYBICKI, S. Evaluating the Environmental Impact of Using Cargo Bikes in Cities: A Comprehensive Review of Existing Approaches. **Energies**, v. 14, n. 20, p. 6462, 2021. <https://doi.org/10.3390/en14206462>