



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Brazilian Journal of  
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

## IDENTIFICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS APLICADAS AO TRANSPORTE SUSTENTÁVEL URBANO DE CARGA

### *IDENTIFICATION OF BEST PRACTICES FOR SUSTAINABLE URBAN FREIGHT TRANSPORT*

Tassia Faria de Assis<sup>1\*</sup>, Victor Hugo Souza de Abreu<sup>2</sup>, & Marcio de Almeida D'Agosto<sup>3</sup>

<sup>1 2 3</sup> Programa de Engenharia de Transportes do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

<sup>1</sup> tassiafa@pet.coppe.ufrj.br <sup>2</sup> victor@pet.coppe.ufrj.br <sup>3</sup> dagosto@pet.coppe.ufrj.br

#### ARTIGO INFO.

Recebido em: 21.01.2020

Aprovado em: 19.03.2020

Disponibilizado em: 05.04.2020

#### PALAVRAS-CHAVE:

Transporte Urbano de Carga; Boas Práticas; Sustentabilidade.

#### KEYWORDS:

Urban Freight Transport; Best Practices; Sustainability.

\*Autor Correspondente: Assis, T. F.

#### RESUMO

Os tomadores de decisão de transportes enfrentam sérios desafios ao tentar tornar o transporte urbano de cargas eficiente e sustentável. Assim, faz-se necessário que sejam identificadas boas práticas que busquem promover a sustentabilidade no transporte de carga. Nesse sentido, este artigo busca identificar essas boas práticas, bem como suas principais vantagens e desvantagens, por meio de revisão bibliográfica. Como resultados desta pesquisa, tem-se a consolidação de um conjunto de 18 boas práticas relacionadas ao transporte urbano de carga, que podem ser adotadas por empresas privadas, tanto para embarcadores quanto operadores de transporte, que buscam aumentar a sustentabilidade de suas operações. Entretanto, destaca-se que é necessário que sejam utilizados mecanismos decisórios para identificar as melhores boas práticas para implantação,

de acordo com as potencialidade e dificuldades de cada empresa.

#### ABSTRACT

Transport decision makers face serious challenges in trying to make urban freight transport efficient and sustainable. Therefore, it is necessary to identify best practices that seek to promote sustainability in freight transportation. Thus, this paper seeks to identify these best practices, as well as their main advantages and disadvantages, through literature review. As a result of this research, there is the consolidation of a set of 18 best practices related to urban freight transport, which can be taken by private companies, both for shippers and transport operators, who seek to increase the sustainability of their operations. However, it is emphasized that it is necessary to use decision-making mechanisms to identify best practices for implementation according to the potentialities and difficulties of each company.



## 1. INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, as empresas precisam transportar produtos para milhões de clientes em todo o mundo, ao mesmo tempo em que desejam se tornar competitivas e sustentáveis. Para isso, buscam aumentar a eficiência do transporte urbano de carga por meio da redução de custos, maximização do nível de serviço e minimização dos impactos ambientais (Smart Freight Centre, 2016).

A atividade de transporte na logística corresponde, desde o suprimento de matérias-primas, dos pontos de origens para unidades de fabricação, onde são transformadas em produtos acabados, até a transferência para armazéns e redes atacadistas e a distribuição para lojas de varejo, bem como a coleta desses produtos (Wisetjindawat, 2011).

A movimentação de carga em operações como transferência, distribuição e coleta faz com que o transporte contribua com cerca de um quarto de todas as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionadas ao uso de energia em nível mundial. Além disso, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) do setor de transportes mais que dobraram desde 1970 e aumentaram a uma taxa mais rápida do que qualquer outro setor de uso final de energia, atingindo 7,0 Gigatoneladas (Gt) de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2e</sub>) em 2010 (IPCC, 2014). Para piorar essa situação, sem ações de mitigação, as emissões de transporte podem aumentar ainda mais e atingir cerca de 12 Gt de CO<sub>2e</sub>/ano até 2050, fazendo com que a meta de redução das emissões propostas no Acordo de Mudança Climática de Paris seja desafiadora. Portanto, a adoção de ações de mitigação das emissões de GEE torna-se necessária para uma transformação sistêmica do setor de transportes em busca da sustentabilidade (UNFCCC, 2018).

Muitas empresas já encontraram diferentes maneiras de melhorar seus modelos de negócios com soluções sustentáveis e individuais, e é por meio de adoção de boas práticas (BPs) que essas empresas adquirem potencial para que tais ações de mitigação sejam desenvolvidas (CLECAT, 2010).

Tendo em vista a necessidade da implementação de BPs no cenário empresarial, o objetivo do estudo é realizar uma revisão da literatura que busca apresentar BPs, aplicadas ao transporte sustentável urbano de carga, bem como descrever suas principais vantagens e desvantagens.

Para atingir estes objetivos, este artigo é constituído por 6 seções. A Seção 1 apresenta a contextualização do assunto, o problema e os objetivos da pesquisa. A Seção 2 trata da importância do estudo de BPs para o transporte urbano de carga e as principais iniciativas. A Seção 3 descreve o procedimento metodológico. A Seção 4 apresenta os resultados da revisão. A Seção 5 analisa e discute os resultados. Finalmente, a Seção 6 contém as considerações finais.

## 2. A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS NO TRANSPORTE URBANO DE CARGA E AS PRINCIPAIS INICIATIVAS

A movimentação de carga nas áreas urbanas está conectada à chamada “última milha” da cadeia de suprimentos, e costuma ser a parte da cadeia de suprimentos com os custos mais altos (Chopra, 2003). Portanto, é de interesse não apenas para a autoridade local responsável pelas normas de emissão e segurança, mas também para o operador de transporte torná-la o mais eficiente e sustentável possível (Lindholm & Blinge, 2014).



O transporte urbano de carga é um dos principais contribuintes para a insustentabilidade das áreas urbanas. O transporte de carga é responsável por cerca de 40% da poluição atmosférica e das emissões sonoras nas áreas urbanas, apesar de representar apenas entre 10 a 18% do número de veículos (Comissão Europeia, 2006). Dessa forma, fazem-se necessários que sejam realizadas melhorias significativas no transporte urbano de carga para torná-lo mais eficiente e sustentável.

Nesse sentido, estudos vêm sendo realizados pelas comunidades acadêmicas e empresariais com o objetivo de encontrar BPs para o transporte urbano de cargas e reduzir seus impactos negativos (Da Silva, et al., 2018). Dentre estes, destacam-se iniciativas como o *Center of Excellence for Sustainable Urban Freight Systems* (CoE-SUFS), o *Best Urban Freight Solutions* (BESTUFS), o *Smart Freight Centre* (SFC) e o Programa de Logística Verde Brasil (PLVB).

A CoE-SUFS compõe uma rede norte-americana e dedica-se a investigar novas formas de difundir a sustentabilidade e eficiência na maneira como as empresas enviam e recebem suas mercadorias. Já BESTUFS e SFC compõem redes europeias que, respectivamente, buscam identificar, descrever e disseminar BPs, critérios de sucesso e gargalos relacionados às soluções de logística nas cidades e contribuir para as metas do Acordo Climático de Paris e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

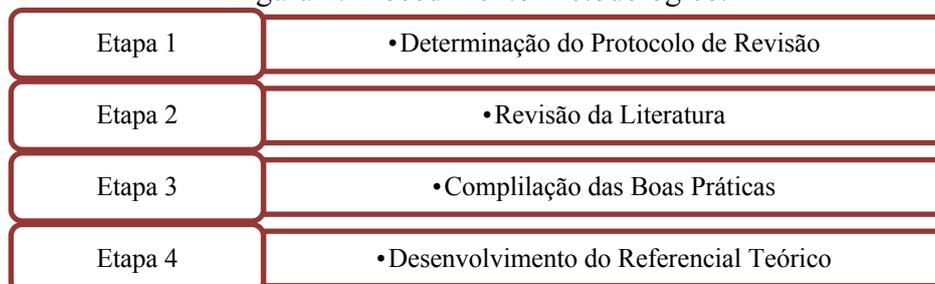
No Brasil, o PLVB, por meio do Guia de Referência em Sustentabilidade, divulga BPs para o transporte de carga que atendam especificamente à realidade brasileira (Oliveira & D'agosto, 2017).

Essas BPs podem ser planejadas e/ou implementadas por empresas privadas, públicas ou parcerias público-privadas. As BPs devem se adequar a um tema definido ou um problema relevante, ser baseadas em experiências reais (projetos piloto, conceitos, estratégias) ou análises em estudos e ter efeitos positivos consideráveis e mensuráveis (qualitativos e quantitativos) em indicadores relevantes do transporte urbano de cargas (BESTUFS, 2007).

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O procedimento metodológico adotado neste artigo está dividido em quatro etapas, como mostra a Figura 1, que são: (i) determinação do protocolo de revisão; (ii) revisão da literatura; (iii) compilação das BPs; e (iv) desenvolvimento do referencial teórico.

Figura 1. Procedimento Metodológico.



A primeira etapa define os objetivos do artigo (identificar BPs, aplicadas ao transporte sustentável urbano de carga, descrevendo as suas principais vantagens e desvantagens), bem



como definir seus critérios de inclusão (referenciais renomados) e qualificação (BPs com benefícios comprovadamente eficientes para o transporte sustentável urbano de cargas). A segunda etapa realiza uma revisão da literatura que tem como fonte de pesquisa as iniciativas identificadas em: (i) CoE-SUFS; (ii) BESTUFS; (iii) SFC; e (iv) PLVB, por meio das palavras-chave: “*best practice*” and “*freight transport*”. A terceira etapa permite compilar as BPs aplicadas ao assunto, bem como identificar as suas principais vantagens e desvantagens. Além disso, são apresentados benefícios obtidos para cada boa prática por meio de estudos de caso realizados ao redor do mundo. Por fim, a quarta etapa apresenta o desenvolvimento do referencial teórico que consiste no presente artigo.

#### 4. RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção tem como objetivo apresentar BPs, aplicadas ao transporte sustentável urbano de carga e identificadas por meio de uma revisão da literatura, conforme procedimento metodológico descrito na Seção 3. Como resultados desta pesquisa, tem-se a consolidação de um conjunto de 18 ações relacionadas ao transporte urbano de carga.

As BPs aqui identificadas são: (BP1) implantação de centros de consolidação de carga em área urbana; (BP2) implantação de centros de distribuição em área urbana; (BP3) implantação de equipamento auxiliar de geração de energia para redução de consumo de combustível fóssil; (BP4) implantação de equipamento de controle das emissões dos veículos; (BP5) manutenção preventiva dos veículos; (BP6) otimização da taxa de ocupação do veículo; (BP7) otimização da operação de carga e descarga com utilização de equipamentos motorizados; (BP8) otimização das rotas; (BP9) coleta e distribuição noturna; (BP10) realização de transferência do transporte de carga para modos mais limpos – transferência modal; (BP11) renovação e modernização da frota; (BP12) treinamento dos motoristas (*eco-driving*); (BP13) utilização de aditivos para melhorar a eficiência energética dos combustíveis; (BP14) utilização de diferentes tipos de veículos para realização de entregas e coletas; (BP15) utilização de fontes de energia mais limpas; (BP16) utilização de sistemas de informação para rastreamento e acompanhamento da frota; (BP17) utilização de sistemas de propulsão alternativos; e (BP18) utilização de veículos com maior eficiência energética.

Essas BPs podem ser adotadas por empresas privadas, tanto para embarcadores quanto operadores de transporte, que buscam aumentar a sustentabilidade de suas operações. Nesse sentido, a Tabela 1 busca descrever cada uma dessas BPs bem como apresentam algumas vantagens e desvantagens. Salienta-se ainda que as vantagens e desvantagens expostas não excluem a existência de outras de igual importância que podem ter ficado de fora dos resultados.

Tabela 1. Descrição das Boas Práticas aplicadas em transporte urbano de carga.

Boas Práticas	Descrição	Vantagem	Desvantagem
BP1	Instalação logística situada relativamente próxima da área geográfica atendida pela unidade.	Diminuição do custo, tempo de entrega, consumo de energia, poluentes atmosféricos (PA) e GEE; Aumento da segurança, confiabilidade, capacidade e flexibilidade.	Requer investimento inicial; despesas com manutenção.



<b>Boas Práticas</b>	<b>Descrição</b>	<b>Vantagem</b>	<b>Desvantagem</b>
BP2	Instalações logísticas localizadas próximas dos principais locais de produção.	Diminuição do custo, tempo de entrega, consumo de energia, PA e GEE; aumento da segurança, confiabilidade, capacidade e flexibilidade.	Requer investimento inicial; despesas com manutenção.
BP3	Instalação de equipamentos para auxiliar na geração de energia para a propulsão do veículo.	Reduz o custo, consumo de energia, PA e GEE.	Requer investimento para aquisição do equipamento.
BP4	Implantação de filtros e catalisadores para controle das emissões de PA por parte dos veículos.	Diminuição dos PA e GEE.	Aumento do custo operacional; requer investimento inicial para aquisição de equipamento.
BP5	Garantem um desempenho seguro e confiável, evitando quebras dispendiosas e permitindo que os veículos atinjam sua vida útil máxima.	Diminuição do custo, tempo de entrega, consumo de energia, PA e GEE; Aumento da segurança e confiabilidade.	Requer investimento inicial.
BP6	Consiste na maximização da utilização da capacidade do veículo.	Diminuição do custo, consumo de energia, GEE e PA; aumento flexibilidade.	Aumento do tempo de entrega; requer investimento inicial.
BP7	Consiste no uso de equipamentos motorizados, que podem ser movidos a combustíveis ou energia elétrica, para a operação de carga e descarga dos veículos.	Redução do consumo de energia com maior eficiência energética; GEE e PA se forem originados de combustíveis mais limpos e do tempo.	Aumento do custo; requer investimento inicial.
BP8	Ajuda a reduzir o tempo de viagem e a quilometragem do veículo.	Redução do custo, tempo, consumo de energia, GEE e PA.	Requer investimento inicial.
BP9	A realização de operações de coleta e distribuição de cargas em horários alternativos aos usualmente praticados (horário comercial).	Diminuição do custo, tempo de entrega, consumo de energia, PA e GEE; Aumento da flexibilidade. Não requer investimento inicial.	Requer cuidados em relação ao controle dos ruídos.
BP10	Consiste na priorização, quando possível, do uso de modos de transporte menos poluentes se comparados com o modo de transporte em uso corrente.	Diminuição do custo, consumo de energia, PA e GEE.	Aumento do tempo, redução da segurança e confiabilidade; requer investimento inicial.
BP11	Substituição antecipada de veículos antigos.	Diminuição do custo, consumo de energia, PA e GEE; aumento da segurança e confiabilidade.	Requer investimento inicial.
BP12	Consiste no estabelecimento de um programa de treinamento contínuo e periódico (em média a cada 3 meses) de motoristas.	Diminuição do custo, consumo de energia, PA e GEE; aumento da segurança e confiabilidade.	Requer investimento inicial.
BP13	Consiste na utilização de substâncias que, se adicionadas aos combustíveis, têm a finalidade de potencializar as suas propriedades positivas sem modificar suas características.	Diminuição do consumo de energia, PA e GEE.	Aumento do custo; requer investimento inicial.
BP14	Trata-se da utilização de uma maior variedade de veículos para realização de entregas e coletas.	Diminuição do tempo, consumo de energia, GEE e PA; aumento da capacidade e flexibilidade.	Aumento do custo; diminuição da segurança e confiabilidade; requer investimento inicial.
BP15	Trata-se da utilização de fontes de energia alternativas, se comparado à fonte energia convencional, usualmente combustíveis derivados do petróleo.	Diminuição do consumo de energia, GEE e PA.	Aumento do custo; requer investimento inicial.



Citação (APA): Assis, T. F. de, Abreu, V. H. S. de, & D'Agosto, M. de A. (2020). Identificação de boas práticas aplicadas ao transporte sustentável urbano de carga. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(1), 157-167.

Boas Práticas	Descrição	Vantagem	Desvantagem
BP16	Consiste na utilização de sistemas de informação, tais como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), os Sistemas de Tráfego Inteligentes (ITS), o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e os Sistemas de Telemetria para rastreamento e acompanhamento da frota em tempo real.	Diminuição do custo, tempo de entrega, consumo de energia, PA e GEE; aumento da segurança e da confiabilidade.	Requer investimento inicial.
BP17	Consiste na utilização de veículo com sistema de propulsão diferente do convencional (motor de combustão interna e sistema de transmissão mecânico).	Diminuição do consumo de energia, PA e GEE.	Aumenta o custo; requer investimento inicial.
BP18	Consiste na utilização de veículo com sistema de propulsão convencional com aprimoramentos incrementais no seu projeto (de fabricação).	Diminuição dos custos, consumo de energia, GEE e PA.	Requer investimento inicial.

Fonte: Elaboração própria, a partir de ECR *Europe* (2000), BESTUFS (2007), *National Academies of Sciences, Engineering and Medicine* (2015), Oliveira e D'Agosto (2017); Rodrigue (2017), Malindretos, et al. (2018); *Smart Freight Centre* (2018).

Com a Tabela 1, nota-se que há diversas BPs com suas respectivas vantagens e desvantagens que podem ser aplicadas ao transporte urbano de carga, de modo a torná-lo mais eficiente e sustentável. Isso faz que seja necessário que os tomadores de decisão de transportes escolham entre essas opções as mais viáveis de acordo com suas potencialidades e dificuldades.

De maneira complementar, na Tabela 2 tem-se os resultados obtidos por trabalhos que testaram as BPs, através de estudos de caso, com o objetivo de reforçar seus principais benefícios para o desenvolvimento sustentável.

Tabela 2. Benefícios demonstrados em estudos de caso aplicados a cada uma das boas práticas.

Boa Prática	Estudo de Caso	Principais benefícios
BP1	SEStran (2010) e Triantafyllou, et al., (2014)	Capaz de reduzir as viagens de veículos em 70%, com uma economia estimada de 144.000 km e reduções semanais de emissões de CO <sub>2</sub> de 3.100 kg em Fukuoka no Japão; redução estimada de 73% nas emissões de CO <sub>2</sub> ; redução de 70% no número de viagens de carga; promover níveis de serviço aprimorados e maior flexibilidade de entrega em Londres.
BP2	Russo & Comi (2011); Van Duin, et al., (2012)	Capaz de reduzir o total dos custos externos em €174.000/ano, dos quais €132.500/ano estavam relacionados à redução de emissões PA, €22.600 /ano à redução de ruído, €12.400/ ano à taxa reduzida de acidentes e € 6.500/ano no consumo de energia em Pádua na Itália. Em outras cidades, reduziu as emissões em aproximadamente 38,4 t de CO <sub>2</sub> e mais de 41 kg de PM10 em 15 meses. Comparado ao caso de referência sem entregas de centros de consolidação de carga, a emissão de NO <sub>x</sub> diminui em 19,0% e a contagem de km diminui em 18,8%.
BP3	CEPAL (2016)	Pode gerar de 1 a 1,5 % menos consumo de combustível.
BP4	CEPAL (2016)	Capaz de gerar reduções variadas do consumo de combustível e emissão.
BP5	CEPAL (2016)	Capaz de reduzir em 7 a 15 % o consumo de combustível.
BP6	McKinnon & Campbell (1997)	Capaz de reduzir 375 mil litros de combustível e 9.7 x 10 <sup>-4</sup> CO <sub>2</sub> por km e 3.7 x 10 <sup>-3</sup> CO por km.
BP7	Weidemann & Fischer (2018)	Capaz de reduzir em 73% (CO <sub>2</sub> ) e em 81% (NO <sub>x</sub> ) no uso de eletricidade e em 100% usando a energia limpa comparado com o sistema diesel



Citação (APA): Assis, T. F. de, Abreu, V. H. S. de, & D'Agosto, M. de A. (2020). Identificação de boas práticas aplicadas ao transporte sustentável urbano de carga. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(1), 157-167.

<b>Boa Prática</b>	<b>Estudo de Caso</b>	<b>Principais benefícios</b>
BP8	Melo (2010) e Letnik, et al. (2018)	Capaz de gerar um benefício ambiental de 38640 km economizados, 8000 litros de combustível não consumidos, 360 viagens evitadas, 21 toneladas de dióxido de carbono economizadas e 47.000 euros por ano economizados. Além de reduzir em até 60% o tempo, até 15% na distância, até 20% em combustíveis e emissões e redução de até 30% nos custos de entregas em áreas urbanas.
BP9	Silva, et al. (2018)	Capaz de reduzir em 9% do consumo do combustível, 31% do tempo, 13% de emissão de PA e GEE.
BP10	Browne, et al. (2014)	Pode gerar uma economia anual de 70.000 litros de combustível, 337 toneladas de emissões de CO <sub>2</sub> , 25 toneladas de emissões de NO <sub>x</sub> e 12.000 menos viagens de caminhões que entram no centro da cidade de Paris.
BP11	Lumbreras, et al. (2008)	Capaz de gerar uma redução de 29,14% de CO, 20,23% NMVOC, 17,63% PM10 e 24,70% NO <sub>x</sub> .
BP12	Wisetjindawat (2011) e Goes, et al. (2019)	No Japão, apresenta uma economia de 12% no consumo de combustível, já fabricante de caminhões, Mercedes-Benz apontam entre 5% e 10% de redução no consumo de combustível e uma empresa britânica até 18% de redução de consumo. A prática no Rio de Janeiro, Brasil, não apenas afeta a economia de combustível, até US \$ 18.507,55 por mês para uma frota de 43 veículos, mas também mitiga 7,1% das emissões de CO <sub>2</sub> e PA locais.
BP13	Senthil, et al., (2015) e Srivastava and Hancsók (2014)	Capaz de reduzir de 0.5 a 1% de consumo de combustível, 2 -10% CO <sub>2</sub> , 28% NO <sub>x</sub> (aditivo para combustível peróxido 0,15%) e 6-10% CO.
BP14	Letnik, et al. (2018) e Marujo, et al. (2018)	Tem uma redução estimada de emissões de 250 gramas de CO <sub>2</sub> por km em Turim (Itália). Em Londres, a distância total percorrida pelo projeto piloto diminuiu 14% e as emissões de CO <sub>2</sub> por parcela entregue caíram 55%. No Rio de Janeiro, ao comparar a operação de entrega, cada caminhão que interagiu com quatro triciclos de carga com a entrega tradicional (realizada totalmente por caminhões), verificou reduções por km entre 51,9% e 67,9% de CO <sub>2</sub> , 20,8 % e 38,8% de CO; 55,6% e 67,6% de NO <sub>x</sub> ; 20,3% e 38,3% de NMHC e 49% e 62% de PM. A probabilidade de ser menos onerosa do que a instalação tradicional está entre 6,5% e 59,2%.
BP15	Lumbreras, et al. (2008) e Lee, et al. (2013)	Gera entre 5 - 82% redução de energia (caminhões elétricos) e 19 - 89% GEE (caminhões elétricos), 7% CO <sub>2</sub> com o uso de biocombustível.
BP16	Melo (2010)	Promove uma redução de 10% da distância percorrida.
BP17	PLVB (2019) e Earl, et al. (2018)	Comparado ao sistema de propulsão a diesel, com um investimento adicional para uma frota de 223 veículos totalizando US\$ 3 milhões, poderiam ser recuperados em 32 meses. Foi estimada uma redução mensal de 107.000 litros de diesel, o que evitaria a emissão de 265 toneladas de CO <sub>2</sub> , economizando US\$ 110 mil por mês. Para uma redução de 15% no consumo de diesel, estima-se uma redução de 287,44 CO, 50,87 HCNM, 572,45 NO <sub>x</sub> e 5,72 MP kg por mês. Para uma redução de 25% no consumo de diesel, estima-se uma redução de 440,74 CO, 78 HCNM, 877,75 NO <sub>x</sub> e 8,75 MP kg por mês no Rio de Janeiro. Como exemplo de alta intensidade de carbono com 671 g CO <sub>2</sub> / kWh, um caminhão elétrico ainda teria 19% menos emissões do que o diesel médio da frota; na França, com 35 g CO <sub>2</sub> / kWh, seria 94% a 96% mais limpo.
BP18	Yang, et al. (2009)	Capaz de reduzir em 74% a intensidade de carbono emitido com o consumo de combustível.



De acordo com os resultados obtidos na Tabela 2, verifica-se que as BPs apresentam diferentes potencialidades quando relacionadas a diferentes conjuntos de indicadores, ou seja, umas se adequam melhor em minimizar emissões geradas por GEE e outras em minimizar PA.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Existe uma quantidade significativa de BPs aplicáveis ao transporte sustentável urbano de carga, dificultando o processo de escolha pelos tomadores de decisão. Isso acarreta dúvidas sobre qual BP seria melhor escolher e qual impacto seria gerado por uma escolha errada. Nesse sentido, avaliar os estudos de caso já realizados por outros autores facilita a compreensão sobre os benefícios econômicos, ambientais e sociais que podem ser gerados com a adoção de cada BP.

Dentre os indicadores avaliados nos estudos de caso foram identificados número de viagens, distância percorrida, consumo de combustível, emissões de GEE (como CO<sub>2</sub>), emissões de PA (como CO, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC), custos externos (poluentes, ruído, acidentes, consumo de energia), custos de entregas e tempo.

Para o conjunto de indicadores ambientais pode-se observar que a redução de emissão de GEE ocorrem em maior proporção em BPs que visam reduzir a atividade de transporte, ou seja, reduzir a distância percorrida ou o momento de transporte (relação entre quantidade de carga transportada e quilômetro percorrido – t.km), verificado principalmente a partir da implementação de centros de consolidação em áreas urbanas (BP1), centros de distribuição perto das fábricas (BP2), otimização de rotas (BP8), assim como, transferência modal para sistemas de transportes mais limpos (BP10). Avaliando a redução de PA pode ser observado um destaque a BPs relacionadas ao uso de tecnologias aplicadas diretamente ao veículo, como renovação e modernização da frota (B11), utilização de aditivos para melhorar a eficiência energética dos combustíveis (B13), que são resguardadas por resoluções como as estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) por meio de definição das fases do Proconve que estabelece limites de emissão gerada por PA.

Com a revisão verifica-se também uma grande importância dada ao consumo de combustível que atua diretamente para trazer benefícios tanto ambiental (sendo um indicador ambiental), quanto econômico (sendo também um indicador econômico), principalmente com a utilização de veículos com maior eficiência energética (BP3), otimização da taxa de ocupação do veículo (BP6) e treinamento dos motoristas (BP12), pois atuam reduzindo a atividade de transporte e melhorando a produtividade da entrega, ou seja, entrega em menores percursos, maior quantidade de carga transportada por veículo, maior número de entregas por rota, menor uso de combustível para a movimentação da carga com controle de velocidade e uso das marchas no caso do treinamento dos motoristas. Além do consumo de combustível, o tempo também é um indicador importante principalmente quando relacionado ao atendimento de nível de serviço e apresenta benefícios consideráveis com a adoção de coleta e distribuição noturna (BP9), pois diminui a movimentação da carga em horários de pico e trânsitos maiores.

Salienta-se ainda que para os indicadores sociais verifica-se uma menor atenção atribuída a geração de benefícios, pois nos estudos de caso foram poucos os indicadores sociais avaliados, como a taxa de acidentes, gerando uma maior necessidade de elaboração de estudos de caso



que investiguem benefícios gerados com a implantação de BPs relacionados a indicadores sociais.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte de carga nas áreas urbanas ainda encontra a necessidade de adotar ações para torná-lo eficiente e sustentável. Nesse sentido, este artigo busca identificar BPs necessárias para alcançar a sustentabilidade do transporte urbano de carga, bem como apresentar as principais vantagens e desvantagens de cada uma delas por meio de revisão bibliográfica.

Como resultados, este estudo identificou um conjunto de 18 boas práticas, bem como algumas das principais vantagens e desvantagens da implantação de cada uma delas. Além disso, de maneira a destacar as principais vantagens dessas BPs, esse artigo apresentou ainda estudos de caso que indicam como a implantação de cada uma das boas práticas acarreta melhorias ao transporte sustentável urbano de carga.

Nesse sentido, verifica-se que há uma quantidade significativa de BPs. Dessa forma, aconselha-se, como proposta para pesquisas futuras, estudar ferramentas, métodos ou modelos de auxílio a tomada de decisão, de modo a identificar aquela BP cuja aplicação é mais adequada no processo de escolha para o transporte urbano de carga. Além disso, destaca-se a necessidade do incentivo a participação de empresas privadas, públicas ou parcerias público-privadas nas ações de planejamento e implementação de BPs atreladas ao transporte sustentável urbano de carga.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BESTUFS (2007). BESTUFS - Good practice guide on urban freight. BESTUFS Consortium. Disponível em: [www.bestufs.net](http://www.bestufs.net).

Browne, M., Allen, J., Nemoto, T., Patier, D., & Visser, J. (2012). Reducing Social and Environmental Impacts of Urban Freight Transport: A Review of Some Major Cities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 19–33. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.03.088

CEPAL. (2016). Freight transport by road: tools and strategies for energy efficiency and sustainability. Issue No. 349 - Number 5. Disponível em: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41229/1/S1601275\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41229/1/S1601275_en.pdf).

Chopra, S. (2003). Designing the distribution network in a supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2), 123–140. doi:10.1016/s1366-5545(02)00044-3

CLECAT. (2010). Logistics Best Practice Guide: A guide to implement best practices in logistics in order to save energy and reduce the environmental impact of logistics. 2nd edition, 2010. Disponível em: <https://www.clecat.org/media/sr004osust091104clecatbpgv.1.0.pdf>.

Comissão Europeia. (2006). White paper: Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a Competitive and Resource Efficient Transport System. COM (2011) final. Bruxelas, Bélgica.

Earl, T., Mathieu, L., Cornelis, S., Kenny, S., Ambel, C.C., Nix, J. (2018). Analysis of long haul battery electric trucks in EU Marketplace and technology, economic, environmental, and policy perspectives. 8th Commercial Vehicle Workshop, Graz, 17-18. Disponível em: [https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/20180725\\_T%26E\\_Battery\\_Electric\\_Trucks\\_EU\\_FINAL.pdf](https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/20180725_T%26E_Battery_Electric_Trucks_EU_FINAL.pdf) (2018).



- ECR Europe. (2000). The Transport Optimisation Report - ECR Community. [Verhulst, R.; Bjorkvist, M.; Whiteoak, P.; Poetzl, J.; Corsten, D.]. Disponível em: <http://ecr-community.org/wp-content/uploads/2016/11/ecr-europe-transport-optimisation.pdf>
- Goes, G., Bandeira, R., Gonçalves, D., D'Agosto, M. de A., & Oliveira, C. (2019). The effect of eco-driving initiatives toward sustainable urban waste collection. *International Journal of Sustainable Transportation*, 1(10). doi:10.1080/15568318.2019.1584933.
- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Lee, D.Y., Thomas, V. M., & Brown, M. A. (2013). Electric Urban Delivery Trucks: Energy Use, Greenhouse Gas Emissions, and Cost-Effectiveness. *Environmental Science & Technology*, 47(14), 8022–8030. doi:10.1021/es400179w
- Letnik, T., Marksel, M., Luppino, G., Bardi, A., & Božičnik, S. (2018). Review of policies and measures for sustainable and energy efficient urban transport. *Energy*, 163, 245–257. doi:10.1016/j.energy.2018.08.096
- Lindholm, M. E., & Blinge, M. (2014). Assessing knowledge and awareness of the sustainable urban freight transport among Swedish local authority policy planners. *Transport Policy*, 32, 124–131. doi:10.1016/j.tranpol.2014.01.004
- Lumbreras, J., Valdés, M., Borge, R., & Rodríguez, M. E. (2008). Assessment of vehicle emissions projections in Madrid (Spain) from 2004 to 2012 considering several control strategies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(4), 646–658. doi:10.1016/j.tran.2008.01.026
- Malindretos, G., Mavrommati, S., & Bakogianni, M. A. (2018). City Logistics models in the framework of Smart Cities: Urban freight consolidation centers. 4th International Conference on Supply Chain.
- Marujo, L. G., Goes, G. V., D'Agosto, M. A., Ferreira, A. F., Winkenbach, M., & Bandeira, R. A. M. (2018). Assessing the sustainability of mobile depots: The case of urban freight distribution in Rio de Janeiro. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 256–267. doi:10.1016/j.trd.2018.02.022
- McKinnon, A., & Campbell, J. (1997). Opportunities for consolidating volume-constrained loads in double-deck and high-cube vehicles. Heriot-Watt University. Christian Salvesen Logistics Research Paper, 1.
- Melo, S. M. B. M. (2010). Evaluation of urban goods distribution initiatives towards mobility and sustainability: indicators, stakeholders and assessment tools. Chapter 6. Assessment of goods distribution initiatives performance. Thesis for the degree of licentiate of engineering.
- Muñuzuri, J., Larrañeta, J., Onieva, L., & Cortés, P. (2005). Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement. *Cities*, 22(1), 15–28. doi:10.1016/j.cities.2004.10.003
- National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. (2015). Improving Freight System Performance in Metropolitan Areas: A Planning Guide. Washington, DC: The National Academies Press. [José Holguín-Veras; Johanna Amaya-Leal; Jeffrey Wojtowicz; Miguel Jaller; Carlos González-Calderón; Iván Sánchez-Díaz; Xiaokun Wang; Daniel G. Haake; Suzann S. Rhodes; Robert J. Frazier; Molly K. Nick; Joseph Dack; Luigi Casinelli; & Michael Browne]. <https://doi.org/10.17226/22159>.



Citação (APA): Assis, T. F. de, Abreu, V. H. S. de, & D'Agosto, M. de A. (2020). Identificação de boas práticas aplicadas ao transporte sustentável urbano de carga. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(1), 157-167.

Oliveira, C. M., & D'Agosto, M. de A. (2017). Guia de Referência em Sustentabilidade: Boas Práticas para o Transporte de Carga.

PLVB. (2019). Programa de Logística Verde Brasil.: Excellence guide on sustainability. *1st Edition*. Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS). Disponível em: <http://plvb.org.br/wp-content/uploads/2019/07/Guia-de-Excelencia-3.pdf>.

Rodrigue, J. P. (2017). Logistics and Freight Distribution. Disponível em: [https://transportgeography.org/?page\\_id=3928](https://transportgeography.org/?page_id=3928)

Russo, F., & Comi, A. (2011). Measures for Sustainable Freight Transportation at Urban Scale: Expected Goals and Tested Results in Europe. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(2), 142–152. doi:10.1061/(asce)up.1943-5444.0000052

Senthil, R., Arunan, K., Silambarasan, R., & Pranesh, G. (2015). Effect of Fuel Additives on Performance Improvement and Emission Control in Diesel Engines. *International Journal of Applied Engineering Research*.

SEStran. (2010). Sustainable Urban Distribution. Report. Disponível em: [http://archive.northsearegion.eu/files/repository/20130719151706\\_SEStran\\_sustainableurban\\_distribution\\_FINALReportAug10.pdf](http://archive.northsearegion.eu/files/repository/20130719151706_SEStran_sustainableurban_distribution_FINALReportAug10.pdf).

Silva, D. M., & Bandeira, R. A. M., Campos, V.B.G. (2018). Avaliando a sustentabilidade alcançada por meio de entregas noturnas: o caso da distribuição de combustíveis na cidade do Rio de Janeiro. *Transporte*. <https://doi.org/10.14295/transportes.v25i2.1437>.

Smart Freight Centre (2016). GLEC Framework for Logistics Emissions Methodologies, Version 1.0. [Greene, S, & Lewis, A]. Disponível em: [www.smartfreightcentre.org](http://www.smartfreightcentre.org).

Smart Freight Centre (2018). Annual Report 2018. Leading the way to efficient and zero-emissions freight and logistics. Disponível em: <https://www.smartfreightcentre.org/pdf/SFC-Annual-Report-2018-online.pdf>.

Srivastava, S. P., & Hancsók, J. (2014). Fuels and Fuel-Additives. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. <https://doi.org/10.1002/9781118796214>.

Triantafyllou, M. K., & Cherrett, T. (2018). Using a consolidation centre to reduce deliveries and waste collections from an urban UK shopping centre. *Proceedings of 7th Transport Research Arena TRA 2018*, April 16-19, Vienna, Austria.

UNFCCC (2018). Compendium on Greenhouse Gas Baselines and monitoring passenger and freight transport. Disponível: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Transport\\_0.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Transport_0.pdf).

Van Duin, J. H. R., van Kolck, A., Anand, N., Tavasszy, L. órán. A., & Taniguchi, E. (2012). Towards an Agent-Based Modelling Approach for the Evaluation of Dynamic Usage of Urban Distribution Centres. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 333–348. doi:10.1016/j.sbspro.2012.03.112

Weidemann, H. J., & Fischer, M. E. (2018). Cargo Beamer Electromobile freight logistics of the future No emissions, no road congestions. Disponível em: <https://www.cargobeamer.com/CargoBeamer-Overview-pdf-851136.pdf>.

Wisetjindawat, W. (2011). Review of Good Practices in Urban Freight Transportation. *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific*, 80.

Yang, C., McCollum, D., McCarthy, R., & Leighty, W. Meeting an 80% reduction in greenhouse gas emissions from transportation by 2050: A case study in California. *Transportation Research Part D* 14 (2009) 147–156. doi:10.1016/j.trd.2008.11.010.

