

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

SOLUÇÕES PARA O TRANSPORTE URBANO DE CARGAS NA ETAPA DE
“LAST MILE” E SUA APLICAÇÃO EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

CAMILLA DE OLIVEIRA SOUZA

2019



SOLUÇÕES PARA O TRANSPORTE URBANO DE CARGAS NA ETAPA DE “LAST MILE” E SUA APLICAÇÃO EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

CAMILLA DE OLIVEIRA SOUZA

Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Márcio de Almeida D’Agosto
Co-orientadora: Renata Albergaria de Mello
Bandeira (IME)

RIO DE JANEIRO

Janeiro de 2019

SOLUÇÕES PARA O TRANSPORTE URBANO DE CARGAS NA ETAPA DE
“LAST MILE” E SUA APLICAÇÃO EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Camilla de Oliveira Souza

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinado por:

Prof. Márcio de Almeida D’Agosto, D.Sc.

Prof. Respício Antônio do Espírito Santo Jr, D.Sc.

Prof. Lino Guimarães Marujo, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JANEIRO de 2019

Souza, Camilla de Oliveira

Soluções para o transporte urbano de cargas na etapa de “last mile” e sua aplicação em países em desenvolvimento/ Camilla de Oliveira Souza – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2019.

xii, 69 p.:il.; 29,7 cm.

Orientador: Márcio de Almeida D’Agosto

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, 2018.

Referências Bibliográficas: p. 64-69

1. Introdução 2. Fundamentação teórica 3. Metodologia 4. Aplicação e análise dos resultados

I. D’Agosto, Márcio de Almeida; II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Soluções para o transporte urbano de cargas na etapa de last mile e sua aplicação em países em desenvolvimento

Agradecimentos

Agradeço e dedico este trabalho à minha família que me ofereceram todos os recursos necessários e possíveis para que eu ingressasse nesta Universidade. Além disso, também me deram suporte em todas os momentos de dificuldade durante a graduação. Em especial meus pais Dina e Ailton que não pouparam esforços para me motivar a continuar nesta difícil jornada. Gostaria de agradecer também a Deus por me proporcionar saúde e equilíbrio para enfrentar todas as batalhas que presenciei, não só na universidade, mas na vida.

Agradeço aos meus inseparáveis amigos gafanhotos Ana Carolina, Matheus, Rebecca e Victor Henrique que são essenciais, desde muito antes da graduação, para meus momentos de distração e lazer. Agradeço também aos meus amigos conquistados durante a graduação e que se farão presentes a partir daqui.

Agradeço também ao Douglas que me forneceu ajuda e tranquilidade necessárias para o término deste trabalho. Obrigada também por todo carinho, atenção e palavras de conforto.

Agradeço a toda equipe do LTC, em especial a Professora Renata Bandeira, co-orientadora desde trabalho, que desde o primeiro momento mostrou-se empenhada em me orientar e auxiliar em todos os desafios enfrentados, apesar das circunstâncias.

Não poderia deixar de agradecer ao Professor Márcio D'Agosto por aceitar meu convite para ser orientador deste trabalho e contribuir para meu desenvolvimento profissional nesta etapa. Muito obrigada pelos desafios apresentados e auxílio para resolução dos mesmos. Gostaria de agradecer também as empresas e seus representantes que prontamente responderam o questionário essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer aos Professores Respício Espírito Santo e Lino Marujo por terem aceitado o convite para avaliar este trabalho.

*“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram
no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”*

Leonardo Da Vinci

[Digite texto]

*Dedico este trabalho aos meus pais,
Ailton Aguiar e Dina Oliveira.*

[Digite texto]

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

SOLUÇÕES PARA O TRANSPORTE URBANO DE CARGAS NA ETAPA DE “LAST MILE” E SUA APLICAÇÃO EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Camilla de Oliveira Souza

Janeiro de 2019

Orientador: Márcio de Almeida D’Agosto

Co-orientadora: Renata Albergaria de Mello Bandeira

Com o aumento da densidade populacional das cidades, a adequação aos requisitos para proteção do meio ambiente torna-se cada vez mais necessária. No entanto, as operações de frete urbano precisam alcançar toda a malha urbana de maneira eficiente para transportadores e consumidores representando assim, um grande desafio nas áreas metropolitanas. O tráfego de cargas é responsável por boa parte dos custos de congestionamento, e a situação tende a piorar à medida que as entregas urbanas continuam a crescer. Este trabalho pretende identificar e analisar as soluções presentes na literatura para o transporte urbano de carga, considerando apenas a etapa de entrega ao consumidor final (*last mile*). Através de uma revisão bibliográfica sistemática será feita a seleção de artigos relacionados ao tema a fim de propor possíveis soluções ao transporte urbano de carga em países em desenvolvimento.

Palavras-chave: “Last Mile”, distribuição de frete urbano, logística da cidade, transporte de frete urbano, melhores práticas.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

SOLUTIONS FOR URBAN GOODS TRANSPORTATION IN THE "LAST MILE"
STAGE AND ITS APPLICATION IN DEVELOPING COUNTRIES

Camilla de Oliveira Souza

January 2019

Adviser: Márcio de Almeida D'Agosto

Joint adviser: Renata Albergaria de Mello Bandeira

With the increase of the density population of the cities, the adaptation to the environmental protection requirements becomes more and more necessary. However, urban freight operations need to reach the entire urban network efficiently for transporters and consumers, thus representing a major challenge in metropolitan areas. Freight traffic accounts for most of the congestion costs, and the situation tends to worsen as urban deliveries continue to grow. This work intends to identify and analyze the solutions present in the literature for the urban transport of goods, considering only the stage of delivery to the final consumer (last mile). Through a systematic literature review will be made the selection of articles related to the theme in order to propose possible solutions to urban freight transport in developing countries.

Keywords: "Last mile", urban freight distribution, city logistics, urban freight transport, best practices.

[Digite texto]

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AGV – *Autonomous ground vehicles.*
- B2C – *Business to Consumer.*
- CES – *Consumer Eletronics Show.*
- CNT – Confederação Nacional do Transporte.
- CSL – *Crowdsourcing Logistic.*
- DM – Depósito Móvel
- ELV - *Eletric light vehicle.*
- GEE – Gases de Efeito Estufa.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- MP – Material Particulado.
- NO_x – Óxidos de Nitrogênio.
- ONUBR – Nações Unidas no Brasil.
- PBT – Peso Bruto Total.
- PIB – Produto Interno Bruto.
- SO₂ – Dióxido de Enxofre.
- TUC – Transporte Urbano de Carga.
- UCC – *Urban Consolidation Center.*
- VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado.
- VE – Veículo Elétrico.
- VOC – Compostos Orgânicos Tóxicos Voláteis.
- X2C - Entrega de uma fonte qualquer ao consumidor

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	JUSTIFICATIVA.....	3
1.2	OBJETIVO.....	4
1.3	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	4
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	4
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1	O TRANSPORTE URBANO DE CARGA (TUC)	5
2.2	O FUTURO DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA.....	8
3	METODOLOGIA.....	15
3.1	MÉTODO	15
3.1.1	Atividade 1 – Planejamento.....	16
3.1.2	Atividade 2 – Realização.....	18
4	APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	22
4.1	APLICAÇÃO DO MÉTODO	22
4.1.1	Veículo leve elétrico(ELV)	22
4.1.2	Pontos de coleta ou armários de encomendas	25
4.1.3	Crowdsourcing	29
4.1.4	Veículos Autônomos	31
4.1.5	Drones	32
4.1.6	Entrega na Mala do Carro.....	33
4.1.7	Depósito Móvel com Bicicleta	34
4.1.8	Bicicleta / Triciclo de Carga.....	35
4.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	37
4.2.1	Pesquisa de mercado.....	49
5	CONCLUSÃO.....	67
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

1 INTRODUÇÃO

As cidades estão se tornando cada vez mais povoadas, e os requisitos para proteção ambiental e climática cada vez mais rigorosos. Como resultado, as atividades logísticas devem ser adaptadas às exigências do desenvolvimento sustentável e permitir um aumento na eficiência dos fluxos de materiais (por exemplo, matérias primas, bens de consumo e mercadorias) e informações. (KAUFF, 2016).

No que se refere ao fluxo de mercadorias, os problemas referentes à entrega doméstica se tornaram mais significativos com o aumento do comércio eletrônico (e-commerce), (OLIVEIRA *et al*, 2017). Cada vez mais as pessoas necessitam receber suas encomendas dentro do prazo previsto, com qualidade e sem pagar possíveis adicionais para obter esse serviço.

O e-commerce no Brasil, apresenta um cenário positivo de crescimento, já que mais de 55 milhões de consumidores fizeram pelo menos uma compra virtual em 2017, o que representa um aumento de 15%, se comparado a 2016 (E-bit, 2018). Tal fato se deve principalmente ao aumento de compras utilizando o celular e ao aumento da renda familiar média dos consumidores que costumam comprar pela internet. O comércio eletrônico é um canal de vendas bastante dinâmico e que exige mudanças rápidas nas práticas comerciais de acordo com a concorrência e comportamento dos compradores que utilizam a internet e o frete é um dos principais fatores que influenciam na tomada de decisão do consumidor em realizar uma compra via internet (E-bit, 2018).

A estratégia de cobrar pelo frete deixou de ser uma tendência e já se tornou realidade para o setor, exigindo muito conhecimento e, em muitos casos, inteligência computacional para oferecer o menor valor de entrega para os clientes. O frete grátis passou a ser utilizado em 2017 apenas para lojas que querem ganhar participação nesse mercado – independentemente da margem de lucro – ou para alguns nichos específicos, como moda, acessórios, cosméticos e perfumaria. O aumento de pedidos com frete grátis foi alavancado apenas pelas 10 maiores lojas do e-commerce, enquanto no restante do setor houve uma queda dessa estratégia (E-bit, 2018). É possível perceber então, a importância financeira que o frete representa na formação do valor de um produto no comércio, já que deve haver um equilíbrio entre repassar o custo do

transporte no *last mile* (última etapa da entrega de uma mercadoria, entrega ao consumidor final) para o consumidor e este custo ser absorvido pelo comerciante. Esta questão torna-se ainda mais significativa em áreas urbanas pois é para onde a maioria das compras feitas pela internet são destinadas (CÁRDENAS et al, 2017).

O transporte tem causado problemas principalmente em áreas urbanas, em particular o transporte de mercadorias. Cidades modernas precisam de soluções para reduzir os custos de externalidades como o congestionamento, a poluição atmosférica e outros, que aumentaram nos últimos anos, especialmente devido ao crescimento da entrega de mercadorias (RANIERI et al, 2018). A literatura científica considera externalidades como poluição do ar, mudanças climáticas, ruídos, congestionamentos, acidentes e desgaste de infraestrutura no setor de transportes (MAIBACH, 2008). No meio urbano esses fatores são agravados pela alta densidade populacional e pela grande quantidade de entregas realizadas pelo modo rodoviário, que é um dos maiores consumidores de combustíveis fósseis no mundo.

Outra questão importante é o crescimento da população urbana. Cerca de 54% da população vive nas cidades hoje, e aproximadamente 66% é esperado até 2050 (UNITED NATIONS REPORT, 2014). Devido a esse aumento expressivo na população urbana mundial, torna-se ainda mais importante o desenvolvimento de meios para reduzir externalidades e garantir uma melhor qualidade de vida para as pessoas e um gerenciamento adequado dos recursos sustentáveis.

O setor de transporte apresenta grande importância para os aspectos sociais e econômicos, chegando a representar um custo de 6,8% do PIB brasileiro (CNT, 2016). Nos últimos 20 anos, as tendências do volume de transporte de mercadorias e passageiros acompanharam a evolução do produto interno bruto (EU REFERENCE SCENARIO, 2016).

Segundo RANIERI *et al* (2018) duas áreas principais são observadas no setor de transporte: transporte de pessoas (público e privado) e transporte de carga. Em ambas as áreas, diferentes modos de transporte são adotados (rodoviário, ferroviário, marítimo, aéreo). Nas áreas urbanas, o transporte rodoviário de mercadorias é o principal modo responsável pelas externalidades relacionadas à entrega de cargas. Por esta razão, estudos foram realizados com o objetivo de aumentar a eficiência na logística de entrega, bem como reduzir as externalidades relacionadas (DIGIESI et al, 2012).

1.1 Justificativa

O presente trabalho se justifica pelo fato de que o transporte urbano de carga representa um grande desafio nas áreas metropolitanas (SIMONI e CLAUDEL, 2018). Nos Estados Unidos, por exemplo, o transporte de carga é responsável por 18% dos custos com congestionamento de tráfego, embora represente apenas 7% das viagens urbanas (SCHRANK *et al*, 2015). Uma pressão considerável para encontrar práticas eficientes e sustentáveis tem aumentado, particularmente nos últimos anos, à medida que as entregas urbanas continuam a crescer (JOERSS *et al*, 2016).

Com aumento do comércio via internet, é esperado que haja uma redução na geração de viagens urbanas de passageiros, pois não existe a necessidade de o consumidor se deslocar até o comércio para adquirir sua mercadoria. No entanto, essa mudança no padrão de consumo pode causar impactos no transporte urbano de carga. Primeiramente, esse novo segmento de demanda deve ser incluído na cadeia logística urbana. Em segundo lugar, os produtos adquiridos precisam ser entregues aos seus respectivos consumidores finais em casa ou em algum ponto de coleta, e isso pode causar um aumento da distância percorrida por veículos comerciais, devido ao parcelamento da entrega. Pode ocorrer também o aumento no número de viagens perdidas, quando o consumidor não está em casa, fato este que não ocorre quando o comprador se desloca até o local de compra do produto. De fato, o aumento de entregas domésticas gera mudanças no fluxo de entrega urbana e também na movimentação dos veículos na cidade (principalmente em regiões metropolitanas, que apresentam grandes conglomerados de habitações). Essas mudanças são influenciadas por fatores como a adoção de novas tecnologias de consumo e por isso precisam de soluções que se adaptem à essa nova tendência (COMI e NUZZOLO, 2016).

Com isso, há a necessidade de se promover soluções inovadoras para resolver o problema do transporte urbano de carga em regiões metropolitanas. Também é importante ressaltar que essas soluções devem atender as necessidades de todos os envolvidos na operação do transporte (embarcadores, consumidores, transportadores e sociedade), assim como se comprometerem a reduzir os possíveis impactos causados pela operação do transporte urbano como congestionamento, emissão de poluentes atmosféricos e ruído.

1.2 Objetivo

O objetivo geral da pesquisa é estabelecer critérios de seleção de soluções existentes para o problema de operações de logística urbana na etapa de *last mile*. Com isso foram identificados os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar na literatura modelos operacionais e veículos utilizados para o transporte de carga no meio urbano, com enfoque no *last mile*, e os critérios utilizados para definir seu local de aplicação.
- b) Sugerir novas soluções e adaptar soluções existentes para o problema do transporte urbano de carga no *last mile* para que sejam implementadas em países em desenvolvimento.

1.3 Delimitação da Pesquisa

A pesquisa foi realizada sem uma delimitação geográfica definida pois entende-se que o tema é de importância para qualquer país. Foi dado maior foco na área metropolitana da cidade, onde os impactos gerados pelo transporte são mais sensíveis. Além disso, estima-se que o conteúdo da pesquisa seja aplicado nos próximos dez anos.

1.4 Estrutura do Trabalho

A partir desta introdução, o presente trabalho está dividido em cinco capítulos. O Capítulo 2 apresenta um breve conceito de alguns termos utilizados ao longo deste trabalho para que haja melhor entendimento do assunto. O Capítulo 3 apresenta a metodologia da revisão bibliográfica sistemática para identificação das práticas presentes na literatura. O Capítulo 4 apresenta a aplicação da metodologia, onde foi possível identificar as práticas inovadoras para o transporte urbano de mercadorias e a análise dos resultados. Por fim, no Capítulo 5, consta as conclusões obtidas a partir da identificação e análise de boas práticas e recomendações para futuros trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este Capítulo apresenta a fundamentação teórica deste trabalho, onde serão introduzidos alguns conceitos necessários ao entendimento do tema abordado. Para tanto, foi utilizada uma revisão bibliográfica focando nos conceitos referentes ao transporte urbano de carga na etapa de *last mile*.

2.1 O Transporte Urbano de Carga (TUC)

Transporte é o deslocamento de uma massa, podendo ser de pessoas ou cargas (produtos, bens, resíduos e outros) de um lugar a outro do espaço. Esse deslocamento acontece por meio de uma via consumindo determinada quantidade de energia. Tal energia é gasta gerando força motriz para realizar o deslocamento. Apesar de ser um serviço que não gera riqueza, é por meio do transporte que se permite o deslocamento das pessoas para onde elas desejam, e também se leva os produtos para onde eles são necessários (D'AGOSTO, 2015). Como o objetivo principal deste trabalho está relacionado ao transporte urbano de carga, será dado maior destaque a este tipo, não sendo considerado então o transporte urbano de pessoas.

A distribuição urbana de carga pode ser definida como o fluxo constante de cargas, realizando movimentos de entrada ou saída de áreas urbanas, ou simplesmente atravessando essas áreas (DABLANC, 2007). Essa movimentação, no entanto, representa a consequência física de um processo econômico global, nacional e local, composta por cargas diversas (como resíduos de construção, lixo, insumo agrícola, serviços de correio, dentre outros), na qual cada uma utiliza operações e veículos específicos para o transporte (VILELA *et al*, 2013).

Observa-se que, em todo o planeta, grande parte da população se encontra no meio urbano. No caso do Brasil, este percentual chega a 84% segundo dados do IBGE (2010). Com isso, aumenta-se a quantidade de viagens geradas no meio urbano, que são realizadas, predominantemente pelo modo rodoviário. De acordo com MCKINNON *et al* (2012), o aumento da população urbana e o avanço da economia contribuem para o aumento da demanda pelo transporte de carga. Esta dependência do modo rodoviário pode ser observada para todo o setor de transporte de cargas, e não somente para as entregas urbanas, como pode ser confirmado pela Figura 1.

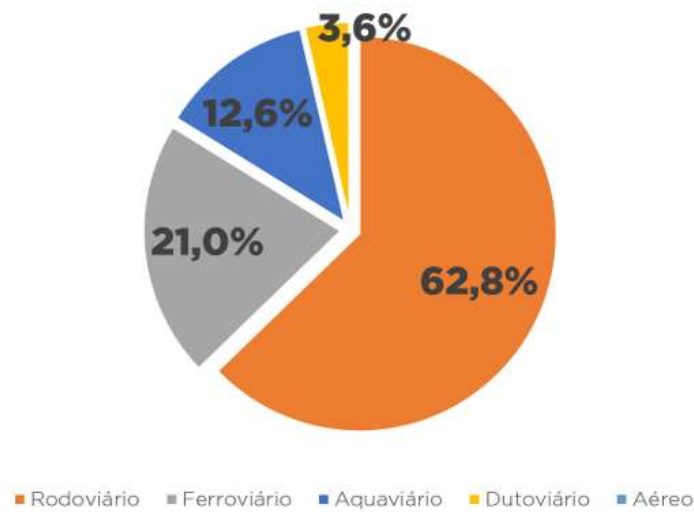


Figura 1: Matriz de transportes de carga do Brasil em 2016
Fonte: ILOS, 2018

Essa movimentação urbana de cargas ocorre, na maioria das vezes, por meio de pequenos caminhões movidos a diesel que realizam viagens curtas, com múltiplas paradas (FERREIRA, 2016). Como consequência desse fluxo intenso de caminhões a atividade de transporte de carga gera impactos negativos tanto no sistema viário como para a sociedade em geral.

Para CÁRDENAS *et al* (2017) alguns desses impactos são:

- Aumento de congestionamentos a medida que a velocidade média na via diminui com o aumento da densidade de veículos e também devido à falta de vagas destinadas para carga e descarga desses caminhões.
- Aumento do número de acidentes devido à maior quilometragem percorrida pelos veículos, aumentando assim a exposição ao risco tanto de motoristas quanto de pedestres no entorno.
- Aumento da poluição do ar oriundo das atividades de transporte de carga. Os mais nocivos tipos de poluentes gerados são: material particulado (PM), óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂) e compostos orgânicos tóxicos voláteis (VOC).
- Aumento de ruído, que pode trazer riscos para a pessoa exposta em situações na qual o ruído exceda 60 DbA.
- Mudanças climáticas que podem ser oriundas da emissão de gases de efeito estufa (GEE).

- Deterioração da infraestrutura viária.

O congestionamento do tráfego pode ser agravado pela presença de grandes polos geradores de viagens (grandes empreendimentos), o aumento no número de veículos em circulação, e o maior fluxo de cargas e pessoas devido ao crescimento desordenado das cidades. Por outro lado, o próprio setor de transporte de carga é afetado pelos efeitos do congestionamento. São observados aumentos no tempo de entrega, dificuldade de efetuar manobras, dificuldade de encontrar vagas próximas ao local da entrega, menor segurança e conseqüentemente ocorre uma diminuição na qualidade do serviço (FACCHINI, 2006).

No entanto, observa-se que as cidades ainda não encontraram soluções suficientes para minimizar o impacto do transporte urbano de carga, pois não sabem como ocorre a movimentação dessas cargas em seu território e por isso não visualizam como deve ocorrer essa atividade (FERREIRA, 2016).

O foco deste trabalho é analisar soluções adotadas para o transporte urbano de carga na etapa de *last mile*. O *last mile* é a etapa menos eficiente da cadeia de suprimento (*supply chain*) e compreende até 28% do custo total de entrega (RANIERI *et al*, 2018). Para GEVAERS *et al* (2011), *last mile* é a última etapa de um serviço de entrega B2C¹ no qual o produto é entregue ao consumidor, sendo também a etapa com maior custo e com maiores preocupações ambientais do processo logístico. Portanto, melhorar a logística de *last mile* e reduzir externalidades são desafios que precisam ser enfrentados para criar um ambiente social e ambientalmente adequado.

O desafio desta etapa é consequência do desejo do consumidor por entregas cada vez mais rápidas e da necessidade por parte do transportador que a mercadoria seja entregue com a qualidade esperada e consumindo a menor quantidade possível de recursos. A gestão ineficiente da etapa de *last mile* gera aumento na quilometragem percorrida pelos veículos, principalmente em áreas residenciais, o que resulta em aumento dos custos de transporte, aumento da emissão de poluentes atmosféricos, aumento de congestionamentos e diminuição da qualidade de vida da população. No entanto, entre outras formas, o *last mile* pode se tornar mais eficiente de duas

¹ B2C – *Business to consumer* – entrega do comerciante ao consumidor.

maneiras: reduzindo a distância entre a fonte de entrega e o consumidor final ou reduzindo o número de viagens perdidas (REYES *et al*, 2017).

2.2 O Futuro do Transporte Urbano de Carga

Este item se baseia no estudo de JOERSS *et al* (2016), onde estes apresentam modelos de entrega urbana de *last mile* inovadores que serão implementados em até 10 anos em países desenvolvidos.

Atualmente, a entrega *last mile*, principalmente de encomendas, tem recebido grande atenção da mídia e de investidores. Esta etapa tem grande participação no custo total da entrega (geralmente atingindo ou excedendo 50%) além de representar uma área cujo investimento representa uma vantagem competitiva. Investir na etapa de *last mile* significa se adequar aos novos modelos de negócio e atender à demanda do cliente de uma entrega cada vez mais rápida, eficiente e segura.

Para entender melhor as preferências do consumidor, foi realizada uma pesquisa com um total de 4.700 entrevistados na China, Alemanha e Estados Unidos. Dos entrevistados, quase 25% dos consumidores estão dispostos a pagar mais por uma entrega no mesmo dia ou instantânea. Esta porcentagem tende a aumentar, já que, cada vez mais, os consumidores mais jovens (que representam 30% da amostra) estão dispostos a pagar por esse tipo de entrega. Os outros 70% dos respondentes ainda preferem a modalidade de entrega em domicílio com menor preço. Esses resultados são consistentes nos três países analisados e em todos os grupos de produtos. Uma minoria dos entrevistados indicou uma disposição em optar por uma entrega autônoma, como armários de encomendas, mesmo com descontos.

Três modelos de entrega irão dominar a etapa de *last mile* no futuro, são eles: AGV²s com armários de encomendas, drones³ e o uso de bicicleta. Dois desses três modelos serão caracterizados pelo alto grau de automação. Veículos autônomos, inclusive drones, serão responsáveis por entregar quase 100% de X2C⁴ e 80% de todos os itens. A entrega tradicional,

² AGV – Autonomous ground vehicles – veículo terrestre autônomo.

³ Drone – Veículo aéreo não tripulado (VANT)

⁴ X2C – Entrega de uma fonte qualquer ao consumidor

como é conhecida hoje, será responsável pelos 20% restantes, para casos especiais como entrega de alimentos pois as pessoas ainda querem que o transporte seja feito até suas residências.

A velocidade com que esse cenário será alcançado depende das preferências do público, regulamentação e custos trabalhistas. Esses novos modelos de entrega autônoma serão concentrados em países desenvolvidos, onde os custos trabalhistas são altos o suficiente para justificar o investimento. Em países em desenvolvimento os custos trabalhistas provavelmente permanecerão baixos, inviabilizando grandes mudanças tecnológicas na etapa de *last mile* nos próximos dez anos. Em qualquer caso, serão necessárias mudanças na regulamentação, definindo, por exemplo, quem será o responsável pelos danos causados pelos veículos autônomos.

Dado este contexto, o estudo de JOERSS *et al* (2016) identificou 7 modelos de entrega e suas principais características:

- Modelo atual – Um entregador, contratado pela empresa prestadora de serviços de entrega, recolhe as encomendas num ponto de consolidação, geralmente um depósito, e as entrega diretamente ao consumidor. Na maioria das vezes são utilizadas vans (veículos comerciais leves de peso bruto total – PBT – de até 3,5t) movidas a óleo diesel para este transporte. Uma ilustração deste modelo é representada na Figura 2.



Figura 2: Modelo de entrega atual
Fonte: JOERSS *et al* (2016)

- Drones – Aeronaves autônomas de partida vertical, que podem transportar até aproximadamente 15kg de carga até seu destino final ao longo de uma rota em linha reta (uma ilustração pode ser vista na Figura 3). Percorre o trajeto mais retilíneo possível e com velocidade média relativamente alta. É uma solução adequada para pequenos volumes de entrega em áreas rurais devido à grande distância que deve ser percorrida para acessar o consumidor. No entanto, apresenta duas grandes desvantagens: atualmente transportam cargas com até 5kg, e mesmo que a capacidade de carga alcançasse os 15kg, ainda assim seria inviável o transporte de mais de 5% das encomendas atuais (pois possuem peso entre 15kg e 30kg). A segunda desvantagem é que os drones apresentam grandes dimensões, necessitando de áreas de pouso de pelo menos 2m², o que pode restringir seu uso em locais com alta densidade populacional. Com isso, é reforçada a ideia de adota-lo em áreas rurais, com baixa densidade populacional, para encomendas que precisam ser entregues no mesmo dia e com baixo peso.



Figura 3: Drone para transporte de carga
Fonte: Blog dos cursos

- *Crowdsourcing* – Consiste numa rede de motoristas, na qual, praticamente qualquer pessoa habilitada pode participar, se cadastrando através dessa plataforma e assim começar a realizar entregas. A vantagem deste modelo é sua flexibilidade no fornecimento, (que pode ser com carros particulares ou através de convênios com cooperativas de táxi) sendo ideal para atender uma demanda flutuante, como por exemplo uma maior necessidade desse serviço em períodos próximos ao Natal. Com isso, é possível fornecer um serviço mais

barato para o consumidor, devido ao menor custo com trabalho regulamentado, além de ser um modelo que apresenta baixo investimento inicial, pois os motoristas são os donos dos seus próprios veículos. No entanto, pode apresentar problemas de qualidade e confiabilidade. Como os motoristas geralmente se inscrevem em várias empresas de *crowdsourcing*, às vezes pode ser difícil garantir capacidade suficiente em períodos de pico.



Figura 4: Crowdsourcing
Fonte: JOERSS et al (2016)

- Veículos terrestres autônomos (AGV) com armários – São armários móveis que entregam encomendas sem qualquer intervenção humana, e se dirigem até a residência do consumidor, como ilustrado na Figura 5. Ao chegar no local de entrega, o consumidor é notificado e seu respectivo armário é liberado para ser aberto através de uma senha de posse no cliente. No entanto, este modelo não parece muito adequado para entrega de encomendas que precisam de condições especiais de acondicionamento, como por exemplo produtos resfriados. Além disso, ainda seria necessário que esses veículos fossem supervisionados. Estima-se que um supervisor pode ser responsável por de oito a dez veículos.



Figura 5: AGV com armários
Fonte: JOERSS *et al* (2016)

- Entrega com bicicleta – O uso de bicicletas para o transporte de pequenas encomendas não apresenta nenhuma desvantagem quando comparada aos automóveis, desde que esse deslocamento seja de poucos quilômetros. Além disso, possui custo significativamente menor, pois não é necessário ter gastos com combustível e treinamento de entregadores. Atualmente esse modelo já é visto com frequência na entrega ponto a ponto, principalmente para documentos e alimentos. A Figura 6 ilustra esse modelo.



Figura 6: Entrega de alimentos com bicicleta
Fonte: Uber

- *Droides* – São pequenos veículos autônomos que trafegam pela calçada e não pela rua, com velocidade média relativamente baixa (5 a 10 km/h). Por serem autônomos, não precisam de intervenção humana para operar, mas ainda precisam ser supervisionados. Estima-se que um único supervisor pode ser responsável por gerenciar de 50 a 100 *droides*. Uma ilustração desse modelo pode ser vista na Figura 7.



Figura 7: Droides
Fonte: JOERSS *et al* (2016)

- Veículos terrestres semiautônomos – São veículos, como vans, que se movimentam de maneira autônoma, sem necessidade de intervenção humana para locomoção. No entanto, um entregador ainda é necessário, mas teoricamente poderia ficar no interior do veículo em movimento realizando tarefas administrativas, como por exemplo, classificação das mercadorias e anunciar a chegada do veículo no local de entrega. Esse entregador não poderia se movimentar livremente no interior do veículo o que limitaria suas atividades. Essas vantagens precisam compensar o alto investimento inicial necessário já que os veículos terrestres autônomos tendem a ser mais caros que os carros e vans comuns. Acredita-se que as economias em termos de atividades administrativas simplificadas dificilmente compensariam o alto custo de investimento. Uma ilustração desse modelo pode ser vista na Figura 8.



Figura 8: Veículo terrestre semiautônomo
Fonte: Blog 123 carros

As iniciativas apresentadas até agora são válidas para países com custos de mão de obra acima de 10 a 12 Euros por hora, o que abrange praticamente todo o mundo desenvolvido. Em locais com custos de mão de obra abaixo desse limite, a entrega pelo modelo atual ainda será predominante por mais alguns anos. Para utilizar os modelos citados nesse tópico é necessário alto investimento em TI, qualificação de profissionais e tecnologia. Por isso, acredita-se que em vez de formas autônomas de entregas, muitos países em desenvolvimento irão presenciar, em pouco tempo, o crescimento das frotas de *crowdsourcing* e do uso de bicicletas de carga competindo no mercado devido à rápida expansão e baixo investimento inicial.

Com o objetivo de analisar as soluções presentes na literatura para o transporte urbano de carga e suas possíveis aplicações em países em desenvolvimento, utilizou-se a metodologia de revisão bibliográfica sistemática como descrito no Capítulo 3.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi uma revisão bibliográfica sistemática. Uma revisão de literatura visa resumir determinada área de conhecimento e identificar possíveis trabalhos futuros que serão benéficos ao tema. Utiliza procedimentos sistemáticos para maior confiabilidade de dados através de protocolos bem definidos que auxiliam na localização e análise de estudos existentes, para posterior análise e síntese dos dados e, finalmente, apresentar os principais resultados. (ROWLEY e SLACK 2004). Segundo THOMÉ *et al* (2016), uma revisão sistemática da literatura é um importante esforço de pesquisa por si só, e não é apenas uma revisão de publicações anteriores.

3.1 Método

Para TRANFIELD *et al* (2003) uma revisão sistemática da literatura deve ser realizada em três fases: (1) planejamento; (2) realização; e (3) comunicação e apresentação. Para OLIVEIRA *et al* (2016), a atividade de planejamento consiste em: (i) identificar a necessidade de revisão; (ii) elaborar a proposta de revisão; e (iii) desenvolver o protocolo da revisão. A própria realização da revisão deve ser dividida em quatro etapas: (i) identificação, seleção e inclusão de artigos; (ii) avaliação dos trabalhos selecionados; (iii) extração de dados e informações; e (iv) síntese de dados. Finalmente, a atividade de comunicação e apresentação é subdividida em: (1) preparação dos relatórios; e (2) apresentar os resultados. A Figura 9 sintetiza uma proposta de procedimento para a revisão bibliográfica sistemática a ser apresentada neste trabalho.

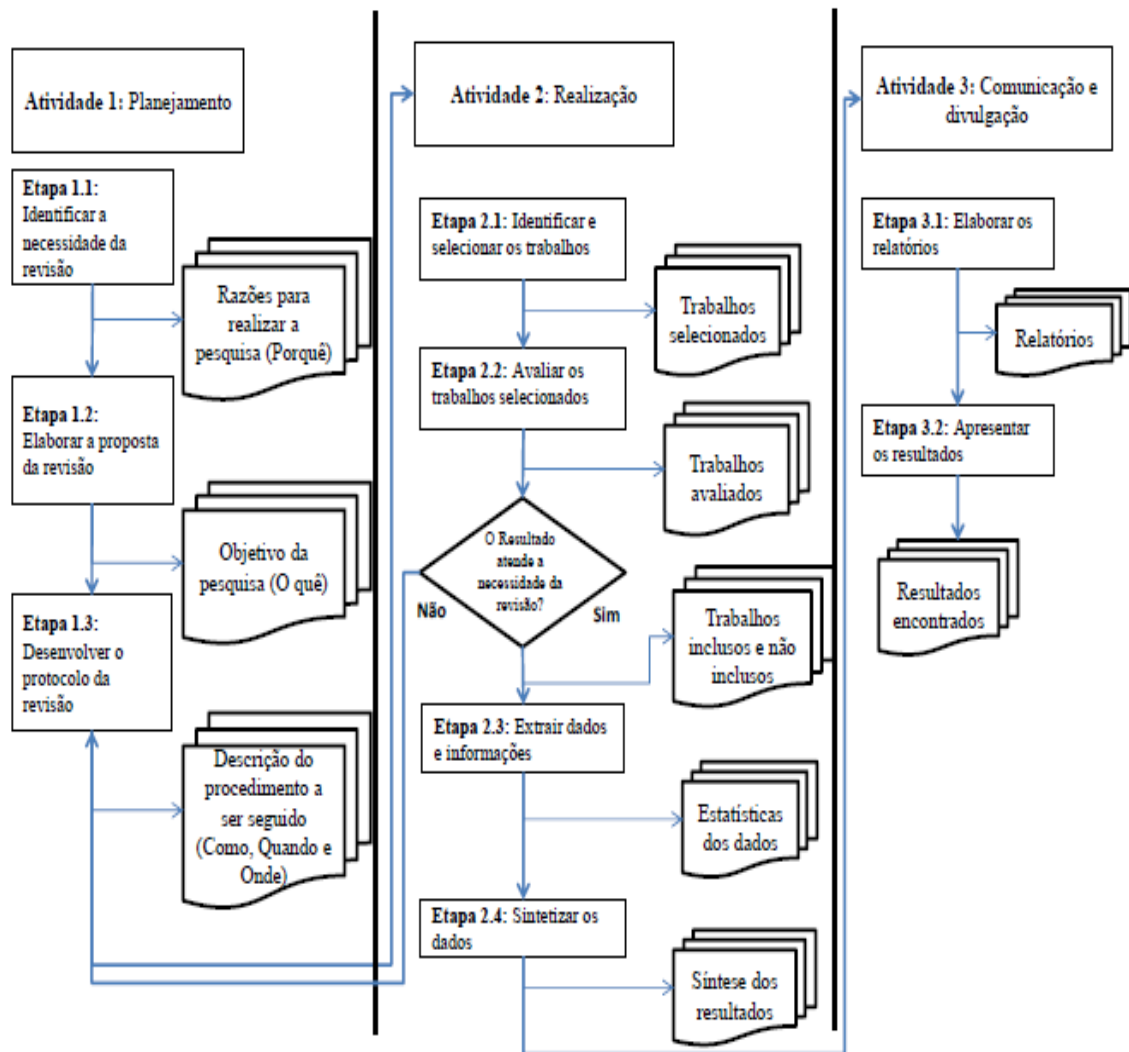


Figura 9: Etapas de uma revisão bibliográfica sistemática
 Fonte: Oliveira *et al*, 2016

3.1.1 Atividade 1 – Planejamento

A seguir, serão descritos a necessidade, o objetivo e o protocolo da revisão bibliográfica sistemática, concluindo assim a etapa de planejamento.

Etapa 1.1 – Identificar a necessidade de revisão

A partir do estudo realizado por COMI e NUZZOLO (2016), observou-se uma mudança no padrão de consumo da sociedade moderna, visto que o mercado via internet cresce no mundo todo a cada ano. Esse novo padrão de consumo altera também o fluxo de entrega de mercadorias, principalmente em regiões metropolitanas, pois o transporte dessas mercadorias deixa de ser realizado pelo consumidor e passa ser realizado por um transportador. Tal mudança gera um aumento no número de viagens realizadas e com isso gera mais impactos ao meio ambiente e à comunidade. Com isso, uma pressão considerável para encontrar práticas eficientes e sustentáveis de transporte de cargas tem aumentado, particularmente nos últimos anos, à medida que as entregas urbanas continuam a crescer (JOERSS *et al*, 2016).

Etapa 1.2 – Elaborar a proposta da revisão

O objetivo deste estudo é estabelecer critérios de seleção de soluções existentes na literatura para o problema do transporte urbano de mercadorias em áreas metropolitanas, através de uma revisão bibliográfica sistemática. Pretende-se também selecionar soluções que possam ser adaptadas e utilizadas em países em desenvolvimento.

Etapa 1.3 – Desenvolver o protocolo da revisão

Para a identificação dos artigos foi utilizada a base de dados online, *Web of Science*, que disponibiliza artigos confiáveis, de forma integral para alunos da UFRJ, que passaram por diversos processos de revisão, garantindo assim a confiabilidade das informações obtidas. A seleção ocorreu através das seguintes palavras chaves: *last mile, city logistics, urban freight distribution, urban freight transport, operation, best practices, innovation e future*. No entanto, para garantir que a busca fosse feita corretamente e gerasse resultados relacionados ao tema da pesquisa, utilizou-se a seguinte combinação de palavras chaves e operadores booleanos: *(last mile) and (city logistics or urban freight distribution or urban freight transport*) and (operation or best practices or innovation or future)*. Restringiu-se a pesquisa aos anos de 2007 a 2018 por entender que é um tema relativamente novo na literatura e por isso a maioria das publicações seriam recentes.

A partir da leitura dos títulos e resumos desses resultados, foram excluídos aqueles artigos que se distanciavam do tema por:

- Não ser relativo a etapa de *last mile*;
- Não ser referente ao transporte de carga;
- Não se concentrar em regiões metropolitanas;

As soluções descritas em cada artigo foram armazenadas e organizadas em uma planilha Excel de modo a melhor visualizar as vantagens / desvantagens de cada uma.

3.1.2 Atividade 2 – Realização

Após o planejamento, foi realizada a revisão bibliográfica sistemática

Etapa 2.1 – Identificar e selecionar os trabalhos

A identificação e seleção dos estudos seguiu a etapa 1.3 descrita neste estudo. Dessa forma, foi possível identificar 45 artigos relacionados ao tema. No entanto, após aplicar os critérios de exclusão e ler os resumos, apenas 30 artigos foram selecionados para leitura completa. Após a leitura completa dos 30 artigos, apenas 19 foram selecionados para serem utilizados de fato na pesquisa.

Etapa 2.2 – Avaliar os trabalhos selecionados

Os artigos selecionados para leitura completa estão divididos em 12 periódicos científicos diferentes e 1 apresentação em Congresso Internacional (Figura 10).

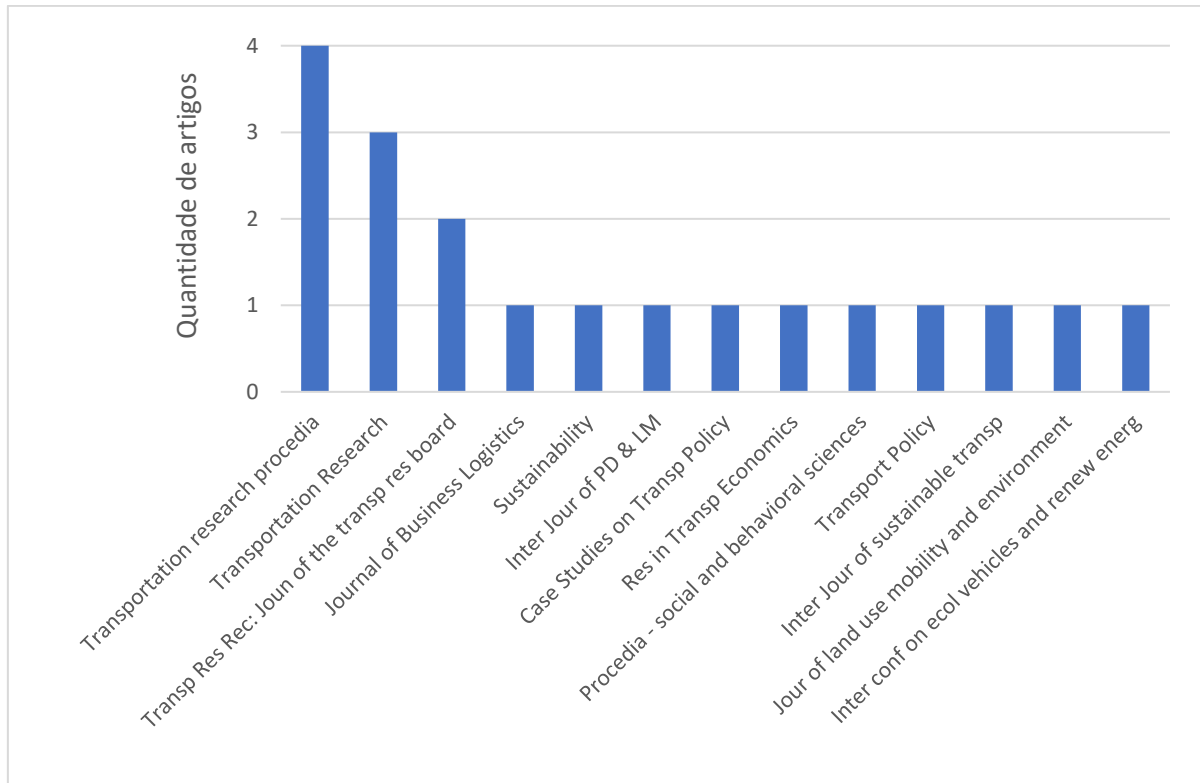


Figura 10: Distribuição dos artigos seleccionados por periódico científico

Fonte: Elaborado pelo autor

Etapa 2.3 – Extrair dados e informações

Os dados estatísticos referentes à realização da revisão bibliográfica sistemática são apresentados a seguir:

Em relação à abrangência geográfica dos artigos utilizados, percebeu-se que estes estão distribuídos em 12 países diferentes. Nota-se maior concentração de estudos na Europa (13), América do Norte (3), América do Sul (1) e Oceania (1). As Figuras 11 e 12 mostram esse resultado.

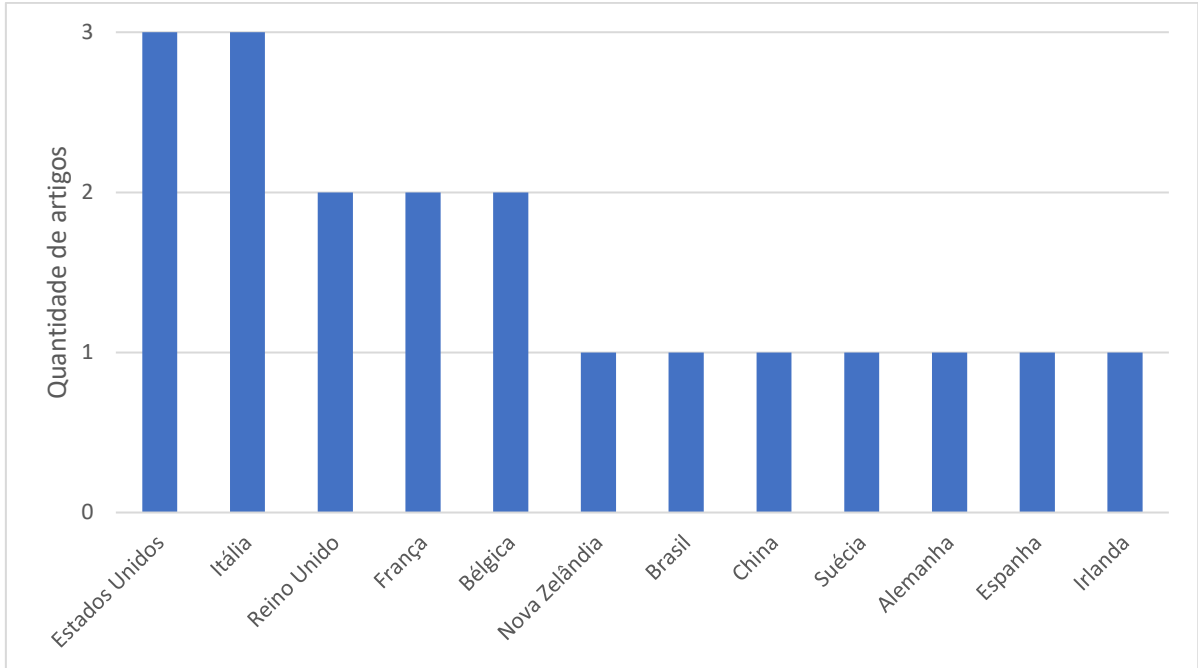


Figura 11: Distribuição dos artigos selecionados por países
 Fonte: Elaborado pelo autor

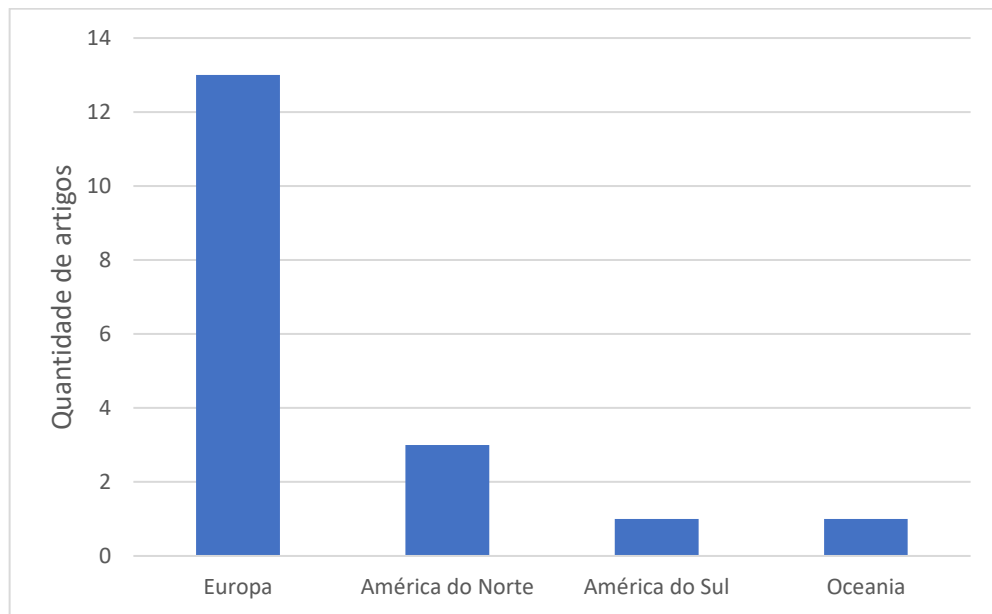


Figura 12: Distribuição dos artigos selecionados por continente
 Fonte: Elaborado pelo autor

A abrangência temporal foi verificada dos 19 artigos incluídos na revisão bibliográfica. Verifica-se que os estudos estão concentrados nos últimos 4 anos, por se tratar de um tema relativamente recente na literatura mundial (Figura 13).

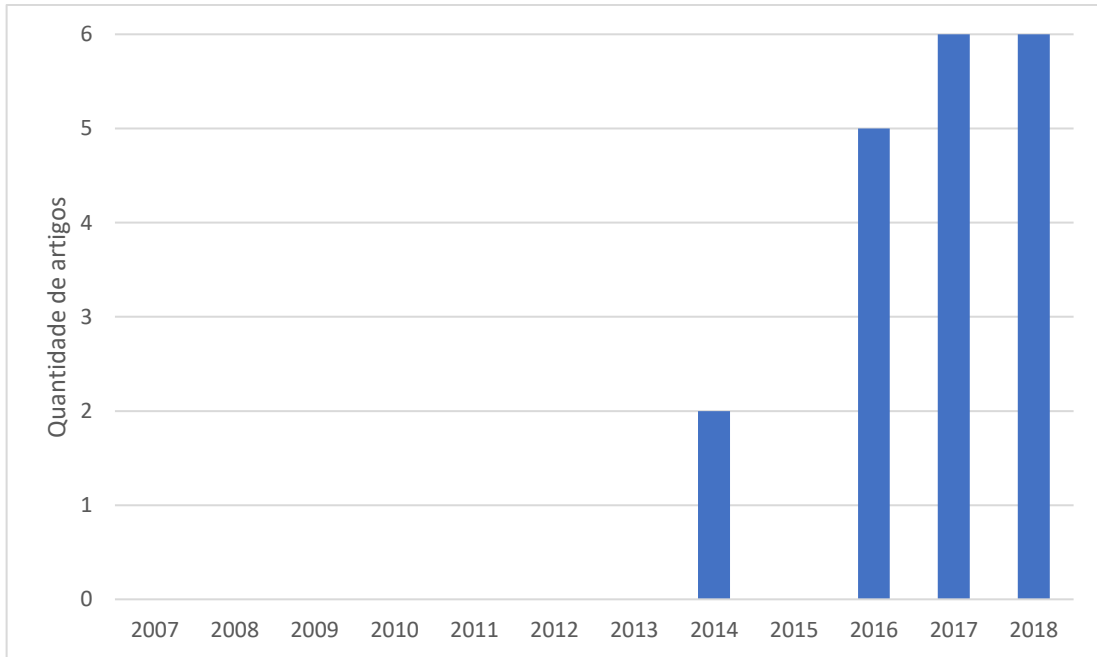


Figura 13: Distribuição temporal dos artigos selecionados
Fonte: Elaborado pelo autor

4 APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Aplicação do método

Após a leitura dos artigos foi possível identificar 8 práticas de entrega de última milha na literatura. São elas: (1) Veículo leve elétrico; (2) Pontos de coleta ou armários de encomendas; (3) Crowdsourcing (4) Veículos autônomos; (5) Drones; (6) Entrega na mala do veículo do consumidor; (7) Depósito móvel com bicicletas e (8) Bicicleta / triciclo de carga. A Figura 14 mostra a quantidade de vezes que cada prática foi encontrada na pesquisa.

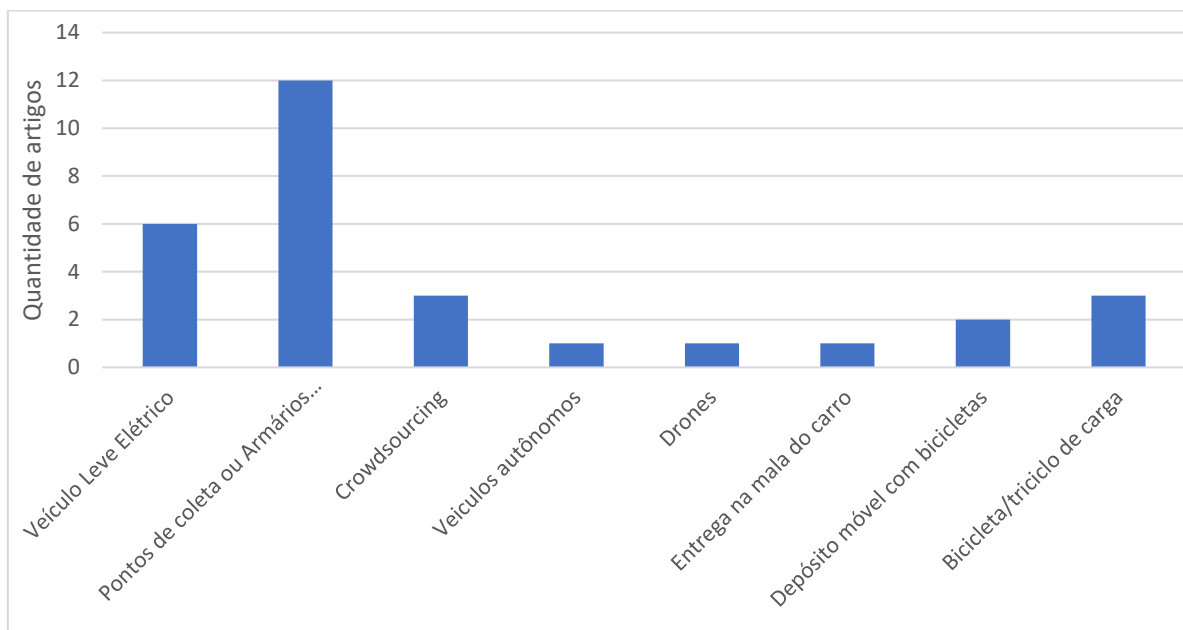


Figura 14: Quantidade de vezes em que cada modelo foi encontrado nos artigos selecionados
Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.1 Veículo leve elétrico (ELV⁵)

O uso de veículo elétrico (VE) é uma tendência que surge devido à preocupação mundial com a emissão de poluentes atmosféricos em áreas urbanas. Veículos elétricos de até 3,5 toneladas de PBT são opções viáveis para o transporte de última milha pois apresentam tamanhos reduzidos, tornando-o compatível com as restrições de peso e dimensões impostas pelo convívio urbano. Além disso, são considerados alternativas limpas quando comparado aos

⁵ ELV – Eletric light vehicle

veículos tradicionais de carga que utilizam óleo diesel. No entanto, para que possa ser utilizado em grande quantidade, são necessárias iniciativas por parte dos governos locais e nacionais para que se tenham investimentos em infraestrutura de recarga dos veículos (estações de recarga) e outras medidas complementares (MORGANTI e BROWNE, 2018).

Atualmente, a oferta desse tipo de veículo está muito mais variada quando comparada com o cenário de 5 anos atrás. Cada vez mais novos formatos de veículos (como triciclos de carga e minivans) são demandados em cidades muito congestionadas, formando assim um grande potencial de vendas. No entanto, a falta de variedade de veículos, a recente tecnologia das baterias e a falta de infraestrutura de recarga ainda são questões identificadas como grandes preocupações dos possíveis compradores de EV. Mas o crescente investimento nesses fatores fará com que as preocupações sejam amenizadas nos próximos anos (MORGANTI *et al*, 2015). O fato de ser uma novidade e por isso a falta de conhecimento suficiente sobre a capacidade e o desempenho desses veículos, também representa uma barreira para sua adoção (THIEL *et al*, 2012).

Segundo BLOOMBERG (2015) o preço por kWh para as baterias de íons de lítio registrou uma forte queda em 2015 e com isso, espera-se que as barreiras econômicas para a adoção desses veículos diminuam, principalmente em países onde se tem incentivos por parte do governo.

Os formatos mais compactos como bicicletas / triciclos / quadriciclos elétricos se destacam por ocuparem menos espaço que as vans convencionais, além de poderem ser estacionados nas calçadas, não emitirem nenhum poluente atmosférico, são capazes de transportar de 50 a 250kg de carga e são adequadas para deslocamentos de 50 a 80km por dia. (SCHIER *et al*, 2016). Estudos feitos por REITER (2015) mostram o potencial de substituição de veículos de carga convencionais por bicicletas comuns e elétricas em uma cidade europeia com população de 240.000 habitantes e 1.000.000 de viagens feitas por dia (Figura 15).

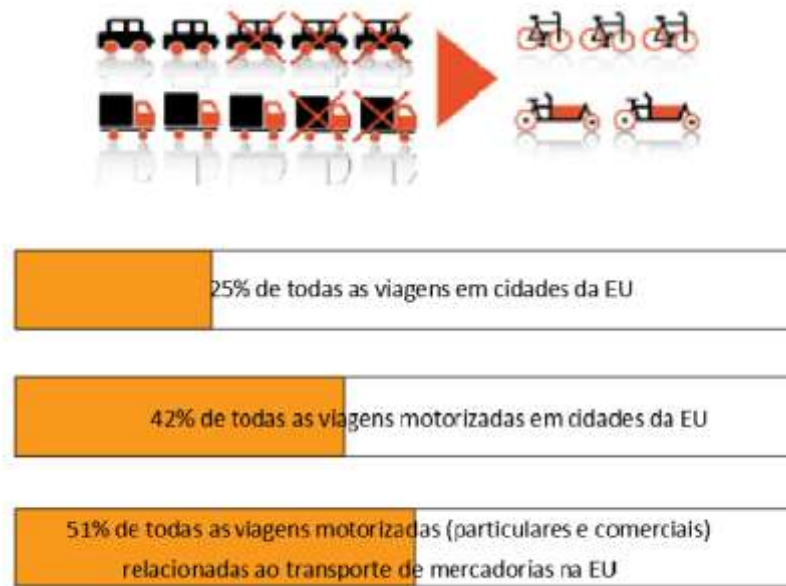


Figura 15: Porcentagem de viagens que podem ser substituídas por bicicletas
 Fonte: Adaptado de SCHIER *et al* (2016)

Da Figura 15 percebe-se que 51% das viagens motorizadas (particulares e comerciais) relacionadas ao transporte de mercadorias podem ser substituídas por viagens de bicicletas comuns ou elétricas (Figura 16).



Figura 16: Bicicleta elétrica de carga
 Fonte: SCHIER *et al* (2016)

4.1.2 Pontos de coleta ou armários de encomendas

Uma iniciativa que vem ganhando força nos últimos anos de modo a aperfeiçoar o transporte de última milha, principalmente de encomendas de pequeno e médio porte, é o ponto de coleta/entrega. Esta inovação é baseada no uso de uma estação que funcione como depósito, para que as mercadorias possam ser armazenadas enquanto o cliente não está em casa, podendo buscá-la nessa estação a qualquer momento. Essa iniciativa, além de diminuir os casos de entregas não realizadas, também é econômica e ambientalmente benéfica, pois diminui o tempo de entrega (já que as estações podem ser preenchidas durante a noite, quando o tráfego é reduzido) tornando a logística de entrega mais eficiente (RANIERI *et al*, 2018).

Quando esses pontos de coleta estão localizados em locais próximos a rodovias, terminais de transporte público ou outros locais de passagem, gera a oportunidade de o cliente recolher suas encomendas durante seu percurso diário, não sendo necessária a realização de uma nova viagem para esse fim (BRUMMELMAN *et al*, 2003). Outra alternativa é a alocação desses pontos de coleta em áreas de alta densidade populacional, pois quando a mercadoria está próxima ao local de trabalho ou da residência do consumidor, gera a possibilidade de substituição de viagens de carro por viagens com veículos não motorizados ou até mesmo a pé (MCLEOD *et al*, 2006).

Outra estratégia parecida são os armários de encomendas que elevou seu uso nos últimos anos com o caso do sistema polonês *InPost Company* (IWAN *et al*, 2016). (Figura 17)



Figura 17: Armário de encomenda da *InPost Company* na Polônia
Fonte: Google

O conceito consiste em um ponto de coleta e pagamento ou um autoatendimento com armários eletrônicos. No primeiro tipo, o cliente faz o pedido via *internet* e ao buscar sua encomenda, já realiza o pagamento no próprio local. Já no segundo tipo, o cliente faz o pedido e o pagamento via *internet* e no armário é feita somente a retirada da mercadoria através de uma senha eletrônica para abertura do armário. Atualmente algumas empresas de venda *online*, como Amazon e Eprice, já oferecem esse recurso adicional além da entrega convencional ao domicílio (RANIERI *et al*, 2018).

Nessa modalidade, tanto para o ponto de coleta quanto para os armários de encomendas, a última etapa da entrega é realizada pelo próprio consumidor, preferencialmente através de veículos não motorizados. Já o abastecimento dos pontos de coleta e dos armários, é feito pela empresa transportadora que pode adotar veículos alternativos às tradicionais vans a óleo diesel, devido às reduzidas dimensões e peso das encomendas para esse tipo de serviço.

4.1.2.1 Entrega no local de trabalho

A entrega no local de trabalho pode ser considerada como um outro tipo de ponto de coleta pois o consumidor também realiza a última etapa do transporte da mercadoria por conta própria, apenas recebendo-a em um local diferente de sua residência. É uma opção para aqueles que não se encontram em seu domicílio durante o horário comercial. Embora essa iniciativa contribua

para reduzir os índices de entregas incompletas, que resultam em economia para o transportador e comodidade para o consumidor, isso pode gerar consequências negativas para a logística interna dos edifícios comerciais que recebem essas encomendas. Essa medida aumenta o número de visitas feitas aos edifícios chegando a representar de 40 a 60% das encomendas recebidas por edifícios comerciais em Londres, podendo chegar a 90% em períodos de pico de compras como o Natal. Como resultado disso, cerca de 8% dos escritórios de Londres estão proibindo a entrega de encomendas particulares (ALLEN *et al*, 2017).

Com esse modelo de entrega de última milha, o transportador evita o retorno da mercadoria reduzindo assim o número de viagens. Já o consumidor não precisa realizar uma nova viagem para buscar seu produto, tornando assim o processo de entrega mais ecologicamente correto.

4.1.2.2 *Entrega no vizinho*

O estudo elaborado por AKEB *et al* (2018) propõe uma solução para entrega de última milha que consiste em coletar e entregar mercadorias utilizando os próprios vizinhos do cliente. O método utiliza raios de atuação para estimar a quantidade de vizinhos necessários, a quantidade de mercadorias que cada vizinho pode receber e seu respectivo ganho financeiro com isso.

A ideia consiste em incentivar cidadãos de uma mesma vizinhança a coletar e entregar mercadorias ao consumidor final se este não estiver em casa no ato da entrega pela transportadora. Os clientes seriam notificados via aplicativo de celular de que sua entrega já está disponível e assim entrariam em contato com o vizinho para combinarem o melhor horário para entrega. Este “vizinho recebedor” receberia uma recompensa financeira por cada entrega realizada. Em grandes centros urbanos, essa iniciativa torna-se atrativa para os consumidores, para os “vizinhos recebedores” e para as transportadoras (AKEB *et al*, 2018).

Com a adoção deste método, os compradores teriam a flexibilidade de retirar sua mercadoria na residência do vizinho em um horário combinado, podendo ser final de semana, feriado ou durante a noite. Já o “vizinho recebedor” recebe uma bonificação financeira por cada encomenda recebida, gerando assim uma renda extra. Quanto ao transportador, este tem a garantia de que a encomenda será entregue na primeira viagem, reduzindo assim seus custos.

O estudo de AKEB *et al* (2018) realiza uma simulação deste modelo no 12º distrito de Paris (França) onde é calculado o número de vizinhos necessários para atender uma certa área, bem como o valor recebido por cada encomenda (Figura 19).

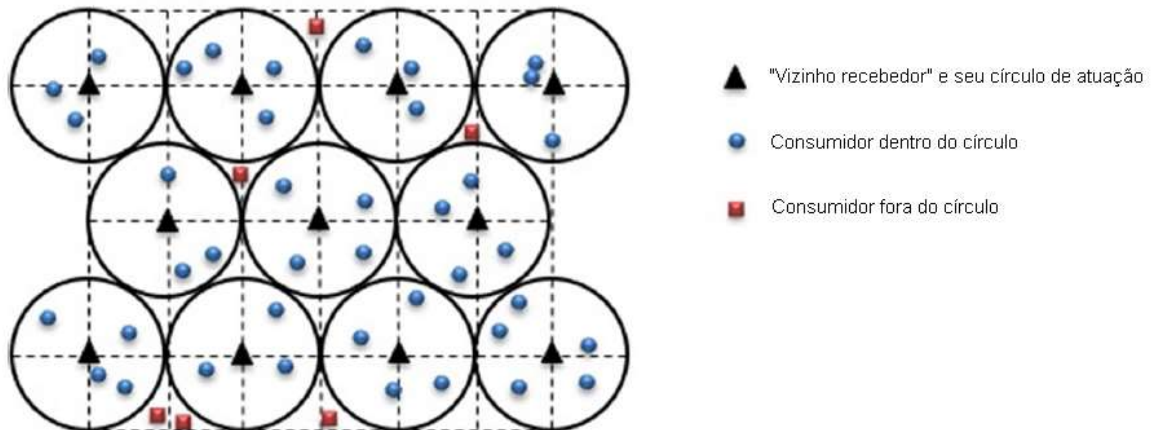


Figura 18: Círculos de atuação de “vizinhos recebedores”
Fonte: AKEB *et al* (2018)

No entanto, o modelo apresenta algumas restrições. Considerou-se que os consumidores estão distribuídos de forma homogênea dentro dos círculos, não levando em consideração edifícios altos nem áreas não povoadas (como parques e praças). Considerar essas variáveis tornaria o modelo mais real e, portanto, mais confiável. Outra limitação é o fato de não ter sido considerada a distância que cada consumidor está disposto a caminhar para retirar sua mercadoria no vizinho. Novamente a consideração dessa variável tornaria o modelo mais confiável.

4.1.2.3 *Compra online e busca no local*

Apesar do crescente aumento da modalidade de compra pela internet, ainda existem casos em que o consumidor prefere realizar suas compras em uma loja física. Ao combinar a praticidade de comprar pela internet com a flexibilidade de buscar a mercadoria em uma loja física, surge a modalidade de “entrega” referenciada na literatura como “*click and collect*”, “*buy online pick up in store*” dentre outras terminações (LIM *et al*, 2018)

Nesta modalidade, o próprio consumidor realiza o transporte de *last mile*, o que traz benefícios para ele e para o comerciante. Para FORMAN *et al* (2009) alguns fatores como a dificuldade de inspeção de equipamentos eletrônicos, o processo de devolução de produtos ou o alto preço do frete podem fazer com que o consumidor opte por realizar a compra pessoalmente e não através da internet.

O estudo realizado por FERNIE *et al* (2010) mostrou que a interação entre tecnologias de compras *online* com infraestrutura física permite que os vendedores diminuam custos, promovam uma diferenciação de sua marca, ganhem a confiança do cliente, além de expandir seu mercado. Seu estudo mostra também que essa modalidade exige um menor investimento de capital e pode aumentar a receita, pois quando o cliente se desloca até a loja física para buscar o produto, ele acaba conhecendo melhor a loja física e pode realizar uma nova compra.

4.1.3 *Crowdsourcing*

Sharing economy (economia compartilhada) representa um novo modelo de negócio que vem trazendo inovações que oferecem a seus usuários benefícios a custos reduzidos (HOWE, 2006). Um dos modelos mais conhecidos é o compartilhamento de viagens, praticado por empresas como Uber e Lift, que distribuem custos e vantagens entre motoristas e passageiros independentes conectando-os através de um aplicativo para celular ou computador. Grandes empresas como Amazon e UPS estão investindo cada vez mais em adaptações deste modelo para realizar serviços de entrega no mesmo dia, formando assim o fenômeno conhecido como “Logística Crowdsourced(CSL) (SAVELSBERGH e VAN WOENSEL, 2016).

No modelo de negócio CSL, um remetente (empresa ou pessoa física) solicita serviços de transporte de mercadorias por meio de um aplicativo no celular ou no computador que localiza um contratado independente para realizar o transporte utilizando um veículo de propriedade pessoal (CASTILLO *et al*, 2018), o que torna o processo mais rápido.

No entanto, como os motoristas gerenciam seu próprio horário de trabalho, o CSL aumenta a incerteza em relação a disponibilidade de veículos, o que pode fazer com que a demanda não seja atendida principalmente nos horários de pico. Por outro lado, os motoristas são empregados por tarefa e não por tempo, o que evita custos fixos e despesas com tempo ocioso. Em relação

a esse quesito, a frota dedicada, com motoristas exclusivos, torna-se mais atraente por ser mais estável, pois oferece capacidades e disponibilidades conhecidas (NDUBISI *et al*, 2016). Com isso, as empresas que contratam esses agentes para distribuição de seus produtos, não competem somente entre si, mas também com outros interesses e necessidades dos motoristas (CASTILLO *et al*, 2018). Por ser um modelo recente e inovador, seu impacto na cadeia logística ainda não foi totalmente examinado na literatura.

Um exemplo deste modelo que vem ganhando forças no mercado atual é o segmento conhecido como UberRUSH da empresa Uber. Consiste em um serviço de entregas de encomendas no mesmo dia que comerciantes locais podem integrar à sua logística. O serviço funciona da seguinte maneira:

Um cliente solicita uma entrega de mesmo dia à um comerciante, que acessa seu aplicativo de celular do UberRUSH, preenche as informações de entrega e em alguns minutos o entregador chega ao local para retirar a encomenda e realizar a entrega. O serviço possui rastreamento em tempo real onde o cliente e o comerciante podem acompanhar a localização da encomenda. As entregas podem ser feitas a pé, de bicicleta ou de carro (Figura 19) e o comerciante decide se absorve esse custo de entrega ou repassa ao cliente. Atualmente o serviço está disponível apenas nas cidades americanas de São Francisco, Nova York e Chicago (ILOS, 2015).

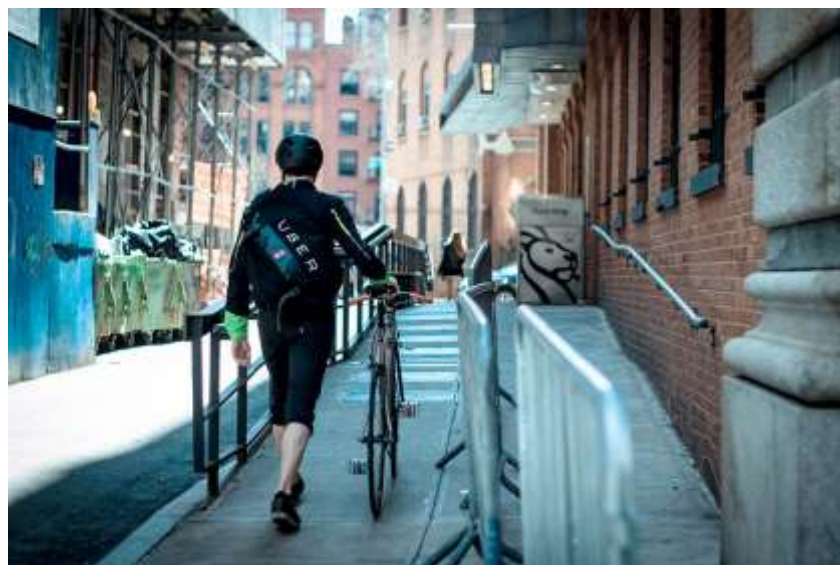


Figura 19: Exemplo de entregador do UberRUSH
Fonte: ILOS (2015)

4.1.4 Veículos Autônomos

Veículos autônomos e semiautônomos são algumas das tecnologias consideradas mais atraentes dos próximos anos de acordo com MANKYA *et al* (2013). Esta inovação permite que os veículos sejam conduzidos sem intervenção humana. A literatura considera diferentes níveis de automação, desde os não autônomos aos totalmente autônomos, sem nenhuma intervenção humana (RANIERI *et al*, 2018). Esse tipo de inovação tem chamado atenção de empresas de transportes de carga que estão investindo nessa tecnologia ao redor do mundo, pois esta pode transformar a logística removendo restrições como: necessidade de encontrar e treinar motoristas e garantir que eles trabalhem apenas durante o tempo previsto em lei (PAL e KANT, 2016).

Em janeiro deste ano a empresa Toyota anunciou na CES 2018 (*Consumer Electronics Show*) o conceito do e-Palette, que se resume em um veículo elétrico e autônomo que pode ser utilizado para o transporte de passageiro, entrega de encomendas ou até mesmo uma loja ou clínica médica móvel. No mesmo evento foi anunciado a parceria com as empresas Amazon, Uber e Pizza Hut para o desenvolvimento do veículo (Figura 20) (ILOS, 2018).



Figura 20: Conceito de e-Palette Toyota para Pizza Hut
Fonte: ILOS (2018)

Embora o e-Palette ainda seja apenas um conceito, a ideia é que ele já comece a ser testado em 2020 nas Olimpíadas e Paraolimpíadas de Tóquio.

4.1.5 Drones

Derivados do setor militar, os sistemas autônomos e não tripulados são divididos em marítimo, terrestre e aéreo (mais conhecido como VANT⁶ ou drone). Os sistemas aéreos autônomos e não tripulados foram os mais utilizados em aplicações civis nos últimos anos, contribuindo para a geração de novas possibilidades de entrega. Empresas de transporte e entrega testaram esse sistema para realizar a entrega de mercadorias, como Amazon, DHL (Figura 21) e Google (RANIERI *et al*, 2018).



Figura 21: Drone da empresa DHL
Fonte: Google

Algumas vantagens e desvantagens do sistema foram considerados por empresas que testaram seu uso, como por exemplo a DHL, que identificou maior eficiência no transporte de *last mile*, redução de acidentes e entregas mais rápidas como as principais vantagens. No entanto, também foram observados desafios potenciais como segurança, privacidade, congestionamento e falta de legislação sobre seu uso (HEUTGER e KUCKELHAUS, 2014).

⁶ VANT – Veículo aéreo não tripulado

A pesquisa realizada por FIGLIOZZI (2017) compara o uso de VANTs com vans convencionais a diesel e vans elétricas para diversos cenários para a população americana. Seus resultados mostram que os VANTs podem reduzir significativamente o consumo e as emissões de energia de última milha em alguns cenários. A análise realizada com dados reais da população americana indicou que os modelos de VANT disponíveis atualmente no mercado são significativamente mais econômicos (cerca de 47 vezes) do que as vans convencionais a diesel em termos de consumo de energia. Quando se trata de emissões, as diferenças são ainda maiores: VANTs emitem cerca de 1000 vezes menos poluentes que vans convencionais.

No entanto, as medidas de eficiência são mais favoráveis para a van tradicional quando a análise é feita em relação ao consumo de energia e emissões por unidade de distância e quilo de carga útil. Uma van convencional pode transportar quase 380 vezes mais carga útil do que um VANT. Quando se acrescentam vans e caminhões elétricos na análise, percebe-se que o VANT não é mais eficiente que estes veículos para cenários como mais de 10 clientes por rota (FIGLIOZZI, 2017).

4.1.6 *Entrega na Mala do Carro*

O aumento da eficiência da entrega de última milha pode ser alcançado de duas maneiras: diminuindo a distância do ponto de saída da carga até o local de entrega, ou reduzindo o número de entregas mal sucedidas. De acordo com isso, o estudo realizado por REYES *et al* (2017) propõe que as entregas de última milha sejam feitas diretamente na mala dos veículos dos consumidores.

Ao entregar no porta-malas do veículo do cliente e não em sua casa, a entrega pode ocorrer em um local mais próximo do centro de distribuição ou mais próximo de outros locais de entrega. Isso porque o veículo se movimenta ao longo do dia, estando no trabalho, mercado, escola e etc, e com isso o transportador realiza a entrega no local e horário que for mais conveniente. O processo de entrega é realizado através de uma chave digital de uso único que os transportadores conseguem desbloquear o veículo do cliente (REYES *et al*, 2017).

O estudo de REYES *et al* (2017) também revela que dependendo da geografia e das premissas sobre os roteiros diários dos consumidores, o benefício desse serviço pode ser significativo em certos cenários, resultando em uma redução de mais de 50% da distância total percorrida e consequentemente redução de emissões de poluentes, congestionamento etc.

Este serviço está disponível nos Estados Unidos com o nome de CarDrops e pode ser acessado através de seu site: www.cardrops.com.

4.1.7 Depósito Móvel com Bicicleta

Uma maneira inovadora de realizar entregas de última milha é através do uso de depósitos móveis (DM), que consiste em um trailer equipado com uma estrutura de carregamento, instalações para armazenamento e um escritório (Figura 22) (VERLINDE *et al*, 2014).



Figura 22: Depósito móvel na Bélgica
Fonte: VERLINDE *et al* (2014)

O uso desses depósitos pode ser vinculado ao uso de bicicletas e triciclos elétricos para completar a última etapa do transporte, como foi testado na Bélgica segundo o estudo de VERLINDE *et al* (2014). Durante o dia, o trailer é carregado com todas as encomendas

previstas para aquele dia e se desloca até uma área central da cidade. A partir daí as encomendas são entregues até seu destino final através de bicicletas elétricas. Um benefício dessa iniciativa é que várias vans convencionais movidas a diesel seriam substituídas por um trailer e várias bicicletas elétricas, reduzindo assim a quilometragem de veículos a diesel. Ao reduzir a quilometragem percorrida por veículos a diesel, reduz-se também a emissão de poluentes.

Dependendo do tipo de área urbana na qual o depósito móvel está localizado (se muito ou pouco povoada) também é possível obter ganhos de tempo e eficiência, que podem reduzir o custo final por parada, representando assim uma diminuição no preço do frete (VERLINDE *et al*, 2014).

Esse sistema de entrega foi testado por 3 meses pela empresa TNT Express na Bélgica. Durante o período de demonstração, os trailers eram carregados no centro de distribuição da empresa e depois encaminhados para uma área central da capital Bruxelas. A partir disso, as encomendas eram distribuídas pela cidade através de bicicletas elétricas de carga de outras empresas. Durante as 12 semanas, foram realizadas 5386 entregas (VERLINDE *et al*, 2014).

Em geral, a experiência foi considerada bem-sucedida, e a TNT Express conseguiu incorporar o uso desses DMs em sua frota em Bruxelas. As emissões de CO₂ reduziram 24% e o número de quilômetros percorridos com veículos a diesel reduziu de 1291 para 141 quilômetros por semana. No entanto, algumas desvantagens foram percebidas como a redução da pontualidade nas entregas que foi de 95% para 88%. Outro fator observado foi que o investimento inicial dos DMs eram duas vezes mais caros que as vans convencionais, o que pode atrasar sua entrada no mercado (VERLINDE *et al*, 2014).

4.1.8 *Bicicleta / Triciclo de Carga*

Realizar entregas de última milha através de bicicletas ou triciclos de carga é uma opção que não agride o ambiente (pois não depende de combustíveis fósseis), além de ser economicamente eficiente e flexível. No entanto, está restrito a limites de dimensões e pesos das mercadorias, distâncias que devem ser percorridas e estrutura urbana adequada (ciclovias) (STARICCO e BROVARONE, 2016).

A maioria das entregas de encomendas é realizada por veículos que dependem de combustíveis fósseis (vans, caminhões e etc) e isso agrava ainda mais os problemas urbanos como congestionamentos, poluição e ruído. Pensando nisso, faz-se cada vez mais necessário a utilização de modelos de entrega que ajudem a reduzir esses fatores, como é o caso das bicicletas (ou triciclos) de entrega (STARICCO e BROVARONE, 2016).

Ao associar bicicletas de cargas com Centros de Consolidação Urbana (UCC), os resultados podem ser ainda mais satisfatórios, pois promove a redução de quilômetros percorridos com veículos a diesel, resultando em diminuição do valor final do frete. (Figura 23) (BRESCIANI *et al*, 2016).

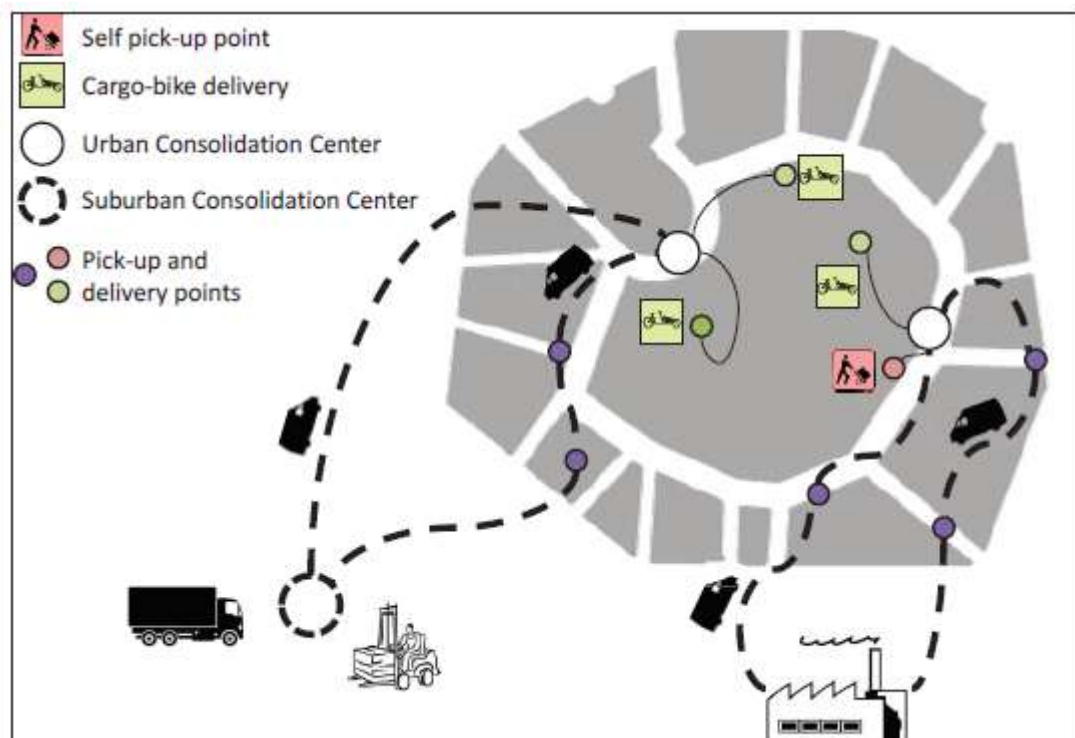


Figura 23: UCC combinado com bicicletas de carga
Fonte: BRESCIANI *et al* (2016)

De acordo com o estudo realizado por GAVAERS *et al* (2014) o custo do transporte de última milha realizado com bicicletas é de 1,60 euros por quilometro, enquanto o custo do mesmo transporte quando realizado com vans a dieses convencionais é de 2,91 euros, o que resulta em uma redução de 45% ao se realizar o transporte com bicicletas.

4.2 Análise dos resultados

Da análise das referências consultadas, foi possível identificar na literatura 6 práticas que não foram abordadas por JOERSS *et al* (2016), são elas: (1) veículo leve elétrico; (2) pontos de coleta; (3) entrega no local de trabalho; (4) armários de encomendas; (5) entrega na mala do carro e (6) depósito móvel com bicicletas.

Os países fonte das publicações foram divididos em 2 grupos em função da densidade populacional (UNITED NATIONS, 2015) de cada um e sua posição em relação à média mundial. De acordo com relatório elaborado pela UNITED NATIONS (2017), a densidade populacional média mundial era de 56,8 hab/km² em 2015. Os países com densidade populacional acima da média mundial são: Reino Unido, França, Itália, Alemanha, Espanha, China, Bélgica e Irlanda. Já os países com densidade populacional abaixo da média são: Estados Unidos, Nova Zelândia, Brasil e Suécia. Quanto à parcela da população que vive em áreas urbanas, todos os países analisados encontram-se acima da média mundial que é de 54% (UNRIC, 2017). No entanto, apenas Brasil, Estados Unidos, China e França possuem uma ou mais megacidades⁷ e, por isso, são analisadas como um mesmo grupo.

Do total de artigos analisados, 48% propuseram iniciativas baseadas em propulsão humana como principal fonte de energia, 30% inclinaram para a eletricidade e 22% propuseram alternativas dependentes de combustíveis fósseis, como gasolina e diesel. Observa-se então uma tendência à substituição de combustíveis fósseis por outras fontes energéticas para o transporte urbano de carga no *last mile*, principalmente em países europeus. Por outro lado, percebe-se que 83% dos trabalhos analisados abordam práticas que apresentam alguma restrição de tamanho de carga útil, o que demonstra uma tendência a adoção de veículos de tamanho reduzido e iniciativas com baixa capacidade de armazenagem, próprios para áreas densamente povoadas, o que é reforçado por GEVAERS *et al* (2014).

Quanto à questão ambiental, 65% dos artigos analisados sinalizam a redução de poluentes atmosféricos ou a redução de viagens dependentes de combustíveis fósseis como principais vantagens ambientais. Além disso, também são citadas outras vantagens ambientais como redução de ruídos e congestionamentos de tráfego.

⁷ Megacidade – cidade com mais de 10 milhões de habitantes (UNRIC, 2017).

É possível perceber que 43% dos trabalhos analisados abordam práticas inovadoras e não têm foco em veículos inovadores para o transporte urbano de carga no *last mile*, são elas: entrega no local de trabalho, pontos de coleta, armário de encomenda, *crowdsourcing* e entrega na mala do carro. Todas essas iniciativas são práticas que não exigem um veículo específico para sua realização, podendo atuar em conjunto com os veículos inovadores abordados nos outros artigos para um melhor resultado.

Ao se analisar as vantagens de cada prática inovadora identificada, percebe-se que estas estão divididas em 5 grupos de vantagens em comum. Todos os artigos encontrados relatam uma maior preocupação com a redução da emissão de poluente, redução da distância percorrida pelo transportador, redução de viagens perdidas, adequação a locais com acesso restrito a veículos de carga e maior flexibilidade para clientes e transportadores definindo assim os 5 grupos de práticas inovadoras que apresentam os mesmos benefícios. A Tabela 1 mostra essas principais vantagens e as práticas relacionadas.

Tabela 1: Vantagens observadas para cada prática inovadora

Menor emissão de poluentes
Veículo leve elétrico
Bicicleta/triciclo elétrico
Depósito móvel com bicicletas
Bicicleta de carga
Redução da dist. percorrida pelo transportador
Ponto de coleta
Armário de encomenda
Entrega na mala do carro
Redução de viagens perdidas
Entrega no local de trabalho
Ponto de coleta
Armário de encomenda
Entrega na mala do carro
Ideal para locais com restrição de veículos
Bicicleta/triciclo elétrico
Drones
Depósito móvel com bicicletas
Bicicleta de carga
Maior flexibilidade para cliente ou transportador
Bicicleta/triciclo elétrico
Ponto de coleta
Armário de encomenda
Entrega na mala do carro
Bicicleta de carga

Percebe-se que a utilização de drones e entrega no local de trabalho foram citadas apenas uma vez na Tabela 1, o que indica que essas práticas possuem vantagens próprias e que não tem semelhança com as outras práticas abordadas. Isso indica que essas iniciativas são próprias para uma demanda específica relatada em cada artigo, não sendo, portanto, práticas ideais para cenários variados. *Crowdsourcing* e veículos autônomos não foram citados na Tabela 1 pelo mesmo motivo, apresentam vantagens que não são comuns às outras práticas e por isso são práticas indicadas para atender um cenário específico.

A mesma análise foi feita para as desvantagens de cada prática e foram observadas 3 principais desvantagens em comum: restrição no tamanho das encomendas, necessidade de infraestrutura urbana adequada e alto custo de aquisição. A Tabela 2 mostra quais práticas apresentam cada uma dessas desvantagens.

Tabela 2: Desvantagens observadas para cada prática inovadora

Restrição de tamanho das encomendas
Veículo leve elétrico
Bicicleta/triciclo elétrico
Ponto de coleta
Crowdsourcing
Drones
Depósito móvel com bicicletas
Bicicleta de carga
Necessidade de infraestrutura urbana
Veículo leve elétrico
Bicicleta/triciclo elétrico
Bicicleta de carga
Alto custo de aquisição
Veículo leve elétrico
Bicicleta/triciclo elétrico
Veículo autônomo

Percebe-se que quase todos os artigos citam a restrição no tamanho de encomendas como a principal desvantagem, o que indica que quase todas as soluções inovadoras para o transporte de carga de *last mile* são indicadas para pequenas mercadorias e poucas entregas por viagem. Apesar desse fato significar uma desvantagem das práticas abordadas, percebe-se que esse perfil de pequenas mercadorias e poucas entregas por viagem é o que melhor representa a realidade brasileira, como poderá ser visto no item 4.2.1.

Para os países que possuem megacidades, foi observada uma tendência em priorizar a redução da distância percorrida pelo transportador e conseqüentemente a redução dos custos de transporte de carga no *last mile*, reforçando o que foi dito por OLIVEIRA *et al* (2017). Também se observou uma maior preocupação em relação a densidade populacional da cidade, segurança do consumidor e fonte de energia da solução em análise. Segundo o relatório da ONUBR (2014) infraestrutura urbana, transporte e energia são alguns dos principais desafios das megacidades, justificando assim a preocupação em relação a esses fatores abordado pelos artigos de Brasil, Estados Unidos, China e França.

Também foi realizada uma abordagem em relação ao desenvolvimento econômico dos países citados. Segundo SIEDENBERG (2003) o IDH é um dos fatores considerados para medir o desenvolvimento socioeconômico de um país e por isso será utilizado no presente trabalho. Percebe-se que todos os países apresentados estão entre os 28 com melhores valores de IDH no mundo, com exceção do Brasil que se encontra na posição 77 (UNDP, 2018). No entanto, assim como o Brasil, a China ainda é considerada um país em desenvolvimento devido aos seus baixos índices de PIB per capita (FMI, 2018).

Com isso, ao analisar os artigos de Brasil e China pode-se perceber semelhanças. Ambos propuseram soluções simples e de fácil implementação, (pontos de coleta e armários de encomendas) baseados na propulsão humana como principal fonte de energia, não necessitando assim de grandes investimentos financeiros para sua implementação. As vantagens citadas em cada artigo também convergem para um mesmo ponto em comum que é a redução da distância percorrida pelo transportador e, conseqüentemente, redução dos custos com transporte urbano de mercadorias.

Quanto as desvantagens observadas por esses países, também se encontram desafios em comum. Ambos consideram que as soluções apresentadas devem estar localizadas próximas ao consumidor e em local seguro, a fim de não gerar grandes deslocamentos para retirada da mercadoria. Essa preocupação torna-se coerente ao se tratar de países com dimensões continentais, como é o caso de Brasil e China, e que enfrentam problemas típicos de países em desenvolvimento como falta de segurança.

A partir disso, percebe-se que nos artigos oriundos de Brasil e China faltou uma abordagem ambiental, já que essa questão não foi muito levantada nesses trabalhos. Já nos países desenvolvidos, a redução de poluentes atmosféricos, congestionamentos de tráfego e dependência de combustíveis fósseis foram questões tratadas como prioridade para alguns autores como MORGANTI e BROWNE (2018), SAENZ *et al* (2016), NAVARRO *et al* (2016), KEDIA *et al* (2017), VERLINDE *et al* (2014) e STARICCO e BROVARONE (2016).

Tal fato indica que países mais economicamente desenvolvidos, tendem a buscar soluções mais sofisticadas para o transporte de carga de *last mile*, visando, principalmente, reduzir impactos ambientais e melhorar a eficiência desta etapa do transporte. Já os países menos desenvolvidos economicamente apostam em soluções com menor nível de tecnologia associada, fácil implementação e baixa necessidade de investimentos financeiros, pois ainda precisam enfrentar outros desafios recorrentes de países em desenvolvimento, como o processo de favelização.

Um resumo desta análise pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3: Resumo das práticas encontradas na literatura

Prática	Vantagens	Desvantagens	Fonte de energia	País de aplicação	Número de habitantes (2015)	População urbana 2018 (%)	Densidade populacional 2015 (hab/km ²)	Colocação em relação a média	Possui mega cidade?	Autores	Ano	Abordado em JOERSS <i>et al</i> (2016)
Veículo leve elétrico	Pode ser utilizado na prestação de serviços ou transporte de bens e pessoas	-	Eletricidade	Reino Unido	65,3 milhões	83%	270,3	Acima	Não	Allen <i>et al</i>	2018	não
Veículo leve elétrico	Menor emissão de poluentes atmosféricos	Dimensões restritas dos veículos; falta de conhecimento técnico devido à seu recente uso; alto custo da bateria; necessidade de infraestrutura de recarga	Eletricidade	França	64,4 milhões	80%	117,7	Acima	Sim, Paris	Morganti e Browne	2018	não
Veículo leve elétrico	Necessidade de pequenos espaços para estacionamento; menor emissão de poluentes atmosféricos	Baixa autonomia da bateria; longo tempo de recarga; necessidade de infraestrutura de recarga; alto custo de aquisição	Eletricidade	Itália	59,5 milhões	70%	202,3	Acima	Não	Ranieri <i>et al</i>	2018	não
Bicicleta/triciclo elétrico de carga	Ocupam menos espaço que as vans; podem ser estacionadas nas calçadas	Possuem restrição de carga útil; restrição de velocidade; pouco tempo de duração da bateria	Eletricidade	Alemanha	81,7 milhões	77%	234,4	Acima	Não	Schier <i>et al</i>	2016	sim

Prática	Vantagens	Desvantagens	Fonte de energia	País de aplicação	Número de habitantes (2015)	População urbana 2018 (%)	Densidade populacional 2015 (hab/km ²)	Colocação em relação a média	Possui mega cidade?	Autores	Ano	Abordado em JOERSS <i>et al</i> (2016)
Bicicleta/triciclo elétrico de carga	São mais eficientes à baixas velocidades que os motores a combustão; dimensões reduzidas e ideais para cidades congestionadas ; podem trafegar/estacionar nas calçadas; sua operação não é afetada pela falta de áreas de carga/descarga; menores ruídos; contribui para a segurança dos pedestres; menor emissão de poluentes atmosféricos	Restrição de carga útil; limitação de distância a ser percorrida e de velocidade;	Eletricidade	Estados Unidos	319,9 milhões	82%	35,0	Abaixo	Sim, Nova York e Los Angeles	Saenz <i>et al</i>	2016	sim
Bicicleta/triciclo elétrico de carga	Não tem restrição para acessar áreas restritas para veículos de carga; menor emissão de poluentes atmosféricos	Restrições de tamanho e quantidade de bagagem; depende do conhecimento do condutor na área e de sua organização das viagens; necessidade de publicidade nos veículos para ajudar nos custos	Eletricidade	Espanha	46,3 milhões	80%	93,0	Acima	Não	Navarro <i>et al</i>	2016	sim

Prática	Vantagens	Desvantagens	Fonte de energia	País de aplicação	Número de habitantes (2015)	População urbana 2018 (%)	Densidade populacional 2015 (hab/km ²)	Colocação em relação a média	Possui mega cidade?	Autores	Ano	Abordado em JOERSS <i>et al</i> (2016)
Entrega no local de trabalho	Redução de viagens perdidas	Aumento do número de visitas ao edifício	Propulsão humana	Reino Unido	65,3 milhões	83%	270,3	Acima	Não	Allen <i>et al</i>	2018	não
Pontos de coleta	O cliente pode adquirir novos produtos ao fazer a retirada em um local comercial. Quando localizado perto do cliente, pode gerar uma viagem a pé ao invés de motorizada. Redução na quantidade de paradas feitas pelo transportador	-	Propulsão humana	Reino Unido	65,3 milhões	83%	270,3	Acima	Não	Allen <i>et al</i>	2018	não
Pontos de coleta	Redução de viagens perdidas; os pontos de coleta podem ser preenchidos durante a noite	Restrição de tamanho das encomendas	Propulsão humana	Itália	59,5 milhões	70%	202,3	Acima	Não	Ranieri <i>et al</i>	2018	não
Pontos de coleta	Redução de viagens perdidas; quando localizado perto do cliente, pode gerar uma viagem a pé ao invés de motorizada; redução da distância percorrida por transportadores; facilidade para o	Funciona melhor em locais com alta densidade populacional	Propulsão humana	Nova Zelândia	4,6 milhões	87%	17,5	Abaixo	Não	Kedia <i>et al</i>	2017	não

Prática	Vantagens	Desvantagens	Fonte de energia	País de aplicação	Número de habitantes (2015)	População urbana 2018 (%)	Densidade populacional 2015 (hab/km ²)	Colocação em relação a média	Possui mega cidade?	Autores	Ano	Abordado em JOERSS <i>et al</i> (2016)
	cliente devolver mercadoria; redução da emissão de poluentes atmosféricos											
Pontos de coleta	Reduz distância e tempo de transporte	O ponto de coleta deve estar próximo do consumidor final	Propulsão humana	China	1,4 bilhão	59%	148,8	Acima	Sim, Xangai e Pequim	Xiao <i>et al</i>	2017	não
Pontos de coleta	Encomendas de diferentes clientes são entregues no mesmo ponto de coleta; diminuição dos custos de última milha	Deve ser implantada em áreas com alta densidade populacional	Propulsão humana	Bélgica	11,2 milhões	98%	372,8	Acima	Não	Gevaers <i>et al</i>	2014	não
Armário de encomenda	Redução de viagens perdidas; diminuição da distância percorrida pelo transportador; diminuição dos custos de distribuição urbana de mercadorias; flexibilidade para clientes buscarem a encomenda	Devem ser instalados em locais seguros e de fácil acesso	Propulsão humana	Brasil	205,9 milhões	87%	24,6	Abaixo	Sim, São Paulo e Rio de Janeiro	Oliveira <i>et al</i>	2017	não

Prática	Vantagens	Desvantagens	Fonte de energia	País de aplicação	Número de habitantes (2015)	População urbana 2018 (%)	Densidade populacional 2015 (hab/km ²)	Colocação em relação a média	Possui mega cidade?	Autores	Ano	Abordado em JOERSS <i>et al</i> (2016)
Crowdsourcing	Aproveita uma viagem que já está sendo realizada; transporte de pessoas e mercadorias pode ser realizado em uma mesma viagem	Restrito a entregas de pequenas encomendas	Derivados de petróleo	Reino Unido	65,3 milhões	83%	270,3	Acima	Não	Allen <i>et al</i>	2018	sim
Crowdsourcing	Essa modalidade distribui custos e benefícios entre os envolvidos; os motoristas são contratados por tarefa e não por tempo	Os motoristas fazem seu próprio horário o que pode não atender a demanda; competição com outros interesses dos motoristas; restrição de tamanho de encomendas	Derivados de petróleo	Irlanda	4,7 milhões	64%	68,2	Acima	Não	Castillo <i>et al</i>	2018	sim
Veículos autônomos	Dispensa a necessidade de encontrar e treinar motoristas.	Alto custo da tecnologia	Eletricidade	Estados Unidos	319,9 milhões	82%	35,0	Abaixo	Sim, Nova York e Los Angeles	Pal e Kant	2016	sim
Drones	Entregas mais rápidas e maior eficiência no transporte de <i>last mile</i>	Esbarra em questões como segurança, privacidade e congestionamento com outras aeronaves	Derivados de petróleo	Estados Unidos	319,9 milhões	82%	35,0	Abaixo	Sim, Nova York e Los Angeles	Heutger e Kuckelhaus	2014	sim
Drones	Entregas mais rápidas e mais eficiente	Limitação no tamanho da carga	Derivados de petróleo	Itália	59,5 milhões	70%	202,3	Acima	Não	Ranieri <i>et al</i>	2018	sim

Prática	Vantagens	Desvantagens	Fonte de energia	País de aplicação	Número de habitantes (2015)	População urbana 2018 (%)	Densidade populacional 2015 (hab/km ²)	Colocação em relação a média	Possui mega cidade?	Autores	Ano	Abordado em JOERSS <i>et al</i> (2016)
Entrega na mala do carro	Transportador realiza a entrega em local e horário mais conveniente; redução da distância percorrida e consequentemente de poluentes	-	Derivados de petróleo	Estados Unidos	319,9 milhões	82%	35,0	Abaixo	Sim, Nova York e Los Angeles	Reyes <i>et al</i>	2017	não
Depósito móvel com bicicletas	Substituição de vans movidas a diesel por um depósito com várias bicicletas; redução da distância percorrida com veículos a diesel e emissão de poluentes	Limitação no tamanho da carga e distância a ser percorrida	Propulsão humana	Bélgica	11,2 milhões	98%	372,8	Acima	Não	Verlinde <i>et al</i>	2014	não
Depósito móvel com bicicletas	Menor emissão de poluentes; menor tempo de carga armazenada	Restrição para a quantidade de cargas armazenadas	Propulsão humana	Suécia	9,7 milhões	88%	23,8	Abaixo	Não	Arvidsson e Pazirandeh	2017	não
Bicicleta de carga	Redução de poluentes atmosféricos; maior flexibilidade para movimentar; redução de congestionamento e ruído	Limite de dimensões e peso de mercadorias; restrição de distâncias a serem percorridas; necessidade de estrutura urbana adequada	Propulsão humana	Itália	59,5 milhões	70%	202,3	Acima	Não	Staricco e Brovarone	2016	sim

Prática	Vantagens	Desvantagens	Fonte de energia	País de aplicação	Número de habitantes (2015)	População urbana 2018 (%)	Densidade populacional 2015 (hab/km ²)	Colocação em relação a média	Possui mega cidade?	Autores	Ano	Abordado em JOERSS <i>et al</i> (2016)
Bicicleta de carga	Menor custo de transporte	Ideal para áreas densamente povoadas; restrição de distância a ser percorrida	Propulsão humana	Bélgica	11,2 milhões	98%	372,8	Acima	Não	Gevaers <i>et al</i>	2014	sim

4.2.1 Pesquisa de mercado

Para reforçar a análise dos resultados obtidos por meio da revisão bibliográfica sistemática, foi realizada uma pesquisa de mercado por meio de entrevista telematizada com representantes com 293 empresas diferentes que realizam o transporte urbano de suas próprias mercadorias ou de terceiros. Um questionário contendo uma série de perguntas foi enviado para os representantes, sendo assim obtidas 18 respostas válidas. Inicialmente foram feitas perguntas a fim de identificar o tipo de produto transportado pelas empresas e seu local de atuação, como pode ser visto nas figuras 24 e 25.

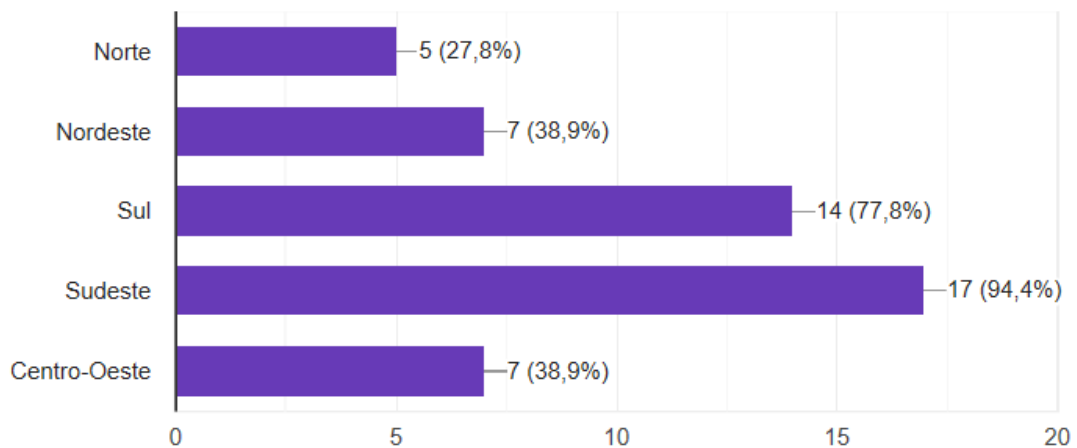


Figura 24: Regiões do Brasil com maior atuação das empresas

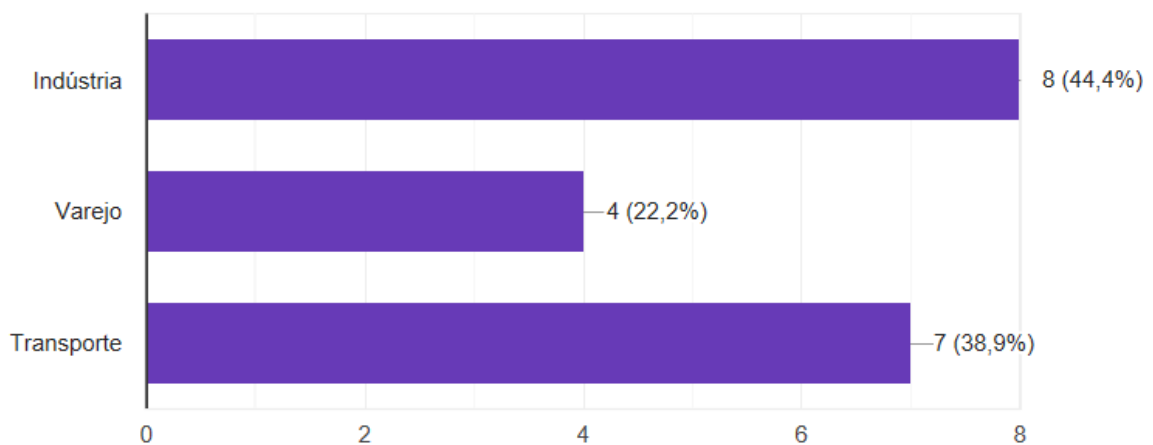


Figura 25: Área de atuação das empresas

De acordo com a Figura 24, percebe-se que 94% das empresas consultadas atuam principalmente na região Sudeste do país, onde estão concentrados principais polos industriais brasileiros e onde está concentrada a maioria da população nacional (IBGE, 2010), portanto, demandando maior necessidade de transporte de mercadorias.

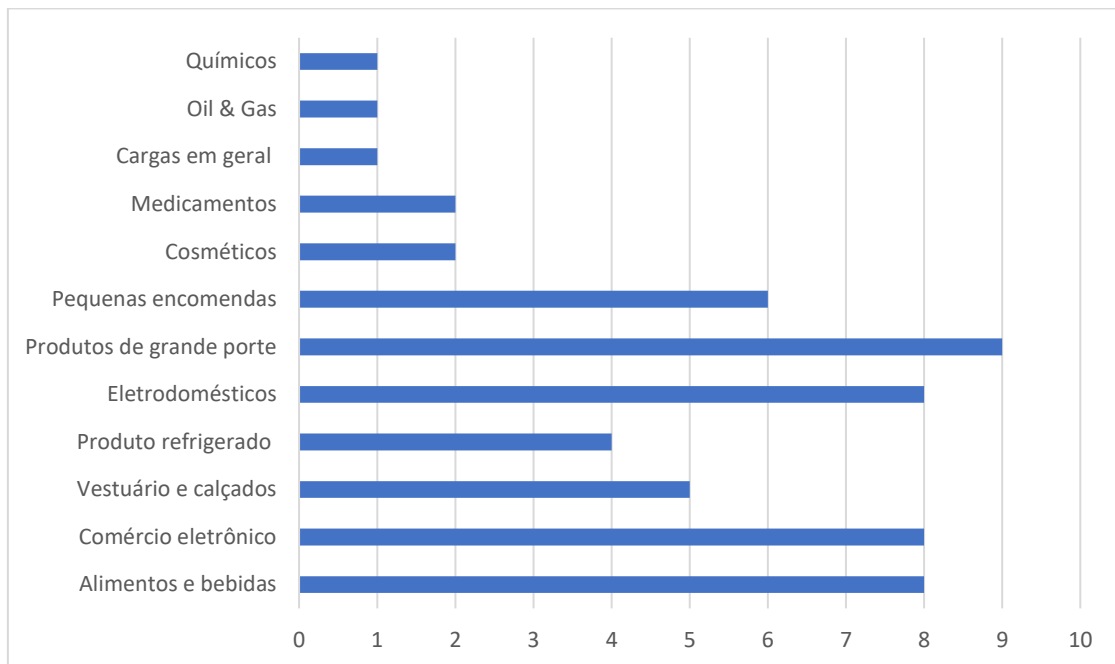


Figura 26: Classe dos produtos transportados pelas empresas

De acordo com a Figura 26 observa-se que os produtos transportados pelas empresas consultadas são bastante diversificados, mas em sua maioria são produtos de pequeno porte como eletrodomésticos, alimentos e comércio eletrônico.

Quanto ao número médio de entregas por viagem, algumas empresas não souberam responder, no entanto, entre as 14 que responderam, foi observada uma média de 16 entregas por viagem, sendo um mínimo de 1 e máximo de 40 entregas por viagem, o que confirma o fato de serem produtos de pequeno porte os mais frequentes nas entregas de *last mile*.

O segundo bloco de perguntas é referente às informações das viagens e as principais dificuldades encontradas pelos transportadores. A Figura 27 revela que a maioria das entregas de mercadorias no Brasil é realizada em estabelecimentos comerciais, presentes nas áreas mais urbanizadas das cidades.

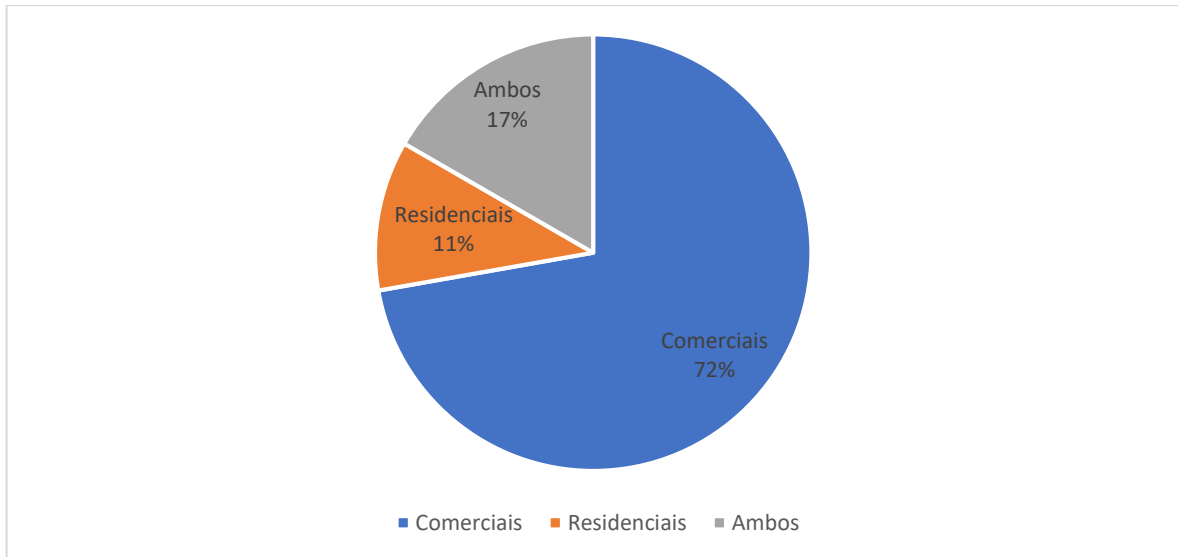


Figura 27: Locais de entrega das mercadorias

A Figura 28 confirma o fato de que a maioria das entregas de carga no *last mile* são realizadas em áreas centrais das cidades.



Figura 28: Área da cidade onde as entregas são realizadas

Quanto às principais dificuldades presentes na entrega das mercadorias, as empresas relataram que as seguintes barreiras ocorrem com muita frequência: falta de segurança (44%), congestionamentos (33%), falta de vaga para estacionamento (28%), uso inadequado de vagas de carga/descarga (11%), e viagem perdida pelo não recebimento da carga (6%). Além dessas,

outras dificuldades também foram citadas pelos transportadores como: áreas restritas à passagem de caminhões, tempo de carga/descarga elevado, entregas em áreas de risco, restrições ao tamanho do veículo utilizado para entrega e rodízio de placas. Alguns desses obstáculos citados pelas empresas, como rodízio de placas e entrega em área de risco, são recorrentes em grandes cidades de países em desenvolvimento e por isso não foram identificadas nos artigos analisados no item 4.2, pois estes, abordam, em sua maioria, cidades de países desenvolvidos.

Já no terceiro bloco de perguntas, as empresas entrevistadas responderam sobre a disposição de cada uma em adotar as práticas inovadoras identificadas na literatura.

4.2.1.1 Bicicleta/triciclo elétrico

A Figura 29 mostra a distribuição das respostas dadas pelas empresas entrevistadas. Percebe-se que apesar de a maioria dos produtos serem de pequeno porte, os transportadores não consideram viável seu transporte via bicicleta, visto que apenas 17% das respostas foram favoráveis a seu uso. No entanto, ao analisar a Figura 30, onde foram consideradas apenas as respostas na qual o produto transportado permite o uso de bicicletas, observa-se que 60% das respostas são favoráveis ou possivelmente favoráveis a seu uso. Além disso, 61% dos entrevistados concordam que o uso de bicicletas/triciclos elétricos seria uma iniciativa que muito provavelmente reduziria a emissão de poluentes atmosféricos e 28% acreditam que essa iniciativa provavelmente diminuiria os custos de entrega.

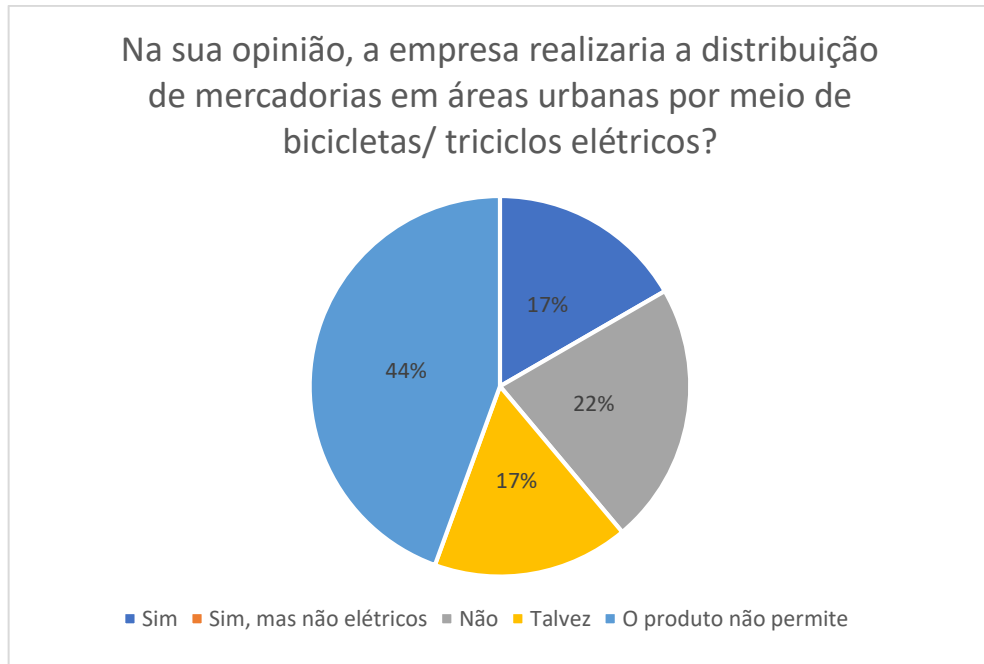


Figura 29: Distribuição das respostas das empresas quanto ao uso de bicicleta/triciclo elétrico

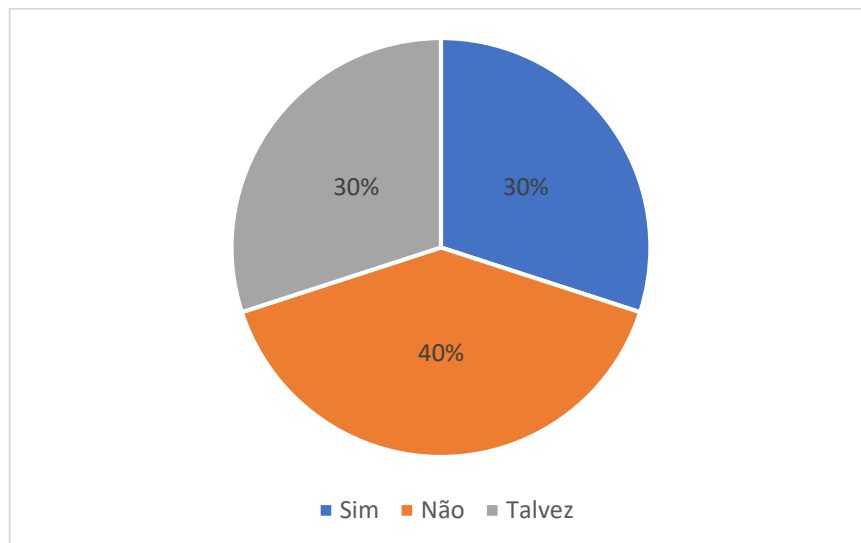


Figura 30: Distribuição das respostas apenas com os produtos que permitem essa iniciativa

Em relação aos desafios, 67% dos entrevistados afirmam que o maior desafio que essa prática pode enfrentar é a falta de infraestrutura para recarga dos veículos e a falta de legislação que regule seu uso. 61% também considera a falta de ciclovias ou vias preferenciais como barreiras que impedem a implementação dessa prática atualmente no Brasil. Na literatura, MORGANTI e BROWNE (2018) também abordam a questão da infraestrutura urbana como maior desafio que impede esta prática de ser amplamente adotada. Além disso, MORGANTI *et*

al (2015) também identificam que a recente tecnologia das baterias e a falta de variedade de veículos no mercado também são desafios presentes no cenário internacional.

Esse resultado demonstra que a adoção de bicicletas/triciclos elétricos aparenta ser uma prática adequada ao cenário brasileiro, apesar de ainda apresentar obstáculos que precisam ser superados. Observa-se também que grande parte das empresas que realizam transporte de *last mile* são conscientes sobre os benefícios e desafios que essa iniciativa poderia gerar, facilitando assim sua implementação.

4.2.1.2 Pontos de coleta

A Figura 31 mostra a distribuição das respostas dadas pelas empresas entrevistadas a respeito do uso de pontos de coleta para posterior retirada da mercadoria pelo consumidor. É possível perceber que nenhuma empresa descartou o uso dessa prática inovadora, apenas aquelas que consideram que seu produto não permite esta adoção.

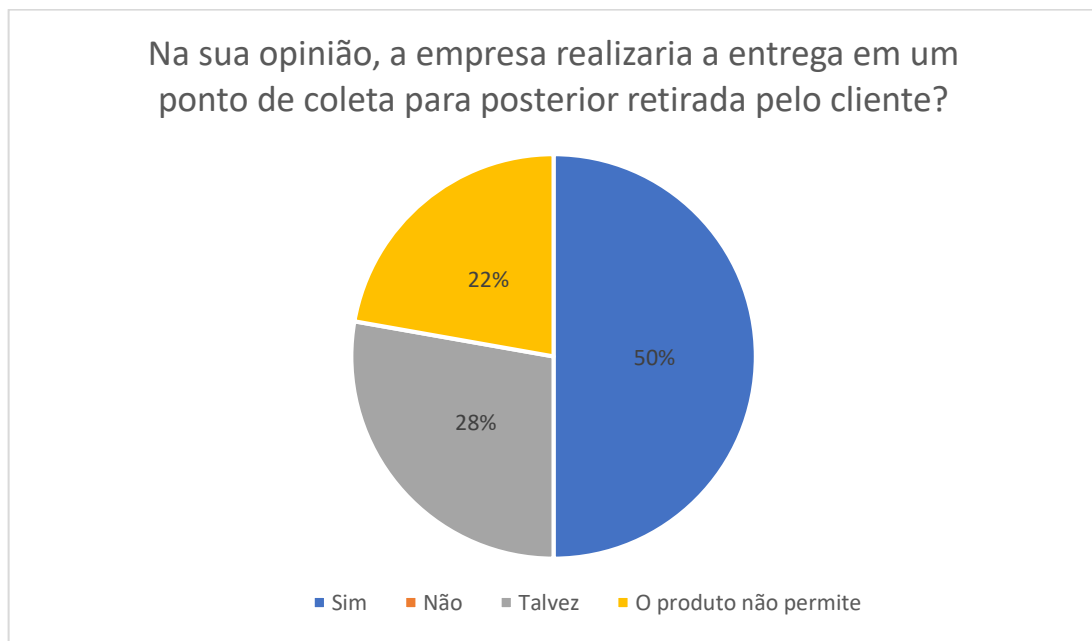
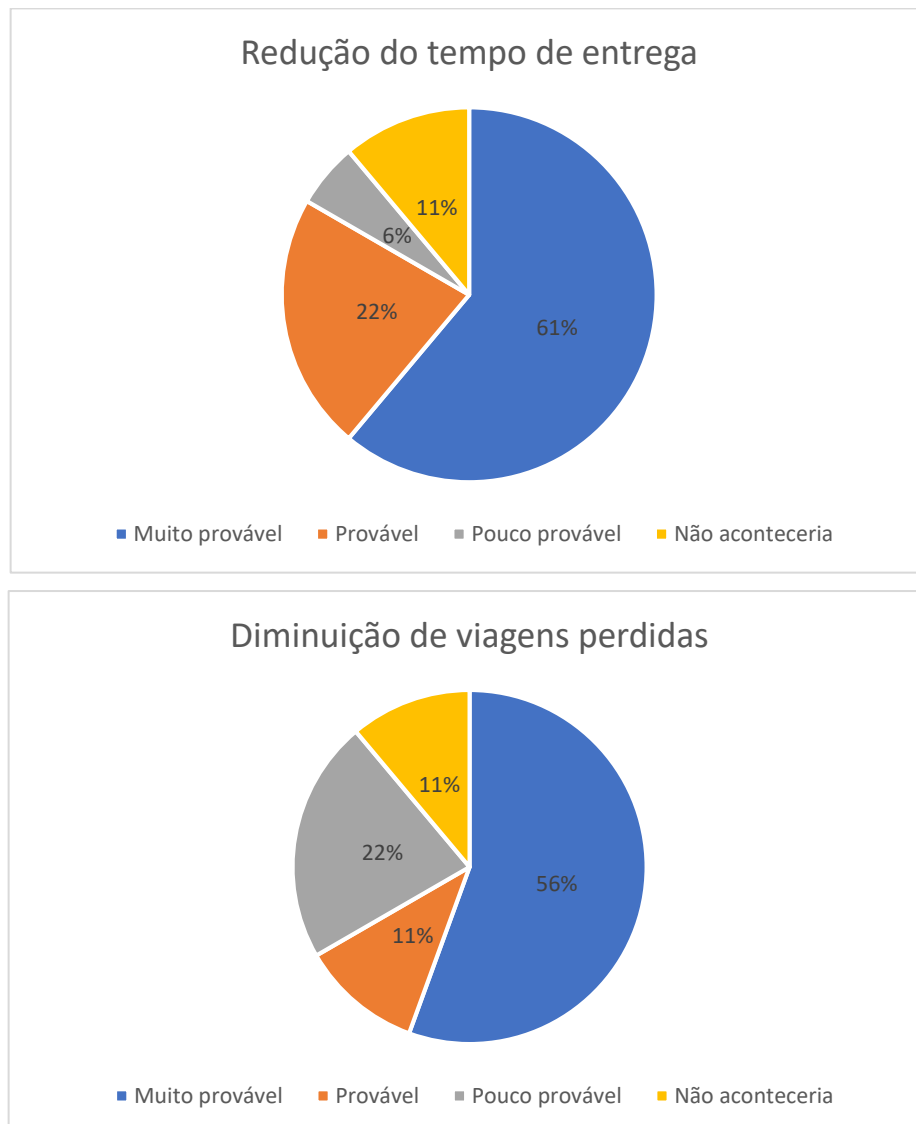


Figura 31: Distribuição das respostas das empresas entrevistadas quanto ao uso de pontos de coleta

Dentro os benefícios gerados, 61% dos entrevistados acreditam que a redução do tempo de entrega muito provavelmente seria alcançado com a adoção dessa prática, fato que também foi observado por XIAO *et al* (2017). Por outro lado, 56% e 61% acreditam que a diminuição de viagens perdidas e a maior flexibilidade para o consumidor recolher sua mercadoria,

respectivamente, são vantagens com grande probabilidade de ocorrência, assim como também foi abordado por OLIVEIRA *et al* (2017). Economia de combustível também foi citado por 56% dos entrevistados como vantagem que muito provavelmente seria alcançada. Já 50% acredita na redução da emissão de poluentes como vantagem com maior probabilidade de ocorrer (Figura 32). Além disso, BRUMMELMAN *et al* (2003) também observa que pontos de coleta, quando instalados em locais de grande movimentação de pessoas, geram oportunidade de o cliente recolher suas mercadorias durante seu percurso diário, sem gerar uma nova viagem.



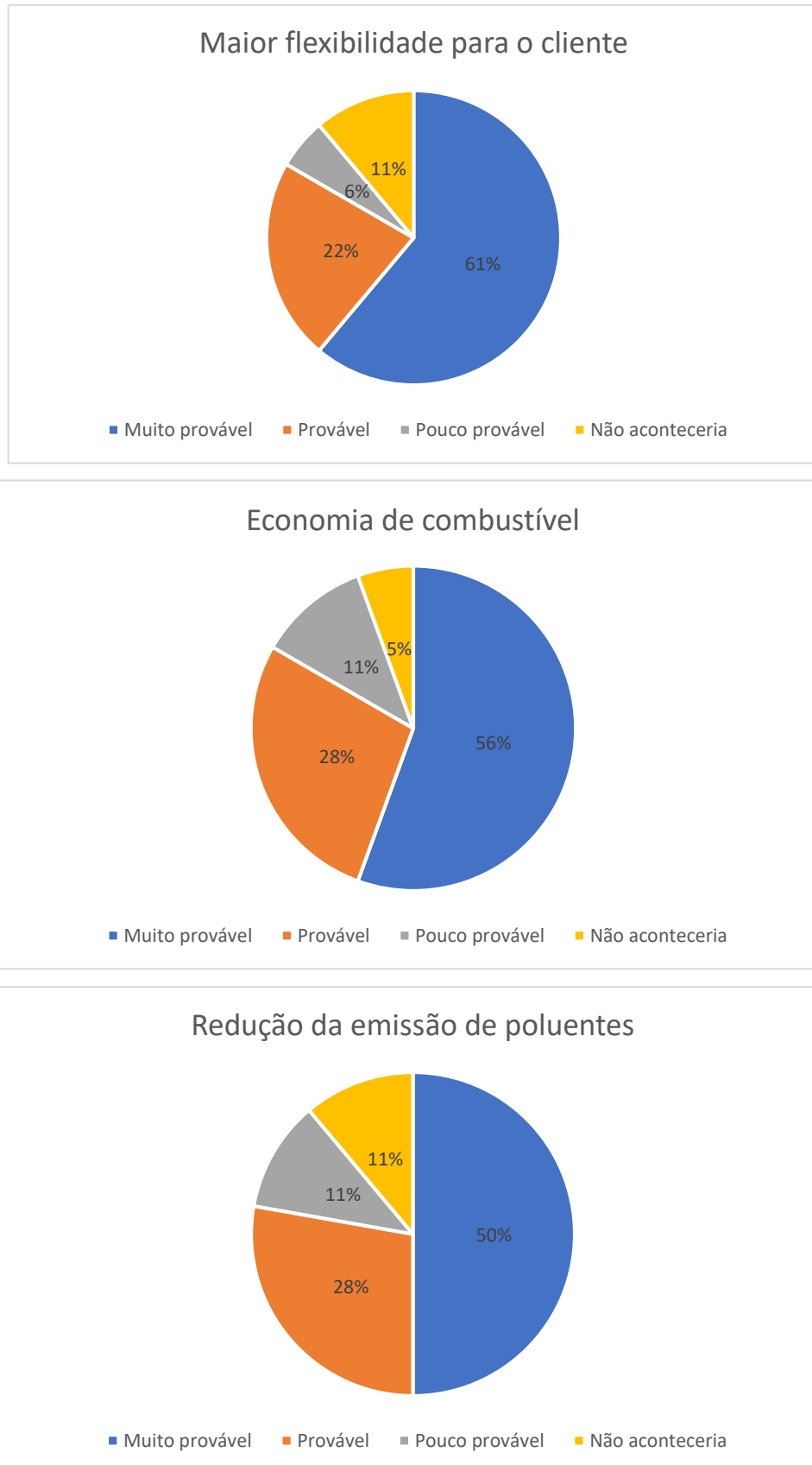


Figura 32: Distribuição das respostas quanto as vantagens do uso de pontos de coleta

Quanto aos desafios que essa prática pode enfrentar, as empresas se mostraram mais divididas entre as alternativas. 28% dos entrevistados acredita que o aumento do custo do transporte é uma desvantagem pouco provável de acontecer, enquanto 17% acredita que este é um desafio com muita probabilidade de ocorrência, 50% flutuou entre essas opções (pouco e muito provável de acontecer) e 5% não acredita que isso aconteceria. Em relação à falta de segurança, 55% acredita que seria recorrente ou muito recorrente problemas deste tipo em sua área.

Quando perguntado sobre a satisfação do cliente com o uso dessa iniciativa, 67% acredita que o cliente ficaria pouco satisfeito ou apenas satisfeito com o novo modelo de entrega. Já em relação a disponibilidade de estabelecimentos comerciais para abrigar os pontos de coleta, 28% acredita que muito provavelmente isso seria um grande desafio ao implementar essa iniciativa.

Ao analisar o que foi encontrado na literatura internacional, percebe-se que a restrição de tamanho das encomendas foi a desvantagem mais citada pelos autores. Já entre os entrevistados, essa desvantagem nem sequer foi levantada pois o transporte urbano de mercadorias no *last mile* no Brasil é baseado no transporte de pequenas mercadorias, portanto restrições no tamanho das encomendas não representam um desafio para as empresas atuantes no país.

A partir das respostas descritas, percebe-se que apesar da adoção de pontos de coleta ser uma prática com certa “simpatia” pelas empresas, estas estão cientes dos desafios que essa iniciativa pode gerar e mesmo assim tornam seu uso viável no cenário brasileiro. O fato de a maioria ter relatado a redução do tempo de entrega como principal benefício, reforça a preocupação que com os congestionamentos e falta de vaga de estacionamento relatado no item 4.2.1.

4.2.1.3 Crowdsourcing

A Figura 33 mostra a distribuição das respostas dadas pelas empresas em relação ao uso de motoristas independentes para realizar a entrega de *last mile*. É possível perceber que as respostas ficaram quase igualmente distribuídas o que indica uma possível falta de conhecimento por parte dos entrevistados, sobre a prática *crowdsourcing*. A falta de propagação desta modalidade no cenário brasileiro, pode ser confirmada ao observar os artigos presentes na literatura que abordam esse tema, que são trabalhos europeus.

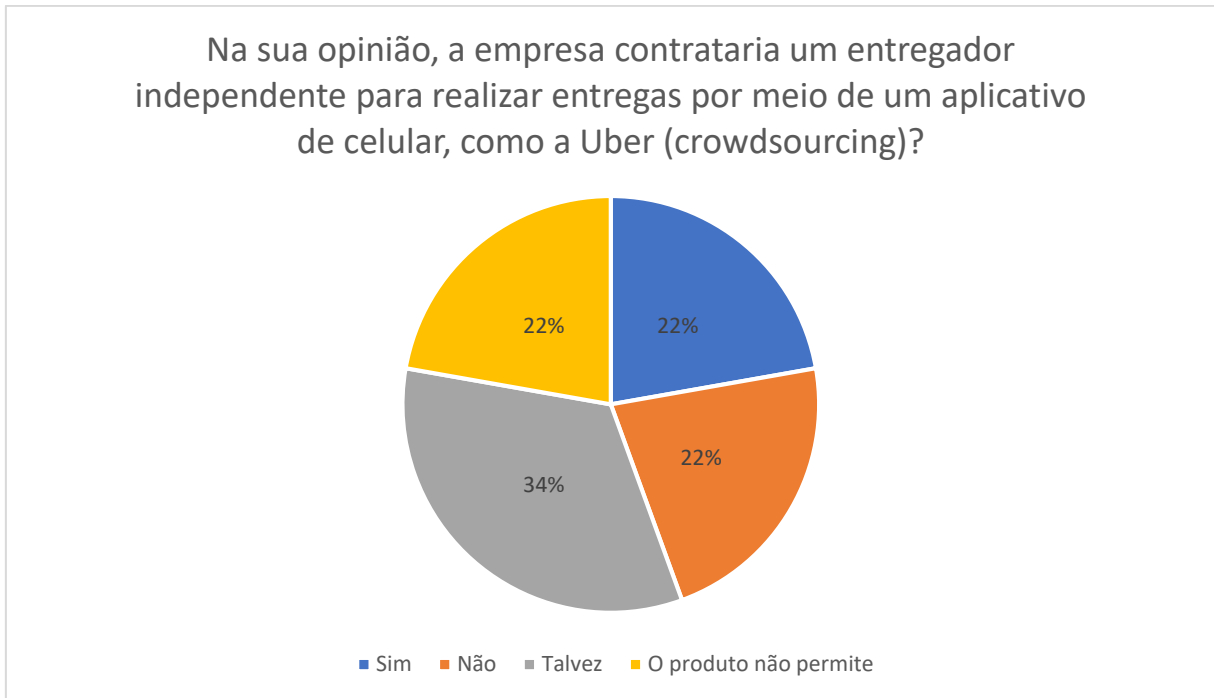


Figura 33: Distribuição das respostas das empresas entrevistadas quanto ao uso de *crowdsourcing*

Em relação as vantagens que essa prática poderia gerar, 55% acredita que a geração de novos empregos para motoristas seria uma vantagem observada, enquanto 44% acredita que o menor gasto com manutenção e aquisição de veículos seria plenamente observado, como pode ser visto na Figura 34. Já em relação aos desafios dessa iniciativa, 56% acredita que o principal obstáculo que impede essa modalidade de ser implementada é a falta de regulamentação para esse tipo de transporte (Figura 35).

Esse resultado converge com o que foi encontrado na literatura que também aborda as vantagens e desvantagens observadas pelas empresas entrevistadas. No entanto, ALLEN *et al* (2018) também menciona o fato de ser possível transportar pessoas e mercadorias em uma mesma viagem como uma significativa vantagem. Acredita-se que essa vantagem não foi observada no resultado da pesquisa porque as empresas consultadas no questionário realizam apenas o transporte de mercadorias, não sendo considerado então o transporte de passageiros.

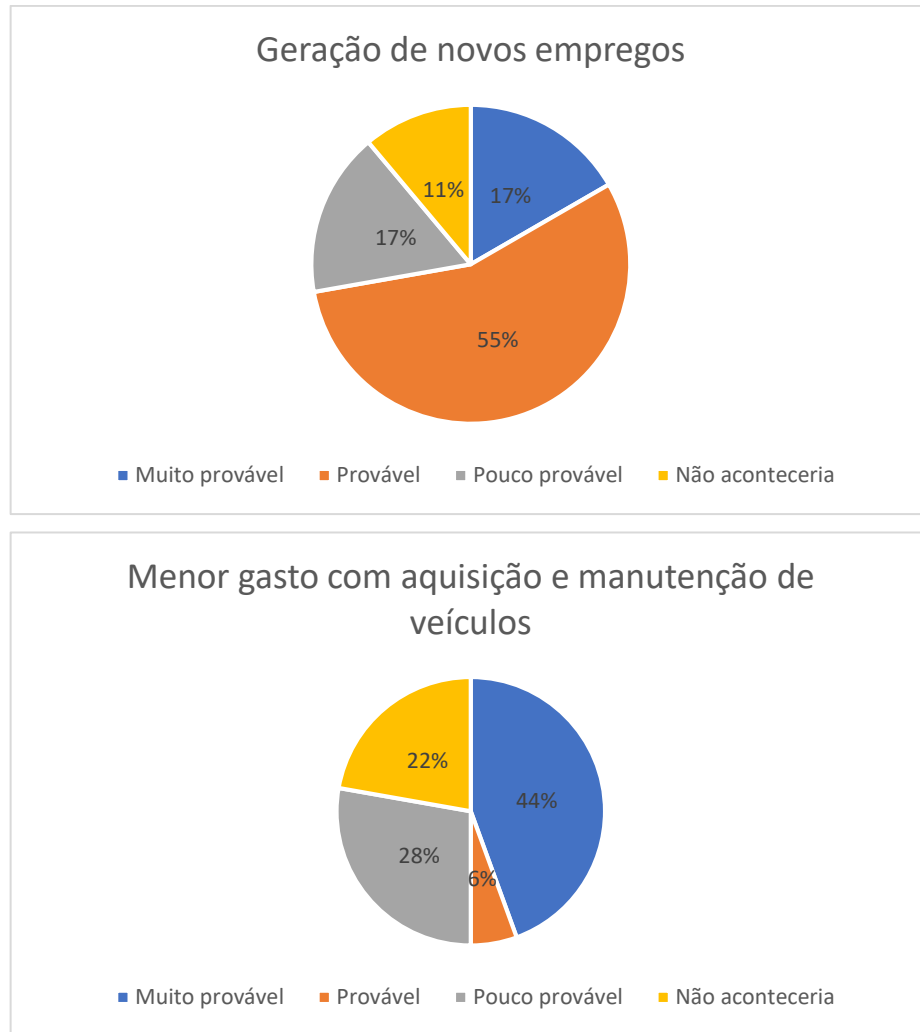


Figura 34: Distribuição das respostas quanto as vantagens do uso de *crowdsourcing*

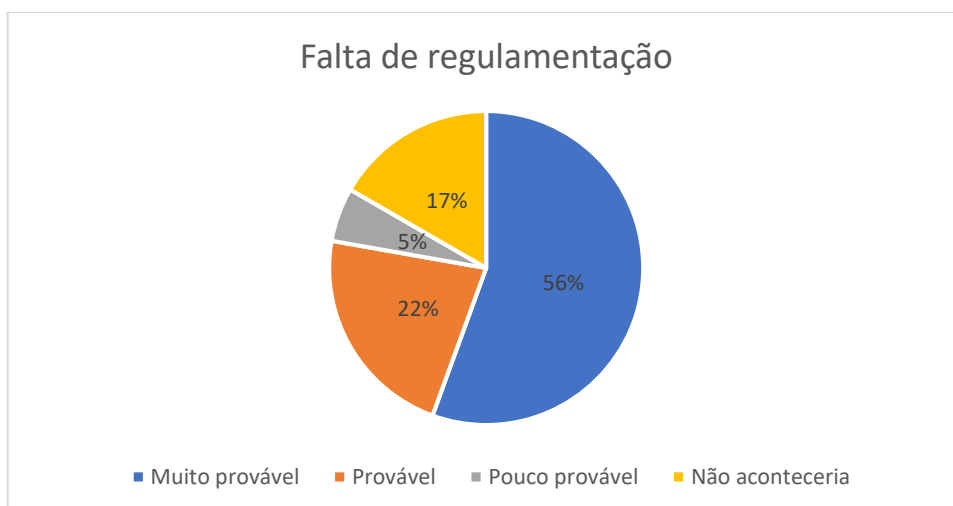


Figura 35: Distribuição das respostas quanto aos desafios de *crowdsourcing*

A partir das respostas descritas é possível observar que apesar de apenas um obstáculo ter sido amplamente abordado pelas empresas, uma grande parcela dos entrevistados rejeita essa prática ou apenas não a conhece o suficiente para opinar. Com isso, pode-se dizer que o *crowdsourcing* é uma prática com potencial para ser implementada no cenário brasileiro mas ainda necessita de investimentos iniciais.

4.2.1.4 Veículos autônomos

A Figura 36 mostra a distribuição das respostas dadas pelas empresas entrevistadas a respeito do uso de veículos autônomos para o transporte de carga no *last mile*. Assim como no caso da utilização de *crowdsourcing*, as respostas foram bem distribuídas, indicando assim um possível desconhecimento a respeito do uso de veículos autônomos. Tal afirmação pode ser confirmada pelo fato de que a tecnologia de veículos autônomos ainda está iniciando no cotidiano brasileiro.

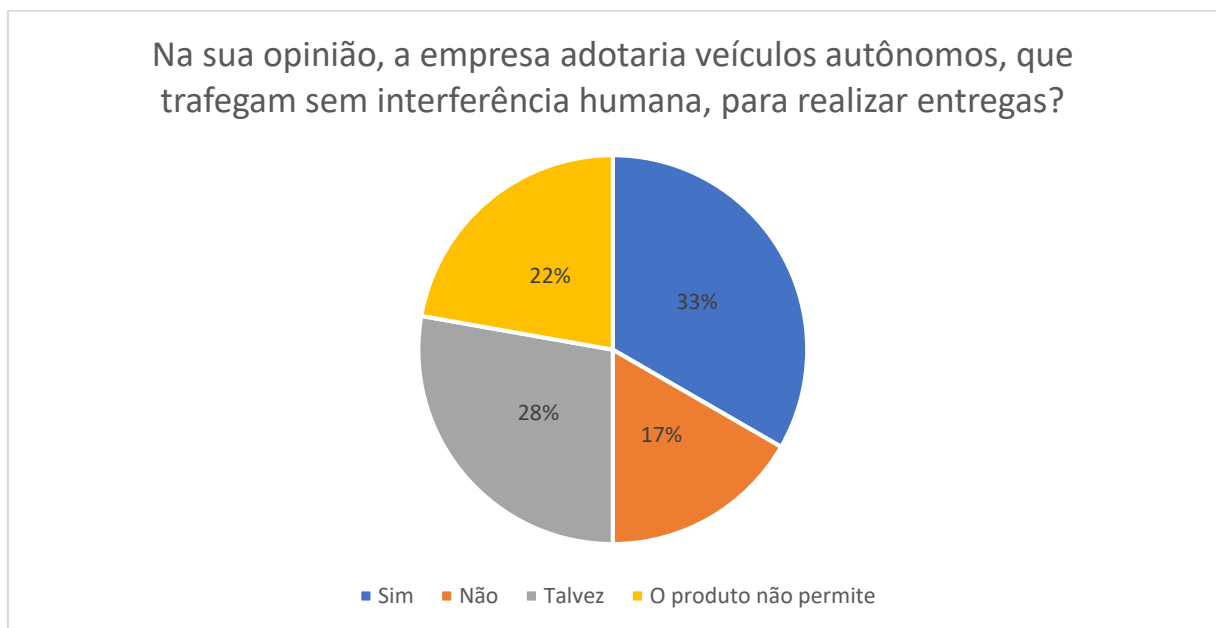


Figura 36: Distribuição das respostas das empresas entrevistadas quanto ao uso de veículos autônomos

Quanto aos benefícios que tal prática poderia gerar, 50% dos entrevistados aponta o fato de não precisar limitar a jornada de trabalho a 8 horas por dia para um veículo autônomo, diferentemente de um trabalhador comum, o que geraria maior produtividade. 33% acredita que a redução no número de funcionários e o fim da necessidade de treinar motoristas são vantagens que muito provavelmente aconteceriam. Enquanto isso, 39% dos entrevistados afirmam que

entregas mais rápidas seria uma vantagem pouco provável ou com nenhuma probabilidade de acontecer.

Em relação aos principais obstáculos, 61% dos entrevistados aponta o alto custo de aquisição do veículo autônomo como principal barreira para seu uso. Já a falta de regulamentação própria e falta de investimentos nessa tecnologia foi citado por 56% dos entrevistados como desafios que muito provavelmente impedem o seu uso no Brasil. Elevados índices de criminalidade e possibilidade de acidentes também foram considerados obstáculos possíveis, no entanto com menor probabilidade de ocorrer.

Observa-se que na literatura as vantagens e desvantagens citadas pelos entrevistados também foram consideradas, convergindo, principalmente, com o que foi dito por PAL e KANT (2016). Esses autores também consideraram que o alto custo desse tipo de transporte é o principal limitador para o uso, e que o fato de não ser necessário treinar motoristas é a principal vantagem observada.

A partir das respostas dos entrevistados percebe-se que a adoção de veículos autônomos para o transporte de carga no *last mile* possui vocação para acontecer, no entanto, fica condicionada a necessidade de maior investimento nesta tecnologia. Uma grande parcela dos entrevistados não rejeita seu uso, e há uma convergência entre os desafios dessa prática, o que indica essas empresas são potenciais usuárias dessa nova prática.

4.2.1.5 Drones

A Figura 37 mostra a distribuição das respostas das empresas entrevistadas a respeito da utilização de drones para o transporte carga no *last mile*. Percebe-se que apenas uma pequena parcela dos entrevistados rejeita o uso desse tipo de transporte, mas uma grande parcela (22%) afirma que o produto não permite seu uso. Ao analisar a Figura 38, percebe-se que 86% das empresas que poderiam utilizar drones para realizar o transporte de *last mile* de suas mercadorias, consideram viável ou talvez viável sua implementação. Como foi constatado pela Figura 26, a maioria das empresas que contribuíram para esta pesquisa transportam mercadorias de pequenas dimensões e por isso consideram viabilizar o uso de drones para transporte de

cargas no *last mile*. Isso reforça o que foi dito por RANIERI *et al* (2018) sobre o fato de drones serem uma alternativa mais adequada para o transporte de pequenas mercadorias.

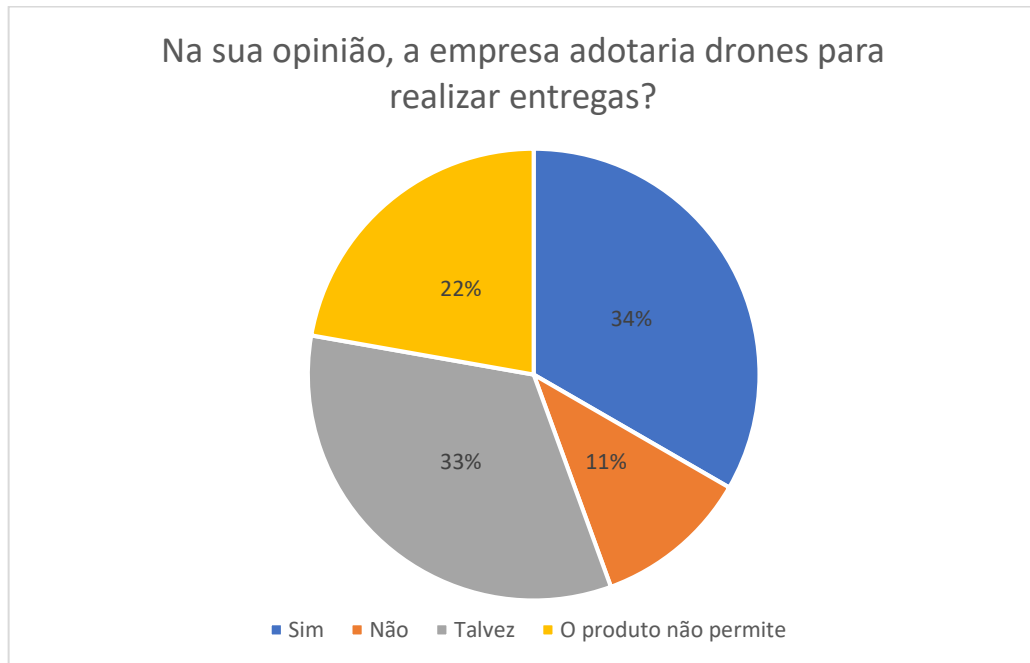


Figura 37: Distribuição das respostas das empresas entrevistadas quanto ao uso de drones

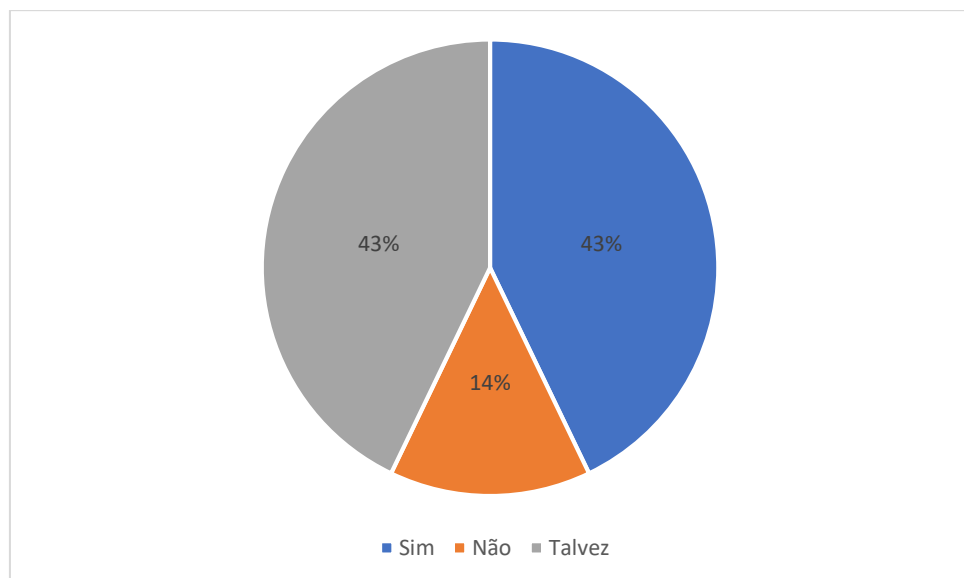


Figura 38: Distribuição das respostas apenas com os produtos que permitem essa iniciativa

Quanto aos benefícios de tal prática, 50% dos entrevistados apontam maior rapidez na entrega, redução no consumo de combustível e redução da emissão de poluentes atmosféricos como os principais benefícios dessa iniciativa. Em relação aos principais obstáculos possíveis, a falta de legislação apropriada (61%) e alto custo dos equipamentos (50%) foram as barreiras

consideradas mais possíveis de ocorrer. Também foi considerada a possibilidade de acidentes (33%) e volume reduzido de carga transportada (39%) como obstáculos recorrentes ao adotar drones para o transporte de cargas no *last mile*.

Já na literatura RANIERI *et al* (2018) e HEUTGER e KUCKELHAUS (2014) também concordam que a rapidez na entrega é a principal vantagem observada nessa prática. No entanto, em relação aos desafios, as empresas entrevistadas consideram a falta de legislação apropriada e o alto custo dos equipamentos como as principais barreiras para essa prática, enquanto os autores consideram questões como congestionamento aéreo e limitação do tamanho da carga transportada fatores mais essenciais. Essa diferença se deve ao fato de que os autores mencionados são de países desenvolvidos (Itália e Estados Unidos) onde esse tipo de tecnologia já é mais evoluída, e por isso drones não são considerados equipamentos de alto custo.

Ao analisar as respostas das empresas entrevistadas, pode-se concluir que a utilização de drones para o transporte de carga no *last mile* pode ser uma alternativa viável para o cenário brasileiro, já que uma boa parcela das empresas que realizam esse tipo de transporte no Brasil, demonstram interesse nessa prática. Apesar disso, ainda se faz necessário, principalmente, a criação de legislações que regulamentem seu uso, apontando responsáveis em caso de acidente e evitando conflitos com outras aeronaves, como também foi observado por HEUTGER e KUCKELHAUS (2014).

4.2.1.6 Entrega na mala do carro

A Figura 39 mostra a distribuição das respostas das empresas entrevistadas a respeito da realização de entregas na mala do carro do cliente para o transporte de carga no *last mile*. A partir da análise desta Figura, percebe-se que uma boa parcela das empresas entrevistadas rejeita a utilização dessa prática (33%), mas uma outra parcela se mostra adepta ao seu uso dependendo da circunstância (39%).



Figura 39: Distribuição das respostas das empresas entrevistadas quanto a entregas na mala do carro

Em relação aos benefícios que essa prática poderia gerar, 39% dos entrevistados afirmam que a redução no número de entregas não realizadas e maior flexibilidade para o transportador realizar as entregas são benefícios que podem ocorrer. No entanto, uma grande parcela (33%) não acredita que essa prática traria benefícios como maior flexibilização no horário da entrega e diminuição no número de entregas não realizadas. Essas respostas levam a crer que tal prática inovadora não parece viável à realidade brasileira, visto que grande parte dos transportadores não se mostram confiantes com a alternativa.

Essa afirmação pode ser confirmada pela análise dos principais obstáculos apontados pelas empresas entrevistadas. 39% afirmam que a falta de confiança por parte do cliente nessa modalidade de entrega seria a principal barreira para sua adoção. Junto a isso, 33% acreditam que os altos índices de criminalidade e tecnologia insuficiente no Brasil são obstáculos que muito provavelmente impedem seu uso no cenário brasileiro.

Na literatura apenas REYES *et al* (2017) aborda essa prática inovadora para o transporte urbano de *last mile*, o que indica que essa modalidade é pouco explorada até mesmo na literatura. Com isso, o autor analisa apenas vantagens deste tipo de entrega. Assim como as empresas entrevistadas, o autor também considera que a maior flexibilidade para o transportador realizar entregas é a principal vantagem da modalidade de entrega na mala do carro. Já os desafios

citados na pesquisa, consideram a realidade brasileira e provavelmente não são encontrados nos Estados Unidos, único país onde este tipo de entrega é realizado.

Após a análise desses resultados, percebe-se que entrega na mala do carro para o transporte de carga no *last mile* não parece ser uma modalidade adequada para o cenário brasileiro, pois os transportadores não demonstram confiança com sua adoção e convergem para obstáculos comuns como falta de confiança por parte do cliente e altos índices de criminalidade.

4.2.1.7 Resumo da pesquisa

Na Tabela 4 foi feito um resumo das práticas abordadas na pesquisa de mercado e quais são consideradas viáveis para o cenário brasileiro e na Tabela 5 foi exposto o cargo, nome e empresas dos representantes que contribuíram para a pesquisa.

Tabela 4: Resumo dos resultados obtidos na pesquisa de mercado

Práticas inovadoras	Viável para o cenário brasileiro de acordo com a pesquisa de mercado?
Bicicleta/triciclo elétrico	Sim
Pontos de coleta	Sim
Crowdsourcing	Sim
Veículos autônomos	Sim
Drones	Sim
Entrega na mala do carro	Não

Tabela 5: Perfil dos entrevistados

Nome	Cargo	Empresa
Daniel França	Analista de Qualidade	FEMSA Logística
Ricardo Yamamoto	Gerente Sênior de Transporte e Planejamento Logístico	Sony
Joice B. Doutel Ferreira	Diretora de Planejamento Corporativo	Modern Logistics
Roseli G. Bernardo Cruz	Farmacêutica	Transportes Pajuçara LTDA
Ricardo Tostes	Diretor	Expresso Predileto
Caroline Lima	Coordenadora de Sustentabilidade	Unilever Brasil
Moises Martiniano	Coordenador de Transporte	Grupo Pão de Açúcar
Fernando	Especialista em operações logísticas	Unilever
Altamir Filadelfi Cabral	Sócio diretor	Via Pajuçara

Nome	Cargo	Empresa
Irineu Romanovski	Gerente Planejamento Distribuição	SPAL S/A
Sidney G. Sobrinho	Responsável técnico e lider de PeD	Paganin & Cia Ltda
Carlos Teles	Manager	HP
Rafael Iostton	Diretor	Transjoi Transportes
Não identificado	Não identificado	VIA VAREJO SA
Suzi Sanae Suyama	Gerente de Transportes	DHL
José Douglas	Diretor Comercial	Line Tansportes Serviços e Embalagens Ltda
Eduardo Augusto T. de Andrade	Gerente de Transporte	L'Oréal
Fabio	Analista de Projetos	Natura

5 CONCLUSÃO

Por meio de uma revisão bibliográfica sistemática foi possível identificar na literatura 8 práticas inovadoras para transporte de carga de *last mile* sendo elas: (1) veículo leve elétrico, (2) pontos de coleta ou armários de encomendas, (3) *crowdsourcing*, (4) veículos autônomos, (5) drones, (6) entrega na mala do carro, (7) depósito móvel com bicicletas e (8) bicicleta/triciclo de carga. Dentre estas, 6 não foram abordadas no estudo de JOERSS *et al* (2016) tomado como base para este trabalho.

Sendo assim, foram estabelecidos critérios de exclusão de artigos para selecionar apenas os que sejam referentes ao transporte de carga de *last mile*, limitando assim o escopo desta pesquisa. Definido o objetivo específico deste trabalho, que é identificar na literatura modelos operacionais e veículos utilizados para o transporte de carga no *last mile* no meio urbano, e sugerir novas soluções viáveis para utilização em países em desenvolvimento, partiu-se para a execução do método escolhido (revisão bibliográfica sistemática).

Durante a execução método foi possível identificar que a Europa é o continente que mais realiza pesquisas sobre o tema em questão, seguido de América no Norte e América do Sul. Tal fato representou um obstáculo durante a análise dos resultados já que todos os países europeus citados são desenvolvidos.

Para contornar esta dificuldade foi feita uma análise detalhada das vantagens e desvantagens das práticas encontradas, juntamente com uma caracterização da população de cada país. A partir disso, foi possível identificar pontos em comum e divergências entre as práticas inovadoras e assim identificar tendências para seu uso, alcançando, assim, o objetivo proposto. Também foi realizada uma pesquisa de mercado com empresas que realizam o transporte de carga de *last mile* no Brasil. A partir das respostas baseadas na disposição de cada empresa em adotar as práticas, foi possível identificar quais têm potencial para serem implementadas no cenário brasileiro.

Dito isto, propõe-se algumas abordagens que não foram consideradas neste trabalho para pesquisas futuras, como a análise do ciclo de vida das práticas encontradas e a abordagem de outras etapas do transporte de carga que não seja a de *last mile*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKEB, H., MONCEF, B., DURAND, B., “Building a collaborative solution in dense urban city settings to enhance parcel delivery: An effective crowd model in Paris”, *Transportation Research Part E*, 2018.

ALLEN, J., PIECYK, M., PIOTROWSKA, M., “An analysis of online shopping and home delivery in UK”, **Projeto Freight Traffic Control 2050**, Universidade de Westminster, Londres, 2017.

ARVIDSSON, N. e PAZIRANDEH, A., “An ex ante evaluation of mobile depots in cities: a sustainability perspective”, *International Journal of Sustainable Transportation*, 2017.

Blog 123 carros. Disponível em: <https://blog.123carros.com.br/carros-brasileiros-semi-autonomos/>. Acesso em 13 dez. 18, 10:20:20.

Blog dos cursos. Disponível em: <http://blogs.joaquimnabuco.edu.br/noticias/logistica-engenharia-da-computacao-engenharia-eletrica-engenharia-mecanica-sistemas-de>. Acesso em: 13 dez. 18, 09:52:37.

BLOOMBERG New Energy Finance. Global Trends in Clean Energy Investment. Disponível em: https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/4/2015/10/Liebreich_BNEF-Summit-London.pdf, 2015. Acesso em: 23 out. 18, 19:48:32.

BRESCIANI, C., COLORNI, A., LIA, F. *et al*, “Behavioral change and social innovation through reward: an integrated engagement system for personal mobility, urban logistics and housing efficiency”, *Transportation Research Procedia*, v. 14, pp. 353 – 361, 2016.

BRUMMELMAN, H.J., KUIPERS, B., VALE, N., “Impacts of locker points on mobility”, TNO Inro, Holanda, 2003.

CÁRDENAS, I., BECKERS, J., VANESLANDER, T. “E-commerce last mile in Belgium: Developing an external cost delivery index”, *Research in Transportation Business & Management*, v. 24, pp. 123 – 129, 2017.

CASTILLO, V. E., BELL, J. E., ROSE, W. J. *et al*, “Crowdsourcing Last Mile Delivery: Strategic Implications and Future Research Directions” *Journal of Business Logistics*, v. 39, pp. 7 - 25, 2018.

CNT, Confederação Nacional do Transporte, 2016. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/custo-logistico-consome-12-do-pib-do-brasil> Acesso em: 06 set. 18, 16:40:34.

COMI, A., NUZZOLO, A., “Exploring the relationships between e-shopping attitudes and urban freight transport”, *Transportation Research Procedia*, v. 12, pp. 399 – 412, 2016.

DABLANC, L., “Goods transport in large European cities: difficult to organize, difficult to modernize”, *Transportation Research Part A*, v. 41, pp. 280 – 285, 2007.

D’AGOSTO, M. A., 2015, *Transporte, uso de energia e impactos ambientais: Uma abordagem introdutória*. Editora Elsevier, Rio de Janeiro, RJ.

DIGIESI, S., MOSSA, G., RUBINO, S., “Sustainable order quantity of repairable spare parts”, *Elsevier*, v. 45, pp. 181 – 186, 2012.

E-BIT. Webshoppers, 37. 2018. Disponível em: <https://www.ebit.com.br/webshoppers>. Acesso em: 21 ago. 18, 21:59:45.

EC-DC, 2003, *External Costs: Research results on social-environmental damages due to electricity and transport*. Disponível em: http://www.externe.info/externe_2006/externpr.pdf. Acesso em: 28 ago. 18, 20:56:39

EU Reference Scenario. “Energy, Transport and GHG Emissions—Trends to 2050”. EC Directorate-Generals for Energy, Climate Action, and Mobility and Transport. 2016. Disponível em: http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20160713%20draft_publication_REF2016_v13.pdf. Acesso em: 29 ago. 18, 16:02:05

FACCHINI, D., 2006, *Análise dos gaps de percepção dos atores envolvidos no transporte urbano de carga em Porto Alegre*, M. Sc, Tese. PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

FERNIE, J., SPARKS, L., MCKINNON, A.C., “Retail Logistics in the UK: Past, Present and Future”, *International Journal of Retail & Distribution Management*, v. 38, pp. 894 – 914, 2010.

FERREIRA, B. L. G., 2016, *Análise de geração de viagens de carga em áreas urbanas*, M.Sc. Tese. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

FIGLIOZZI, M. A., “Lifecycle Modeling and Assessment of Unmanned Aerial Vehicles (Drones) CO₂e Emissions”, *Transportation Research Part D*, v. 57, pp. 251 – 261, 2017.

FMI. Fundo Monetário Internacional. “GPD per capita, current prices” 2018. Disponível em: <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPDPC@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD>. Acesso em 03 jan. 19, 12:49:58.

FORMAN, C., GHOSE, A., GOLDFARB, A., “Competition between local and electronic markets: how the benefit of buying online depends on where you live”, *Management Science*, v. 55, pp. 47 – 57, 2009.

GEVAERS, R., VAN DE VOORDE, E., VANELSLANDER, T.,” Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context” In: **City Distribution and Urban Freight Transport: Multiples Perspectives**. Edward Elgar Publishing, pp. 56 – 71, 2011.

GEVAERS, R., VAN DE VOORDE, E., VANELSLANDER, T., “Cost Modelling and Simulation of Last-mile Characteristics in an Innovative B2C Supply Chain Environment with Implications on Urban Areas and Cities”, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, v. 125, pp. 398 – 411, 2014.

HEUTGER, M., KUCKELHAUS, M., “Unmanned Aerial Vehicles in Logistics: A DHL Perspective on Implications and Use for the Logistics Industry” **Workhorse**, 2017. UPS Tests Residential Delivery via Drone. Disponível em: <https://workhorse.com/newsroom/2017/02/ups-tests-residential-delivery-drone> Acesso em: 02 nov. 18, 13:56:42.

HOWE, J., “The rise of crowdsourcing”, **Wired**. 2006. Disponível em: <http://www.wired.com/2006/06/crowds/> Acesso em: 27 out. 18, 12:30:13.

IBGE. **Censo demográfico – 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/Brasil_tab_1_15.pdf Acesso em: 26 set. 18, 21:28:12.

IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “Séries históricas e estatísticas”. Disponível em: <https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=10&op=0&vcodigo=POP100&t=populacao-residente-distribuicao-grandes-regioes>. Acesso em: 28 dez. 18, 13:11:21.

ILOS – Especialistas em logística e supply chain. “Modal ferroviário registra maior resultado da história”, 2018. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/tag/matriz-de-transportes/>. Acesso em: 20 nov. 18, 16:45:43.

ILOS – Especialistas em logística e supply chain. “Uber entra de vez no mercado logístico”, 2015. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/uber-entra-de-vez-no-mercado-logistico/>. Acesso em: 27 out. 18, 14:29:06.

ILOS – Especialistas em logística e supply chain. “De empresa automobilística para empresa de mobilidade : a Toyota entra na corrida pelo lançamento de veículos autônomos com o e-Palette”, 2018. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/toyota-entra-na-corrída-pelo-lancamento-de-veiculos-autonomos-com-o-e-palette/> Acesso em 02 nov.18, 13:01:16.

IWAN, S., KIJEWKA, K., LEMKE, J., “Analysis of parcel lockers’ efficiency as the last mile delivery solution – the results of the research in Poland”, *Transportation Research Procedia*, v. 12, pp. 644 – 655, 2016.

JOERSS, M., SCHRODER, J., NEUHAUS, F., et al. “Parcel delivery. The Future of last mile”, **McKinsey & Company**, 2016

KAUFF, S. “City logistics - a strategic element of sustainable urban development”, *Transportation Research Procedia*, v. 16, pp. 158 – 164, 2016.

LIM, S. F. W. T., JIN, W., SRAI, J. S., “Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 48, pp. 308 – 332, 2018.

MAIBACH, M.; SCHREYER, C.; SUTTER, D. et al, “Handbook on estimation of external costs in the transport sector”, **Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT)**, v. 1.1, 2008

MANKYA, J., CHIU, M., BUGHIN, J., *et al*, “Disruptive Technologies: Advances that will transform life, business and the global economy”, **McKinsey Global Institute**, USA, 2013.

MCKINNON, A., CULLINANE, S., BROWNE, M., et al, *Green Logistics: Improving the environmental sustainability of logistics*, **Kogan Page Publishers**. 2010.

MCLEOD, F., CHERRET, T., SONG, L., “Transport impacts of local collection/delivery points” *Int Journal of Logistics Research and Applications*, v. 9, pp. 307 – 317, 2006.

MORGANTI, E., BROWNE, M., “Technical and operational obstacles to the adoption of electric vans in France and the UK: An operator perspective”, **Transport Policy**, v. 63, pp. 90 – 97, 2018.

MORGANTI, E., BOUTUEIL, V., LEURENT, F., “BEVs and PHEVs in France: Market Trends and Key Drivers of Their Short-term Development” **Working Papers**, 2015.

NAVARRO, C., ROCA-RIU, M., FURIÓ, S. *et al*, “Designing new models for energy efficiency in urban freight”, *Transportation Research Procedia*, v. 12, pp. 314 – 324, 2016.

transport for smart cities and its application to the Spanish case

NDUBISI, N. O., EHRET, M., WIRTZ, J., “Relational Governance Mechanisms and Uncertainties in Nonownership Services”, *Psychology and Marketing*, v.33, 2016.

OLIVEIRA, C. M., D’AGOSTO, M. D. A., MELLO, A. L. A. *et al*, “Identificando os desafios e as boas práticas para o transporte urbano de cargas, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática”, *Transportes*, v. 24, pp. 9 – 19, 2016.

OLIVEIRA, L. K., MORGANTI, E., DABLAC, L., *et al*, “Analysis of the potential demand of automated delivery stations for e-commerce deliveries in Belo Horizonte, Brazil”, *Research in Transportation Economics*, v. 65, pp. 34 – 43, 2017.

ONUBR, 2014. Nações Unidas no Brasil. “Cidades terão mais de 6 bilhões de habitantes em 2050, destaca novo relatório da ONU”. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/cidades-terao-mais-de-6-bilhoes-de-habitantes-em-2050-destaca-novo-relatorio-da-onu/>. Acesso em: 28 dez. 18, 11:25:36.

PAL, A., KANT, K., “A combined perishable food and people transport architecture in smart urban areas” **IEEE International Conference on Smart Computing**, USA, 2016.

PNLT. Plano Nacional de Logística de Transportes, **Ministério dos Transportes**, 2012.

RANIERI, L., DIGIESI, S., SILVESTRI, B. *et al*, “A Review of Last Mile Logistics Innovations in an Externalities Cost Reduction Vision”, *Sustainability*, v. 10, 2018.

REYES, D., SAVELSBERGH, M., TORIELLO, A., “Vehicle routing with roaming delivery locations”, *Transportation Research Part C*, v. 80, pp. 71 – 91, 2017.

ROWLEY, J., SLACK, F. “Conducting a literature review”, *Management Research News*, v. 27, pp. 31 – 39, 2004

SAENZ, J., FIGLIOZZI, M., FAULIN, J., “Assessment of the carbon footprint reductions of tricycle logistics services”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 2570, pp. 48 – 56, 2016

SAVELSBERGH, M., VAN WOENSEL, T., “50th Anniversary Invited Article – City Logistics: Challenges and Opportunities”, *Transportation Science*, v. 50, 2016.

SCHIER, M., OFFERMANN, B., WEIGL, J. D., *et al*. “Innovative two wheeler technologies for future mobility concepts”, Eleventh International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER), 2016.

SCHRANK, D., EISELE, B., LOMAX, T., *et al*. “2015 urban mobility scorecard”, Harvard, 2015. Disponível em:

<https://d2dtl5nnlpr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/mobility-scorecard-2015.pdf>

Acesso em: 25 ago. 18, 21:45:34.

SIEDENBERG, D. R., “Indicadores de desenvolvimento socioeconômico. Uma síntese”, *Desenvolvimento em questão*, 2003.

SIMONI, M. D., CLAUDEL, C. G. “A simulation framework for modeling urban freight operations impacts on traffic networks”, *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 86, pp. 36 – 54, 2018.

STARICCO, L., BROVARONE, E. V., “The Spatial Dimension of Cycle Logistic”, *Journal of Land Use, Mobility and Environment*, v. 2, pp. 173 – 190, 2016.

THOMÉ, A. M. T., SCAVARDA, L. F., SCAVARDA, A. J., “Conducting systematic literature review in operations management”, *Production, planning & control*, v. 27, pp. 408 – 420, 2016.

TRANFIELD, D., DENYER, D., SMART, P., “Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review”, *British journal of management*, v. 14, pp. 207 – 222, 2003.

Uber. Disponível em: <https://www.uber.com/en-BE/blog/ubereats-antwerp/>. Acesso em: 13 dez. 18, 10:00:04.

UNDP. Human Development Indices and Indicators: 2018 Estatistical Update. Disponível em: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdi_table.pdf. Acesso em: 03 jan. 19, 12:40:21.

United Nations Report. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.pdf>. Acesso em: 28 ago. 18, 22:56:12.

United Nations, 2017. Organização das Nações Unidas. “World Population Prospects 2017”. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/DataQuery/>. Acesso em: 16 dez. 18, 14:51:23.

United Nations Population Division, 2015. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/DataQuery/>. Acesso em: 28 dez. 18, 17:13:23.

UNRIC, 2017. Centro Regional de Informação das Nações Unidas. Disponível em: <https://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>. Acesso em: 27 dez. 18, 16:22:57.

VERLINDE, S., MACHARIS, C., MILAN, L. *et al* “Does a mobile depot make urban deliveries faster, more sustainable and more economically viable: results of a pilot test in Brussels”, *Transportation Research Procedia*, v. 4, pp. 361 – 373, 2014.

VILELA, L. O., PENNISI, R., ARANTES, T., *et al*, “Transporte urbano de cargas: reflexões à luz da geografia dos transportes”, *Observatorium: Revista eletrônica de Geografia*, v. 5, pp. 103 – 120, 2013. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/5edicao/n14/06.pdf>. Acesso em: 18 set. 18, 19:39:54.