

CICLOLOGÍSTICA NO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS E DA ENTREGA URBANA

Carla de Oliveira Leite Nascimento

Leise Kelli de Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

A bicicleta pode ser considerada uma modalidade de entrega sustentável para o transporte urbano de mercadorias. Neste artigo caracteriza-se as empresas de ciclologística que atuam no Brasil e a operação de entrega urbana realizada por estas empresas. Através de um questionário, obteve-se dados de 17 empresas (cooperativas e convencionais) que, em sua maioria, são de pequeno porte, atuando há pouco tempo no mercado e que entregam mercadorias de até 1kg. Ainda, identificou-se que a falta de infraestrutura cicloviária e o risco de acidente no trânsito são as principais dificuldades que afetam as entregas por bicicleta. Por fim, identificou-se que o número de entregadores e de bicicletas influenciam na produtividade da empresa. Do ponto de vista do poder público, os resultados permitem concluir que os planos de mobilidade urbana precisam considerar a carga e incluir medidas para que a bicicleta seja utilizada como modalidade de entrega por mais empresas de ciclologística.

ABSTRACT

The bicycle can be considered a sustainable mode of delivery for urban freight transport. In this article, we characterize the cyclelogistics companies that operate in Brazil and the urban delivery operation carried out by these companies. Through a questionnaire, we data obtained from 17 companies (cooperatives and conventional), most of which are small, recent and delivering goods up to 1kg. Still, it was identified that the lack of cycling infrastructure and the risk of traffic accidents are the main difficulties affecting bicycle deliveries. Finally, it was identified that the number of deliverers and bicycles influences the productivity of the company. From the public authorities' point of view, the results allow concluding that urban mobility plans need to consider the load and include measures for the bicycle to be used as a delivery modality by more cycling companies.

1. INTRODUÇÃO

A distribuição urbana de mercadorias possui um papel preponderante no desempenho de uma região, na sustentação do estilo de vida da população, na manutenção e na competitividade das atividades industriais e comerciais, dado que é uma condição básica para realização de trocas econômicas. É vital para a sociedade moderna ter os produtos necessários disponíveis, no local e no horário corretos (Dablanc, 2007; Senna, 2014; Amaral e Cunha, 2017; Kin *et al.*, 2017; Rødseth, 2017). Neste contexto, pode-se afirmar que para um bom funcionamento econômico da sociedade se faz necessário, e fundamental, um sistema de transporte urbano de carga (TUC) eficiente e eficaz (Kijewska e Iwan, 2016).

Porém, apesar desta importância, Benjelloun e Crainic (2009) ressaltam que a carga urbana também causa transtornos à vida na cidade, pois disputa espaço no sistema viário, muitas vezes saturados, com os demais veículos (transporte de passageiros) que circulam na cidade, comprometendo a mobilidade urbana. Além disso, eles também são responsáveis por altas taxas de poluição, especialmente em centros urbanos. Essas questões, conforme citado anteriormente, são acentuadas pelo crescimento da população urbana e pela crescente complexidade do processo logístico urbano.

No entanto, é importante ressaltar que a entrega urbana não deve ser resumida apenas aos seus impactos negativos para a sociedade. Para assegurar a qualidade de vida da população, os efeitos dessa atividade precisam ser conhecidos e monitorados para garantir uma operação eficiente do setor. Neste contexto, uma das formas de minimizar os impactos do transporte urbano de carga é através da utilização de modos sustentáveis de entrega urbana. Um transporte urbano sustentável, partindo do mesmo princípio do desenvolvimento sustentável, deve

promover a eficiência e o crescimento econômico, a segurança e como também a equidade social e proteção ambiental para atender às necessidades tanto das gerações atuais quanto das futuras (Behrends *et al.*, 2008).

Na atualidade, muito se discute sobre a sustentabilidade e a otimização do processo da distribuição de mercadorias. Várias são as soluções sustentáveis para o transporte urbano de carga, como a entrega fora de pico ou noturna (Holguín-Veras *et al.*, 2017; Mommens *et al.*, 2018; Verlinde e Macharis, 2016), a implementação de centros de consolidação urbano (Allen *et al.* 2014; Browne *et al.* 2011) e de distribuição urbana (Russo e Comi, 2010), sistemas inteligentes de transporte (Taniguchi, 2014), modos de transporte alternativos como ferroviário e fluvial (Diziain *et al.*, 2014) e menos poluentes como veículos elétricos e bicicletas (van Duin *et al.*, 2013; Choubassi *et al.*, 2016; Moolenburgh *et al.*, 2019)

Neste âmbito, o uso da bicicleta para o transporte urbano de mercadorias vem sendo discutido como uma interessante possibilidade por configurar uma forma sustentável para o transporte urbano de carga (Lenz e Riehle, 2013; Gruber *et al.*, 2014; Schwilia *et al.*, 2015; Tipagornwong e Figliozzi, 2014; Riggs, 2016). A utilização da bicicleta como modo de entrega insere-se no conceito de sustentabilidade do transporte urbano de carga (Lenz e Riehle, 2013), podendo ser considerada uma solução de logística urbana.

As bicicletas possuem vantagens no uso comercial, como baixo custo operacional, e, não menos importante, maiores benefícios ambientais (*Transport for London*, 2009). Estudos na Europa e Estados Unidos mostram que a bicicleta pode ser adequada para entregas domiciliares em áreas urbanas (principalmente até 5 quilômetros), cujo tempo de viagem pode ser semelhante ou até menor do que quando realizado por veículos de carga (Schwilia *et al.*, 2015; Conway *et al.*, 2012).

No Brasil, observou-se nos últimos anos um crescimento no uso de bicicletas para a entrega instantâneas, principalmente na entrega de comida pedidas através de aplicativos como Uber Eats, Rappi, Ifood. Porém neste artigo será abordado apenas a entrega de mercadorias provenientes do e-commerce (entregas de último quilômetro) e comércio local (entrega ponto a ponto) feita por todos os tipos de bicicletas citados anteriormente, excluindo a modalidade de entregas instantâneas.

A modalidade de distribuição urbana por bicicletas de carga ainda não é muito difundida no Brasil. Observou-se um crescimento nos últimos anos, porém ainda existe uma carência de estudos sobre esse tipo de entrega para a realidade brasileira. Considerando que 61,1% de toda a logística de cargas no Brasil é feita por transporte rodoviário (notadamente caminhões, vans, etc.), a multimodalidade torna-se um aspecto fundamental para crescimento logístico (Aliança Bike, 2018).

Neste contexto, este trabalho visa caracterizar as empresas de ciclologística que atuam em cidades brasileiras e identificar como a entrega urbana vem sendo realizada por estas empresas. A caracterização das empresas é uma das contribuições deste artigo, cujo entendimento da atividade pode incentivar outras empresas na adoção da bicicleta para a entrega urbana. Além disso, a caracterização da entrega urbana por bicicleta permite identificar os fatores de produtividade das empresas de ciclologística, estimulando a expansão da oferta deste tipo de serviço logístico no Brasil.

2. REVISÃO DA LITERATURA

No contexto brasileiro, tem-se tornado comum observar os *bike couriers* (mensageiros de bicicleta) recolhendo e, principalmente, entregando produtos de bicicleta, muitas vezes, utilizando aplicativos de entrega. Estes entregadores geralmente utilizam uma bicicleta comum e uma mochila para transportar esses produtos. Essas empresas são mais facilmente encontradas em centros comerciais de áreas metropolitanas ou em grandes cidades (Koning e Conway, 2016; Choubassi *et al.*, 2016; Nocerino, 2016; Arnold *et al.*, 2018). Atualmente, os *bike couriers* atuam para empresas de transporte, geralmente cooperativas, que entregam pequenos pacotes, cartas, contratos, dentre outros. Os embarcadores/consumidores são, dentre outros, agências de publicidade, escritórios de advocacia, cartórios, (Maes e Vanelslander, 2012), restaurantes e população em geral.

Schliwa *et al.* (2015) apresentam uma revisão sobre a terminologia usada para denominar os diferentes tipos bicicleta utilizados para entrega urbana. Os termos comuns incluem *cargo bikes* ou *cargo bicycles* (bicicletas de carga), *cargo cycles* e *cargo tricycles* (triciclos de carga), e dependem principalmente do número de rodas, caixas de carga e se são eletro-assistidos ou não. O tipo mais comum, as *cargo bikes*, são capazes de carregar de 50 a 250kg (em alguns casos, até 500kg), expandindo o seu uso consideravelmente (Lenz e Riehle, 2013), além de utilizar caixa de carga e ter assistência elétrica.

Geralmente, os entregadores trabalham em pequena escala, coletando mercadorias e distribuindo-as rapidamente por uma região. O mercado existe, devido às vantagens do ciclismo em áreas urbanas quando comparado com transporte convencional através de caminhões ou vans, pois enfrentam mais facilmente o congestionamento viário. Pode-se afirmar que quanto mais congestionada for uma área urbana, mais vantagem o transporte por bicicletas apresenta (Leonardi *et al.*, 2012; Tipagornwong e Figliozzi, 2014; Wrighton e Reiter, 2016)

A bicicleta vem sendo muito utilizada como alternativa em modelos logísticos na distribuição urbana de último quilômetro em diversas cidades. Este novo modelo logístico, chamado de ciclogística, foi definido por Schliwa *et al.* (2015), como o uso de bicicletas com propulsão humana ou elétrica, bicicletas de carga e triciclos de carga para o transporte de mercadorias, principalmente em áreas urbanas.

Foi conduzido uma revisão sistemática da literatura para identificar o estado da arte da utilização da bicicleta como modo de transporte de mercadorias em áreas urbanas, utilizando a base Google Acadêmico no período de 2008 a 2018. A Figura 1 demonstra o crescimento de publicações sobre a ciclogística, principalmente na última década.

A literatura mostra que o impacto das bicicletas de carga em ambientes urbanos é estudado sob várias perspectivas, desde a caracterização e identificação dos tipos de empresas (Maes e Vanelslander, 2012; Lenz e Riehle, 2013; Leonardi *et al.*, 2014; Rudolph e Gruber, 2017), a investigação de fatores de custo e ambientais (Schliwa *et al.*, 2015; Koning and Conway, 2016), o potencial de mercado no setor de em relação ao tráfego (Tipagornwong e Figliozzi, 2014; Choubassi *et al.*, 2016; Heinrich *et al.*, 2016; Conway *et al.*, 2017), em estudos de caso e projetos pilotos específicos de cidades ou empresas (Nocerino, 2016; Gruber *et al.*, 2013; Verlinde *et al.*, 2014; Navarro *et al.*, 2016; Wrighton e Reiter, 2016) e modelagem matemática a partir de dados reais e testes pilotos (Fikar *et al.*, 2018; Arvisson e Pazirandeh, 2017; Arnold *et al.*,

2018; Conway *et al.*, 2012; Browne *et al.*, 2011; Leonardi *et al.*, 2012, Zhang *et al.*, 2018).

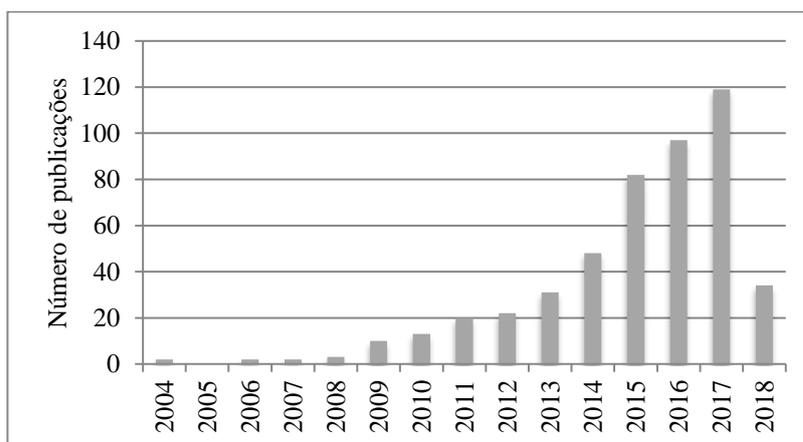


Figura 1: Artigos publicados sobre Ciclogística.

Fonte: Autores

Ao analisar a revisão da literatura, identificou-se escassez de pesquisas sobre *cycle logistics* em países em desenvolvimento. Contudo, isso não significa que bicicletas de carga não sejam usados para entrega urbana fora das regiões em que tais pesquisas foram publicadas.

Tal realidade não difere no Brasil e pouca foi a literatura científica identificada que analisa o uso da bicicleta, especialmente de carga, para distribuição urbana. A literatura descreve as atividades de entrega urbana por bicicleta (Aliança Bike e LabMob, 2018, Hagen *et al.*, 2013; 2017) e os benefícios de combinar a entrega por bicicleta com centros de distribuição móveis (Marujo *et al.*, 2018). Os estudos foram desenvolvidos em São Paulo (Aliança Bike e LabMob, 2018) e Rio de Janeiro (Hagen *et al.* 2013; 2017, Marujo *et al.*, 2018).

Aliança Bike e o LabMob (2018) identificaram que 2.349 entregas diárias são realizadas por bicicleta e triciclo em Bom Retiro (São Paulo) através de uma pesquisa com atacadistas e varejistas que atuam no referido bairro. Hagen *et al.* (2017) identificaram a atuação de 628 bicicletas em sete bairros do Rio de Janeiro, todos 100% movidos a energia humana que realizam um total de 7.524 entregas diárias. Hagen *et al.* (2013) quantificaram a redução da emissão com a utilização da bicicleta para entregas no bairro de Copacabana. Marujo *et al.* (2018) apresentam resultados de um teste utilizando triciclos de carga motorizados ao lado de caminhões convencionais em um procedimento baseado em depósito móvel para acomodar as restrições impostas ao acesso convencional dos veículos de carga em áreas densamente povoadas. O teste foi bem-sucedido na perspectiva da empresa em termos de transporte, meio ambiente e financeiro.

Esta seção deixa evidente a lacuna sobre estudos relacionados a entrega de mercadorias realizada por bicicletas no Brasil. Além desses citados, não identificou-se outros testes em escala real e observa-se uma clara falta de estudos sobre este tipo de entrega para a realidade brasileira. Nesse contexto, este artigo pretende contribuir com a literatura, apresentando a caracterização das empresas de ciclogística e da operação da entrega urbana em cidades brasileiras.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Para a caracterização das empresas de ciclogística e da atividade de entrega urbana realizada por estas, desenvolveu-se um questionário para obtenção de dados. A Tabela 1 apresenta a estrutura do questionário, que é composto de três blocos: o primeiro caracteriza a empresa, o segundo detalha as entregas e o terceiro identifica desafios e dificuldades da utilização da bicicleta para entrega urbana.

Tabela 1: Estrutura do questionário.

Bloco	Tema	Variável	Tipo de resposta
Bloco 1	Caracterização da Empresa	Nome	Nominal
		CEP	Nominal
		Número de funcionários total	Número
		Número de entregadores total	Número
		Faturamento anual	Número
		Ano de início de operações	Número
		Motivador inicial	Nominal
Bloco 2	Caracterização das Entregas	Quantidade de tipo de bicicleta usado	Número
		Compra ou adaptação da bicicleta	Binário
		Formas de contratação de serviço	Nominal
		Número médio de entregas/dia	Número
		Peso médio das mercadorias	Número
		Sazonalidade das entregas	Nominal
		Distância média de entrega	Número
		Tempo médio de entrega	Número
		Tipos de produtos entregues	Nominal
Local para armazenamento de produtos	Nominal		
Bloco 3	Desafios e Dificuldades	Topografia	Escala Likert
		Sindicato	
		Aceitação da população	
		Roubo da mercadoria	
		Acidentes no trânsito	
		Infraestrutura cicloviária	
		Custo da bicicleta adaptada	
		Congestionamento	
		Questões Meteorológicas (intempéries)	
Educação de outros motoristas			

As empresas que realizam entregas por bicicletas no Brasil foram identificadas através do sistema de busca na Internet, utilizando as palavras chaves: “entrega por bicicleta” e “empresas que realizam entregas por bicicleta”. Juntamente com a identificação da empresa, foram obtidos o telefone e o e-mail. Foram realizados contatos telefônicos para convidar as empresas a participar da pesquisa. As empresas que aceitavam participar, era confirmado o e-mail obtido na página da Internet, e enviado um e-mail com o *link* com a pesquisa. Através deste procedimento, 56 empresas do ramo da ciclogística atuando no Brasil foram identificadas na Internet. O contato telefônico permitiu identificar que, 44 continuam em operação. Dessas, 26 empresas confirmaram interesse em participar da pesquisa e obteve-se respostas válidas de 17 empresas. A pesquisa foi realizada no período de agosto a novembro de 2018. Ainda, para conhecer melhor a realidade das empresas de ciclogística, 3 destas foram entrevistadas pessoalmente, com visita à sede da empresa.

Os dados do bloco 1, 2 e 3 foram analisados por estatística descritiva utilizando o *software* R.

As respostas do bloco 3 foram validadas utilizando o alfa de Cronbach para estimar o grau de confiabilidade das respostas decorrentes do questionário (Tavakol e Dennick 2011). Utilizando o método dos intervalos sucessivos, ordenou-se os desafios e dificuldades em ordem de importância, considerando a opinião dos entrevistados. Mais informações sobre o método podem ser obtidas em (Providelo e Sanches, 2011; Oliveira *et al.*, 2018).

Por fim, os dados de operação dos blocos 1 e 2 foram utilizados para identificar relações econométricas entre os fatores de operação das empresas de ciclogística. Para tanto, utilizou-se a análise log-linear, que é apropriada quando pretende-se determinar se existe significância estatística entre três ou mais variáveis discretas. Além disso, desenvolveu-se o modelo de geração de serviço das empresas de ciclogística utilizando o método dos mínimos quadrados (MMQ). Mais informações sobre os métodos podem ser obtidos em Washington *et al.* (2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As empresas que participaram da pesquisa apresentam basicamente o mesmo motivador de início: unir a paixão pelo ciclismo com uma solução logística ecologicamente correta, prática e rápida, trabalhando com algo que gostam. A Tabela 2 apresenta uma breve caracterização das empresas participantes.

Tabela 2: Empresas de ciclogística brasileiras

Empresa	Início das operações	Cidade (Estado)	Tipo de Empresa	Número de Funcionários	Número de Entregadores
1	1996	Belo Horizonte (MG)	Cooperativa	2	2
2	2009	Porto Alegre (RS)	Cooperativa	9	9
3	2010	São Paulo (SP)	Convencional	50	170
4	2011	Curitiba (PR)	Convencional	20	20
5	2012	Guarulhos (SP)	Cooperativa	3	3
6	2012	Rio de Janeiro (RJ)	Cooperativa	7	6
7	2013	São Paulo (SP)	Convencional	52	174
8	2015	Rio de Janeiro (RJ)	Convencional	10	9
9	2015	Vila Velha (ES)	Cooperativa	3	2
10	2016	Blumenau (SC)	Convencional	6	6
11	2016	Joinville (SC)	Cooperativa	8	7
12	2016	Niterói (RJ)	Cooperativa	2	1
13	2017	São Paulo (SP)	Cooperativa	2	12
14	2018	Belo Horizonte (MG)	Cooperativa	16	16
15	2018	Niterói (RJ)	Cooperativa	4	4
16	2018	Recife (PE)	Cooperativa	3	11
17	2018	São Paulo (SP)	Cooperativa	1	1

Nota-se que a maioria das empresas iniciaram as operações recentemente, principalmente nos últimos 4 anos, demonstrando um crescimento na oferta desse tipo de entrega no Brasil. Estas empresas estão localizadas nas principais capitais e cidades brasileiras, confirmando o que foi identificado na revisão da literatura, em que essas empresas são mais eficientes em grandes centros urbanos. Em relação ao faturamento, a maioria das empresas é de pequeno porte, com faturamento anual de até R\$ 25.000 (56%), sendo que apenas 13% com faturamento acima de R\$ 2,5 milhões. As empresas com maior faturamento são do tipo convencional.

As bicicletas comuns são usadas para entregas e para serviços de correio. Apenas duas empresas possuem bicicletas elétricas, que também são bicicletas cargueiras. Ainda, nove empresas utilizam bicicletas de carga, principalmente para entrega de produtos do comércio eletrônico. Estas bicicletas cargueiras foram adaptadas artesanalmente com *design* próprio e de acordo com as necessidades de cada empresa. As empresas relataram que não existe indústria que fabrica bicicleta de carga no Brasil, sendo necessário a fabricação artesanal destas pelas empresas de ciclogística.

Os principais produtos entregues são documentos (entregues por 100% das empresas), seguidos por alimentos (71%), embalagens (59%), livros (35%) e produtos *de e-commerce* (24%). O número de entregas diárias depende do tamanho da empresa, da localização e do número de funcionários. Há uma média de 26 entregas diárias para cooperativas e 2.000 entregas para empresas convencionais, com uma média total de 6 entregas/entregador. O peso dos produtos entregues varia entre 200g e 25 kg. A distância média de entrega é de 3 a 5km, com tempo médio de entrega (da coleta do produto até a entrega no seu destino final) de 15 a 30 minutos, conforme destacado na Figura a e Figura b. A contratação da entrega é feita principalmente por pessoa física ou empresas (84%), podendo ser realizada de diversas maneiras, incluindo aplicativos de mensagem, telefone e e-mail.

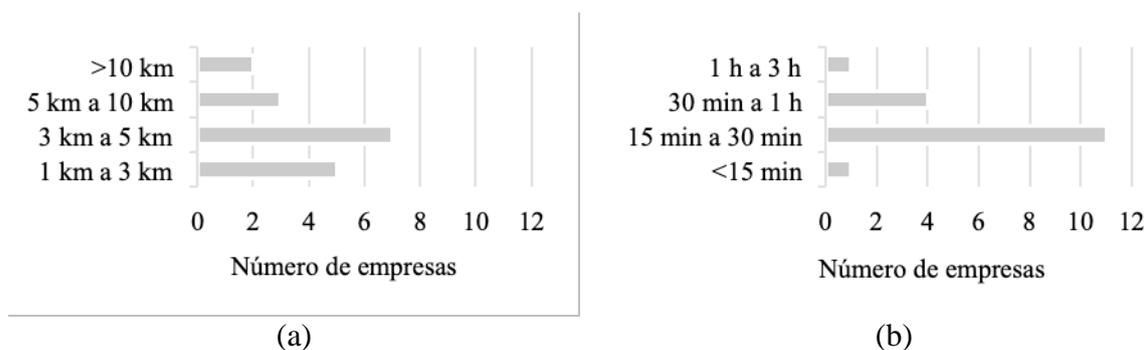


Figura 2: (a) Distância média das entregas e (b) Tempo médio das entregas.

Em relação à existência de um local para armazenamento de produtos, 53% das empresas possuem espaço sem ser dedicado exclusivamente à operação de armazenagem. Apenas uma empresa possui um espaço separado para armazenamento e triagem de produtos, que é caracterizado como um *Mini Hub*.

A Tabela 3 apresenta as medidas de dispersão para as barreiras e dificuldades na entrega urbana por bicicleta, na opinião dos entrevistados. Ainda, é apresentado os resultados do método dos intervalos sucessivos (MIS), que quanto mais próximo de 1 maior é a dificuldade percebida. Pode-se observar que 50% dos entrevistados consideram que a falta de um sindicato e o congestionamento não afetam a entrega por bicicleta e que o alto custo da bicicleta adaptada, o risco de roubo de mercadoria e as questões meteorológicas afetam pouco essa modalidade de entrega. Enquanto isso, 75% consideram que a falta de infraestrutura cicloviária, a falta de educação de outros motoristas e o risco de acidente no trânsito são dificuldades que afetam muito as entregas por bicicleta. Este resultado foi confirmado pela ordenação dos desafios/dificuldades pelo método dos intervalos sucessivos. A infraestrutura cicloviária (*score* = 1,00) e os acidentes de trânsito (0,96) foram identificados como os principais desafios enfrentados pelas empresas de ciclogística na entrega urbana.

Tabela 3: Desafio e dificuldades das entregas utilizando a bicicleta.

Dificuldades enfrentadas	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo	MIS
Topografia	1	2	3	4	5	0,61
Sindicato	1	1	1	3	5	0,55
Aceitação da população	1	1	3	4	5	0,61
Roubo da mercadoria	1	2	2	3	5	0,52
Acidentes no trânsito	2	3	4	4	5	0,96
Infraestrutura cicloviária	2	4	4	5	5	1,00
Custo da bicicleta adaptada	1	1	2	3	5	0,57
Congestionamento	1	1	1	2	4	0,00
Questões Meteorológicas (intempéries)	1	2	2	4	5	0,59
Educação de outros motoristas	1	4	5	5	5	0,79

1 = Não Afeta, 2 = Afeta Pouco, 3 = Neutro, 4 = Afeta Moderadamente e 5 = Afeta Muito

Esse resultado é o mesmo encontrado por Rudolph e Gruber (2017), cujos fatores políticos (leis, regulamentações e incentivos), socioespaciais (morfologia urbana, infraestrutura cicloviária e condições de tráfego) e culturais (valores sociais e normativos) foram identificados como os principais desafios na adoção e na expansão do uso da bicicleta para a distribuição urbana de mercadorias.

Portanto, existe uma evidente oportunidade para o desenvolvimento de políticas públicas que favoreça e incentive essa modalidade de entrega. Para tanto os planos de mobilidade urbana precisam considerar a carga e indicar a bicicleta como modo de transporte de carga sustentável. Ainda a implantação de ciclovias, políticas de estacionamento e zonas de acesso restrito que dificultem o trânsito de carros e veículos de carga em áreas com alta concentração urbana são medidas que se complementam e pode estimular o surgimento de novas empresas de ciclologística. Vale ressaltar que é importante o envolvimento dos *stakeholders* (população, operadores logísticos, embarcadores, varejistas) no processo de implementação dessas medidas, para que a aceitação cultural da bicicleta como forma de entrega seja tranquila e gradual.

A Tabela 4 apresenta o resumo dos dados utilizados nos modelos econométricos e da geração de serviços das empresas de ciclologística. Observa-se uma dispersão dos dados, principalmente quando se considera todas as empresas de ciclologística participantes da pesquisa. No entanto, resta a questão: tais dados operacionais podem explicar a produtividade das empresas de ciclologística?

Tabela 4: Resumo dos dados para modelagem econométrica.

Variáveis	Tipo de empresa	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	Desvio Padrão	3º quartil	Máximo
Entregas diárias	Geral	2	15	25	259,70	678,71	50,00	2500
	Cooperativa	2	9,5	17	21,25	16,50	28,75	50
Entregadores	Geral	1	3	7	26,65	54,96	12,00	174
	Cooperativa	1	2	5	6,17	4,90	9,50	16
Bicicletas	Geral	1	2	4	12,06	20,32	11,00	83
	Cooperativa	1	1,7	3	4,92	4,48	10,00	12

A Tabela 5 apresenta o modelo econométrico que apresentou significância estatística. O modelo 1 permite identificar que o número de bicicletas e de entregadores explicam número de entregas

diárias realizadas pelas empresas de ciclogística, independente do tipo da empresa (geral ou cooperativa).

Tabela 5: Modelo econométrico (GL = graus de liberdade).

Modelo	Variável dependente	Variável independente	Coefficiente	Estatística-z	p-valor	AIC	Desvio Residual
(1) Log-linear (todas empresas)	Número de entregas por dia	Bicicletas	0,008	11,24	< 0,05	1971,4	1878,3 com 15 graus de liberdade
		Entregadores	0,04	134,38	< 0,05		

A Tabela 6 apresenta o modelo de geração de serviços de entregas por bicicleta. O modelo, que atende os pressupostos de linearidade, permite estimar o número de entregas que as empresas de ciclogística realizam diariamente. Desta forma, apesar de existir uma relação entre as variáveis número de entregadores, de bicicletas e de entregas diárias, apenas o número de bicicletas pode explicar esta relação, que é direta e positiva.

Tabela 6: Modelo de geração de serviços de empresas de ciclogística.

Modelo	Coefficiente da variável e intercepto	Teste-t	P-valor	ANOVA	R ²	AIC	Teste Breusch-Pagan (BP)	Teste Shapiro-Wilk (W)
MMQ	Bicicletas 32,37	15,32	<0,05	234,56	0,94	227,1	BP=1,24 p-valor=0,26	W=1,68 p-valor=0,19
	Intercepto -130,70	-2,65						

Os resultados apresentados nesta seção permitem concluir que o número de entregas urbanas realizadas por empresas de ciclogística depende diretamente do número de bicicletas e de entregadores da empresa. Desta forma, para expandir o serviço, as empresas precisam investir em veículos e pessoal. Contudo, esta expansão precisa estar em sintonia com o mercado, com investimento em mini-hubs ou centros de distribuição urbana dedicados a estes locais de demanda, conforme afirmado por Conway *et al.* (2017). Contudo, a expansão deste tipo de serviço só será possível com a implantação de um plano de mobilidade urbana que considere a bicicleta como modo de entrega, associado com políticas de estacionamento e zonas de acesso restrito que dificultem o trânsito de veículos de carga em áreas adensadas.

5. CONCLUSÃO

Na atualidade, muito se discute sobre a sustentabilidade e a otimização do processo da distribuição de mercadorias. Neste âmbito, o uso da bicicleta para o transporte urbano de mercadorias vem sendo discutido como uma interessante possibilidade por configurar uma forma sustentável para o transporte urbano de carga. A utilização da bicicleta como modo de entrega insere-se no conceito de sustentabilidade do transporte urbano de carga e pode ser considerada uma solução de logística urbana.

As bicicletas possuem vantagens no uso comercial, como baixo custo operacional, e, não menos importante, maiores benefícios ambientais. No entanto, o uso de bicicletas para distribuição urbana não é muito difundido no Brasil, além de não existirem testes em escala real e uma carência de estudos sobre esse tipo de entrega para a realidade brasileira.

Neste artigo foi apresentado os resultados de uma pesquisa, com 17 empresas de ciclogística que atuam no Brasil. As informações obtidas com as empresas permitiram fazer a caracterização

das mesmas e da operação da entrega urbana em cidades brasileiras por bicicleta. É interessante ressaltar que a amostra englobava dois tipos de empresa: cooperativas e convencionais

Ainda, a infraestrutura cicloviária e os acidentes de trânsito foram identificados como os principais desafios enfrentados pelas empresas de ciclogística na entrega urbana, através da aplicação do método dos intervalos sucessivos.

Do ponto de vista do poder público, os resultados permitem concluir que os planos de mobilidade urbana precisam considerar a carga e incluir medidas para que a bicicleta seja utilizada como modalidade de entrega por mais empresas de ciclogística. Destaca-se que isto é possível com a implantação de ciclovias associado com medidas de restrição de acesso e estacionamento em áreas adensadas. Estas medidas reduzem os desafios enfrentados pelas empresas de ciclogística e podem estimular a expansão da oferta de entregas utilizando a bicicleta.

Do ponto de vista da empresa, identificou-se que o número de entregadores e bicicletas influenciam na produtividade da empresa, isto é, quando maior o número de entregadores e bicicletas, maior pode ser o número de entregas realizadas pelas empresas. Como consequência, o aumento da oferta de serviços de ciclogística pode aumentar o lucro e melhorar o nível de serviço ao cliente com um menor tempo de entrega, por exemplo. O nível de serviço pode ser um fator decisivo na contratação de uma empresa de entrega urbana. Associar estes benefícios com a redução da emissão de poluentes pode criar uma imagem de comprometimento com o meio ambiente, tornando-se um fator adicional e decisivo na contratação dos serviços de uma empresa de ciclogística.

Concluindo, a bicicleta como modo de entrega em áreas urbanas podem trazer benefícios para todos os envolvidos e precisa ser visto como uma importante estratégia para melhoria da mobilidade urbana.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e a CAPES pelo suporte a pesquisa. Ainda, as autoras agradecem às empresas de ciclogística que participaram desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliança Bike (2018) Logistics Cycle: deliveries of bicycle and tricycle in Bom Retiro. Report. Disponível em: http://www.aliancabike.org.br/assets/_docs/20_04_2018_16_44_ciclogistica_bom_retiro
- Allen, J.; Browne, M.; Woodburn, A. E.; Leonardi, J. (2014) A review of urban consolidation centres in the supply chain based on a case study approach. *Supply Chain Forum: an international journal*, v. 15, n. 4, p. 100-112. DOI: 10.1080/16258312.2014.11517361
- Amaral, J. e Cunha, C. (2017) Proposta de Método de Avaliação e Comparação da Eficiência de Malhas Viárias para Distribuição Urbana de Carga Utilizando Critérios de Impedância. Em: XXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Recife.
- Arnold, F.; Cardenas, I.; Sörensen, K. e Dewulf, W. (2018) Simulation of B2C e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points. *European transport research review*, v. 10(1), p. 2. DOI: 10.1007/s12544-017-0272-6
- Arvidsson, N. e Pazirandeh, A. (2017) An ex ante evaluation of mobile depots in cities: A sustainability perspective. *International Journal of Sustainable Transportation*, v. 11, n. 8, p.623-632. DOI: 10.1080/15568318.2017.1294717
- Behrends, S., Lindholm, M.e Woxenius, J. (2008) The Impact of Urban Freight Transport: A Definition of Sustainability from an Actor's Perspective. *Transportation Planning and Technology*, v. 31, No. 6, p. 693-713. DOI: 10.1080/03081060802493247

- Benjelloun, A. e Crainic, T.G. (2008) Trends, challenges, and perspectives in city logistics. *Transportation and land use interaction, proceedings TRANSLU*, v. 8, p.269-284.
- Browne, M.; Allen, J.; e Leonardi, J. (2011) Evaluating the use of an urban consolidation centre and electric vehicles in central London. *IATSS research*, v. 35, n. 1, p. 1-6. DOI: /10.1016/j.iatssr.2011.06.002
- Choubassi, C.; Seedah, D.P.; Jiang, N. e Walton, C.M. (2016) Economic analysis of cargo cycles for urban mail delivery. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 2547, p. 102-110. DOI: /10.3141/2547-14
- Conway, A.; Cheng, J.; Kanga, C. e Wan, D. (2017) Cargo cycles for local delivery in New York City: Performance and impacts. *Research in Transportation Business & Management*, v. 24, p. 90-100. DOI: 10.1016/j.rtbm.2017.07.001
- Conway, A.; Fatisson, P.E.; Eickemeyer, P.; Cheng, J. e Peters, Z. (2012) Urban micro-consolidation and last mile goods delivery by freight-tricycle in Manhattan: Opportunities and challenges. In *Conference proceedings, Transportation Research Board 91st Annual Meeting*.
- Dablanc, L. (2007) Goods transportation in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(3), 280-285. DOI: /10.1016/j.tra.2006.05.005
- Diziain, D.; Taniguchi, E. e Dablanc, L. (2014) Urban logistics by rail and waterways in France and Japan. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p.159-170. DOI: /10.1016/j.sbspro.2014.01.1464
- Fikar, C.; Hirsch, P. e Gronalt, M. (2018) A decision support system to investigate dynamic last-mile distribution facilitating cargo-bikes. *International Journal of Logistics Research and Applications*, v, 21(3), p. 300-317. DOI: /10.1080/13675567.2017.1395830
- Gruber, J. e Kihm, A. (2016) Reject or embrace? Messengers and electric cargo bikes. *Transportation research procedia*, v. 12, p. 900-910. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.02.042
- Gruber, J.; Ehrler, V. e Lenz, B. (2013) Technical potential and user requirements for the implementation of electric cargo bikes in courier logistics services. In *13th World Conference on Transport Research*.
- Gruber, J.; Kihm, A. e Lenz, B. (2014) A new vehicle for urban freight? An ex-ante evaluation of electric cargo bikes in courier services. *Research in Transportation Business & Management*, v. 11, p. 53-62. DOI: /10.1016/j.rtbm.2014.03.004
- Hagen, J.X.; Lobo, Z. e Linke, C.C. (2017). Clean, Silent, Space-Efficient and Non-trivial Urban Freight Delivery: An Overview of Cycle Logistics in Rio de Janeiro (No. 17- 05735).
- Hagen, J.; Lobo, Z. e Mendonça, C. (2014) The Benefits of Cargo Bikes in Rio de Janeiro: A Case Study.
- Heinrich, L.; Schulz, W.H. e Geis, I. (2016) The impact of product failure on innovation diffusion: the example of the cargo bike as alternative vehicle for urban transport. *Transportation research procedia*, v. 19, p. 269-271. DOI: /10.1016/j.trpro.2016.12.086
- Holguín-Veras, J.; Wang, X.; I. Sánchez-Díaz; S. Campbell; Hodge, S. D; Jaller, M. e Wojtowicz, J. (2017) Fostering unassisted off-hour deliveries: The role of incentives. *Transportation Research Part A*, 102, 172-187. DOI: /10.1016/j.tra.2017.04.005
- Kijewska, K. e S. Iwan, S. (2016) Analysis of the functioning of urban deliveries in the city centre and its environmental impact based on Szczecin example. *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 739-749. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.02.028
- Kin, B.; Verlinde, S.; Mommens, K. e Macharis, C. (2017) A stakeholder´ based methodology to enhance the succes of urban freight transport measures in a multi-level governance context. *Research in Transport Economics*, v. 65, p. 10-23. DOI: 10.1016/j.retrec.2017.08.003
- Koning, M. e Conway, A. (2016) The good impacts of biking for goods: Lessons from Paris city. *Case studies on transport policy*, v. 4(4), p. 259-268. DOI: /10.1016/j.cstp.2016.08.007
- Lenz, B. e Riehle, E. (2013) Bikes for Urban freight? Experience for the European case. In *Conference Proceedings, Transportation Research Board 92th Annual Meeting*. DOI: 10.3141/2379-05
- Leonardi, J.; Browne, M. e Allen, J. (2012) Before-after assessment of a logistics trial with clean urban freight vehicles: A case study in London. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 39, 146-157. DOI: /10.1016/j.sbspro.2012.03.097
- Leonardi, J.; Browne, M.; Allen, J.; Bohne, S. e Ruesch, M. (2014) Best practice factory for freight transport in Europe: demonstrating how ‘good’ urban freight cases are improving business profit and public sectors benefits. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p. 84-98. DOI: /10.1016/j.sbspro.2014.01.1458
- Maes, J. e Vanellander, T. (2012) The use of bicycle messengers in the logistics chain, concepts further revised. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 39, p. 409-423. DOI: /10.1016/j.sbspro.2012.03.118
- Marujo, L.G.; Goes, G.V.; D’agosto, M.A.; Ferreira, A.F.; Winkenbach, M. e Bandeira, R.A. (2018) Assessing the sustainability of mobile depots: The case of urban freight distribution in Rio de Janeiro. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 62, p. 256-267. DOI: /10.1016/j.trd.2018.02.022
- Mommens, K.; Lebeau, P.; Verlinde, S.; Van Lier, T. e Macharis, C. (2018) Evaluating the impact of off-hour

- deliveries: An application of the TRansport Agent-BAsed model. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 62, p. 102-111. DOI: /10.1016/j.trd.2018.02.003
- Moolenburgh, E.; van Duin, R.; Balm, S.; Altemburg, M. e Ploos Van Amstel, W. (2019) Logistics concepts for light electric vehicles: multiple case study from the Netherlands. City Logistics Conference, Dubrovnik.
- Navarro, C.; Roca-Riu, M.; Furió, S. E Estrada, M. (2016) Designing new models for energy efficiency in urban freight transport for smart cities and its application to the Spanish case. *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 314-324. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.02.068
- Nocerino, R.; Colorni, A.; Lia, F. e Luè, A. (2016) E-bikes and E-scooters for smart logistics: environmental and economic sustainability in pro-E-bike Italian pilots. *Transportation Research Procedia*, v. 14, p. 2362-2371. DOI: /10.1016/j.trpro.2016.05.267
- Oliveira, L. K., Barraza, B., Bertocini, B. V., Isler, C. A., Pires, D. R., Madalon, E. C. N., Lima, J., Vieira, J. G. V., Meira, L. H., Bracarense, L. S. F. P., Bandeira, R. A., Oliveira, R. L. M., Ferreira, S. (2018) “An Overview of Problems and Solutions for Urban Freight Transport in Brazilian Cities”, *Sustainability*, Vol. 10, p. 1233. DOI: 10.3390/su10041233
- Providelo, J. K. and Sanches, S. P. (2011) Roadway and traffic characteristics for bicycling. *Transportation*, Vol. 38, pp. 765-777. DOI:10.1007/s11116-011-9353-x
- Riggs, W. (2016) Cargo bikes as a growth area for bicycle vs. auto trips: Exploring the potential for mode substitution behavior. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, v. 43, p. 48-55. DOI: /10.1016/j.trf.2016.09.017
- Rødseth, K. (2017) Productivity growth in urban freight transport: An index number approach. *Transport Policy*, v. 56, p. 86-95. DOI: /10.1016/j.tranpol.2017.02.009
- Rudolph, C. e Gruber, J. (2017) Cargo cycles in commercial transport: Potentials, constraints, and recommendations. *Research in Transportation Business & Management*, 24, 26-36. DOI: /10.1016/j.rtbm.2017.06.003
- Senna, L. A. S. (2014) *Economia e Planejamento dos Transportes*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Schliwa, G.; Armitage, R.; Aziz, S.; Evans, J. e Rhoades, J. (2015) Sustainable city logistics—Making cargo cycles viable for urban freight transport. *Research in Transportation Business & Management*, v.15, p.50-57. DOI: /10.1016/j.rtbm.2015.02.001
- Taniguchi, E. (2014) Concepts of city logistics for sustainable and liveable cities. *Procedia-social and behavioral sciences*, v. 151, p. 310-317. DOI: /10.1016/j.sbspro.2014.10.029
- Tavakol, M.; Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach’s alpha. *International Journal of Medical Education*, v. 2, p. 53-55. DOI: 10.5116/ijme.4dfb.8dfd
- Tipagornwong, C. e Figliozzi, M. (2014) Analysis of competitiveness of freight tricycle delivery services in urban areas. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v.2410, p. 76-84. DOI: doi.org/10.3141/2410-09
- Transport For London (2009) *Cycle Freight in London: A scoping study*.
- Van Duin, J. H. R.; Tavasszy, L. A.; E Quak, H. J. (2013) Towards E (lectric)-urban freight: first promising steps in the electric vehicle revolution. DOI: 10077/8875
- Verlinde, S. e Macharis, C. (2016) Who is in favor of off-hour deliveries to Brussels supermarkets? Applying Multi Actor Multi Criteria analysis (MAMCA) to measure stakeholder support. *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 522-532. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.02.008
- Verlinde, S.; Macharis, C.; Milan, L. e Kin, B. (2014) 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, p. 361-373. DOI: /10.1016/j.trpro.2014.11.027
- Washington, S.; Karlaftis, F.; Mannering, M. (2011) *Statistical and econometric methods for transportation data analysis*. Chapman & Hall/CRC: Boca Raton.
- Wrighton, S. e Reiter, K. (2016) CycleLogistics—moving Europe forward!. *Transportation research procedia*, v. 12, p. 950-958. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.02.046.
- Zhang, L.; Matteis, T.; Thaller, C. e Liedtke, G. (2018) Simulation-based assessment of cargo bicycle and pick-up point in urban parcel delivery. *Procedia Computer Science*, v.130, p.18-25.