

# USO DE BIG DATA PARA COMPREENSÃO DO FENÔMENO DO TRANSPORTE URBANO DE CARGAS: UMA ANÁLISE DA GERAÇÃO DE ENTREGAS

**Carlos Alberto Brandão Filho**

**Felipe Macena Alves**

**Bruno Vieira Bertoncini**

Universidade Federal do Ceará

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o fenômeno do transporte urbano de cargas sob a ótica da geração de entregas urbanas de cargas, tendo como base o uso de dados secundários, organizados em um big data obtido a partir de dados de documentos fiscais. Pesquisadores têm uma compreensão limitada dos fluxos urbanos de mercadorias, devido à escassez de dados detalhados de tais taxas. Neste texto, um big data obtido a partir de documentos fiscais, fonte secundária de informação e fortemente relacionada com consumo de mercadorias, apresenta-se como uma fonte relevante de dados para a compreensão do fenômeno. Contudo, foi preciso selecionar os dados que pudessem auxiliar nessa compreensão sem violar o sigilo fiscal das empresas. Diante dos dados obtidos, foram analisadas as características da geração de entregas de cargas ao longo do tempo quanto à distribuição espacial por região e atividade econômica. Observou-se uma tendência de descentralização da geração de entregas de mercadorias, além da constatação que estabelecimentos menores, porém aglutinados, impactam mais na atração de entregas do que grandes estabelecimentos juntos.

**Palavras-chave:** Transporte Urbano de Mercadorias; Geração de Entregas; Notas Fiscais; Dados Secundários; Big Data

## ABSTRACT

This work propose analyses the phenomenon of urban freight transport from the perspective of the freight generation deliveries, based on the use of secondary data, organized in a big data obtained from data of fiscal documents. Researchers have limited knowledge about the urban freight transport, because freight transport information are scarce. In this paper, fiscal documents big data as a source of information to freight transport comprehension is available. However, it was necessary to select the data contained in the fiscal documents that could assist in obtaining production and trip attraction without violating the company's fiscal confidentiality. Considering the data obtained, it was analyzed the features of the generation of trips for freight transport over time as for spatial distribution by region and economic activity. There was a trend towards a decentralization of the generation of goods deliveries, in addition to the fact that smaller, but agglutinated establishments have a greater participation in the attraction of deliveries than large establishments together.

## 1. INTRODUÇÃO

Tudo que a cidade demanda, consome e, conseqüentemente, gera de resíduos depende do transporte urbano de cargas. Nuzzolo, Crisalli e Comi (2012) evidenciam que mesmo sendo necessário, o transporte urbano de cargas causa muitos transtornos à população, como congestionamentos, poluição, ruído, vibração, acidentes, entre outros. Mas o transporte de mercadorias, apesar de importante e de gerar esses impactos negativos no ambiente urbano, tem sido negligenciado pelo planejamento urbano de transportes (DABLANC, 2009). Diante desse contexto, é inevitável que planejadores, gestores e operadores de transportes tenham maior interesse no desenvolvimento de melhores métodos para compreensão do transporte de cargas. Contudo, existe dificuldade de obtenção de dados, pois o sistema de transporte de cargas é complexo, envolvendo diversos atores, cada qual com diferentes objetivos (ORTUZAR; WILLUMSEN, 2011).

Assim, prever o fluxo de cargas constitui atividade complexa, dado que os mesmos são influenciados por diferentes variáveis como tipo de veículo, leis da região, infraestrutura, transportadoras, receptores, etc. Obter essas informações de maneira direta não é simples e tem custo elevado (ORTUZAR; WILLUMSEN, 2011). Para contornar isso, é possível utilizar

dados indiretos, ou seja, dados que não são obtidos por uma amostragem de viagens, mas podem ser usados para obter o fluxo de viagens (HOLGUIN-VERAS et al., 2012).

Zargari e Hamedani (2006), Holguin-Veras et al. (2012) propuseram a utilização de dados indiretos de contagem de tráfego para estimar as viagens do transporte de cargas. Tavasszy e Jong (2014) apresentam como outra fonte de dados secundários: dados de documentos fiscais, estes dados têm a facilidade de coleta, visto que não é necessário ir a campo para obtê-los, tornando a utilização dos documentos fiscais um método com baixo custo de aplicação. No entanto para utilização desses dados fiscais é necessária a autorização dos órgãos competentes. Santos (2015) propôs um método para obtenção de informações sobre o fluxo de mercadorias a partir de dados de documentos fiscais. Porém, o método proposto apresenta limitação em virtude da necessidade em se manter o sigilo fiscal das empresas. (SANTOS, 2015).

No contexto brasileiro, algumas pesquisas recentes foram desenvolvidas com o objetivo de compreender o transporte urbano de cargas (PEREIRA; OLIVEIRA, 2014; OLIVEIRA et al., 2016; FERREIRA, 2016). No entanto, essas pesquisas não verificaram qual a participação das atividades econômicas e da geografia no fenômeno do transporte de cargas, bem como não analisaram o comportamento desse fenômeno ao longo do tempo. Tais informações são importantes para o planejamento do transporte de cargas, uma vez que auxiliam na definição de quais atividades econômicas e quais regiões devem ser priorizadas.

Nuzzolo et al. (2012) fez uma revisão do estado da arte da modelagem do transporte de carga e constatou a existência de diferentes bases de referência para os modelos que envolvem o transporte de cargas, podendo ser baseada em veículo, em mercadoria ou em entregas. Portanto, o transporte urbano de cargas pode ser representado por toneladas de mercadorias, ou viagens de veículos, ou entregas realizadas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar o fenômeno do transporte urbano de cargas sob a ótica da geração de entregas urbanas de cargas, tendo como base o uso de dados secundários, organizados em um big data obtido a partir de dados de documentos fiscais, tendo como objeto de estudo a cidade de Fortaleza - CE.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE URBANO DE CARGAS**

Com o crescimento no número de veículos de carga trafegando dentro dos grandes centros urbanos, há a necessidade de desenvolvimento de estudos e ferramentas que permitam entender melhor como esse sistema funciona, quais suas consequências e como mitigá-las. Uma das etapas necessárias para que seja possível o melhor entendimento do fenômeno do transporte de carga urbana é a aquisição, tratamento e análise de dados, que possam apoiar o processo de planejamento.

Nas últimas duas décadas, planejadores têm representado a evolução das cidades durante uma era onde a informação e as tecnologias de comunicação exercem influência crescente e generalizada sobre a natureza, a infraestrutura urbana, a administração, a atividade econômica e a vida cotidiana (KITCHIN, 2014). Dessa forma, é necessário que essas informações sejam armazenadas e tratadas de forma adequada para análises posteriores e, conseqüentemente, para que embasem futuras tomadas de decisão.

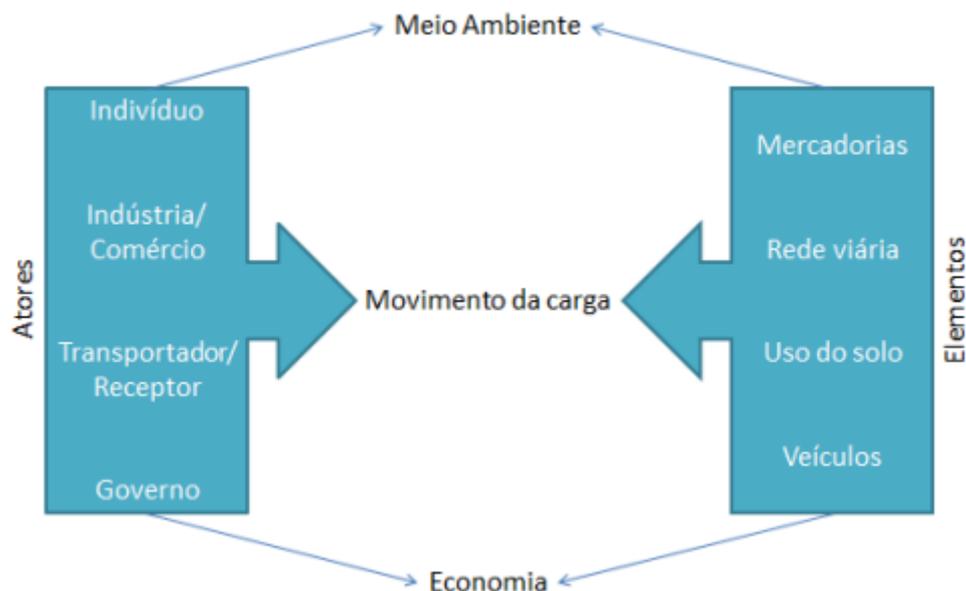
Como em diversas áreas, o uso de grandes bases de dados pode ser bastante útil para o processo de planejamento. Para Batty (2013), a atual quantidade de dados está, certamente, enriquecendo a compreensão de como as cidades funcionam e está oferecendo novas oportunidades de interação social e apoiando a tomada de decisão.

Entretanto, um dos grandes desafios para os analistas e planejadores vem sendo, justamente, o acesso, a coleta e o tratamento de dados para embasar as tomadas de decisão. Geralmente, a obtenção de dados é o maior empecilho para o prosseguimento dos esforços de planejamento de sistemas de transporte, em especial quando se analisa o transporte de carga, pois as coletas em campo, na maioria das vezes, gastam muito tempo, dinheiro e recursos. Além disso, empresas privadas, muitas vezes, não estão dispostas a fornecer seus dados e os fluxos de mercadorias mudam com o tempo, fazendo com que as coletas devam ser realizadas periodicamente.

Governos e empresas vêm produzindo gigantescas bases de dados que contêm informações ricas e que podem contribuir com o processo de planejamento, especialmente no que diz respeito à compreensão sobre a geração de viagens. Apesar da importância destes dados, ainda é muito complicado conseguir que esses agentes os disponibilizem. Deve-se lembrar que muitas bases de dados carregam inconsistências, devido a problemas na coleta, tabulação, ou por dificuldades de organizar uma quantidade muito grande de informação. Muitas informações úteis podem ser extraídas de forma indireta, a partir da utilização de dados secundários, como costuma-se chamar. Os dados secundários são dados que não foram coletados com o propósito de embasar um certo tipo de trabalho, mas podem fornecer valiosas informações para tal. Utilizar dados secundários tem algumas desvantagens significativas. Como as informações foram desenvolvidas para outros usos, dificilmente uma única base de dados atenderá as necessidades de um trabalho.

Utilizar diferentes fontes de dados requer consistência entre as fontes, entretanto é comum que diferentes bases de dados possuam diferentes sistemas de classificação, de agregação e, até mesmo, sistemas unitários. Geralmente, muito esforço é necessário para compatibilizar as diferentes fontes de informações usadas (GIULIANO et al., 2010). É comum que dados brutos sejam organizados de forma que inviabilizem ou tornem muito complicada a sua utilização para a finalidade desejada. Devido a isso, frequentemente é necessário manipular as bases de dados.

Retomando o raciocínio sobre o transporte urbano de carga, comumente entendido como a movimentação de objetos dentro da área urbana, tem-se que lembrar que tal atividade é fruto de interação entre os atores (diversos), elementos (alguns físicos) e com grande influência sobre o meio ambiente e a economia, tal qual sintetizado na Figura 1 mostra a estrutura do sistema de transporte de carga urbana. Assim, o potencial de informações sobre o sistema é grande, dado que muitos entes estão envolvidos. A dificuldade, para além da aquisição, está em definir qual seria a informação e o que, ou para que, a mesma teria serventia.



**Figura 1:** Elementos envolvidos no movimento urbano de cargas (Fonte: Adaptado de Woudsma, 2001)

Para Sánchez-Díaz (2016), a falta de conhecimento sobre os sistemas de transporte de carga e sobre o comportamento dos agentes transportadores de carga, assim como a deficiente quantificação do problema, é uma das razões que explicam os insatisfatórios resultados de iniciativas que pretendiam melhorar a eficiência da atividade de transporte de carga, seja do ponto de vista mercadológico, seja do ponto de vista público, em especial a interferência deste transporte na sociedade. Consequentemente, os esforços para coletar dados de qualidade e desenvolver modelos sobre o transporte urbano de carga estão conectados para melhorar o conhecimento sobre os sistemas, para facilitar a formulação de iniciativas adequadas e para suportar a tomada de decisão dos agentes públicos.

Allen (2002), Giuliano et al. (2010), Holguín-Veras et al. (2010), NCFRFP (2012) e NCFRFP (2017), apresentam as fontes de dados de informação sobre o transporte urbano de cargas como deficiências nos processos de caracterização do transporte urbano de cargas. Diante dessas pesquisas recente, as quais foram desenvolvidas no contexto dos Estados Unidos, país com tradição na realização de pesquisas em transportes, é possível inferir que o estudo do transporte urbano de cargas num contexto global sofre com limitações na obtenção de dados fundamentais. Neste contexto, restam aos pesquisadores duas abordagens: desenvolver um método com os dados disponíveis, muitas vezes indiretos; ou coletá-los de forma direta, o que é excessivamente caro. Além disso, é preciso considerar se os estabelecimentos irão fornecer as informações (SANTOS, 2015).

Segundo Ferreira (2016), para que o planejamento eficiente do transporte urbano de carga seja implementado é necessário compreender o fluxo de veículos de carga no espaço urbano. Talvez ainda mais básico do que compreender os fluxos, que são decorrentes de iteração entre sistema de atividades e a sociedade, compreender a geração de viagens torna-se imprescindível, pois a partir daí é possível realizar previsões, entender as variáveis que estão influenciando a produção e a atração de viagens e saber quais medidas serão mais efetivas para determinadas finalidades. Como a modelagem do transporte de passageiros é mais usual,

como defendem diversos autores, a Tabela 1 é útil para entender as diferenças entre os dois tipos de transporte.

**Tabela 1:** Características do transporte de passageiros e do transporte de cargas

<b>Características</b>	<b>Passageiros</b>	<b>Cargas</b>
Demanda gerada	Viagem de passageiros	Toneladas produzidas ou consumidas em uma região
Tráfego gerado	Volume de automóveis, ônibus, bicicletas, etc	Volume de caminhões, veículos transportando cargas
Variáveis influenciadoras	Renda, uso do solo, estrutura familiar, concentração de atividades	Atividade econômica, tipo de empresas, tamanho das empresas, número de empregados, uso do solo
Correspondência entre demanda e tráfego gerados	Muito alta, praticamente 1 para 1 em áreas onde o compartilhamento de veículos é baixo	Muito baixa, grandes empresas podem produzir quantidade enorme de carga, mas não produzir tráfego de forma tão elevada, o que influencia é o tamanho do equipamento de transporte. Pequenas empresas podem produzir muito tráfego em comparação com a quantidade de carga produzida.

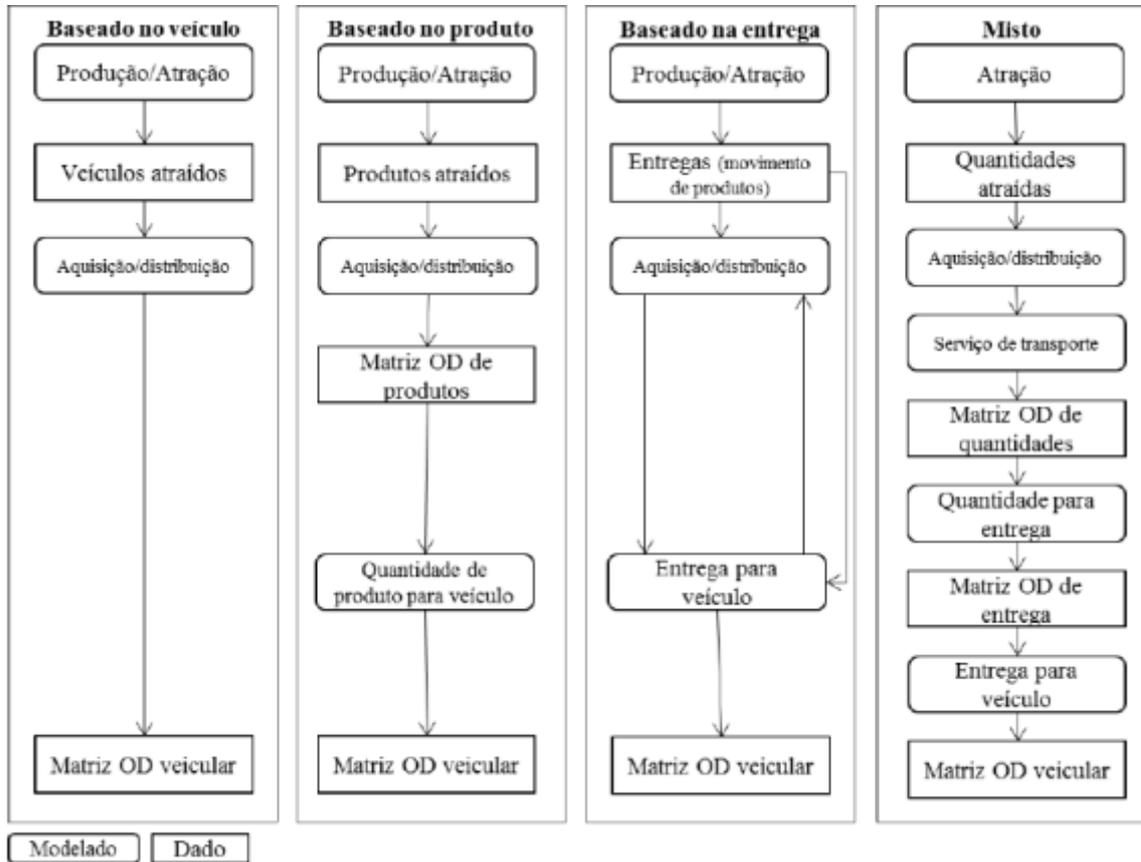
Fonte: Adaptado de Holguin-Veras et al (2012)

A geração de viagens de carga refere-se ao número de veículos de carga necessário para transportar a carga ofertada/demandada entre regiões. Normalmente, a geração de viagens de carga é mensurada em número de viagens de veículos de carga (HOLGUÍN-VERAS et al., 2012). Com a geração de viagens de carga pode-se, por exemplo, conhecer quais regiões estão recebendo mais viagens e quais estão originando mais viagens e, dessa forma, entender quais regiões precisam de mais atenção, ou até mesmo onde intervir. A geração de viagens também pode ser muito útil quando pretende-se planejar o uso e ocupação do solo de uma cidade.

De acordo com Nuzzolo et al. (2009), a maioria dos modelos propostos foi desenvolvida dentro da abordagem de modelagem sequencial considerando três categorias de modelos, baseados no veículo, nas mercadorias e na entrega. Comi et al. (2012) acrescentam, em pesquisa sobre o estado da arte da modelagem da demanda do transporte urbano de carga, acrescentam mais uma categoria, o modelo misto (Figura 2).

Das quatro estruturas apresentadas por Comi et al (2012), a que assume as entregas como unidade de referência aparenta ter forte aderência ao processo de caracterização do transporte urbano de carga. A estrutura desta abordagem consiste em uma sequência de modelos baseados em estatística descritiva que permitem simular os fluxos de entrega. Permite acompanhar o processo decisório subjacente à definição de viagens de entregas e, assim, é uma boa ferramenta na avaliação prévia das medidas de logística da cidade que influenciam este passo. Contudo, estes tipos de modelos, diferente dos modelos baseados em produto, falham em determinar mudanças nos mecanismos subjacentes à demanda de cargas (COMI et al, 2012). Mas, por sua vez, tenha maior aderência ao uso de dados secundários, por exemplo, dados que expressem transações comerciais, tal qual as notas fiscais, dado que os próprios autores mencionam que para cada entrega, em média, o número de notas emitidas é próximo

de uma unidade. Logo, com uma base de dados fiscais (uma amostra de todas as transações comerciais) é possível estimar a participação dos bairros e das atividades econômicas na geração de entregas de cargas.



**Figura 2:** Estrutura de modelos de demanda por transporte de carga (Fonte: Adaptado de Comi et al, 2012)

A nota fiscal eletrônica (NF-e) pode ser definida como um documento digital que registra, uma operação de circulação de mercadorias ou prestação de serviços. Esse documento contém dados do contribuinte remetente, do destinatário e dos produtos ou serviços negociados. Hamedani e Zargari (2006) e Santos (2015) desenvolveram pesquisas utilizando dados obtidos de documentos fiscais. Santos (2015) propõe explorar o banco de dados da nota fiscal eletrônica por meio de um método documental, o qual atende às características específicas do transporte urbano de cargas. Esse banco de dados recebe informações sigilosas de modo obrigatório das empresas e, ao mesmo tempo, cria um repositório de dados valioso que pode trazer informações importantes para o avanço dos estudos do transporte urbano de cargas. Santos (2015) selecionou campos disponíveis na base de documentos fiscais do Distrito Federal, foram campos obtidos de informações das notas fiscais eletrônicas e do cadastro fiscal do contribuinte do Distrito Federal. O método proposto por Santos (2015) apresenta limitação em virtude da necessidade de manter o sigilo fiscal das empresas (SANTOS, 2015).

### 3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado na cidade de Fortaleza – CE. Foram consideradas apenas as transações comerciais realizadas mensalmente com origem e destino na cidade em questão. Também foi considerado um zoneamento da cidade com 121 bairros

### 3.1. Consolidação da base de dados

Cada transação comercial deve ser registrada por um documento fiscal. No caso de produtos, a transação é registrada por uma nota fiscal eletrônica. Essa nota é enviada pela internet à secretaria da fazenda de cada estado, que valida ou não a emissão da nota fiscal. Sendo autorizada, a transação comercial pode ser realizada e a informação dessa transação fica armazenada na base de dados da secretaria da fazenda, formando assim um grande conjunto de dados, isto é, um big data. Quando o destinatário recebe a nota fiscal, ele tem que manifestar esse recebimento à secretaria da fazenda. Com isso, a secretaria passa a ter o conhecimento que, de fato, a transação comercial foi realizada.

As variáveis foram selecionadas conforme os aspectos: potencial de informação agregada no dado; apresentem informações sobre tempo, ou localização, ou classe das empresas, ou quantidades que se relacione com informações de transporte; respeito a manutenção do sigilo fiscal da empresa, ou ente envolvido; e consistência dos dados, ou não necessitem de um tratamento manual de cada dado, visto que por se tratar de um big data isso inviabilizaria o método. Além disso, a possibilidade de obter essas informações fiscais em outras regiões foi considerada, pois no território brasileiro existem informações que não são disponibilizadas por todos os estados. Portanto, as variáveis contidas nos documentos fiscais que foram selecionadas estão representadas na Tabela 2.

**Tabela 2:** Variáveis contidas nas notas fiscais e que foram selecionadas para o estudo

Nome do Campo	Dado	Nome do Campo	Dado
ANO	Ano de emissão do documento	MUNICIPIO_DES	Município de destino do documento
MÊS	Mês de emissão do documento	BAIRRO_DES	Bairro de destino do documento
UF_EMI	Estado de emissão do documento	CEP_DES	CEP do local de destino do documento
MUNICIPIO_EMI	Município de emissão do documento	CNAE_DEST	CNAE da empresa destinatária
BAIRRO_EMI	Bairro de emissão do documento	PES_BRUTO	Peso bruto dos produtos transportados
CEP_EMI	CEP do local de origem do documento	QTD_VOLUME	Volume dos produtos transportados
CNAE_EMITENTE	CNAE da empresa emitente	QTDE_NFS	Quantidade de documentos fiscais emitidos
UF_DES	Estado de destino do documento		

Apesar de municípios vizinhos a Fortaleza-CE apresentarem um fluxo de viagens de cargas com a Capital cearense, o escopo deste trabalho, por simplificação, contempla apenas as viagens de transporte de cargas com origem e destino na própria cidade. Destaca-se que nem todas as notas fiscais emitidas geram viagens, por isso filtrou-se os setores econômicos que geram movimentação de mercadorias, com base no CNAE\_EMI (Classificação Nacional da Atividade Econômica das empresas que emitiram as notas fiscais). Foram selecionados os CNAEs referentes a indústrias, distribuidoras e atacadistas, visto que os produtos comercializados por essas empresas geram entregas de mercadorias.

Houve a necessidade de ajustes na base de dados, com vistas a corrigir inconsistências dos dados fornecidos, por exemplo, grafia errada do nome do bairro. Neste caso, optou-se por fazer uso de informações de CEP, para definir os bairros de origem e destino, excluindo aqueles que não foram informados. Tal procedimento foi possível, pois em Fortaleza as ruas

ou avenidas que cruzam diferentes bairros apresentam números de CEPs diferentes para cada bairro, por isso, apesar de o CEP representar uma região linear (rua ou avenida) o mesmo pôde ser usado para referenciar uma região espacial (bairro). A Tabela 3 apresenta o percentual de informações com consistência apenas no CEP de origem, apenas no CEP de destino e nos dois CEPs. Com isso foi possível consolidar a base de dados com 77 milhões informações.

**Tabela 3:** Consistência das informações disponíveis em relação ao CEP

Ano	Registros (milhões)	CEP de ORIGEM consistente	CEP de DESTINO consistente	CEP de ORIGEM e DESTINO consistentes
2010	8,2	66%	63%	44%
2011	11,6	70%	67%	49%
2012	13,3	75%	69%	54%
2013	14,2	79%	72%	59%
2014	14,8	82%	75%	63%
2015	14,8	86%	77%	67%

Todos esses dados obtidos a partir de documentos fiscais foram tratados e analisados com auxílio do software de manipulação de dados Qlik Sense®, trata-se de uma ferramenta de inteligência em negócios (BI – business intelligence) utilizada para análise de big datas.

### 3.2. Relação entre dados fiscais e entregas de cargas

Cada nota fiscal indica que existiu uma transação comercial. Essa transação representa uma entrega realizada a partir do local de produção até o local de atração. Dessa maneira, a partir do conhecimento sobre a quantidade de notas fiscais emitidas, é possível determinar a quantidade de entregas realizadas entre os locais de emissão e de destino das notas fiscais. Contudo, em algumas situações, por decisões das empresas, uma transação comercial é representada por mais de uma nota fiscal. Apesar do mais comum entre as empresas ser que uma nota representa uma entrega, foi preciso verificar como essa relação se comporta de fato.

O nível de agregação espacial foi definido por bairro e a variável analisada foi a entrega de carga, tomando por base uma relação com documentos fiscais. Por isso, a informação a ser obtida a partir dos documentos fiscais foi a quantidade de entrega de cargas, conforme o tipo, e por bairro. Para isso, foi preciso realizar uma pesquisa junto às empresas a fim de definir uma relação média entre quantidade de notas fiscais emitidas e quantidade de entregas geradas, obtendo, assim, as entregas de cargas por meio da quantidade de notas fiscais.

Para determinar a quantidade de empresas a serem pesquisadas foi utilizado processo de amostragem simples e sem reposição, conforme apresentado por Bolfarine (2005). Por não possuir o desvio padrão da população, a ideia inicial, arbitrada com base em Devore (2006), era obter uma amostra com pelo menos 30 observações e estimar o desvio padrão da população com base nestas observações, para, a partir daí, calcular o tamanho da amostra.

Para tal, foi criada uma lista com diversas empresas de Fortaleza, de diferentes setores da economia. Buscou-se contato com os responsáveis do setor de logística de cada uma das empresas catalogadas. Além disso, um escritório de contabilidade da região forneceu informações sobre algumas empresas. Os nomes das empresas foram mantidos em sigilo. Desta forma, para as empresas que tiveram a solicitação de entrevista aprovada foram realizadas as seguintes perguntas: (i) qual a quantidade entregas realizada em um determinado

mês pela empresa?; e (ii) qual a quantidade de notas fiscais emitidas nesse mesmo mês pela empresa? Apenas 18 empresas aceitaram participar da pesquisa, o que resultou em uma média igual a 0,82 entregas por nota e desvio padrão igual a 0,13. Além disso, foi realizado o teste de normalidade e constatou-se que a amostra pertence a uma população normalmente distribuída. Diante disso, determinou-se o desvio padrão populacional e para um  $\alpha$  de 5% o desvio populacional está entre 0,1 e 0,2 entregas por nota.

Portanto, considerando o desvio da população igual a 0,20, e com 95% de confiança, foi encontrado que a média do fator de entrega está entre 0,73 e 0,91 entregas por nota fiscal. Além disso, também foi calculada, para a amostra, a média ponderada pela quantidade de notas emitidas, sendo que essa média ficou igual a 0,80 entregas por nota. Vale ressaltar que na comparação entre as colunas quantidade de entregas realizadas e número de notas fiscais emitidas, foi constatada uma relação linear, com  $R^2$  igual a 0,98. Além disso, para o teste de não linearidade a hipótese nula de que a relação é linear não pode ser rejeitada.

Diante dos resultados obtidos e das limitações encontradas, a relação entre entrega e nota fiscal foi definida como aproximadamente 0,80 entregas realizadas por nota emitida, valor que respeita o intervalo de confiança e está próximo da média e da média ponderada. Esse valor também é próximo ao encontrado por Herculano (2015) que entrevistou 36 motoristas e estimou uma relação de cerca de 0,84 entregas por nota fiscal.

### **3.3. Análise geração de entregas de cargas em Fortaleza – CE**

Buscou-se aspectos que possam oferecer uma contribuição inicial ao nível estratégico do planejamento de transporte de cargas na cidade de Fortaleza-CE, tendo como variável em análise a quantidade de entregas urbanas de cargas, observadas em relação a distribuição por bairros e por atividades econômicas. A base de dados consolidada representa uma amostra de todas as transações que envolvem entregas de mercadoria, e, a partir da relação entre notas fiscais e entregas, foi estimada a participação dos bairros na geração de entregas urbanas de mercadorias na cidade em questão.

#### *3.3.1. Análise por bairro*

Em 2010, aproximadamente 24% da atração das entregas geradas em Fortaleza estava concentrada em apenas 3 bairros. Em 2015, esse percentual passou para 22%. Dos bairros que mais concentravam a atração de entregas, o Centro foi o que apresentou maior diminuição na sua participação. Essa informação pode indicar tendência de consolidação de novos centros de comércio na cidade de Fortaleza. Com relação à produção de entregas, em 2010, 30% da produção das entregas geradas em Fortaleza estavam concentradas em apenas 3 bairros. Em 2015, esse percentual caiu para aproximadamente 24%, o bairro Barra do Ceará foi o que apresentou uma maior diminuição na sua participação.

Conforme apresentado por Dablanc e Rakotonarivo (2010), existe tendência de mudança na localização dos grandes depósitos produtores de entregas de mercadorias. Tais produtores estão transferindo-se para regiões mais periféricas e mais próximas de rodovias. A Figura 3 sugere tendência de mais bairros periféricos participarem com mais relevância da produção. Já a Figura 4 indica tendência da região central da cidade concentrar a atração de entregas.

#### *3.3.2. Análise por atividade econômica*

Analisando a movimentação pela classificação da atividade econômica foi possível determinar as principais classes em produção e atração de entregas. Por exemplo, em 2010,



No ano de 2015, aproximadamente 34% das entregas atraídas na cidade de Fortaleza continuaram destinadas aos supermercados e semelhantes. Aproximadamente 9% foram destinadas a farmácias, cerca de 6% continuaram destinadas a restaurantes e similares. Por volta de 3% foram destinadas a estabelecimentos do varejo de material de construção. Destaque para a tendência de crescimento da participação na atração de entregas de farmácias. Outra tendência observada foi o aumento da participação na atração por hipermercados e supermercados, e a diminuição na atração por minimercados e mercearias. Somado a isso, cerca de 23% das entregas foram produzidas por empresas que distribuem produtos alimentícios, 16% distribuem medicamentos, 4% distribuem bebidas, 3% distribuem cigarros e semelhantes, 3% fabricam produtos de vestuário, 3% distribuem material de construção.

Observou-se que, em termos de atração de entregas, dos três bairros que apresentaram maior quantidade de registros, tiveram para a categoria de bares, cafeterias, lanchonetes, restaurantes e similares, (CNAE 5611201 e 5611203) um total de 15% dos registros de entrega. Esses estabelecimentos são em sua maioria pequenos, porém quando considerados em conjunto apresentam volume significativo, evidenciando algo constatado no relatório da NCFRP (2017), que as pequenas empresas, principalmente as voltadas ao consumidor, são responsáveis, como grupo, por mais viagens de cargas do que qualquer outro grande gerador.

Por fim, vale ressaltar que algumas atividades tiveram uma queda na participação na geração de entregas de cargas. Contudo, diante da tendência de aumento da quantidade absoluta das entregas observada na amostra analisada neste trabalho, essa queda na participação não implica uma queda na quantidade total de entregas geradas pelas atividades.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A aplicação do método proposto na cidade de Fortaleza – CE apresentou resultados capazes de contribuir para o processo de identificação e caracterização da problemática envolvendo a geração de viagens de carga. Além disso, esses resultados podem subsidiar a reflexão sobre modelos de geração de viagens para transporte urbano de carga, obviamente agregado a outras informações.

O estudo observou uma concentração em poucos bairros da produção e atração de entregas. Os principais bairros permaneceram os mesmos ao longo do tempo, sugerindo uma tendência de, ao longo prazo, na cidade de Fortaleza- CE os bairros mais relevantes permanecerem os mesmos. Contudo, foi possível perceber uma tendência de diminuição dessa concentração. Ainda com relação aos destaques da análise, foi percebido que bairros com aumento da participação na geração de entregas também tiveram aumento das suas participações na área ou na quantidade de lotes utilizados com uma determinada finalidade (comércio, indústria). Isso indica uma tendência de que bairros com maior quantidade de comércio tendem a atrair mais entregas e bairros com maior quantidade de indústrias tendem a produzir mais.

Além disso, foi possível encontrar evidências de que pequenos estabelecimentos, juntos, têm um impacto maior na geração de entregas de cargas do que os grandes estabelecimentos. Esse resultado está coerente ao apresentado no NCFRP (2017) que afirma existir uma negligência, por parte dos planejadores, aos pequenos estabelecimentos no processo de planejamento de transportes e o que esses pequenos, juntos, geram maiores impactos que qualquer outro polo gerador. Também é importante destacar que o estudo limitou-se a analisar apenas entregas produzidas e atraídas por Fortaleza. Contudo, ainda existe a influência das outras cidades nesse fenômeno estudado, por isso, é interessante ampliar a análise às cidades vizinhas.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem à FUNCAP e ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Ambite, J. L., Giuliano, G., Gordon, P., Pan, Q. e Bhattacharjee, S. (2002) Integrating heterogeneous data sources for better freight flow analysis and planning. Second National Conference on Digital Government Research, Redondo Beach, California.
- Batty, M. (2013) Big data, smart cities and city planning. *Dialogues in Human Geography*, n. 3, p. 274-279.
- Comi, A., Site, P. D., Filippi, F., E Nuzzolo, A. (2012) Urban freight transport demand modelling: A state of the art. *European Transport/Trasporti Europei*, (51).
- Dablanc, L. (2009) Freight Transport for Development Toolkit: Urban Freight. Transport Research Support, The World Bank
- Dablanc, L.; Rakotonarivo D. (2010) The Impacts of Logistic Sprawl: How Does the Location of Parcel Transport Terminals Affect the Energy Efficiency Of Goods' Movements in Paris and What Can We Do About It? *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, 6087-6096.
- Gasparini, André (2008) Atratividade do Transporte de Carga para Pólos Geradores de Viagem em áreas Urbanas. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro.
- Giuliano, G.; Gordon, P.; Pan, Q.; Park, J.; Wang, L. (2010) Estimating freight flows for metropolitan area highway networks using secondary data sources. *Networks and Spatial Economics*, v. 10, n. 1, p. 73-91.
- Gonzalez-Feliu, J., Toilier, F., Ambrosini, C., e Routhier, J.-L. (2014) Estimated Data Production for Urban Goods Transport Diagnosis. *Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems*. Springer, Amsterdam.
- Gonzalez-Feliu, J., Toilier, F., Routhier, J. L. (2010) End consumer movement generation in French medium urban areas. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, 6189–6204
- Hamedani, S. M; Zargari, S. A. (2006) Estimation of freight O-D matrix using waybill data and traffic counts in Iran roads. *Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Engineering*.
- Holguín-Veras, J., Sánchez-Díaz, I., González-Calderón, C. A., Brom, M. (2012) Freight Demand Estimation from Secondary Sources. New York.
- Kitchin, R. (2014) The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, v. 79, n. 1, p. 1-14.
- Nuzzolo, A.; Crisalli, U.; Comi, A. (2012a) A Delivery Approach Modeling for Urban Freight Restocking. *Journal Of Civil Engineering And Architecture*, Vol 6, No 3, 251-267.
- Ogden, K. W. (1992) Urban goods movement, a guide to policy and planning. Ashgate, Aldershot.
- Ortúzar, J. de D.; L. G. Willumsen (2011) Modelling Transport. John Wiley & Sons, Chichester.
- Pereira, L. S. F. (2015), Proposta metodológica para estimativa de fluxos de cargas a partir de dados secundários: uma aplicação em Belo Horizonte, Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Sanches Junior, P. F., Rutkowski, E. W., Lima Junior, O. F. (2008) Análise Crítica das Políticas Públicas para Carga Urbana nas Metrôpoles Brasileiras. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- Sánchez-Díaz, I. (2016) Modeling urban freight generation: A study of commercial establishments' freight needs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 102, p. 3-17.
- Santos, E. M. (2015) Uso de dados SPED fiscal para o planejamento de projetos de logística urbana: uma proposta metodológica utilizando o software QlikView. 2015. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.
- Taniguchi, E., Thompson, R. G., Yamada, T. (2012) Emerging techniques for enhancing the practical application of city logistics models. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol 39, 3–18
- Van Zuylen, H. J.; Willumsen, L. (1980) The most likely trip matrix estimated from traffic counts. *Transportation Research Part B, Methodological*, 14, n.3, p. 281-293.
- Woudsma, C. (2001) Understanding the movement of goods, not people: Issues, evidence and potential. *Urban Studies*, v. 38, n. 13, p. 2439-2455.

### **Correspondencia para os autores:**

Carlos Alberto Brandão Filho (cabf10@gmail.com)  
Felipe Macena Alves (felipe.amacena@gmail.com)  
Bruno Vieira Bertoncini (bruviber@det.ufc.br)

Universidade Federal do Ceará  
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes  
Campus do Pici - Bloco 703  
Fortaleza, CE 60.440-554