

13ª Conferência Internacional da LARES

Centro Brasileiro Britânico, São Paulo - Brasil
11, 12 e 13 de Setembro de 2013



Uma análise da demanda de entregas para abastecimento de um estabelecimento comercial de pequeno porte em São Paulo

Rodrigo Hagen Bianchi¹, Claudio Barbieri da Cunha²,
Nathalia de Castro Zambuzi³, Hugo T. Y. Yoshizaki⁴

¹ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Luciano Gualberto, Trav. 3, 380, 05508-010 – São Paulo, SP – Brasil, rodrigo.bianchi@usp.br

² Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, cbcunha@usp.br

³ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, nathalia.zambuzi@usp.br

⁴ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, hugo@usp.br

RESUMO

O abastecimento de bens e produtos para estabelecimentos comerciais em grandes cidades é um desafio relevante e atual da logística. Em metrópoles de países ditos “emergentes” ou “em desenvolvimento”, o ambiente urbano onde ocorrem as entregas de produtos e mercadorias pode ser significativamente distinto do encontrado nos países desenvolvidos, afetando a logística urbana de distribuição de carga.

Um dos aspectos importantes, quando se buscam medidas a fim de tentar melhorar a circulação de caminhões e a distribuição urbana de carga, em particular nas megacidades, é o conhecimento da demanda de transporte de carga para uma determinada área, a qual pode ser estimada com base nos fluxos de produtos e mercadorias destinados aos estabelecimentos comerciais envolvidos, e que consiste na motivação deste trabalho.

Dessa forma, a partir de pesquisa bibliográfica e revisão da literatura científica relacionada ao tema, procura-se caracterizar o processo de entregas a estabelecimentos comerciais de pequeno porte e avaliar a aplicação dos principais modelos de demanda de transportes, mais especificamente aqueles de demanda de transporte de carga, para estudos que envolvam a logística urbana em um panorama de megacidades. Aplica-se um modelo desenvolvido a um estabelecimento piloto, que se condiciona às características logísticas e comerciais definidas, e avaliam-se os resultados obtidos.

Palavras-chave: Distribuição de Carga, Demanda de Transporte de Carga, Logística Urbana

13ª Conferência Internacional da LARES

Centro Brasileiro Britânico, São Paulo - Brasil

11, 12 e 13 de Setembro de 2013



An analysis of delivery requirements to supply a small retail store in São Paulo

ABSTRACT

The supply of goods and products to stores in large cities is a current and relevant logistics challenge. In large cities of the so-called "emerging countries", the urban environment where the deliveries take place can be significantly different from the ones found in developed countries, thus affecting the urban logistics related to freight distribution.

A key aspect in the pursuit of measures that can improve the circulation of trucks and the freight distribution, particularly in megacities, is the estimation of the freight transport demand to a given area. This demand, which can be estimated based on the flows of products and goods to be delivered to each of the retail stores, comprises the motivation of this work.

Thus, based on a literature review related to the theme, we intend to characterize the delivery process to small businesses as well as to evaluate the potential application of transport demand models, with emphasis to freight demand. Our aim is to evaluate the employment of these models in studies related to urban logistics in the context of megacities. We propose an approach based on a pilot field experiment, considering a store with suitable commercial and logistics characteristics. The results are presented and discussed..

Key-words: Freight delivery, Freight transport demand, Urban logistics

1. INTRODUÇÃO

A distribuição urbana de cargas compreende todas as atividades relacionadas ao transporte e à entrega de produtos e mercadorias dentro dos limites de uma área urbana. Constitui uma operação de grande importância, fundamental para a realização da maioria das atividades econômicas e sociais que se estabelecem nas áreas urbanas e, ao mesmo tempo um desafio importante e atual da logística, especialmente nas grandes metrópoles. Nesse contexto, o recente crescimento econômico experimentado por diversos países ditos emergentes tem causado um aumento do tráfego de veículos de passeio, e ocasionado problemas que afetam a distribuição urbana de carga (OECD, 2003), uma vez que os veículos de carga competem pela capacidade das vias com os automóveis e ônibus, e assim acabam por contribuir para congestionamentos.

Segundo a Companhia de Engenharia de Tráfego do Município de São Paulo (CET-SP), cerca de 70 mil caminhões chegam a São Paulo diariamente, os quais, somados aos caminhões que circulam diariamente na cidade, totalizam cerca de 210 mil caminhões por dia. Isso representa 20% dos 1,05 milhões de veículos que utilizam o sistema viário interno da metrópole diariamente. Estimativas da CET-SP indicam que os caminhões tomam para si 42% do espaço viário, o que vem levando à adoção de medidas de restrição à circulação de veículos de carga, não raramente sem serem precedidas por uma análise técnica mais cuidadosa, considerando todos os agentes e aspectos envolvidos.

Um dos aspectos importantes, quando se buscam medidas a fim de tentar melhorar a circulação de caminhões e a distribuição urbana de carga, em particular nas grandes metrópoles, é o conhecimento da demanda de transporte de carga para uma determinada área ou região, a qual pode ser estimada com base nos fluxos de produtos e mercadorias destinados aos estabelecimentos comerciais envolvidos. Por exemplo, quantas entregas diárias e semanais são necessárias para abastecer um estabelecimento comercial de pequeno porte? Quanto tempo leva cada entrega? Quais os veículos normalmente utilizados e suas capacidades? As respostas a tais perguntas fornecem informações que possibilitam melhor estimar os fluxos de veículos transportadores de cargas e também avaliar as necessidades de vagas de estacionamento para carga e descarga, entre outras, contribuindo para uma melhor análise de alternativas para a logística urbana de distribuição de mercadorias e abastecimento do varejo.

Uma questão importante a ser considerada é que, conforme aponta Gakenheimer (1999), existem diferenças significativas entre metrópoles localizadas nos chamados “países desenvolvidos” (tais como Nova Iorque, Londres e Paris), e aquelas nos países emergentes ou em desenvolvimento (tais como São Paulo, Rio de Janeiro, Buenos Aires, Cidade do México e Mumbai) entre as quais o uso e a intensidade de ocupação do solo, e a distribuição espacial das atividades econômicas, o que pode sugerir que as soluções que vêm sendo encontradas e aplicadas para a logística urbana nos países ditos “desenvolvidos” podem não ser as mais adequadas ou mesmo aplicáveis aos países em desenvolvimento.

De acordo com Blanco (2012), lojas e negócios de pequeno porte são importantes para o planejamento de fluxo de cargas em ambientes urbanos. Isso se deve, entre outros fatores, à localização espacial dispersa, ao grande número de estabelecimentos e à ausência de zonas específicas de estacionamento. Contudo, mesmo nessa classe de estabelecimentos, pode haver grande variabilidade na demanda de transporte para abastecimento. A atividade comercial exercida, o porte do negócio, o volume e a diversidade de produtos e fornecedores, o movimento de clientes, a frequência de abastecimento, a área, o tamanho do estoque, o faturamento e a

participação em grandes redes ou franquias são parâmetros que influem na necessidade de transporte de carga.

Nesse contexto, o presente artigo descreve uma abordagem para a estimativa da demanda de carga para estabelecimentos de varejo de pequeno porte, que são abastecidos diretamente por vários fornecedores distintos, recebem quantidade de carga significativa em termos de número de entregas e de frequência de cargas volumosas, tais como bares, restaurantes e padarias, e sua aplicação a um caso real de uma padaria.

Propõe-se tratar o problema por meio de duas vertentes: descrever e caracterizar como se processa o abastecimento de estabelecimentos de pequeno porte, em especial panificadoras, e avaliar a possibilidade de utilizar uma metodologia que permita estimar fluxos de carga para estabelecimentos comerciais de pequeno porte, de maneira pragmática, para estudos que envolvam o abastecimento no contexto das grandes metrópoles.

Organiza-se o artigo da seguinte forma: na seção 2, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o assunto; na seção 3, faz-se uma caracterização do varejo e de estabelecimentos panificadoras; na seção 4, expõe-se a abordagem proposta; na seção 5, detalham-se os resultados e, na seção 6, apresentam-se as considerações finais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Inúmeros são os trabalhos encontrados na literatura científica sobre modelos de demanda em transporte de carga que tratam da estimativa e previsão de fluxos de longa distância, entre localidades ou mesmo regiões distintas (por exemplo, HARKER e FRIESZ, 1986a, 1986b; FERNANDÉS L. et al., 2003; RICH, HOLMBLAD e HANSEN, 2009). De acordo com Crainic (2008), metodologias de planejamento de transportes, que são bem conhecidas e dominadas no caso do transporte de passageiros dentro de zonas urbanas, vem sendo aplicadas ao planejamento de transporte de passageiros e cargas em nível regional (CRAINIC e FLORIAN, 2008; FLORIAN, 2008; FLORIAN e HEARN, 1995). Em tais abordagens, a partir de dados econômicos, demográficos e sociais, são estimadas as demandas totais de transporte geradas e atraídas de cada produto em cada zona de tráfego, determinadas as matrizes origem-destino (*O/D*) dos fluxos de cada produto entre zonas, a divisão modal e a alocação dos fluxos na rede de transporte.

Tal tipo de abordagem talvez não se mostre tão adequada quando se tratam de estudos que visem estimar a demanda de transporte de carga de maneira mais microscópica dentro de cidades, regiões metropolitanas ou áreas dentro delas, em que há necessidade de observar os fluxos de maneira mais detalhada, incluindo aspectos como roteiros ou itinerários dos veículos que fazem a distribuição, assim como o número de entregas por veículo, o tempo gasto em cada entrega, o tamanho da carga a ser entregue, entre outros fatores.

Segundo Crainic (2008), um dos principais pilares de metodologias e modelos que visam a analisar sistemas de transporte é a modelagem da demanda (*demand modeling*), que, no caso do transporte de carga, compreende a identificação e caracterização dos produtos ou cargas relevantes, a identificação das origens, destinos e principais agentes envolvidos (produtores, embarcadores, intermediários e destinatários), a quantificação das quantidades originadas e destinadas, os fluxos, assim como das escolhas de modos de transporte. Segundo Muñuzuri et al. (2010), uma vez que a entrega de cargas precisa ser analisada no panorama do tráfego urbano, e considerando que restrições de orçamento são, frequentemente, um obstáculo à aquisição

primária de dados, é possível desenvolver e utilizar modelos usando uma quantidade limitada de dados. Esses modelos são adequados para cenários nos quais as melhorias obtidas com modelos mais complexos não pagariam os custos adicionais de obtenção de dados.

A modelagem de carga em ambientes urbanos é diferente e mais complexa que a de passageiros, com múltiplas paradas em diferentes partes da cidade, rotas que mudam diariamente e um alto nível de considerações comerciais e de cadeia de produção envolvidas. Companhias de transporte operam em um ambiente competitivo e, desse modo, são relutantes em disponibilizar dados em entregas, rotas e programação. Contudo, o estudo na área é de extrema importância, pois relaciona-se a avaliação de políticas de mobilidade e a adoção de estratégias na cidade (MUÑUZURI et al., 2010).

Nesse cenário, modelos de demanda de carga são componentes-chave do sistema de transporte em diversos níveis, como de autoridades locais, que necessitam prever os requisitos futuros para passageiros e carga assim como planejar a infraestrutura e recursos humanos relacionados, e operadores do setor privado, que precisam de modelos para estimar a demanda de serviços de transporte com o objetivo de avaliar necessidades futuras (RUSSO e COMI, 2002).

Muñuzuri et al. (2010) ainda sustentam que contagens automáticas de veículos não se adequam à análise de veículos de cargas, uma vez que não identificam o tipo de veículo contado. Soma-se a isso a dificuldade em obter recursos financeiros para extensas pesquisas de campo. Desse modo, a coleta de dados para representar e modelar o transporte urbano de cargas é uma tarefa cara e difícil. Duas abordagens diferentes podem ser utilizadas para estimar o transporte urbano de cargas: *commodity-based*, orientado a economia e cadeia de produção, buscando estimar a quantidade de carga que se move entre diferentes partes da cidade, e *vehicle-based*, orientado a planejamento e políticas de transporte, com o objetivo de estimar entregas e fluxos ou matrizes *O/D*.

3. CARACTERIZAÇÃO DE VAREJO E ESTABELECIMENTOS PANIFICADORES

Segundo Castro et al. (2004), “padarias são um formato varejista muito tradicional no Brasil, que têm passado por alterações significativas resultantes das mudanças no setor varejista e também no novo consumidor de alimentos”. Contudo, apesar de o setor vir se modificando, no setor ainda restam características como (SANTOS e COSTA, 1997):

- precário fluxo de mercadorias entre fornecedor e varejista (ausência de padronização na paletização, embalagens inadequadas, falta de planejamento de entrega, entre outros);
- disparidades acentuadas entre o padrão de gestão das empresas, em função do grau de profissionalização predominando a gestão familiar;
- disparidade de qualidade entre padrões de controle interno, principalmente em estoques e compras;
- informalidade nas operações, até mesmo de grande vulto;
- freqüente indefinição de foco do negócio.

Em uma análise expedita, o mercado de padarias pode ser classificado como competitivo, uma vez que há um grande número de empresas, cada uma com uma pequena proporção da participação de mercado e produtos ligeiramente diferenciados.

No plano logístico, características deste tipo de estabelecimento têm diferentes impactos. A valorização dos preços dos imóveis e dos aluguéis que vem sendo observada nas grandes cidades brasileiras leva a um processo de redução de áreas, em particular destinadas à estocagem de produtos nos pontos de vendas, que trazem impactos significativos, entre os quais a necessidade de mais entregas e entregas mais frequentes. O aumento de custos com pessoal e locação implica em uma busca por redução de gastos em outras áreas.

Durante um período de dez meses, visitou-se com regularidade o estabelecimento em questão. Trata-se de uma panificadora, localizada em um bairro de classe média alta da capital paulista, dentro dos limites da “Zona de Máxima Restrição de Circulação” (ZMRC) e da área do Rodízio Municipal. Conta com 5 vagas para veículos de clientes em uma frente com cerca de 15 m. A rua na qual se encontra tem duas mãos, com uma faixa de rolamento em cada sentido e estacionamento regulamentado em ambos os lados. O tráfego é praticamente local, mas a presença de uma grande avenida ao lado, com tráfego lento durante parte do dia, cria um fluxo secundário que utiliza a via em caráter coletor. Há outros estabelecimentos comerciais, como lojas e restaurantes, e edifícios residenciais ao seu lado.

A disponibilidade de vagas para estacionamento é baixa, pela grande atividade comercial presente no bairro. Além disso, há fiscalização constante por parte de agentes da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP). A via é dotada de diversas regulamentações específicas e restrições físicas no trecho próximo ao estabelecimento, como ilustrado na Figura 1. A caracterização das vagas obedece à seguinte codificação:

- | | | | |
|----|--|---|---------------------|
| 1. | Vaga reservada a idosos | – | “Zona Azul” |
| 2. | Área de estacionamento proibido | – | Garagem residencial |
| 3. | Perímetro do estabelecimento analisado | – | Vagas para clientes |
| 4. | Vagas comuns | – | “Zona Azul” |

Figura 1: Estabelecimento escolhido para aplicação do modelo e sketch da disponibilidade de locais para estacionamento e parada próximos



4. ABORDAGEM PROPOSTA

No escopo da aplicação de um modelo de demanda, fica inibida a possibilidade de avaliar individualmente todos os *SKUs* (*Stock Keeping Units*) vendidos em um estabelecimento comercial, mesmo que de pequeno porte, como é o caso de uma padaria. De acordo com o levantamento de campo realizado, uma padaria típica possui mais de 4.500 produtos ativos inseridos no sistema de vendas, sendo algo em torno de 3.340 o número de produtos industrializados que são abastecidos regularmente. O restante, estimado em 1.270 produtos, é composto por produtos fabricados no próprio estabelecimento, comumente reconhecido como indústria panificadora.

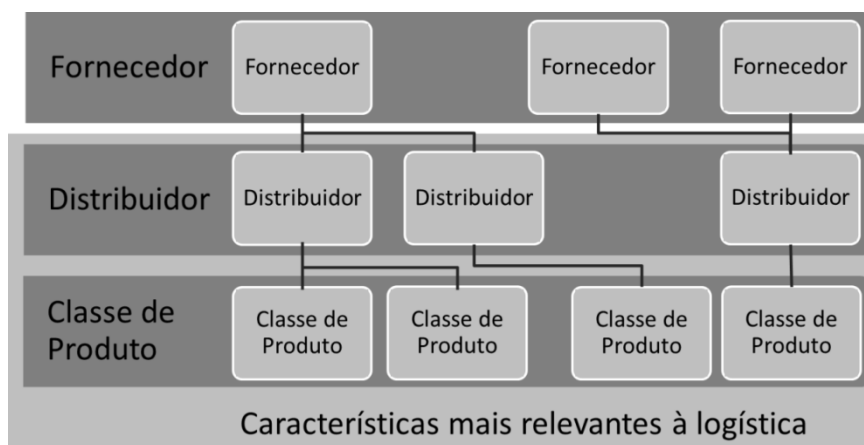
4.1. Classificação de produtos

Para a aplicação do modelo, é necessário que os produtos que são entregues em uma padaria sejam agregados em grupos, de acordo com características peculiares, e que influenciam a atividade de entregas ao revendedor.

Na análise feita, optou-se por agrupar os itens da forma que se julgou mais relevante à atividade logística, conforme ilustrado na Figura 2. Em um primeiro nível, segundo sua marca ou empresa de produção e fornecedor; em um segundo nível, de acordo com o distribuidor responsável. Faz-se a observação de que esta informação nem sempre é precisa e plena, o que pode ocasionar a formação de grupos diferentes para famílias de produtos que têm a mesma característica de entrega ou a junção de *SKUs* com diferentes necessidades e transporte em mesmos grupos. Em terceira instância, os produtos são separados de acordo com características individuais, como acondicionamento necessário, frequência de entrega, presença de características que impõem cuidados à entrega, o peso e a manipulação do produto, a necessidade de conferência por parte do responsável do estabelecimento, a existência de logística de retorno e o espaço para armazenagem.

Em geral, se faz necessária apenas a análise dos dois últimos agrupamentos, pois o fluxo de veículos de entrega é interdependente da empresa de fornecimento e seu transportador ou distribuidor. Há múltiplos produtos em um mesmo veículo, em paletes ou caixas individuais. Ainda é bastante comum no mercado a venda de produtos de forma conjugada, também chamada de *mix de produtos*.

Figura 2: Classificação de SKUs utilizada para o estudo



A fim de criar uma subdivisão do uso dos produtos que são entregues regularmente ao estabelecimento, definiu-se um desmembramento de forma a facilitar a identificação e a análise dos dados mais importantes. A abordagem que se escolheu cria uma separação das mercadorias que chegam ao estabelecimento em dois grandes grupos:

- Produtos vendidos diretamente ao consumidor
- Material de consumo interno e matéria prima para produção interna

Essa divisão se mostra eficiente pelas diferentes características dos produtos para consumo interno ou revenda. Os diferentes volumes de embalagens e o tipo de produtos são praticamente independentes, tornando os fornecedores diferentes para cada uso, e, dessa forma, proporcionando uma análise autônoma de cada uma das divisões executadas.

De maneira mais ampla, pode-se ver a carga relativa à primeira categoria como um “fluxo de conveniência”, no qual o papel do estabelecimento é apenas a disponibilização e apresentação ao consumidor final. Nessa categoria, os *SKUs* têm, em geral, volume individual pequeno e uma apresentação que serve aos propósitos de mercado. Os produtos não raramente têm venda casada (*mix de produtos*) e podem ser administrados por um revendedor ou distribuidor da empresa de produção *in loco*. Observa-se tanto uma sobreposição de produtores em alguns fornecedores (revendedor que distribui produtos equivalentes de duas ou mais marcas distintas) quanto uma independência de revenda em algumas indústrias (produtos diferentes de uma mesma empresa são distribuídos por revendedores distintos). De forma genérica, esses produtos têm maior valor agregado.

A segunda categoria pode ser interpretada como o insumo de produção de uma panificadora, com uma função mista industrial simples e comercial. Os produtos utilizados para tal tarefa têm volumes superiores e, de maneira mais abrangente, pouca variedade em relação aos produtos da primeira categoria. Como o destino é a produção própria, há pedidos de grandes quantidades de farinha (em embalagens de 25 kg) e leite (em galões retornáveis), insumos para a produção de pães. Em adição há pedidos de frios três vezes por semana.

Faz-se a ressalva de que há um universo muito amplo de padarias, mesmo na cidade de São Paulo, levantado como de 3200 estabelecimentos (SINHORES, 2012). Nesse cenário, há uma grande variabilidade de porte e necessidade de abastecimento, sendo esta análise uma ferramenta a ser aprimorada para seu estudo.

4.2. Modelo primário

Em linhas gerais, a formulação proposta pretende abranger o núcleo operacional da atividade de abastecimento urbano aos estabelecimentos panificadores, incluindo os produtos utilizados e revendidos, sua frequência de entrega, o tipo de veículo utilizado e as suas características relevantes em termos de logística urbana. O modelo é baseado em produtos, sendo o cálculo do fluxo de veículos uma função de *SKUs* e *mix de produtos* vendidos no estabelecimento (MUÑUZURI et al., 2010). Faz-se a ressalva de que a frequência-base escolhida foi a de entregas semanais, devido à observação de um grande número de fornecedores operarem nesse escopo, consolidando pedidos e executando o planejamento de abastecimento nesse horizonte de tempo. Dessa forma, o modelo proposto é mostrado na expressão (1).

$$Q_{semanal} = \sum_k \left\{ [P_{veículo}^j \cdot \Psi_{veículo}^j \cdot \gamma_{equivalência}^j] \cdot \sum_i (n_{produto/mix}^{ij} \cdot f_{abastecimento}^i (semanal)) \right\} \quad (1)$$

O dimensional $n_{produto/mix}^{ij}$ representa a quantidade de produtos – *SKUs* ou *mix de produtos* – entregues a cada visita do distribuidor. Esse indicador baseia-se nas listas de produtos vendidos e de insumos, com suas quantidades obtidas na própria entrega. A frequência de reabastecimento $f_{abastecimento}^i$ (semanal) indica a quantidade média semanal de visitas do distribuidor ao estabelecimento, para a entrega do determinado produto.

A utilização da fração do veículo ($P_{veículo}^{ij}$) para o cálculo do fluxo ($Q_{semanal}$) traduz o uso de um mesmo veículo para diversas entregas dentro da área de estudo, ou seja, a execução de múltiplas entregas a diversos estabelecimentos na Zona de Máxima Restrição de Circulação (ZMRC). Dessa forma, os resultados são equivalentes ao número de veículos dedicados ao abastecimento do estabelecimento.

Utiliza-se um parâmetro de carregamento do veículo ($\psi_{veículo}^j$), a fim de levar em consideração que nem toda a capacidade dos veículos é utilizada nas rotas de entrega. Dentre os fatores relevantes a essa consideração, estão a falta de consolidação e planejamento conjunto de fornecedores, a existência de restrições horárias ao tráfego, que se sobrepõe às restrições espaciais (ou “físicas”), e à operação de classes de produtos (*drop sizes*) que devem ser retirados em cada estabelecimento, impossibilitando um melhor aproveitamento do compartimento de carga do veículo. A modelagem pressupõe que o veículo acaba com seu estoque interno de produtos.

Ademais, considera-se como pressuposto uma forma de equivalência ($\gamma_{equivalência}^j$) de diferentes veículos quando em tráfego, de acordo com suas dimensões externas, sua capacidade de carregamento, sua mobilidade em termos de movimentação física e possibilidade de estacionamento, entre outros fatores. No cenário do Município de São Paulo, acredita-se que a melhor alternativa para a escolha do veículo-tipo é o Veículo Urbano de Carga (VUC). Isso se deve ao uso em larga escala destes veículos, sendo parte relevante da frota em atividade após a aplicação das restrições na zona central da cidade.

Observa-se que o modelo construído insere dados atuais de veículos utilizados e o intervalo de tempo utilizado para cada entrega, correlacionando-os com a probabilidade de recebimento de produtos. Desse modo, os *inputs* do modelo ficam restritos aos dados dos fornecedores e ao número de produtos requeridos pelo estabelecimento de acordo com seu porte, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1: Origem dos dados para a aplicação do modelo primário proposto

Input	$n_{produto/mix}^{ij}$	$f_{abastecimento}^i$ (semanal)	Veículo Utilizado
Estabelecimento	X		
Fornecedor		X	X

4.3. Modelo secundário

Dadas as características logísticas importantes à análise da atividade de entregas no estabelecimento, criou-se um outro indicador, derivado do modelo primário desenvolvido, que insere o fator tempo de operação como variável de entrada. Seja:

$$\varphi_{semanal} = \sum_k \{t^j\} \cdot \left\{ \left[\gamma_{equivalência}^j \right] \cdot \left(f_{abastecimento}^i \text{ (semanal)} \right) \right\} \quad (2)$$

Nesse modelo dado pela expressão (2), a informação adicional que se ganha é relativa a operação de descarga em si. O tempo decorrido (t^j), que engloba o estacionamento, a retirada de produtos, a eventual reorganização interna, a coleta de assinatura em nota fiscal e a manobra para saída, é fator de grande importância. A análise de um novo estabelecimento ainda necessita apenas da quantidade ou número de produtos ou unidades requeridas, desde que se mantenham constantes os outros fatores – requisito palpável para estabelecimentos na mesma região e com disponibilidade de produtos semelhantes.

Tabela 2: Procedência dos dados para a aplicação do modelo secundário desenvolvido

Input	$f_{abastecimento}^i$ (semanal)	Veículo Utilizado	t^j
Estabelecimento			
Fornecedor	X	X	X

Com esse novo indicador ($\varphi_{semanal}$), é possível quantificar o tempo médio que veículos de entrega gastam em sua atividade, somando-se os tempos em uma mesma base. A Tabela 3 apresenta um sumário comparativo desses dois modelos, segundo seus objetos.

Tabela 3: Comparativo de interpretação dos resultados dos modelos primário e secundário desenvolvidos

Modelo primário	Modelo secundário
Quantificação de fluxo de caminhões que entra a zona em que se encontra o conjunto de estabelecimentos	Quantificação conjunta de tempo e espaço necessário à operações de descarga de produtos em um dado estabelecimento

Com essa nova análise, pode-se avaliar, por exemplo, a implantação de faixas de uso compartilhado de locais de estacionamento ou a reserva de vagas exclusivas. O indicador tem como unidade [m.tempo.veículo-tipo. semana⁻¹], indicando o tempo necessário por semana para um veículo-tipo fazer as entregas. Dessa forma, com o uso de um coeficiente de segurança (importante pela ausência de planejamento e comunicação entre os distribuidores) é possível calcular a necessidade de demarcação de faixas para estacionamento de veículos de entrega. De forma simplificada, o cálculo para uma vaga se dá por:

$$t_{semanal} = \varphi_{semanal} \cdot (\text{dimensão}_{referência}^{longitudinal} + \text{dimensão}_{segurança}) \approx \varphi_{semanal} \cdot (6.3 \text{ m} + 2.5 \text{ m}) \quad (3)$$

$$t_{real} = \frac{t_{semanal} \cdot ct_{segurança}}{\text{espaço de vagas}} = \frac{\varphi_{semanal} \cdot (\text{dimensão}_{referência}^{longitudinal} + \text{dimensão}_{segurança}) \cdot ct_{segurança}}{\text{número de vagas} \cdot \text{dimensão de vagas}} \quad (4)$$

4.4. Limitações

No desenvolvimento do modelo, há uma gama de características, tanto inerentes à atividade econômica, quanto condicionantes de dificuldades e adaptações necessárias à sua construção, sua calibração e sua utilização.

No tipo de estabelecimento analisado, é encontrada uma grande diversidade de *SKUs*. A complexidade de modelagem é condicionada pela grande variedade de mercadorias com características e necessidades diferentes (BEN-AKIVA, 2008). A fim de contornar essa dificuldade, promovendo a manutenção de uma análise fiel, optou-se por definir as classes de produtos e analisar cada uma delas de forma independente.

Como a base de alimentação do modelo é a análise de cada veículo, a presença de um grande número de fornecedores – cada qual com horários, políticas e características diferentes – tem

grande influência na coleta de dados. Adicionalmente, o sistema de distribuição adotado implica, de forma genérica, em um nível de integração baixo entre fornecedores, produtores e distribuidores (RODRIGUE, 2006).

Além disso, há produtos cuja venda é, de fato, periódica. O modelo têm sua base semanal, englobando produtos diários e aqueles com entregas regulares. Contudo, é notável a presença de *SKUs* com periodicidade diferente. Como exemplos, há o *boom* de ovos de páscoa no início do ano e a inserção de produtos especiais no fim do ano, como cestas, carnes e frios. A disponibilidade de vinhos também está demasiadamente sujeita a fatores externos, como safras e acordos internacionais. Os produtos ainda são de compras irregulares.

A coleta de dados a serem inseridos no modelo se deu de forma manual, presencialmente no estabelecimento durante as atividades de entrega de mercadorias. Dada a restrição de tempo, não ocorreu uma observação completa, cobrindo todos os períodos relevantes.

Adicionalmente, a pouca repetibilidade de entregas observadas pode provocar distorções ao passo que diferenças pontuais em veículos usados, carregamentos ou tempo decorrido na operação de descarga podem não remeter àqueles referentes à uma média mais abrangente. A correta análise da variabilidade das operações não pôde ser executada em função do tempo de observação e do escopo deste trabalho.

O parâmetro de equivalência entre o veículo em questão e o veículo-tipo ($\gamma_{equivalência}^j$) é de grande importância ao modelo, ao passo que reflete a diferença nos veículos utilizados e os coloca em uma base comum. Para o uso de fatores de equivalência efetivos ao propósito do estudo, criou-se uma correlação entre os veículos de referência, tratados pela literatura científica, e os veículos utilizados para o transporte de cargas pelas empresas fornecedoras observadas. A calibração de tal fator se deu por meio do uso de fatores de equivalência (e_i) usados pelo *Highway Capacity Manual 2000* (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000). Usando as medidas de referência para caminhões (*trucks*) e trailers (*RVs*), foi feita uma ponderação dos coeficientes formadores dos fatores de equivalência dados, sendo inter e extrapolada para a dimensionalização dos fatores de equivalência para os veículos alvo do projeto.

$$\gamma_{equivalência}^j = \frac{1}{\sum_n \sigma^n} \cdot \sum_n \left\{ \sigma^n \cdot \left[\frac{\text{dimensão}_j^n}{\text{dimensão}_{referência}^n} \right] \right\} \quad (5)$$

Figura 3: Cálculo de parâmetros de equivalência

Veículo	Dimensão Longitudinal	Dimensão Lateral	Capacidade volumétrica de carga	Capacidade de carga	Entre-Eixos	Mobilidade de Carga
Fatores Ponderadores	-	-	-	-	-	-
(veículo.unidade ⁻¹)	(m)	(m)	(m³)	(kg)	(m)	-
VUC - Tipo - Referência	6.300	2.200	22.0	5000	3.000	2.0
RV - Tipo - Referência	8.941	2.591	17.5	1800	4.521	1.5
TRUCK - Tipo - Referência	19.000	2.800	100.0	40000	8.700	2.0
Fiat Uno Furgão	3.693	1.548	1.3	400	2.362	1.0
Fiat Fiorino Furgão	4.184	1.622	3.2	620	2.576	1.5
Fiat Doblò Cargo	4.252	1.722	3.2	620	2.566	1.0
VW Kombi - Fabricação Final	4.505	1.720	4.8	1000	2.400	1.5
Fiat Ducato Cargo	4.749	1.998	7.5	1540	2.850	1.0
VW Delivery Advantech 5.150	5.471	2.052	18.0	5800	3.175	1.0
Mercedes Benz Accelo 815	6.134	2.176	22.0	5010	3.100	2.0
Scania P270 DB4 (Sider)	7.458	2.500	45.0	16000	4.700	2.0

Veículo	Portas Traseiras	Portas Laterais	Necessidade de Espaço	$\gamma^j_{equivalência}$	$\gamma^j_{equivalência}$
Fatores Ponderadores	-	-	-	-	-
(veículo.unidade ⁻¹)				(veículo-tipo.veículo ⁻¹)	(veículo-tipo.automóvel ⁻¹)
VUC - Tipo - Referência	1	0	0	1	1.421
RV - Tipo - Referência	0	1	0	1.178	1.674
TRUCK - Tipo - Referência	0	1	2	1.273	1.809
Fiat Uno Furgão	1	2	0	0.704	1.000
Fiat Fiorino Furgão	1	0	1	0.737	1.048
Fiat Doblò Cargo	1	0	1	0.783	1.112
VW Kombi - Fabricação Final	0	1	1	0.782	1.111
Fiat Ducato Cargo	1	2	1	0.908	1.291
VW Delivery Advantech 5.150	1	0	2	0.933	1.326
Mercedes Benz Accelo 815	1	0	2	0.989	1.406
Scania P270 DB4 (Sider)	0	2	2	1.136	1.615

Para fins comparativos, como se observou o fluxo em apenas um estabelecimento, é necessário adaptar o modelo, retirando o termo que traduz a multiutilização do veículo em diversos pontos de entrega ($P^{ij}_{veículo}$) e, a fim de manter a dimensionalidade, insere-se o parâmetro (α^{ij}).

$$Q_{semanal} = \sum_k \left\{ \sum_i [(n^i_{produto/mix} \cdot f^i_{abastecimento (semanal)})] \cdot [\alpha^{ij} \cdot \psi^j_{veículo} \cdot \gamma^j_{equivalência}] \right\} \quad (6)$$

$$Q^{ij}_{semanal} = \sum_i [(n^i_{produto/mix} \cdot f^i_{abastecimento (semanal)})] \quad (7)$$

5. RESULTADOS

Nessa seção, são mostrados os resultados da aplicação dos modelos desenvolvidos ao estabelecimento escolhido. A Tabela 4 sumariza os produtos considerados.

Tabela 4: Número e percentual de produtos analisados

	1ª Categoria	2ª Categoria
Produtos Totais [#]	3340	1270
Produtos Analisados [#]	3200	1155
Percentual Analisado [%]	96 %	91 %

Os fatores calculados e aproximados foram colocados no modelo, tendo como indicadores de média, máximo, mínimo e desvio padrão os valores apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Análise variacional dos dados coletados

	$f^i_{abastecimento (semanal)}$ [visitas.semana ⁻¹]	$P^j_{veículo}$ [veículo.unidade ⁻¹]	$\gamma^j_{equivalência}$ [veículo-tipo.veículo ⁻¹]	$\psi^j_{veículo}$ [-]	t^j [minutos.visita ⁻¹]
Média [i]	1.88	15.20	0.90	56 %	19.5
Desvio Padrão [i]	1.26	12.55	0.14	16 %	16.9
Máximo [i]	7.00	45.0	1.14	100%	120
Mínimo [i]	0.17	1.30	0.7	20%	6

Os resultados do modelo, em termos de fluxo semanal de veículos e indicador de tempo e espaço de entregas são mostrados na Tabela 6, incluindo os valores de parâmetros relevantes. Por fim, os resultados são apresentados na Tabela 7.

O resultado obtido pelo modelo primário (14.47 veículo-tipo.semana⁻¹) para cada estabelecimento pode ser interpretado, de maneira genérica, como a influência da abertura de um novo estabelecimento, equivalente em número de fornecedores e volume de vendas, na mesma área, causaria ao tráfego da região. O resultado do modelo secundário (31.58 veículo-

tipo.horas.semana⁻¹) serve como base ao cálculo de tempo necessário à uma possível área reservada à carga e descarga, com base em um fator de segurança e um número de vagas definidas.

Tabela 6: Análise variacional dos parâmetros calculados

	$Q_{semanal}$ [veículo-tipo.semana ⁻¹]	$\Phi_{semanal}$ [veículo-tipo.minutos.semana ⁻¹]
Média [<i>i</i>]	0.134	35.08
Desvio Padrão [<i>i</i>]	0.484	80.32
Máximo [<i>i</i>]	4.928	591.36
Mínimo [<i>i</i>]	0.001	4.22

Tabela 7: Resultados globais do modelo

	$Q_{semanal}$ [veículo-tipo.semana ⁻¹]	$\Phi_{semanal}$ [veículo-tipo.minutos.semana ⁻¹]	$\Phi_{semanal}$ [veículo-tipo.horas.semana ⁻¹]
Total	14.47	1894.53	31.58

Tem grande efeito no resultado obtido o veículo próprio do responsável pelo estabelecimento, que se destina a atividades de urgência, carga e descarga de mercadorias caseiras e uso pessoal. Para efeito comparativo, traz-se uma contraposição do panorama com e sem esse veículo na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados globais do modelo em função do veículo próprio

	$Q_{semanal}$ [veículo-tipo.semana ⁻¹]	$\Phi_{semanal}$ [veículo-tipo.minutos.semana ⁻¹]
Total <i>com</i> o veículo próprio	14.47	1894.53
Total <i>sem</i> o veículo próprio	9.54	1303.17
Diferença percentual [%]	34 %	31 %

Por fim, apresentam-se na Tabela 9 os valores de tempo calculados, com base em definições de diferentes espaços para a operação de entrega. Considera-se que as vagas têm a mesma dimensão necessária ao estacionamento e à atividade de descarga das mercadorias.

Tabela 9: Tempos calculados em função do número de vagas por semana

número de vagas	t_{real} calculado [minutos.semana ⁻¹]	t_{real} calculado [horas.semana ⁻¹]
-		
1	2606.3	43.4
2	1303.2	21.7
3	868.8	14.5
4	651.6	10.9
5	521.3	8.7
6	434.4	7.2

Avalia-se um cenário médio, no qual os veículos se distribuem entre os cinco dias úteis da semana. Para tal situação, o coeficiente de segurança ($ct_{segurança}$) deveria ter seu valor acrescido. Contudo, as entregas se dividem entre mais dias da semana. Dessa forma, opta-se por manter o coeficiente com valor 2. Em ambas as situações, simplifica-se o coeficiente para uma constante, não variando conforme a disponibilidade de vagas. Os resultados encontram-se na Tabela 10. Uma análise mais verossímil poderia levar em conta a variação desse coeficiente com uma análise probabilística e estatística.

Ainda levanta-se a peculiaridade de a maioria das entregas ocorrer no período matutino. Essa característica implica que o t_{real} calculado não possa ultrapassar a janela de entrega escolhida pelos fornecedores. É evidente que a adoção de uma política mais ampla de definição de áreas específicas para a atividade de entrega em estabelecimentos comerciais, de acordo com a análise de seu porte e suas necessidades, afeta de forma direta a produtividade de distribuidores e pode, em médio prazo, mudar suas formas de operação.

Tabela 10: Tempos médios calculados em função do número de vagas por dia

<i>número de vagas</i>	<i>t_{real} calculado</i> [minutos.dia ⁻¹]	<i>t_{real} calculado</i> [horas.dia ⁻¹]
-		
1	521.3	8.7
2	260.6	4.3
3	173.8	2.9
4	130.3	2.2
5	104.3	1.7
6	86.9	1.4

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como colaboração ao problema de entregas urbanas, especificamente a estabelecimentos panificadores localizados em zonas densamente urbanizadas, foi proposto neste trabalho um modelo de demanda para a análise do cenário logístico em regiões densamente ocupadas.

Na ocasião de sua aplicação, pode-se dizer que os resultados obtidos surpreenderam a expectativa inicial da pesquisa, ao mostrarem que o impacto de um estabelecimento do padrão analisado – 14.47 veículo-tipo.semana⁻¹ – ao tráfego de uma região não é demasiadamente alto. O número de veículos e fornecedores é grande, mas cada veículo serve alguns estabelecimentos da mesma região, sendo seu impacto em uma matriz *O/D*, com a definição de regiões abrangentes, relativamente baixo.

Acredita-se ser de grande importância a análise aprofundada de problemas intrínsecos ao desenvolvimento urbano em megacidades, a fim de poder propor, com a devida cautela, medidas permanentes e paliativas. A observação de problemas em estabelecimentos de varejo se faz importante devido ao seu número e à sua distribuição espacial. Em específico, padarias ou indústrias panificadoras têm a peculiaridade de unir características de lojas de conveniência e função industrial simples. A construção de um modelo com as características presentes – baseado em produtos (*commodity-based*), replicável a outros estabelecimentos e com base de repetibilidade (frequência semanal) – objetiva avaliar dados e desenvolver conhecimentos no tema proposto. O estudo da demanda de transporte de cargas para o abastecimento de estabelecimentos comerciais desse tipo é importante para embasar a tomada de decisões por parte do poder público, o desenvolvimento de políticas diferentes por parte de empresas e a promoção de uma visão mais abrangente e sólida do tema.

7. BIBLIOGRAFIA

ALLEN, J. et al. *A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows* - Report 3: Making urban goods and service operations more sustainable: policy measures and company initiatives. University of Westminster, Londres, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA - ABIP. *Perfil da Panificação*. 2009. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/institucional.aspx>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

BANCO MUNDIAL. Contratação de Serviços de Consultoria para Desenvolvimento de Estudo Comparativo de Tecnologias Veiculares para o Sistema de Transporte de Baixa e Média Capacidades nas Regiões Metropolitanas de São Paulo. Contratante: Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP. Washington, 2011.

BANCO MUNDIAL. Data. *Urban Development*. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/topic/urban-development>>. Acesso em: 3 mar. 2012.

BEN-AKIVA, M. *Freight Demand*. In: *Transportation Systems Analysis: Demand & Economics*, MIT OpenCourseWare, 2008.

BLANCO, E. *Megacity Logistics in Emerging Markets*. In: *Megacity Logistics Workshop: The Case of São Paulo*, São Paulo, 2012.

BLANCO, E. *Supply Chain Management in Emerging Markets: New Perspectives*. MIT Center for Transportation & Logistics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2011.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Congresso Nacional, Brasília, DF, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 4 set. 2012.

BRASIL. Lei n. 9.503/97, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de setembro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm>. Acesso em: 4 set. 2012.

CASTRO, L.; NEVES, M.; CONSOLI, M.; MERLO, E. Padarias: Alternativas de posicionamento frente um novo cenário. In: *XVII Congresso Latino-Americano de Estratégia “Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável”*. Itapema, 2004.

CITY POPULATION. *The Principal Agglomerations of the World (2012)*. Disponível em: <<http://www.citypopulation.de/world/Agglomerations.html>>. Acesso: Julho de 2012.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET-SP. *Caminhões*. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/>>. Acesso: Maio de 2013.

CRAINIC, T. *City Logistics*. *Tutorials in Operations Research*, Informs, 2008.

CRAINIC, T.; FLORIAN, M. *National planning models and instruments*. INFOR. 2008.

DUTRA, N. G. S. *O enfoque de “city logistics” na distribuição urbana de encomendas*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. (Tese de Doutorado).

FERNANDES L., J. E.; CEA CH., JOAQUÍN; SOTO O., A. *A multi-modal supply-demand equilibrium model for predicting intercity freight flows*. *Transportation Research Part B*, v. 37, p. 615-640, 2003.

FISCHER, M. *Travel-Demand Modelling: A State-of-the-Art Review*. In: Transportation Planning in a Changing World. European Science Foundation. Gower Publishing Company, 1987.

FLORIAN, M. e HEARN, D. *Network equilibrium models and algorithms*. In: M. Ball, T. L. Magnanti, C. L. Monma, e G. L. Nemhauser, eds. Network Routing: Handbooks in Operations Research and Management Science, v.8, North-Holland, Amsterdam, p. 485–550, 1995.

FLORIAN, M. *Models and software for urban and regional transportation planning: The contribution of the center for research on transportation*. INFOR v. 46, n.1 p. 29–50, 2008.

FRICKER, J.; WHITFORD, R. *Modeling Transportation Demand and Supply*. In: Fundamentals of Transportation Engineering. Londres: Pearson, 2004.

GAKENHEIMER, R. *Urban mobility in the developing world*. Transportation Research Part A, v.33, p.671–689, 1999.

HARKER, P. T.; FRIESZ, T. L. *Prediction of Intercity Freight Flows I: Theory*, Transportation Research Part B, v. 20, p. 139-153, 1986a.

HARKER, P. T.; FRIESZ, T. L. *Prediction of Intercity Freight Flows II: Mathematical Formulations*, Transportation Research Part B, v. 20, p. 155-174, 1986b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Estimativa Populacional 2012* (01 de julho de 2012). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2012/>>. Acesso em: 8 jan. 2013.

KAMPEN, T.; AKKERMAN, R.; VAN DONK, D. *SKU classification: a literature review and conceptual framework*. In: International Journal of Operations & Production Management. Vol. 32. Iss: 7, pp.850 – 876. 2012 .

KANT, G.; QUAK, H.; PEETERS, R.; WOENSEL, T.v. *Urban freight transportation: challenges, failures and successes*. (Unpublished Manuscript). Tilburg University, Faculty of Economics and Business Administration and Delft University of Technology, Transport and Logistics, 2012, 18 p.

MEERSMAN, H.; VAN DE VOORDE, E. *The Relationship between Economic Activity and Freight Transport*. In: Recent Developments in Transport Modelling: Lessons for the Freight Sector. Emerald, 2008.

MUÑUZURI, J. et al. *City logistics in Spain: Why it might never work*. Cities, v.29, p.133-141, 2011.

MUÑUZURI, J. et al. *Modelling peak-hour urban freight movements with limited data availability*. Computers & Industrial Engineering, v.59, p.34–44, 2010.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. *Delivering the Goods*. 21st Century Challenges to Urban Goods Transport. Paris, 2003.

PERLMAN, J. *Megacities and innovative technologies*. In: CITIES: The International Quarterly of Urban Policy, pp. 128-136, 1987.

PESARESI, M.; BIANCHIN, A. *Recognizing settlement structure using mathematical morphology and image texture*. In: Donnay, J.; Barnsley, M.; Longley, P. Remote sensing and urban analysis. pp. 55–67. Taylor & Francis, Londres, 2001.

RICH, J.; HOLMBLAD, C.O.; HANSEN, C.O. *A weighted logit freight mode-choice model*. Transportation Research Part E., v.45, p. 1006-1019, 2009.

RODRIGUE J-P. *Challenging the Derived Transport Demand Thesis: Issues in Freight Distribution*. Environment & Planning A, Vol. 38, No. 8, pp. 1449-1462, 2006.

RUSSO, F.; COMI, A. *Urban freight movement: a quantity attraction model*. Urban Transport VIII, 2002.

SANTOS, A.; COSTA, C. *Características Gerais do Varejo no Brasil*. Publicação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. Brasília, 1997.

SÃO PAULO (Município). Decreto nº 49.487, de 12 de maio de 2008. Regulamenta o trânsito de caminhões na Zona de Máxima Restrição de Circulação – ZMRC.

SÃO PAULO (Município). População da Região Metropolitana de São Paulo nos Anos de Levantamento Censitário. Disponível em: <http://sempla.prefeitura.sp.gov.br/historico/tabelas/pop_brasil.php>. Acesso em: 22 set. 2012.

SILVA, A. J. *Contribuição ao Planejamento do Transporte Urbano de Carga Pela Análise Física do Espaço Urbano*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. (Dissertação de Mestrado).

SINDICATO DE HOTÉIS, RESTAURANTES, BARES E SIMILARES DE SÃO PAULO - SINHORES. *Dados Técnicos*. Disponível em: <http://www.sinhores-sp.com.br/dados_tecnicos.htm>. Acesso em: 14 jan. 2013.

SYNTETOS, A.; BOYLAN, J.; CROSTON, J. *On the categorization of demand patterns*. In: Journal of the Operational Research Society. Vol. 56. No. 5. pp. 495-503. 2005.

TARKO, A. *Transportation Systems Modeling and Evaluation*. In: Handbook of Transportation Engineering. McGraw-Hill, 2004.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD - TRB. *Highway Capacity Manual 2000*. National Research Council, Washington DC, 2000.

VILLAÇA, F. *Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil*. In: O processo de urbanização no Brasil. EDUSP, 1999.

VITASEK, K.; MANRODT, K.; KELLY, M. *Solving The Supply-Demand Mismatch*. In: Supply Chain Management Review. Setembro e Outubro de 2003. Disponível em: <<http://www.manrodt.com/pdf/scmr03.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2012.