

THIAGO CANHOS MONTMORENCY SILVA

**PLANEJAMENTO URBANO E TRANSPORTE URBANO DE CARGA:
INVESTIGAÇÃO DE MODELOS DE INTEGRAÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO
FRETURB EM UM RECORTE URBANO EM SÃO PAULO**

**SÃO PAULO
2016**

THIAGO CANHOS MONTMORENCY SILVA

**PLANEJAMENTO URBANO E TRANSPORTE URBANO DE CARGA:
INVESTIGAÇÃO DE MODELOS DE INTEGRAÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO
FRETURB EM UM RECORTE URBANO EM SÃO PAULO**

**Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências.**

SÃO PAULO

2016

THIAGO CANHOS MONTMORENCY SILVA

**PLANEJAMENTO URBANO E TRANSPORTE URBANO DE CARGA:
INVESTIGAÇÃO DE MODELOS DE INTEGRAÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO
FRETURB EM UM RECORTE URBANO EM SÃO PAULO**

**Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências.**

Área de Concentração:

**Engenharia de Construção Civil e
Urbana**

**Orientadora: Prof.^a Dr.^a Karin Regina de
Casas Castro Marins**

SÃO PAULO

2016

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor:



Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Montmorency Silva, Thiago Canhos

Planejamento Urbano e Transporte Urbano de Carga: Investigação de Modelos de Integração e Aplicação do Modelo Freturb em um Recorte Urbano em São Paulo / T. C. Montmorency Silva -- versão corr. -- São Paulo, 2016. 287 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Planejamento Urbano 2.Transporte Urbano de Carga I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

Às coisas que se movimentam nas cidades.

*Ao meu pai, minha mãe e minha irmã,
por me tratarem sempre com muito amor e carinho.*

*E à Aninha,
por me fazer feliz.*

AGRADECIMENTOS

À Professora Dr.^a Karin Regina de Casas Castro Marins, pela dedicação, precisão, confiança, exemplo e ensinamentos durante todo o trabalho.

Ao LAET (*Laboratoire Aménagement Economie Transports*) da Universidade de Lyon, em especial, a Jean-Louis Routhier, Florence Toilier e Mathieu Gardrat, pelo acolhimento no laboratório e suporte fornecido em todas as etapas da modelagem com o modelo *Freturb*.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior) pelo apoio para o desenvolvimento da pesquisa, por meio da concessão de bolsa de estudo durante um período do Mestrado.

Ao Professor Dr. Hugo Tsugunobu Yoshida Yoshizaki, pela paciência, ensinamentos e por me colocar em contato com a pesquisadora Laetitia Dablanc.

À professora Dr.^a Silvana Zioni pela vinda e participação na banca de qualificação e por compartilhar seus conhecimentos sobre o tema.

À pesquisadora Nathalia Zambuzi, por compartilhar parte dos dados coletados em campo, no recorte urbano estudado.

À Secretaria de Transportes do Município de São Bernardo do Campo, pela experiência adquirida em campo na área de transportes urbanos. Em especial, aos amigos e companheiros de trabalho Nahor, Andrea, Fernanda, Wagner Cláudio e Thiago.

Aos colegas e amigos do Departamento de Transportes do Comitê Organizador dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio 2016, pelo apoio e incentivo. Em especial, a Gustavo Balieiro, às equipes *Venue Transport* e *BAT Team*, por acreditar e permitir o desenvolvimento do Mestrado em conjunto ao planejamento dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos.

Aos meus amigos da FAU-USP, por sempre me acompanhar na vida pessoal e profissional.

Aos arquitetos e urbanistas Geraldo Moura e Marcos Bicalho, por me iniciar e me fazer acreditar no campo profissional dos Transportes Urbanos.

Aos meu amigos lyoneses-paraibanos, Didier e Jane, pela maravilhosa receptividade em Lyon.

*"Acredito que as coisas podem ser feitas de outra maneira,
que a arquitetura pode mudar a vida das pessoas
e que vale a pena tentar."*

Zaha Hadid

RESUMO

MONTMORENCY SILVA, T. C. **Planejamento Urbano e Transporte Urbano de Carga: Investigação de Modelos de Integração e Aplicação do Modelo *Freturb* em um Recorte Urbano em São Paulo**. 2016. 286 p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

A efervescência da cidade moderna somente é possível devido ao deslocamento contínuo de pessoas e mercadorias. A movimentação de bens é trivial para a realização das atividades comerciais, industriais e de prestação de serviços. Sua demanda, entretanto, é condicionada pelos padrões de uso e ocupação do solo e adensamento urbano.

Esta pesquisa aborda aspectos da relação entre o transporte urbano de carga e a estruturação das áreas urbanas no Brasil. O principal objetivo é analisar a influência mútua entre a logística urbana e o uso e ocupação do solo no desenvolvimento de áreas urbanas no Município de São Paulo. Dessa forma, foram identificados, selecionados e analisados abordagens, metodologias e modelos aplicáveis à análise e proposição de diretrizes que integrem os condicionantes de desenvolvimento urbano e de transporte urbano de carga.

Um modelo selecionado, o *Freturb*, foi aplicado em um recorte urbano do Município de São Paulo. Localizada na região de Santa Cecília e Higienópolis, a área de estudo foi modelada, primeiramente, de acordo com a sua configuração urbana atual e, em seguida, com as suas predições urbanas para os anos de 2025 e 2030, conforme os parâmetros urbanísticos do novo Plano Diretor Estratégico de São Paulo, em vigor desde 2014. Os resultados da modelagem foram abordados, qualitativamente, sob três categorias, que organizam parâmetros de planejamento e que se inter-relacionam no ambiente urbano: Aspectos do Uso e Ocupação do Solo, Aspectos da Logística e Aspectos do Tráfego Urbano.

O trabalho comparou, ainda, os resultados da configuração urbana atual do recorte urbano de São Paulo, com áreas urbanas francesas, selecionadas no Centro de Lyon e no 4^o. *Arrondissement* de Paris. Essa comparação permitiu analisar a relação entre a empregabilidade e a densidade de movimentos da carga, nas três regiões urbanas. O estudo revelou que a área estudada em São Paulo necessita de mais movimentação de carga e exige mais do viário urbano e/ou é suprida por sistemas logísticos menos organizados, em relação às duas áreas francesas. Ainda, o porte e o perfil do estabelecimento podem incrementar o tempo de carga e descarga em uma área urbana.

Finalmente, as predições urbanas, de 2025 e 2030, motivadas pelo novo Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, permitiram avaliar e compreender os possíveis impactos do adensamento populacional e de empregos na demanda por transporte urbano de carga. E, verificar os possíveis impactos associados, tais como incremento em paradas em “fila-dupla” e ocupação viária por veículos de carga.

Palavras-chave: Planejamento Urbano, Transporte Urbano de Carga, Movimentação de Carga Urbana, Mobilidade Urbana, Políticas Urbanas, Uso e Ocupação do Solo, Densidade Urbana, Logística Urbana, Ferramentas de Modelagem, *Freturb*

ABSTRACT

MONTMORENCY SILVA, T. C. **Urban Planning and Urban Freight Transport: Integrated Modeling Investigation and the Application of *Freturb* Model in an Urban Area in The City of São Paulo**. 2016. 286 p. Thesis (Master). Department of Civil Construction Engineering, Polytechnic School of the University of São Paulo, São Paulo, 2016.

The effervescence of the modern city is only possible due to the continuous movement of people and goods. The movement of goods is trivial for commercial, industrial and service activities. However, it is conditioned by the patterns of land use and urban density.

This research approaches aspects of the relation between the urban freight transport and the structuring of urban areas in Brazil. The main objective is to analyze the mutual relationship among urban logistics and urban land use parameters on developing urban areas in São Paulo. Thus, applicable approaches, methodologies and models were identified, selected and analyzed, in light of their potential to support the integration of urban development and urban freight transport conditions.

A selected model, the *Freturb*, was applied in an urban area in the city of São Paulo. Located in the region of Santa Cecilia and Higienopolis, the case study area was modeled, firstly, according to its current urban setting and then with their urban predictions for the years 2025 and 2030, according the new parameters of Master Plan of São Paulo, approved in 2014. The modeling results were classified and discussed accordingly to three aspects: Land Use Aspects, Logistics Aspects and Urban Traffic Aspects.

The research also compared the results of the case study area located in São Paulo with other French urban areas, selected in the Center of Lyon and 4th. *Arrondissement* of Paris. Such a comparison allowed analyzing the relationship between the employability and the density of freight movements, in the three urban areas. The research revealed that the area in São Paulo requires more freight movement and urban road space and/or is supplied by less organized logistics systems, with regard to the latter two French areas. Also, the size and profile of the establishment can increase the loading and unloading time of operation in an urban area.

Finally, the urban predictions, 2025 and 2030, motivated by the new Master Plan of São Paulo, allowed evaluating and understanding the possible impacts of population density and employment in demand for urban freight transport. And, they also allowed verifying the possible associated impacts, such as the increase in stops at "double-park" and road occupancy by goods vehicles.

Keywords: Urban Planning, Urban Freight Transport, Urban Goods Movements, Urban Mobility, Urban Policy, Land Use, Urban Density, City Logistics, Decision-Making Support, Urban Freight Modelling, *Freturb*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2-1:	Tendência progressiva de concentração populacional nas áreas urbanas	45
Figura 2-2:	Operação de carga e descarga em local proibido	47
Figura 3-1:	Premissas gerais para o <i>City Logistics</i>	52
Figure 3-2:	Operação de carga e descarga no Centro de Consolidação Urbana de Motomachi	58
Figura 3-3:	O cargociclo da empresa <i>La Petite Reine</i> nas ruas de Paris	59
Figura 4-1:	Grandes cidades - densidades médias e distritos mais densos	64
Figura 4-2:	Densidade construída e populacional na cidade de São Paulo (por distritos)	65
Figura 4-3:	Uso misto	66
Figura 4-4:	Eixos de Estruturação da Transformação Urbana	69
Figura 4-5:	Incentivo ao uso misto	70
Figura 4-6:	Veículo de carga estacionado em local não autorizado no Município de São Paulo	76
Figura 4-7:	Veículo de carga estacionado em local não autorizado, prejudicando o trânsito	76
Figura 4-8:	Descarga de produtos no passeio público, obstruindo o transito de pedestres no município de São Bernardo do Campo	77
Figura 4-9:	Exemplos de estacionamento de veículos de carga sem perturbação do tráfego de passagem	78
Figura 4-10:	Exemplos de estacionamento de veículos de carga com perturbação do tráfego de passagem	78
Figura 4-11:	Calçadas como devem ser	81
Figura 4-12:	Zona de máxima restrição de circulação (ZMRC) e as principais vias estruturais restritas (VERS)	93
Figura 4-13:	Concentração de atividades econômicas no centro expandido, com relação ao total do Município de São Paulo	95
Figura 5-1:	Processo de planejamento de transporte estratégico, utilizando o modelo “quatro etapas”	104
Figura 5-2:	Gráfico obtido no Emme/2, demonstrando o volume de tráfego de carro de passageiros e de veículos de carga no centro histórico de Sevilha	106
Figura 5-3:	Relação entre fatores que afetam o SUTP e o transporte urbano de carga, adaptado e desenvolvido a partir de Sjöstedt (1996)	112
Figura 5-4:	Análise centrográfica, deslocamento do baricentro em 10km	118

Figura 5-5:	Análise centrográfica dos armazéns logísticos	120
Figura 5-6:	Polarização dos armazéns logísticos na megaregião de Piedmont Atlantic, EUA	120
Figura 6-1:	Municípios franceses que utilizam o modelo <i>Freturb</i>	132
Figura 6-2:	Esquema do modelo <i>Freturb</i> , construído a partir de dados empíricos da pesquisa de MCU	141
Figura 6-3:	Esquema das etapas de modelagem no <i>Freturb</i>	142
Figura 6-4:	Análise macrourbana da quantidade de “movimentos” semanal de carga urbana na grande Lyon (grade: 500 x 500m)	145
Figura 6-5:	Análise microurbana da quantidade de “movimentos” semanal em uma zona de Lyon	146
Figura 6-6:	Análise macrourbana da duração da parada de carga e descarga dos veículos “extrapesados” na grande Lyon, em horas (grade: 500 x 500m)	149
Figura 6-7:	Distribuição das viagens da carga com origem e destino na cidade de Lyon	150
Figura 6-8:	Caminho mais rápido de z10 para z51. Cidade de Dijon com 240 mil habitantes	152
Figura 7-1:	Recorte urbano selecionado no Município de de São Paulo para aplicação do <i>Freturb</i>	157
Figura 7-2:	Estrutura metodológica para configuração dos dados de entrada	158
Figura 7-3:	Dados cadastrados sobre as quadras, em verde, a área de estudo de 1 km ²	159
Figura 7-4:	Arquivo de entrada "zona urbana"	160
Figura 7-5:	Divisões do Município de São Paulo em subprefeituras	161
Figura 7-6:	Distritos na subprefeitura da Sé. Em destaque (vermelho), a área de estudo	161
Figura 7-7:	Foto aérea da região de Higienópolis	162
Figura 7-8:	Características de aproveitamento, dimensionamento e ocupação dos lotes	163
Figura 7-9:	Macroáreas do Município de São Paulo, em relação ao recorte urbano analisado	164
Figura 7-10:	Área de influência dos EETU, segundo o Plano Diretor do Município de São Paulo - 2014	165
Figura 7-11:	Eixos de Estruturação Transformação Urbana (EETU)	166
Figura 7-12:	Uso e ocupação do solo na subprefeitura da Sé, no PDE de São Paulo de 2014	167
Figura 7-13:	Áreas de influência dos Eixos de Estruturação Transformação Urbana (EETU)	168
Figura 7-14:	Imagem parcial do resultado do <i>SIMETAB</i> para a área estudada	176

Figura 7-15:	Arquivo SIRENE adaptado para a modelagem do cenário atual de São Paulo	179
Figura 7-16:	Estrutura geral das previsões dos cenários futuros	181
Figura 7-17:	Evolução das mudanças de uso e ocupação do solo na área estudada	182
Figura 7-18:	Quadra modelo do cenário 2030	183
Figura 7-19:	Desenho urbano da quadra modelo do cenário de 2030	184
Figura 7-20:	Fluxograma do processo para se obter as quantidades e os usos dos estabelecimentos nos cenários futuros	186
Figura 7-21:	Recorte urbano do centro de Lyon, em verde, onde a estrutura econômica foi avaliada	187
Figura 7-22:	Recorte urbano do quarto <i>Arrondissement</i> de Paris, em verde, onde a estrutura econômica foi avaliada	189
Figura 7-23:	Fluxograma do processo para determinar a quantidade de funcionários por estabelecimento	195
Figura 8-1:	Zoneamento do recorte urbano de São Paulo, elaborado especificamente para a pesquisa	204
Figura 8-2:	Tipos de veículos de carga utilizados na movimentação de carga dos estabelecimentos alimentícios	215
Figura 8-3:	Tipos de veículos de carga utilizados na movimentação de carga, na análise macrourbana do cenário atual	230
Figura 8-4:	Volume de veículos em circulação no centro expandido do Município de São Paulo	247
Figura 8-5:	Ocupação do viário por tipo de veículo na análise macrourbana, no cenário atual	249
Figura 9-1:	Interação dos aspectos do uso e ocupação do solo, da logística e do tráfego	267

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1:	Valores de segurança para a largura viária, de acordo com as condições de tráfego	72
Tabela 4-2:	Valores recomendados para a largura das faixas de rolamento	73
Tabela 4-3:	Parâmetros de parcelamento do solo (sistema viário)	83
Tabela 4-4:	Frota de veículos no Município de São Paulo por tipo de veículo	90
Tabela 6-1:	As 45 tipos de atividades dos estabelecimentos. Pesquisa realizada nas cidades de Marselha, Bordéus e Dijon, entre os anos 1994 e 1997	137
Tabela 6-2:	Participação das entregas e coletas de carga urbana por categoria de atividades. Pesquisa realizada nas cidades de Marselha, Bordéus e Dijon, entre os anos 1994 e 1997	138
Tabela 6-3:	Tempo bruto das operações de entrega e descarga em Bordéus, pesquisa realizada entre os anos 1994 e 1997	140
Tabela 7-1:	Estrutura econômica dos distritos da Santa Cecília e Consolação, baseado no Rais do ano 2013	170
Tabela 7-2:	Sumário dos dados da coleta de campo dos estabelecimentos alimentícios	174
Tabela 7-3:	Sumário da estrutura dos setores econômica da área de estudo do cenário atual	177
Tabela 7-4:	Sumário da estrutura dos subsetores econômica da área de estudo do cenário atual	178
Tabela 7-5:	Porcentagem da ocupação das áreas comerciais no centro de Lyon, baseado no SIRENE do ano de 2013	188
Tabela 7-6:	Porcentagem da ocupação das áreas comerciais 4º <i>Arrondissement</i> de Paris, baseado no SIRENE do ano de 2013	190
Tabela 7-7:	Tamanho dos estabelecimentos para cada categoria de atividade econômica	191
Tabela 7-8:	Quantidade de estabelecimentos em cada cenário futuro	193
Tabela 7-9:	Funcionários por estabelecimentos no centro de Lyon e no 4º. <i>Arrondissement</i> de Paris	196
Tabela 8-1:	Resultados genéricos do cenário atual dos estabelecimentos alimentícios	202
Tabela 8-2:	Sumário dos resultados estabelecimentos alimentícios do cenário atual por zona	205
Tabela 8-3:	Movimentação da carga por tipo de veículo na hora-pico	217
Tabela 8-4:	Parâmetros adotados no cálculo da ocupação do sistema viário por veículos de transporte de carga, referente aos estabelecimentos alimentícios, na hora-pico	218
Tabela 8-5:	Sumário dos resultados da análise macrourbana do cenário atual	221

Tabela 8-6:	Sumário dos resultados dos oito setores econômicos da análise macrourbana do cenário atual	222
Tabela 8-7:	Sumário dos resultados dos oito setores econômicos da análise macrourbana do cenário atual	223
Tabela 8-8:	Sumário dos resultados dos cenários modelados	253
Tabela 8-9:	Sumários dos resultados dos cenários por setor econômico	256
Tabela 8-10:	Hora-pico das predições de 2025 e 2030 com a perspectiva econômica do centro de Lyon	263

LISTA DE QUADROS

Quadro 4-1:	Seção transversal da classificação técnica da CET-SP	84
Quadro 4-2:	Vias de circulação para parcelamentos e arruamentos	85
Quadro 5-1:	Modelos aplicados regularmente na Europa	107
Quadro 5-2:	Matriz com as atuais deficiências (em vermelho) e melhorias (em verde) do transporte urbano de carga nos municípios pesquisados	115
Quadro 5-3:	Principais características dos modelos revisados	123

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 6-1:	Quantidades de entregas e coletas por categoria de atividade, segundo a pesquisa de movimentação de carga urbana, em cidades francesas selecionadas (1994-1997)	135
Gráfico 6-2:	Quantidades de entregas e coletas em função do número de funcionários no “comércio de varejo”, segundo a pesquisa de movimentação de carga urbana, em cidades francesas selecionadas (1994-1997)	135
Gráfico 6-3:	Duração de paradas com a quantidade de paradas nos três tipos de veículos de carga: VUC, semipesados/pesados e extrapesados	136
Gráfico 6-4:	Relação entre a distância média entre duas paradas com a quantidade de paradas em uma viagem	136
Gráfico 6-5:	Exemplo de curva de geração de “movimentos” por semana de coleta e entrega de mercadorias de acordo com a categoria do estabelecimento	144
Gráfico 6-6:	Número de horas/semana da operação de carga e descarga, conforme os quatro tipos de estacionamentos na cidade de Lyon	147
Gráfico 6-7:	Duração das paradas de acordo com o número de paradas e os tipos de veículos	147
Gráfico 6-8:	Hora-pico do transporte de carga (linha preta) e de pessoas (linha ciano) na cidade de Bordéus	153
Gráfico 7-1:	Síntese dos dados econômicos dos distritos de Santa Cecília e Consolação, baseado no Rais do ano de 2013	171
Gráfico 7-2:	Perfil dos estabelecimentos comerciais nos distritos de Santa Cecília e consolação, baseado no Rais do ano de 2013	171
Gráfico 7-3:	Dados populacionais dos cenários: atual, 2025 e 2030	185
Gráfico 8-1:	Quantidade de empregos e movimentos de carga dos estabelecimentos alimentícios, por zona	209
Gráfico 8-2:	Distribuição dos estabelecimentos alimentícios, de acordo com o porte	210
Gráfico 8-3:	Movimentação de carga pelo porte do estabelecimento alimentício	210
Gráfico 8-4:	Tipos de movimentos de cargas nos estabelecimentos alimentícios: recebimento e expedição de mercadorias	211
Gráfico 8-5:	Tipos de viagens da carga: parada única e paradas múltiplas	211
Gráfico 8-6:	Quantidade de movimentos de carga na semana, por zona	213
Gráfico 8-7:	Impacto dos movimentos de carga no viário urbano, por zona	214
Gráfico 8-8:	Hora-pico da movimentação da carga nos estabelecimentos alimentícios por tipo de veículo e total	216
Gráfico 8-9:	Tempo de carga e descarga nos estabelecimentos alimentícios por tipo de veículo e tipo de parada	218

Gráfico 8-10:	Densidade de estabelecimentos – Cenário atual	225
Gráfico 8-11:	Densidade de empregos – Cenário atual	226
Gráfico 8-12:	Densidade de movimentos da carga por semana – Cenário atual	227
Gráfico 8-13:	Movimentos de carga por estabelecimento – Cenário atual	228
Gráfico 8-14:	Relação entre empregos e movimentação da carga por setor econômico no cenário atual	229
Gráfico 8-15:	Tipos de veículos de carga utilizados na movimentação de carga, em cada setor econômico, na análise macrourbana, no cenário atual	231
Gráfico 8-16:	Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no comércio de varejo, no cenário atual	234
Gráfico 8-17:	Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no comércio de varejo, no cenário atual	234
Gráfico 8-18:	Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículos utilizados no comércio de varejo, no cenário atual	235
Gráfico 8-19:	Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículos utilizados no comércio de varejo, no cenário atual	235
Gráfico 8-20:	Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no setor econômico de serviços e escritórios, no cenário atual	237
Gráfico 8-21:	Detalhe correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no setor econômico de serviços e escritórios, no cenário atual	237
Gráfico 8-22:	Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículos utilizados no setor econômico serviços e escritórios, no cenário atual.	238
Gráfico 8-23:	Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículos utilizados no setor econômico serviços e escritórios, no cenário atual	238
Gráfico 8-24:	Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no comércio de atacado, no cenário atual	240
Gráfico 8-25:	Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no comércio de atacado, no cenário atual	240
Gráfico 8-26:	Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículos utilizados no comércio de atacado, no cenário atual	241
Gráfico 8-27:	detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículos utilizados no comércio de atacado, no cenário atual	241

Gráfico 8-28:	Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no setor econômico armazéns e depósitos logísticos, no cenário atual	242
Gráfico 8-29:	Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no setor econômico armazéns e depósitos logísticos, no cenário atual	242
Gráfico 8-30:	Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículos utilizados no setor armazéns e depósitos logísticos, no cenário atual	243
Gráfico 8-31:	Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículos utilizados no setor armazéns e depósitos logísticos, no cenário atual	243
Gráfico 8-32:	Recepção e expedição de mercadorias por setor econômico, no cenário atual	244
Gráfico 8-33:	Tipos de viagens: parada única e múltiplas paradas, no cenário atual	245
Gráfico 8-34:	Participação da movimentação da carga nos períodos do dia, no cenário atual	246
Gráfico 8-35:	Hora-pico da movimentação da carga por tipo de veículo, no cenário atual	248
Gráfico 8-36:	Tempo de carga e descarga por setor econômico, no cenário atual	250
Gráfico 8-37:	Tipos de operações de carga e descarga, no cenário atual	251
Gráfico 8-38:	Projeção de empregos e movimentos da carga nos cenários	254
Gráfico 8-39:	Projeção de empregos e movimentos da carga por setor econômico, nos cenários com a perspectiva econômica do centro de Lyon	258
Gráfico 8-40:	Projeção de empregos e movimentos da carga por setor econômico, nos cenários com a perspectiva econômica do 4 ^o . <i>Arrondissement</i> de Paris	258
Gráfico 8-41:	Projeção de empregos e movimentos da carga, em setores selecionados, nos cenários com a perspectiva econômica do centro de Lyon	260
Gráfico 8 42:	Projeção de empregos e movimentos da carga, em setores selecionados, nos cenários com a perspectiva econômica do 4 ^o . <i>Arrondissement</i> de Paris	260
Gráfico 8-43:	Hora-pico da movimentação da carga, por tipo de veículo, no cenário 2025 com a perspectiva econômica de Lyon	262
Gráfico 8-44:	Hora-pico da movimentação da carga, por tipo de veículo, no cenário 2030 com a perspectiva econômica de Lyon	262
Gráfico 8-45:	Ocupação do viário, por tipo de veículo, nos cenários modelados	264
Gráfico 8-46:	Tempo total de operação de carga e descarga, nos cenários modelados	265

LISTA DE SIGLAS

ADEME	Agência de Controle de Energia e Meio Ambiente da França
APET700	Código da atividade principal do estabelecimento de acordo com o NAF-696 Classificações
ARRS	<i>Arrondissement</i>
BESTUFS	<i>BEST Urban Freight Solution</i>
BUSTRIP	<i>Baltic Urban Sustainable Transport Implementation and Planning</i>
C.A.	Coeficiente de Aproveitamento
CCU	Centro de Consolidação Urbana
CET-SP	Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo
CIVITAS	<i>City, Vitality and Sustainability</i>
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CTB	Código Brasileiro de Trânsito
CUE	Unidade de carro equivalente
DALSIM	<i>Delivery Areas and Logistics SIMulation</i>
DETRAN-SP	Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DSV/SMT	Departamento de Operação do Sistema Viário da Secretaria Municipal de Transportes
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
EETU	Eixos de Estruturação da Transformação Urbana
EFETCENT	Quantidade de funcionários
EUA	Estados Unidos da América
GNV	Gás Natural Veicular

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID	Identidade
IDIOMA	<i>Innovative distribution with intermodal freight operation in metropolitan areas</i>
ILOS	Instituto de Logística e Supply Chain
INSEE	Instituto Nacional de Estatísticas e Estudos Econômicos da França
INTERREG	<i>Innovation & Environment Regions of Europe Sharing Solutions</i>
ITS	Sistemas de Transporte Inteligente
LAET UDL	<i>Laboratoire Aménagement Economie Transports</i> da Universidade de Lyon
LGV	<i>Light Goods Vehicle</i>
LIBCOM	Nome do distrito ou zona
LPUOS	Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo
MCU	Movimentação de Carga Urbana
NAF	<i>Nomenclature d'activités française</i>
NATURE	Natureza da atividade do estabelecimento
NBTOA	Número de franquias
NOMETAB	Nome ou razão social da empresa
O-D	Origem e Destino
PDE	Plano Diretor Estratégico
PNLT	Plano Nacional de Logística e Transporte
PNMU	Política Nacional da Mobilidade Urbana
RAIS	Relação Annual de Informações Sociais
REFORM	<i>Research on Freight Plataforms and Freight Organisation</i>
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SETCESP	Sindicato das Empresas de Transportes de Carga de São Paulo e Região
SIEGE	Status do estabelecimento
SIRENE	<i>Système national d'identification et du répertoire des entreprises et de leurs établissements.</i> Base de dados estatísticos de todos os “estabelecimentos” (instalação física operada por uma empresa privada ou pelo governo) no território Francês
SIRET	Código de identificação do estabelecimento
SUTP	Planos de Transporte Urbano Sustentável
T.O.	Taxa de Ocupação
UTOPIA	<i>Urban Transport: Options for Propulsion Systems and Instruments of Analysis</i>
VER	Vias Estruturais Restritas
VTR	Vias de Trânsito Rápido
VUC	Veículo Urbano de Carga
ZMRC	Zona de Máxima de Restrição à Circulação
ZERC	Zonas Especiais de Restrição de Circulação
ZONE	Zoneamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	28
1.1	OBJETIVO GERAL	32
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
1.3	METODOLOGIA DA PESQUISA	32
PARTE A: DIAGNÓSTICO DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA		35
2	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA NO CONTEXTO NACIONAL	36
2.1	CONTEXTUALIZANDO O TRANSPORTE URBANO DE CARGA NO BRASIL	36
2.2	CONCEITOS DE TRANSPORTE URBANO DE CARGA	38
2.3	A IMPORTÂNCIA E O PAPEL DA MOVIMENTAÇÃO URBANA DE CARGA	41
2.4	IMPLICAÇÕES DO TRANSPORTE DE CARGA NO COTIDIANO URBANO	44
3	A CIRCULAÇÃO URBANA DA CARGA URBANA NO CITY LOGISTICS	50
3.1	DEFINIÇÕES INICIAIS DO <i>CITY LOGISTICS</i>	51
3.2	AGENTES E FUNDAMENTOS DO <i>CITY LOGISTICS</i>	53
3.3	METODOLOGIAS E PARÂMETROS PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS CONCEITOS DO <i>CITY LOGISTICS</i>	55
3.4	EXPERIÊNCIAS E TENDÊNCIAS DO <i>CITY LOGISTICS</i>	56
PARTE B: INTER-RELAÇÃO DOS PARÂMETROS URBANÍSTICOS COM O SISTEMA URBANO DE CARGAS		61
4	A INTER-RELAÇÃO ENTRE O SISTEMA VIÁRIO URBANO, O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A CIRCULAÇÃO DA CARGA NA CIDADE	62
4.1	DENSIDADE DE PESSOAS	62
4.2	PARCELAMENTO, APROVEITAMENTO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	66
4.3	PARÂMETROS CONDICIONANTES DAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA VIÁRIO URBANO	70
4.3.1	LARGURA DE SEGURANÇA	72
4.3.2	FAIXA DE ROLAMENTO	72
4.3.3	FAIXA DE ESTACIONAMENTO	74
4.3.4	ÁREAS DE CARGA E DESCARGA	75
4.3.5	CANTEIRO CENTRAL	79
4.3.6	CALÇADAS	79
4.3.7	CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS URBANAS E REGULAMENTAÇÃO DE DIMENSÕES E PESOS DOS VEÍCULOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO	81
4.3.8	FROTA DE VEÍCULOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO E A ESCOLHA DO TIPO DE VEÍCULO DE CARGA	86

4.4 MEDIDAS ADOTADAS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO PARA A GESTÃO DO TRANSPORTE DE CARGA	91
4.5 RESTRIÇÕES AO TRÂNSITO DE CAMINHÕES	91

PARTE C: INVESTIGAÇÃO DE MODELOS E A FERRAMENTA

FRETURB **98**

5 MODELOS DE APOIO AO PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE CARGA URBANA, INTEGRADO AO PLANEJAMENTO URBANO **99**

5.1 ABORDAGENS E DIFICULDADES DE APLICAÇÃO DOS MODELOS DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE URBANO DE CARGA	99
5.2 MODELOS REVISADOS	102
5.2.1 MODELO DE OGDEN (1978)	102
5.2.2 ADAPTAÇÕES DO MODELO “QUATRO ETAPAS” PARA O PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA	103
5.2.3 MODELOS APLICADOS REGULARMENTE NA EUROPA: BOERKAMPS E BINSBERGENQUE (1999), GOODTRIP ; MEIMBRESSE E SONNTAG (2001), WIVER ; LABORATOIRE AMÉNAGEMENT ECONOMIE TRANSPORTS (LAET) DA UNIVERSIDADE DE LYON (2004), FRETURB ; DELAÎTRE E ROUTHIER (2010), FRETURB E DALSIM ; E, GARDRAT ET AL. (2014), SIMETAB	107
5.2.4 SJÖSTEDT (1996) E LINDHOLM E BEHRENDTS (2012)	111
5.2.5 DABLANC E RAKOTONARIVO (2010) E DABLANC E ROSS (2012)	117
5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MODELOS REVISADOS	122

6 A FERRAMENTA FRETURB **130**

6.1 CONCEPÇÃO E CALIBRAGEM DO MODELO <i>FRETURB</i>	133
6.2 A ARQUITETURA DO MODELO <i>FRETURB</i>	142
6.2.1 MÓDULO 01 – A GERAÇÃO DE MOVIMENTOS DE VEÍCULOS	143
6.2.2 MÓDULO 02 – TEMPO DE CARGA E DESCARGA	146
6.2.3 MÓDULO 03 – DISTRIBUIÇÃO DO TRÁFEGO DA CARGA ENTRE AS ZONAS	149
6.2.4 MÓDULO 04 – HORA PICO DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA	153
6.3 APLICAÇÕES DO <i>FRETURB</i>	153

PARTE D: CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO E APLICAÇÃO

DA FERRAMENTA FRETURB **155**

7 APLICAÇÃO DO MODELO FRETURB EM UMA ÁREA CENTRAL E DE ADENSAMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO **156**

7.1 A ESCOLHA DO RECORTE URBANO E A ATIVIDADE ECONÔMICA PESQUISADA EM CAMPO	156
7.2 METODOLOGIA ADOTADA PARA A PREPARAÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA	157
7.2.1 DENSIDADES POPULACIONAIS E A CONSTRUÇÃO DO ARQUIVO ZONA URBANA	159

7.2.2 CARACTERÍSTICAS URBANÍSTICAS DO RECORTE URBANO	160
7.2.3 A ESTRUTURA ECONÔMICA DO CENÁRIO ATUAL DOS DISTRITOS DE SANTA CECÍLIA E CONSOLAÇÃO	169
7.3 A COLETA DE DADOS EM CAMPO	173
7.3.1 SUPORTE DO MODELO <i>SIMETAB</i> E O SUPORTE DO <i>LABORATOIRE AMÉNAGEMENT ECONOMIE TRANSPORTS</i> DA UNIVERSIDADE DE LYON (LAET UDL)	175
7.4 A CONSTRUÇÃO DO ARQUIVO SIRENE	179
7.5 METODOLOGIA ADOTADA PARA CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS FUTUROS	181
7.5.1 PERÍODOS DOS CENÁRIOS FUTUROS	181
7.5.2 EVOLUÇÃO DAS DENSIDADES URBANAS E DA ESTRUTURA DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS	182
7.5.3 FRACIONAMENTO DA NOVA ÁREA DE COMÉRCIO E SERVIÇOS EM SETORES E SUBSETORES ECONÔMICOS E DISTRIBUIÇÃO DOS EMPREGOS	185

PARTE E: ANÁLISE QUALITATIVA DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO *FRETURB*. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS **198**

8 RESULTADOS DA MODELAGEM	199
8.1 PREMISSAS E CRITÉRIOS ADOTADOS PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO	200
8.2 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO CENÁRIO ATUAL	201
8.2.1 ANÁLISE MICROURBANA DO CENÁRIO ATUAL: ESTABELECIMENTOS ALIMENTÍCIOS	201
8.2.1.1 ASPECTOS DA LOGÍSTICA	210
8.2.1.2 ASPECTOS DO TRÁFEGO	216
8.2.2 ANÁLISE MACROURBANA DO CENÁRIO ATUAL	220
8.2.2.1 ASPECTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	225
8.2.2.2 ASPECTOS SÓCIOS-ECONÔMICOS E LOGÍSTICOS	229
8.2.2.2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A EXPEDIÇÃO E A RECEPÇÃO DE MERCADORIAS NOS ESTABELECIMENTOS	244
8.2.2.2.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A VIAGEM DE PARADA ÚNICA E MÚLTIPLAS PARADAS	245
8.2.2.3 ASPECTOS DO TRÁFEGO	245
8.3 RESULTADOS DOS CENÁRIOS FUTUROS	252
9 CONCLUSÕES	266
9.1 CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO <i>FRETURB</i> NA ÁREA DE ESTUDO DE CASO, NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO	266
9.2 LIMITAÇÕES E ADVERTÊNCIAS SOBRE A APLICAÇÃO DO MODELO <i>FRETURB</i> EM UM CONTEXTO BRASILEIRO	268

9.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS OBJETIVOS ALCANÇADOS	268
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	270
10.1 RECOMENDAÇÕES PARA A CONTINUIDADE DA PESQUISA	270
10.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS	270
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	273

INTRODUÇÃO

Objetivos e Metodologia

1 INTRODUÇÃO

O modo de vida urbano está diretamente relacionado aos processos de produção, transporte, armazenagem, uso e consumo de bens e mercadorias, com origem, destino ou mesmo passagem pelas cidades, estes aqui denominados genericamente de “Carga Urbana”. Nunca se produziu e se consumiu com tanta diversidade. Dutra (2004) menciona que a movimentação de carga é uma consequência física de um processo econômico global, nacional e local, e não um fim em si mesmo.

Por outro lado, a falta de planos de mobilidade que contemplem a logística da carga urbana e os impactos de seu deslocamento, carga e descarga, são percebidos diariamente na crise da mobilidade urbana, em impactos negativos para a qualidade de vida e no desmantelamento da dinâmica sócio-espacial das cidades. Tradicionalmente, os planos de mobilidade urbana têm sido focados no transporte de passageiros, não priorizando e, em algumas vezes, ignorando um dos maiores problemas da cidade, o transporte urbano de carga. Como demonstraram Allen *et al.* (2000a), Woudsma (2001), Brasil (2006), Goldman e Gorham (2006), Dias *et al.* (2007), Sanches Junior (2008), Behrends *et al.* (2008), Zioni (2009) e Behrends e Lindholm (2012), há um consenso nas metrópoles do mundo que apenas recentemente esse tópico vem sendo objeto de estudo e que há falta de pesquisas relacionadas ao tema, inclusive nos países desenvolvidos, dificultando ainda mais a mensuração dos impactos e a proposição de soluções.

Recentemente, dada a importância da carga urbana tanto para o desenvolvimento econômico quanto para o bem estar da população, a discussão sobre o tema tem adquirido maior relevância. No exterior, a União Européia tem desenvolvido trabalhos pioneiros de pesquisa e desenvolvimento tecnológico na tentativa de melhorar o desempenho do transporte de carga e reduzir seus impactos nas cidades (ALLEN *et al.*, 2000a; SANCHES JUNIOR, 2008). Dentre eles, alguns projetos resultaram do trabalho de equipes multidisciplinares internacionais, tais como: UTOPIA (*Urban Transport: Options for Propulsion Systems and Instruments of Analysis*), REFORM (*Research on Freight Platforms and Freight Organisation*), IDIOMA (*Innovative distribution with intermodal freight operation in metropolitan*

areas), BESTUFS (*BESTUrban Freight Solution*), CIVITAS (*City, Vitality and Sustainability*) e INTERREG (*Innovation & Environment Regions of Europe Sharing Solutions*). De acordo com Eurocities (2007), as prefeituras de Londres e Paris, por exemplo, vêm mudando a situação da carga urbana mediante uma nova interpretação da mobilidade urbana, atendendo às recomendações da *European Commission*, de 2007, e desenvolvendo o planejamento de transporte urbano de carga em conjunto com o planejamento de suas cidades.

Na China, por sua vez, o governo elaborou projeções sobre o rápido aumento do consumo de energia no setor de transportes, identificando que o transporte de carga era o principal responsável por este crescimento (BERRAH *et al.*, 2007). Como consequência, e visando atingir um consumo energético mais sustentável, os modos hidroviário e ferroviário têm sido priorizados para o transporte de carga naquele país. De acordo com Berrah *et al.* (2007), as projeções mostraram que, em 2020, o transporte de carga continuará dominante no consumo de energia no setor de transportes na China. Porém, o sistema hidroviário permitirá carregar mais da metade da carga urbana chinesa, consumindo apenas 22% da energia do setor de transporte, em contraste ao deslocamento da carga por caminhões, que hoje se limita ao transporte de 14% da carga do país e representa em torno de 50% do gasto energético do setor.

Entretanto, Behrends e Lindholm (2012) e Sanches Junior (2008) mencionam que, embora algumas cidades no mundo já tenham tentado implantar diferentes medidas para restrições de veículos pesados, com o objetivo de reduzir os seus impactos negativos e dar maior fluidez ao transporte de pessoas, até o presente nenhuma medida foi considerada bem sucedida.

No Brasil, os poucos projetos relativos à carga urbana são implantados com base em insuficientes pesquisas para identificação do perfil da carga, incluindo padrões de deslocamento e pontos geradores de tráfego, dentre outros aspectos. As instituições responsáveis pela administração municipal e metropolitana reconhecem a carga urbana como um importante fator de crescimento econômico e almejam estratégias de planejamento que proporcionem formas mais adequadas de interação entre o sistema de transporte, o uso do solo e o deslocamento das pessoas e dos bens. No entanto, de acordo com Allen *et al.* (2000a), a escala urbana dificulta as

possibilidades de uma interação no planejamento, como também há o estigma cultural que a operação de carga urbana agrega, sendo interpretada pela sociedade de forma negativa para o bem estar do local. Dessa forma, os legisladores se sentem pressionados a impor restrições físicas e temporais no meio urbano, limitando a execução da atividade. Além disso, devido à escassez de espaço urbano, a logística e o transporte competem com outras formas de uso do solo, principalmente com o uso habitacional.

Analisando essa situação, Behrends e Lindholm (2012) citam que há consciência por parte das empresas de distribuição e logística dos crescentes problemas que a carga gera para as áreas urbanas, no seu cotidiano e no longo prazo. No entanto, não tem havido integração dessas instituições com as autoridades urbanas para discutir e desenvolver ações concretas para resolver os problemas. O poder público local, por sua vez, em geral relaciona o transporte urbano de carga como um problema das empresas e não como uma questão de mobilidade urbana e regional, que por ele deva ser planejada e gerida. Sanches Junior (2008) concluiu que os administradores públicos reconhecem os problemas inerentes à logística, sem, contudo, realizar ações para entender as demandas do setor e definir soluções técnicas adequadas. Allen *et al.* (2000a) também identificou esse impasse, uma vez que, de um lado, as autoridades locais esperam que as empresas criem novos serviços logísticos e do outro lado, as empresas e operadores logísticos aguardam que os municípios tomem a iniciativa para resolver os problemas envolvendo transporte urbano de carga.

De acordo com Sanches Junior (2008), dada a diversidade dos aspectos envolvidos nas atividades logísticas, com externalidades negativas, conflitos e competição pelo espaço, é necessário fomentar pesquisas que abordem de maneira mais precisa o tema para contribuir para a definição de políticas públicas. O autor aponta, ainda, que o desconhecimento das atividades inerentes à carga urbana pelos administradores públicos municipais faz com que as cidades administrem esse tema apenas em função da demanda e de pressões da sociedade.

Dessa forma, apesar das recentes investigações e esforços práticos para resolução das questões apresentadas, a análise e a proposição de formas para integração entre carga e planejamento urbano ainda se colocam como um tema

embrionário não apenas nacional, mas também internacionalmente. As estratégias municipais e os planos de transportes ainda pouco consideram a logística da carga na concepção e na gestão dos sistemas de circulação urbana e no planejamento das instalações correlatas, influenciadas sobretudo pelas políticas de uso e ocupação do solo. Assim sendo, rotinas logísticas dificilmente resultam de condicionantes do planejamento urbano, gerando diversos conflitos, vivenciados no cotidiano nas cidades.

1.1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa aborda aspectos da relação entre o transporte urbano de carga e a estruturação das áreas urbanas no Brasil. O principal objetivo é analisar a influência mútua entre a logística urbana e o uso e ocupação do solo no desenvolvimento de áreas urbanas no Município de São Paulo.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e analisar modelos que abordem a relação entre parâmetros de uso e ocupação do solo e de logística urbana, considerando as mais recentes configurações econômica, social e espacial.
- Selecionar e aplicar um modelo selecionado em uma área urbana localizada no Município de São Paulo, verificando as condições de interação entre desenvolvimento urbano e transporte de carga, considerando aspectos tais como: na escala microurbana, o uso e ocupação do solo, densidades populacional e de empregos e desenho urbano e, na escala macrourbana, as implicações no tráfego do viário urbano e na cadeia logística.

1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa e a dissertação de mestrado foram desenvolvidas em cinco partes principais, abrangendo:

- **Parte A** – Diagnóstico do transporte urbano de carga, políticas brasileiras relacionadas ao sistema urbano de cargas e análise das características e abordagens do *City Logistics*;
- **Parte B** – Inter-relação dos parâmetros urbanísticos e dos principais elementos do sistema viário com o sistema urbano de cargas. Estudo das principais medidas adotadas no Município de São Paulo para a gestão do transporte urbano de carga;
- **Parte C** - Identificação e seleção de abordagens, modelos, metodologias ou sistemas envolvendo a interação das temáticas de transporte de carga e planejamento urbano. E, em seguida, seleção e detalhamento do modelo selecionado, o *Freturb*;
- **Parte D** – Caracterização do estudo de caso e aplicação da ferramenta *Freturb*;
- **Parte E** – Análise qualitativa dos resultados da aplicação do *Freturb*. Contém a conclusão da aplicação do modelo e as considerações finais do trabalho de pesquisa.

A **Parte A** da dissertação de mestrado consistiu na revisão da literatura sobre o tema estudado, sendo abordada a conceituação de transporte urbano de carga e sua contextualização no Brasil, e analisadas suas características e os principais impactos no desenvolvimento urbano das cidades brasileiras. Pretendeu-se compreender o papel da carga urbana na estruturação territorial da cidade e da metrópole, como insumos para entender as interrelações entre as abordagens da carga e o escopo de planos diretores e de mobilidade urbana. Foram estudados os conceitos de logística de carga urbana, os meios para a regulamentação e a gestão do deslocamento de cargas na cidade.

Na **Parte B**, foram analisados condicionantes do planejamento urbano que se articulam e condicionam o sistema urbano de carga. Dentre os condicionantes, destacam-se: os parâmetros urbanísticos, tais como densidade de pessoas, parcelamento, aproveitamento e uso e ocupação do solo; e parâmetros que condicionam as características do sistema viário, como largura de segurança, faixa de rolamento, faixa de estacionamento, áreas de carga e descarga, canteiro central, calçadas e hierarquia viária. Nesta parte foram elencadas as principais medidas

adotadas no Município de São Paulo para a gestão do transporte urbano de carga, dentre elas: a restrição ao trânsito de caminhões, preferência ao abastecimento noturno, e a substituição dos caminhões por veículos urbanos de cargas (VUCs).

Na **Parte C**, foram identificados, selecionados e analisados abordagens, metodologias e modelos aplicáveis à análise e proposição de diretrizes que integrem os condicionantes de desenvolvimento urbano e de transporte urbano de carga. Em seguida, foi selecionado e analisado o modelo *Freturb*, que se demonstrou o mais apropriado ao contexto urbano, ao transporte de carga brasileiro e à abordagem pretendida para aplicação em estudo de caso no município de São Paulo.

Na **Parte D**, foi definida e caracterizada a área do estudo de caso, localizada no Município de São Paulo, constituindo a etapa de coleta e preparação de dados para aplicação do modelo *Freturb*, mediante levantamentos e entrevistas realizadas em campo, associados à consulta a bases secundárias. Em seguida, foram desenvolvidos e configurados cenários para a modelagem do *Freturb*. Esta etapa foi apoiada em estágio científico realizado no *Laboratoire Aménagement Economie Transports* (LAET) da Universidade de Lyon (UdL), na França.

Os resultados obtidos na Parte D foram interpretados na **Parte E** em uma abordagem qualitativa, baseando-se em três aspectos que se inter-relacionam no ambiente urbano: Aspectos do Uso e Ocupação do Solo, Aspectos da Logística e Aspectos do Tráfego Urbano. A **Parte E** contém as conclusões da aplicação do *Freturb* e as considerações finais do trabalho de pesquisa com as recomendações para a continuidade da pesquisa.

PARTE A

Diagnóstico do transporte urbano de carga

2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA NO CONTEXTO NACIONAL

A efervescência da cidade moderna somente é possível devido ao deslocamento contínuo de pessoas e mercadorias. A movimentação de bens é trivial para a realização das atividades comerciais, industriais e de prestação de serviços. Há, portanto, no cotidiano urbano, grande movimentação de carga, caracterizada, de modo geral, por caminhões de entrega que se deslocam entre indústrias, centros de distribuição, armazéns, pontos de comercialização em atacado e varejo e residências, bem como portos, terminais ferroviários e aeroportos. Este capítulo faz uma revisão na literatura sobre o tema e analisa a conceituação e o papel do transporte urbano de carga, como também seus impactos dentro de sua contextualização nas cidades brasileiras.

2.1 CONTEXTUALIZANDO O TRANSPORTE URBANO DE CARGA NO BRASIL

O transporte urbano de carga é um tema que está sendo abordado com singularidade há muito pouco tempo e, na maioria das vezes, é tratado como secundário em planos de mobilidade urbana. Poucas prefeituras têm informações específicas sobre carga urbana, tais como: rotas preferenciais de caminhões, densidade de carregamento ou, até mesmo, um mapeamento dos principais locais de geração e atração de viagens de veículos de carga. Além disso, o tema ainda carece de estudos e de dados que subsidiem ações de planejamento e gestão pelos municípios e governos locais, restando muito a ser explorado e compreendido.

Em 2007, foi apresentado o Plano Nacional de Logística e Transporte (PNLT) e, segundo Zioni (2009), foi a primeira política de logística e transporte de carga no Brasil em vinte anos. O PNLT estimula a aglomeração de regiões urbanas em função da perspectiva da logística nos principais portos concentradores de cargas do País. O objetivo é agregar maior eficiência à infraestrutura nas regiões já desenvolvidas, conforme objetivos abaixo enumerados:

Um primeiro e fundamental objetivo do PNLT é a retomada do processo de planejamento no Setor dos Transportes, dotando-o de uma estrutura permanente de gestão e perenização desse processo, com base em um sistema de informações georreferenciado.

Um segundo objetivo, também relevante, é a consideração dos custos de toda a cadeia logística que permeia o processo que se estabelece entre as origens e os destinos dos fluxos de transporte, levando à otimização e racionalização dos custos associados a essa cadeia.

Um terceiro objetivo é a necessidade de efetiva mudança, com melhor equilíbrio, na atual matriz de transportes de cargas do País. Com o uso mais intensivo e adequado das modalidades ferroviária e aquaviária, tirando partido de suas eficiências energéticas e produtividades no deslocamento de fluxos de maior densidade e distância de transporte. (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES e MINISTÉRIO DA DEFESA, 2007, p. 07)

Em 2012, entrou em vigor a Lei Federal Nº 12587/12, instituindo a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU). Esta lei impõe aos municípios com mais de vinte mil habitantes a obrigatoriedade de concepção de um plano de mobilidade urbana compatível com os correspondentes planos diretores. Incentiva ainda a integração de diferentes modos de transportes e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e das cargas nos municípios brasileiros:

Art. 2º. A Política Nacional de Mobilidade Urbana tem por objetivo contribuir para o acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana.

Art. 3º. O Sistema Nacional de Mobilidade Urbana é o conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, de serviços e de infraestruturas que garante os deslocamentos de pessoas e cargas no território do Município. (BRASIL, 2012)

Na matriz brasileira de transporte, o modo rodoviário prevalece como majoritário e isso implica em altos custos logísticos. De acordo com o Plano Nacional de Logística e Transportes - PNLT (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES e MINISTÉRIO DA DEFESA, 2007), nas rodovias são realizados 58% dos fluxos de carga no país, enquanto que as ferrovias são responsáveis por 25% e as hidrovias, por 13% das cargas. Já na Região Metropolitana de São Paulo a participação do transporte rodoviário é ainda mais relevante, 93% da movimentação de carga ocorre nas rodovias e pouco mais de 5%, nas ferrovias.

De acordo com Cambridge Systematics, Inc. e TIS (2013), a Pesquisa de Origem e Destino do Transporte Rodoviário e Aéreo do Estado de São Paulo estimou em torno de 900 mil viagens diárias de automóveis e caminhões realizadas na malha rodoviária de São Paulo. Identificou também uma marcante presença de caminhões no tráfego rodoviário, com a proporção de 1 caminhão para cada 2,7 automóveis.

Cambridge Systematics, Inc. e TIS (2013) comentam, ainda, que a pesquisa constatou que 46% das viagens dos caminhões estariam com o veículo vazio e que 35% das viagens diárias no Estado de São Paulo seriam produzidas ou atraídas pelas três regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista, transportando principalmente produtos industriais não alimentares, produtos químicos e petroquímicos e minerais.

A movimentação de carga urbana é elemento fundamental de desenvolvimento econômico nacional, regional e local. Zioni (2009) cita que a eficiência da produtividade das atividades econômicas depende do desempenho dos serviços de transporte, armazenagem e logística, repercutindo assim positivamente no meio ambiente e na qualidade da vida urbana. No entanto, de acordo com Sanches Junior (2008), existe um consenso entre os especialistas da área de que a movimentação urbana de carga é de difícil apreensão, inclusive a coleta de dados estatísticos relacionados, devido à grande quantidade de elementos individuais envolvidos e à numerosa quantidade de origens e destinos potenciais. Segundo o autor, o tema tem grande importância para o desenvolvimento econômico e bem-estar da população e têm havido recentes esforços para superar as dificuldades encontradas, colocando o tema num cenário de prioridade e de importância.

Atualmente, a Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET-SP) está realizando a primeira pesquisa de origem e destino de cargas do município. De acordo com a CET-SP (2015), a pesquisa mostrará, de forma precisa, a atual movimentação de mercadorias na capital, definindo os tipos de cargas, os seus horários e itinerários. A pesquisa pretende ser utilizada como insumo nos projetos de políticas públicas de transporte e logística que a Prefeitura de São Paulo irá definir para o município.

2.2 CONCEITOS DE TRANSPORTE URBANO DE CARGA

Segundo Ambrosini e Routhier (2004), não existe um conceito único de carga urbana, sendo o tema entendido de diversas formas por envolvidos nas atividades e pesquisadores do tema. De acordo com o Departamento de Transportes dos EUA

(BOLGER e BRUCK¹, 1973 apud OGDEN,1992) entende-se como transporte urbano de carga:

O transporte e as atividades nos terminais associados ao transporte e à movimentação de coisas é o oposto da movimentação de pessoas nas áreas urbanas. Isso inclui a movimentação de coisas para dentro, para fora, através e dentro das áreas urbanas por todos os modos, incluindo-se por transmissão elétrica, entendendo que o transporte também se relaciona com o transporte de combustível, oleodutos, tubulações de água e esgoto, coleta e movimentação de lixo, de correspondência, serviços de movimentação de caminhões não identificados com a movimentação de pessoas, e mesmo algumas viagens de pessoas que envolvem substancial movimentação de cargas, como por exemplo, as viagens aos shoppings centers. As atividades que envolvem as ruas das cidades, rios e canais, estradas de ferro, terminais, áreas de carga/descarga e sistemas de distribuição interna que incluem elevadores e facilidades correlatas têm que ser consideradas na promoção de maior eficiência na movimentação urbana de cargas.

Claramente, esta definição é muito ampla para a finalidade da presente pesquisa, porém demonstra que, para a época, os limites do escopo da carga urbana já não eram nítidos. De forma geral, o transporte urbano de carga é associado com a definição de distribuição de mercadorias, com origem ou destino numa mesma área urbana. Para Sanches Junior (2008), a amplitude do conceito de carga urbana nos municípios está diretamente relacionada à concentração urbana da cidade, sendo necessário mensurar os impactos dessa logística urbana para então defini-la de maneira mais apropriada para cada caso. Esse impasse se mostra presente até mesmo no Departamento de Transporte dos EUA, no qual se questiona se os veículos de prestadores de serviços são considerados como parte do transporte urbano de carga, fazendo com que o conceito seja comumente modificado.

Alvarenga e Novaes (2000) diferenciam a execução das atividades inerentes ao sistema urbano de cargas em duas etapas: 1) a transferência, deslocamento denso entre dois pontos, dentro e fora da metrópole e 2) a distribuição ou entrega, caracterizado quando o veículo em uma única viagem serve diversos destinos ou o contrário, quando há coleta de produtos em diversos estabelecimentos para um depósito central. De acordo com Zambuzi (2013), predominam no meio urbano os fluxos de distribuição de bens por viagens de múltiplas paradas, ou seja, viagem única de mesmo veículo com atendimento a vários destinos. A autora comenta que isso

¹ BOLGER, F. T.; BRUCK, H. W. An Overview of Urban Goods Movement Projects and Data Sources. **Department of Transportation**, Washington, PB 224997, 1973.

acontece em virtude da grande parte dos destinatários estarem localizados nas densas zonas urbanas, sejam eles estabelecimentos de varejos, ou até mesmo as residências dos consumidores.

Para Rodrigue *et al.* (2013), as cidades são centros dominantes de produção e de consumo e a maioria das atividades de transporte, seja de passageiros ou de carga, começa e termina em áreas urbanas. Apesar da carga poder ser distribuída por diversas maneiras no meio urbano, há uma predominância incontestável de veículos utilitários ou caminhões, em detrimento de outros meios, tais como: aquaviários, ferroviários, aeroviários e dutoviários.

Devido à expansão e à integração do mercado consumidor e mais, à polarização metropolitana, Zioni (2009), por sua vez, aponta que há grande dificuldade em diferenciar o transporte urbano de carga do transporte de carga regional, nacional ou de longa distância. A polarização metropolitana faz com que a área de influência metropolitana abranja outras regiões, devido a aglomeração populacional e das atividades produtivas e a concentração de equipamentos e infraestrutura. A autora sugere identificar o transporte de cargas em áreas urbanas, não apenas o que as atravessa ou percorre, como também o transporte que é gerado na área urbana ou é por ela demandado.

Zioni (2009) retoma o conceito de transporte urbano de carga de Dablanc (1997, p.17) como “um sistema urbano composto pelas atividades que são necessárias para o deslocamento de bens, produtos ou mercadorias no território urbano”. Dablanc (1997) considera ainda que a polarização aumenta fluxos de cargas dentro de uma área urbana. Como sinônimo de transporte urbano de carga, Zioni (2009) usa o termo “sistema urbano de cargas” em virtude da participação deste no processo econômico urbano, sendo os meios e os instrumentos de transporte de cargas compreendidos como parte da infraestrutura urbana, cujo desenvolvimento é fator de transformação do espaço. No presente trabalho, serão adotados os termos “sistema urbano de carga” e “transporte urbano de carga” como sinônimos.

Dessa forma, o transporte urbano de carga pode ser considerado como um sistema de fluxos urbanos de mercadorias demandados pelos estabelecimentos e seus impactos tendem a serem maiores em áreas com baixa infraestrutura urbana. Não existe uma definição exata e um consenso para delimitar o transporte urbano de

cargas. Seu entendimento e caracterização devem, no entanto, considerar sua importância econômica e espacial no cenário urbano. Sob a ótica econômica, a carga movimentada e o seu ciclo de vida, da produção ao consumo, são extremamente relevantes; do ponto de vista espacial, faz-se necessária a consideração do uso do espaço público e a integração da atividade com as políticas de uso e ocupação do solo.

2.3 A IMPORTÂNCIA E O PAPEL DA MOVIMENTAÇÃO URBANA DE CARGA

No espaço urbano circula diariamente uma grande variedade de cargas: itens de consumo, materiais de construção, lixo urbano, correspondências, entre outras mercadorias e produtos. Dablanc (2007) aponta que a circulação de bens ocupa, em geral, um quarto do tráfego diário das ruas e é responsável por grande parte das emissões de poluentes atmosféricos na cidade (de 16 a 50 %, dependendo do poluente considerado). Também para a autora, há diferentes padrões de uso e ocupação do solo (comércio, serviços, indústria, por exemplo), que estão associados a diferentes tipos geração e recebimento de cargas. Porém, do ponto de vista logístico, esses diferentes tipos de atividades operam da mesma forma, independentemente se estão no centro de uma grande cidade ou nas bordas de uma cidade média.

De acordo com Zioni (2009), as mudanças no modo produtivo e organizacional das metrópoles culminaram no aumento dos fluxos de recursos, afetando não apenas a movimentação dos produtos em geral, mas a própria estruturação espacial urbana. Segundo a autora, “o transporte de carga se orienta pelo equilíbrio entre vantagens da aglomeração e custos de produção, que é condicionado pelos valores dos terrenos e do transporte”. Assim, segundo a autora, instalações afastadas significam custo menor de terreno, mas encarecem a movimentação de mercadorias. E, em regiões metropolitanas, o congestionamento incrementa o tempo de deslocamento aumentando, assim, o custo de transporte.

Nas últimas décadas, a movimentação de cargas vem crescendo em virtude não apenas do adensamento das áreas urbanas, mas pelas novas formas de sua organização. De acordo com Marra (1999), o papel do sistema de transporte é promover os meios que permitam suprir um determinado nível de demanda exigido.

Cabe a esse sistema se responsabilizar pela manutenção do nível de serviço compatível com as exigências do mercado, assim como suprir e diversificar os serviços de transportes de acordo com a demanda por mercadorias solicitadas pela população. Marra (1999) aponta que cabe aos órgãos governamentais (setor público) e às empresas envolvidas no setor privado manter um nível de serviço adequado à demanda. De acordo com Zioni (2009), o planejamento e a gestão do transporte urbano de carga deveriam ser conduzidos por metas de redução de custos sociais e por meio do aprimoramento econômico e ambiental de seus meios e equipamentos, como também da infraestrutura e da estrutura urbana.

Para Ogden (1992), o transporte urbano de cargas é importante por muitas razões. Dentre as mais significantes, para o autor, pode-se destacar as implicações ambientais geradas pelo transporte urbano de carga, em termos de consumo de energia e espaço, bem como da emissão de poluentes e ruídos. O custo total do sistema de transporte de carga é significativo e tem uma relação direta com a eficiência da economia e com os custos das mercadorias. E um eficiente sistema de transporte de carga é fundamental para manter o padrão de qualidade de vida e para aumentar a competitividade da indústria na região em que a mesma está localizada. Ogden (1992) cita ainda que, do ponto de vista da orientação política do planejamento, o objetivo maior do sistema de transporte urbano de carga é o de minimizar os custos sociais totais. Dessa forma, o autor recomenda ao planejador do transporte urbano de carga buscar o equilíbrio em seis objetivos específicos: os econômicos, a eficiência e a produtividade do sistema, o meio ambiente, a provisão de infraestrutura, a segurança viária, e a estrutura urbana. Segundo o autor, o objetivo econômico observará o desempenho macroeconômico do setor público para que tenha um desempenho no nível local, regional e nacional. A eficiência do sistema interferirá nos custos e na produtividade da carga pela redução dos custos operacionais dos transportes, especialmente, naqueles associados ao congestionamento de tráfego. O objetivo ambiental visa minimizar os efeitos adversos das atividades de carga (terminais e transporte), especialmente, ruído, emissões, vibração, e intrusão dentro das áreas residenciais. O objetivo da infraestrutura e gerência é de provisão e manutenção do sistema viário e terminais, e apropriada regulação das operações de

carga por caminhões. A estrutura urbana, por sua vez, deve contribuir para uma adequada localização das atividades geradoras de carga e terminais.

De acordo com Allen *et al.* (2000a), para melhor entender o sistema de transporte urbano de carga é necessário ir além da compreensão das operações de transporte. Também é preciso ampliar a compreensão de diversos fatores que influenciam a movimentação da carga e as necessidades dos estabelecimentos nas áreas urbanas. Conhecer as causas é essencial para poder buscar alternativas para que se aumente a eficiência das operações, assegurando, ao mesmo tempo, que a economia urbana não se torne menos eficiente e competitiva.

Santos e Aguiar (2001) destacam três importantes tópicos para compreender o sistema urbano de carga: o processo de distribuição física das cargas urbanas, os participantes do processo urbano de cargas e o papel e a natureza das cargas urbanas. O primeiro tópico constitui o processo de movimentação de carga, as fases de manuseio e transporte entre a origem e o destino e também as etapas de gerenciamento logístico. Santos e Aguiar (2001) ainda ressaltam que as definições sobre movimentação urbana de cargas tendem à simplificação, enfocando o caminhão como o principal veículo de transporte de cargas na cidade, eliminando outros sistemas menos utilizados para esse propósito, como os hidroviários e os sistemas de movimentação de cargas por dutos e tubulações.

No segundo tópico, estão inseridos os agentes que participam de cada etapa do processo da movimentação de mercadoria, destacando-se: embarcadores, recebedores, expedidores, empresas transportadoras, motoristas de caminhão, operadores de estoque e de centros de distribuição, bem como gestores públicos. O terceiro tópico se refere ao reconhecimento da carga como uma atividade econômica produtiva ou comercializada de acordo com a relação de oferta e demanda urbana:

Cargas essencialmente refletem atividades econômicas. Não possuem função ou valor por si próprio, sua única função está na sua movimentação; bens de um local para outro onde possuam maior valor (ou seja dispostos, no caso de resíduos). O transporte de cargas é a maneira pela qual os produtos são transferidos como parte do processo econômico de produção e consumo. (SANTOS e AGUIAR, 2001, p.193)

Um bom desempenho nas atividades logísticas, por sua vez, também colabora para uma maior eficiência das atividades econômicas, refletindo na qualidade de vida e no meio ambiente. Para Dutra (2004), o transporte urbano de

carga tem a função de disponibilizar o produto transportado para outros setores da economia, para que o mesmo seja usado, processado, reparado, modificado, armazenado ou consumido. Dessa forma, a movimentação da carga agrega não apenas valor espacial ao produto, mas o torna parte fundamental do desenvolvimento econômico do sistema de produção e consumo de uma cidade. De acordo com Zioni (2009), a utilidade da mercadoria, ou o seu valor de uso, relaciona-se às configurações espaciais de localização, situação, forma e dimensão. Nesse sentido, Zioni cita Harvey (1990):

Quando os produtores de mercadorias as levam para o mercado, as deslocam através de um espaço que se pode definir como relativo [...] porque muitos indivíduos podem ocupar a mesma posição em relação a algum outro ponto – por exemplo, mais de um produtor pode estar exatamente a dez quilômetros do mercado. (HARVEY², 1990, p. 342)

Zioni (2009) afirma ainda que a cidade é compreendida como “um grande mercado de produção e consumo”, com diferentes contextos temporais e de custos, sendo a movimentação de carga parte integrante deste mercado, uma vez que sua função é estabelecer um valor espacial à mercadoria, colocando-a no processo econômico.

Desta forma, verifica-se que a distribuição urbana de mercadorias passou a ter grande importância no sistema de transporte e na economia dos centros urbanos por representar um importante componente no processo de desenvolvimento da economia. Os produtos são transportados em função das suas demandas e do espaço de distribuição, mas, também em função das metas e objetivos econômicos e produtivos, constituindo, simultaneamente, um elemento de consumo, produção, e também de estruturação e uso do espaço urbano.

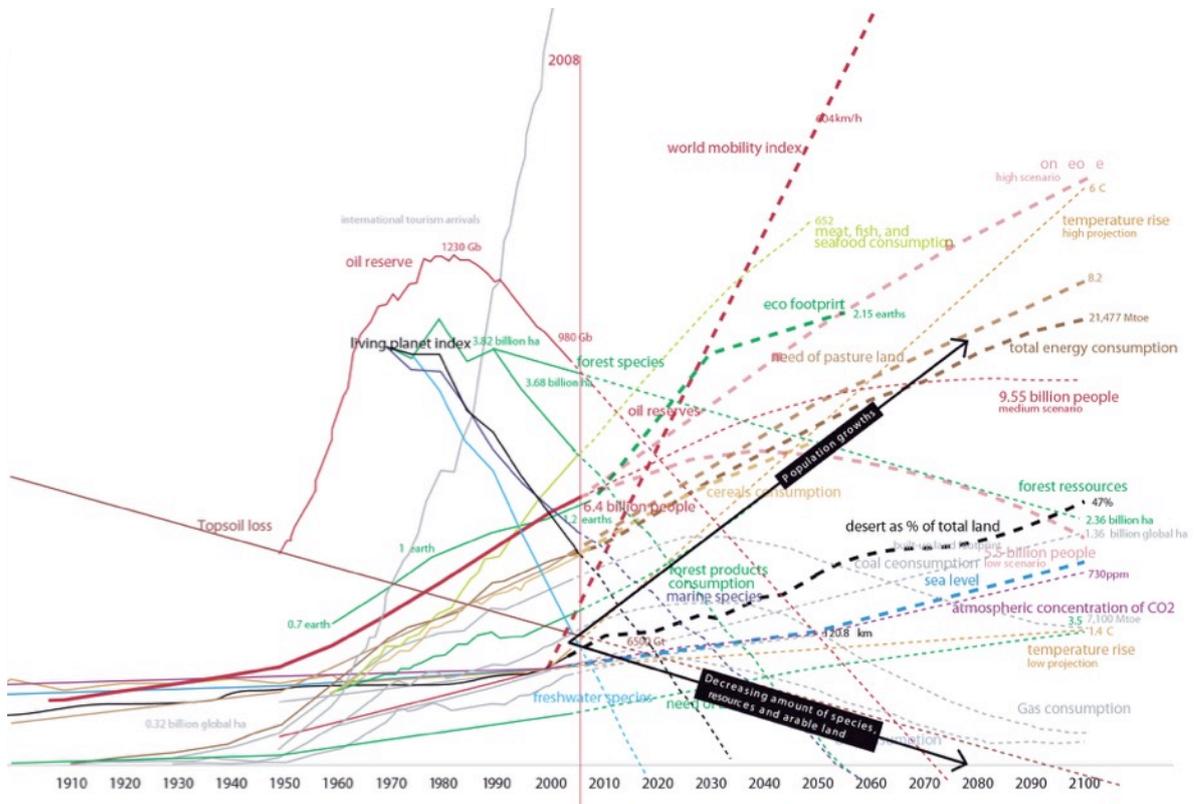
2.4 IMPLICAÇÕES DO TRANSPORTE DE CARGA NO COTIDIANO URBANO

Hoje, há uma tendência progressiva de concentração populacional nas áreas urbanas, em diversas partes do mundo, conforme mostra o gráfico da Figura 2-1, a seguir. Sendo assim, as altas taxas de crescimento populacional, a expansão

²Harvey, D. **Los Limites del capitalismo y la Teoria Marxista**. Fondo de Cultura Económica, Mexico, 1990.

horizontal das cidades e o progressivo adensamento, associado ao aumento das taxas de consumo de produtos e serviços, criam condições que tornam o espaço urbano complexo e desafiador para o planejamento da infraestrutura do transporte urbano de carga, nos municípios brasileiros.

Figura 2-1: Tendência progressiva de concentração populacional nas áreas urbanas



Fonte: MVRDV (2009)

De acordo com Dablanc (2007), diferentes fluxos de cargas entram, cruzam e deixam as áreas urbanas constantemente, incluindo bens de consumo, materiais de construção, resíduos, correspondências, dentre outros. Com o desenvolvimento das cidades e o aumento do consumo há, notadamente, o incremento da demanda de transporte de mercadorias. Eleva-se, assim, a quantidade de veículos urbanos de carga no sistema viário, como também as adversidades associadas, nos centros urbanos.

De acordo com a *UK Round Table on Sustainable Development*³ (1996, apud ALLEN *et al.*, 2000a), os impactos negativos inerentes às atividades de carga urbana podem ser agrupados em quatro categorias: ambiental, social, econômica e operacional. Dentre eles, pode-se considerar o uso de energia não renovável, assim como as emissões de gases do efeito estufa e a poluição do ar com monóxido de carbono, óxidos nitrosos, dióxido de enxofre, compostos orgânicos voláteis e material particulado. Conseqüentemente, tais impactos geram problemas sociais como mortes, doenças e problemas de saúde pública, decorrentes da poluição do ar. Além disso, a poluição sonora gerada pelos veículos e pelas instalações logísticas, ou mesmo as vibrações causadas pelos veículos, podem resultar em distúrbios e danos às vias e às construções lindeiras. Também diminuem as áreas verdes no espaço urbano, devido à implantação de novas infraestruturas de transporte, prejudicando a qualidade de vida nessas áreas. Do ponto de vista econômico, os veículos de carga contribuem para o congestionamento das vias urbanas e prejudicam os estabelecimentos comerciais, devido à frequente ineficiência na entrega e retirada de produtos.

Analisando as situações urbanas indicadas na Figura 2-2, a seguir, observam-se alguns dos impactos negativos gerados pela carga no cotidiano das cidades, relativamente aos congestionamentos, interrupções no tráfego e obstruções aos pedestres e ciclistas, causados pelos veículos de carga enquanto os mesmos estão sendo carregados ou descarregados, estacionados ou manobrados nas vias. Na Figura 2-2, o caminhão descarrega a mercadoria em local proibido no horário de pico da tarde, pois tanto o estabelecimento como a via não possuem áreas para carga e descarga.

³UK Round Table on Sustainable Development. **Defining a sustainable transport sector.** Department of the Environment, 1996, 38 p.

Figura 2-2: Operação de Carga e Descarga em local proibido



Fonte: Autor, Fotografias tiradas em 03/12/2013 às 17:40 horas, no município de São Bernardo do Campo.

Os impactos negativos no espaço urbano podem ser agravados com a restrição de espaço, os recursos limitados de infraestrutura de tráfego e a falta de segurança em determinadas áreas da cidade. Dablanc (2007) afirma que a cidade é um espaço complexo, caro e restrito predispondo uma escassez de uso de áreas urbanas destinadas para as atividades logísticas. Sendo assim, o sistema viário das cidades, na maioria das vezes, torna-se um espaço destinado exclusivamente para a circulação da carga e para as operações de carga e descarga dos veículos. De acordo com Zioni (2009), as cidades mais populosas e com maior complexidade urbana tendem a implantar armazéns e centros de distribuição das empresas em áreas afastadas dos centros urbanos, uma vez que existe uma maior oferta de terrenos baratos. Isso faz com que aumente a distância percorrida pelos veículos de carga que realizam suas entregas no perímetro urbano, podendo ainda aumentar a quantidade de veículos de carga diário, elevando o congestionamento e a emissão de gases poluentes.

Do ponto de vista econômico, Ogden (1992) analisa como os custos afetam a eficiência do sistema de transporte urbano de carga, separando-os em duas categorias: custos relacionados ao percurso entre os pontos de origem e destino e custos referentes à carga e descarga. Referente ao percurso da carga, o autor aponta os prejuízos causados pelos congestionamentos viários, aonde pedestres, ônibus, caminhões e carros competem por espaços e prioridades. O autor menciona que, nos congestionamentos, os caminhões são responsáveis pelo atraso de outros usuários, que por sua vez também atrasam os caminhões, afetando assim o nível de serviço do

tráfego em geral e o progresso do fluxo de caminhões. Dessa forma, o custo com congestionamentos repercute nos custos operacionais do transporte de carga, devido: à ampliação do tempo de operação, aumentando, principalmente, os gastos com salários; à manutenção dos veículos, principalmente referente ao incremento no consumo de combustível e pneus e realização de reparos; aos acidentes; outros fatores, que desencadeiam custos adicionais, como os associados ao tratamento de doenças causadas pelo estresse no trânsito, à insegurança do tempo de entrega e à perda de mercadorias perecíveis devido aos congestionamentos no trânsito. A precariedade do sistema viário, por sua vez, também repercute nos custos, devido a: vias estreitas; manutenção insatisfatória do pavimento e sinalização inadequada; interseções com geometria e visibilidade inadequadas e visibilidade prejudicada; obras de arte mal projetadas, como pontes e viadutos; espaço inadequado para instalação de equipamentos e plantação de árvores, dentre outros aspectos.

Relativamente aos custos de carga e descarga, Ogden (1992) ainda aponta que quando a operação se dá de maneira repetitiva no cotidiano, como entrega para grandes varejos, essas atividades ocorrem com uma boa eficiência. Entretanto, entregas com destino às áreas urbanas centrais, aonde não há boa acessibilidade e local inadequado para realizar carga e descarga, a operação acontece, em geral, de maneira desordenada e ineficiente.

Para Allen *et al.* (2000a), os impactos ambientais negativos podem ser causados por qualquer parte do sistema de carga, seja pela operação dos veículos, pelos depósitos, pela operacionalização dos centros de distribuição e pelos serviços de entrega e coleta. Assim, os impactos não ocorrem espontaneamente e são resultado da atuação dos setores público e privado, motivados pela demanda por produtos industrializados, pelo padrão tecnológico dos veículos e dos equipamentos, pela regulamentação do uso e ocupação do solo e pela mudança no comportamento de consumo.

Por outro lado, Dutra (2004) aponta mudanças nos níveis de conscientização e mobilização dos consumidores com relação aos impactos ambientais gerados pelos produtos consumidos, o que influencia em aspectos operacionais e também nos próprios impactos gerados. Dentre essas mudanças, a autora aponta: a distribuição e os sistemas logísticos (com concentração de atividades, manutenção de estoques e

varejo), gerando-se maiores cobranças no controle sobre a cadeia de suprimentos; os padrões de manutenção de estoques e, conseqüentemente, os padrões de distribuição (aumento na frequência de entregas, devido à diminuição dos lotes); maior preocupação com o meio ambiente urbano para que ainda se tenham lugares desejáveis de se viver, trabalhar e de lazer (o que não se percebia até pouco tempo), e grande crescimento na demanda pela terceirização de atividades de serviço nos últimos 10 a 20 anos, que resultaram em um crescimento significativo na movimentação de veículos de serviços em áreas urbanas.

Dessa forma, o transporte urbano de carga tem importantes implicações tanto para o setor produtivo quanto para a gestão das cidades e o cotidiano urbano. Um sistema eficiente gera ganhos para as empresas com a redução dos custos, enquanto os consumidores finais se sentem confortáveis e confiantes com um sistema de transporte eficiente. Adicionalmente, e não menos importante, um sistema eficiente de carga, integrado a políticas de desenvolvimento urbano, contribui para a gestão urbana e, por conseguinte, para a melhoria das condições de vida da população.

3 A CIRCULAÇÃO URBANA DA CARGA NO *CITY LOGISTICS*

Há uma notável diversidade sobre o perfil da carga numa mesma área urbana. Quando se compara o transporte de carga em diferentes cidades essa pluralidade se mostra ainda mais evidente. Porém, de acordo com Dablanc (2008), existem muitas questões em comum no transporte de carga que podem contribuir para a economia urbana e para o bem-estar da população. Segundo a autora, uma pesquisa realizada com 1.650 motoristas de caminhões da Cidade do México, revelou que a maioria dos desafios do transporte urbano de carga abrangem congestionamentos, ausência de áreas para carga e descarga, complexas legislações e a falta de segurança, os quais, segundo Dablanc (2008), são igualmente frequentes em muitas outras cidades no mundo.

De acordo com Feliu (2008), o planejamento do transporte urbano de carga, tradicionalmente, tem sido realizado pelas empresas operadoras de transporte e não pelas autoridades públicas. Apenas nos últimos anos, o setor público tem buscado implantar soluções para resolver algumas situações emergenciais relacionadas ao tema do congestionamento e da poluição do ar e sonora. Contudo, o autor aponta que a maioria das medidas adotadas pelas autoridades, em muitos países, são políticas restritivas de locais e horários para estacionamento, bem como de circulação em certas vias.

Apesar do tema ser recente, alguns países se esforçam para entender e qualificar a operação da carga urbana; pesquisas e coletas de dados têm sido realizadas e alguns estudos já fornecem insumos para analisar e planejar o transporte de carga nas áreas urbanas. Nesse âmbito, tem se destacado a abordagem do *City Logistics*. Oliveira (2007) ressalta que um sistema logístico eficiente e o desenvolvimento de políticas baseadas na tendência do *City Logistics*, predisõem cidades mais competitivas em termos de desenvolvimento econômico. Algumas cidades europeias (Mônaco, Zurique e algumas cidades da Alemanha, Holanda, França e Itália) têm desenvolvido políticas e projetos-piloto de distribuição de carga urbana baseado nas iniciativas do *City Logistics*, como resposta à necessidade de otimização do transporte de carga e de sistematização das ações dos diferentes atores, públicos e privados.

3.1 DEFINIÇÕES INICIAIS DE *CITY LOGISTICS*

O conceito inicial de *City Logistics*, de acordo com Benjelloun e Crainic (2009), corresponde ao agrupamento espontâneo das transportadoras que participam do sistema de consolidação e distribuição das atividades logísticas, com participação branda do governo. Os autores apontaram que o objetivo inicial da aplicação do *City Logistics* era aumentar a rentabilidade num período curto de tempo, sem que as empresas participantes obtenham privilégios das ações normativas urbanas, como normas de acessibilidades e regulamentações de estacionamento.

Já Dablanc (2008) compreende o conceito de *City Logistics* como qualquer estratégia logística ou urbana que contribua para uma gestão eficiente do transporte de mercadorias na cidade e que, ainda, promova soluções inovadoras às necessidades dos consumidores. Feliu (2008) aponta os principais objetivos do *City Logistics*: primeiramente, reduzir os níveis de congestionamento e aumentar a mobilidade do transporte de carga nas áreas urbanas; em seguida, reduzir a poluição do ar e sonora nas cidades, melhorando a qualidade de vida urbana e contribuindo para os objetivos do Protocolo de Quioto; e, por fim, não exceder em restrições e penalizações que prejudiquem as atividades comerciais nos centros urbanos.

Para Taniguchi e Van der Heijden (2000), há uma correlação importante entre três aspectos no transporte urbano de carga: crescimento econômico, demanda pelo transporte urbano de carga e impactos no meio urbano. Sendo assim, Taniguchi *et al.* (2001) define *City Logistics* como um processo de total otimização das atividades logísticas urbanas pelas entidades públicas e privadas, tendo em vista a sistematização das informações que consideram o tráfego, o congestionamento, a segurança e a economia de energia na estrutura do mercado econômico. O autor aponta que o conceito é baseado num entendimento comum dos “problemas” e visa tornar a totalidade do sistema mais eficiente. Como resultado, se observa o aumento da rentabilidade das empresas de transporte e a redução dos custos sociais e ambientais na cidade.

Para Taniguchi e Thompson (2004), o *City Logistics* é formado por três pilares: sustentabilidade, mobilidade e qualidade de vida, relacionados, transversalmente, por premissas sociais (Figura 3-1). Para Dutra (2004), a sustentabilidade, nesse escopo,

visa à minimização dos impactos ambientais e do consumo de energia; a mobilidade se refere aos insumos básicos para o transporte de mercadorias, tais como segurança e capacidade adequadas das vias; e, por fim, a qualidade de vida no meio urbano se relaciona ao tráfego seguro e à redução de emissões e ruídos.

Figura 3-1: Premissas gerais para o *City Logistics*



Fonte: Baseado em Taniguchi e Thompson (2004)

Benjelloun e Crainic (2009) afirmam que a abordagem do *City Logistics* foi criada para enfatizar a visão sistêmica dos problemas relacionados à circulação de mercadorias nas áreas urbanas. O termo teve como princípio a compreensão atual da “logística” – que tem como objetivo “a análise, o planejamento e o gerenciamento dos fluxos sistêmicos - sejam esses de materiais, de informação e de decisões - que se apropriam de um sistema multidisciplinar em potencial” (BENJELLOUN e CRAINIC, 2009).

Dessa forma, é consensual, entre os autores, que o *City Logistics* objetiva integrar e sistematizar projetos e operações das atividades logísticas, assim como diferentes agentes envolvidos no processo decisório do transporte urbano de carga,

tendo como finalidade evitar a deseconomia de uma área urbana e otimizar o sistema de carga urbana.

3.2 AGENTES E FUNDAMENTOS DO CITY LOGISTICS

De uma maneira geral, como aponta Taniguchi *et al.* (2001), existem quatro agentes com objetivos e comportamentos específicos no transporte urbano de carga: embarcadores, transportadores, residentes e poder público. Os embarcadores são os clientes dos transportadores e têm a função de embarcar e/ou receber a mercadoria, minimizando custos e tempo de entrega. Os transportadores são os agentes que sofrem maior estresse na cadeia, por terem uma grande parcela de envolvimento na maximização do lucro e pelo fato dos veículos enfrentarem, diariamente, os problemas dos congestionamentos viários nas áreas urbanas. Os habitantes são os munícipes que convivem com a rotina da cidade e clamam pela redução dos congestionamentos e da poluição. O poder público abrange, principalmente, os administradores municipais que têm papel fundamental no gerenciamento e minimização dos problemas, assim como na coordenação das práticas normativas adotadas pela cidade. As medidas adotadas no *City Logistics* estimulam a conectividade e a colaboração entre os diferentes agentes.

Feliu (2008) aponta quatro importantes fatores que devem ser considerados nas decisões relacionadas ao *City Logistics*: custo do transporte, impactos no meio ambiente, poluição sonora e aspectos sociais. Esses fatores servem como indicadores para comparar diferentes estratégias da distribuição da carga urbana. O custo do transporte corresponde ao custo total da viagem do veículo da origem ao destino e o seu retorno ao depósito (normalmente pode ser calculado em quilômetros, horas ou valores financeiros). Esses valores podem ser usados também para calcular outros indicadores como poluição ou níveis de emissões. Custos de infraestrutura e soluções tecnológicas têm uma vital importância e podem ser providos, tanto por entidades públicas quanto privadas.

Feliu (2008) menciona ainda que um fator de grande importância para qualidade de vida urbana é a redução das emissões de gases poluentes, que estão diretamente relacionadas ao combustível usado no transporte. O autor aponta que é

necessário buscar a estabilização das concentrações de Gases do Efeito Estufa na atmosfera, em um nível que impeça uma concentração perigosa ao sistema climático mundial e que esteja de acordo com o Protocolo de Quioto. Dessa forma, estratégias tecnológicas para uso de combustíveis alternativos nos veículos, combinadas com a organização do sistema logísticos podem contribuir, significativamente, para a redução das emissões dos gases poluentes.

Outro aspecto relevante apontado pelo autor é a poluição sonora. Feliu (2008) afirma que o mais importante para a saúde humana e para a qualidade de vida urbana não é o valor absoluto dos níveis de ruídos (em dB) mas a percepção desses níveis. Os tipos de ruídos (frequência e duração) e a natureza do som podem influenciar na sensação de distúrbio em cada pessoa (ruídos em terminais e em aeroportos são mais toleráveis que ruídos em parques, bibliotecas ou outras áreas consideradas silenciosas socialmente).

Por último, Feliu (2008) descreve outro fator a ser considerado, os aspectos sociais, que estão relacionados às restrições ao transporte urbano de carga e ao nível de conforto para diferentes perfis de munícipes. Nas áreas centrais, aonde há maior restrição de espaço, três diferentes categorias sociais são envolvidas no problema do transporte urbano de carga: os transportadores das cargas, os estabelecimentos comerciais e os munícipes. A primeira categoria, os transportadores, são os principais atores do sistema urbano de transporte de carga, porém, contraditoriamente, são os menos considerados na organização da distribuição urbana de mercadorias. Para eles, as políticas de restrições não são uma solução boa para o sistema logístico; contudo, eles demonstram flexibilidade com as medidas que não afetam o seu desempenho competitivo. A segunda categoria, que abrange os estabelecimentos comerciais, é a mais afetada pelas medidas normativas impostas à distribuição de carga. Principalmente os estabelecimentos de pequeno e médio porte, uma vez que atividades comerciais de grande porte, normalmente, têm maior adaptabilidade às medidas normativas das cidades. O terceiro grupo se refere aos munícipes, a categoria mais importante para os políticos e que não participa diretamente do transporte urbano de carga. Frequentemente, os munícipes visualizam os veículos carga sob uma ótica negativa (caminhões bloqueando a via, operação de carga e descarga em áreas irregulares, entre outras situações), dificultando a adoção de

medidas que possam contribuir para o sistema de carga urbana. Feliu (2008) ressalta que todas essas categorias não são quantificáveis de maneira empírica e estão mais relacionadas a aspectos sociológicos.

3.3 METODOLOGIAS E PARÂMETROS PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS CONCEITOS DO *CITY LOGISTICS*

Taniguchi e Thompson (2004) classificam as iniciativas do *City Logistics* em três tipos ações principais: a primeira está relacionada com a oferta de infraestrutura, tais como a provisão de terminais logísticos que estimulam a inter-relação entre os diversos agentes, a sistematização das informações do tráfego e o aumento de áreas destinadas à carga e descarga de veículos; a segunda estratégia abrange as regulamentações urbanas, como a normatização de rotas e faixas de circulação dedicada para caminhões, definição de Janelas de Entrega⁴ e limitação à circulação de veículos em áreas urbanas, regulamentações para emissões de gases perigosos, ruídos e vibrações e obrigatoriedade de quantidade mínima de vagas dentro dos estabelecimentos dedicada para as operações de carga e descarga; e por fim, ações econômicas, como pedágio urbano, taxas referentes ao peso da carga, tipo de combustível e impactos ambientais causados pelos veículos de carga, além de subsídios para sistemas cooperativos de transporte de carga, para terminais intermodais e para veículos com baixa emissão de gases poluentes.

Tánczos e Bokor (2003) comentam que, de acordo com as experiências de diferentes países e as ações de projetos-pilotos de programas internacionais, não há uma solução genérica ou uniforme para os problemas do sistema de transporte urbano de carga. Porém, existem ferramentas e técnicas de organização do *City Logistics*, as quais podem ser combinadas e implementadas em condições específicas da área urbana e, ainda, fortalecer a cooperação entre os vários atores da cadeia de suprimento. Consequentemente, as autoridades locais desempenham um papel de mediador dos diferentes interesses, estabelecendo uma ponderação dos resultados e dos recursos para o sistema de transporte urbano de carga.

⁴Na logística, o termo Janelas de Entrega ou *Time Windows* baseia-se na pré-determinação de horários para que os fornecedores possam realizar as entregas das mercadorias nos estabelecimentos.

Dessa forma, baseados na experiência de Budapeste, Tánczos e Bokor (2003) elaboraram um método de planejamento conceitual para o *City Logistics*, que abrange as seguintes atividades:

1. Quadro analítico – estabelece uma análise econômica da área urbana, avalia as tendências na logística e sistematiza as práticas atuais no transporte urbano de carga;
2. Identificação dos agentes envolvidos nas atividades do *City Logistics* - autoridades locais, prestadores de serviços logísticos, atividades comerciais, industriais e munícipes –, compatibilizando os diversos pontos de vista e implementando medidas;
3. Desenvolvimento de metodologia que vise obter os padrões dos fluxos de carga na cidade;
4. Organização da coleta de dados para identificar os fluxos de mercadorias, tipo de carga, rotas, período de tempo, frequências e volumes;
5. Identificação dos gargalos na cadeia de suprimentos ocasionados pela falta de infraestrutura urbana e pela ausência de planejamento logístico;
6. Desenvolvimento de propostas para remover os gargalos e aumentar a eficiência da cadeia logística;
7. Disseminação dos resultados das propostas para os futuros interessados ao tema. (TÁNCZOS e BOKOR, 2003. p. 2, tradução nossa)

Sendo assim, a realização prática e o desenvolvimento dos caminhos, apontados por Tánczos e Bokor (2003), podem contribuir para a racionalidade do sistema de transporte urbano de carga e, possivelmente, evitar gastos extras à cadeia logística. Os autores comentam que as consequências das medidas do *City Logistics* podem trazer melhores padrões de serviço e o incremento do desempenho das atividades econômicas numa área urbana. Os autores ressaltam que o papel das autoridades locais é o de monitorar a demanda da cadeia de serviços logísticos e assegurar que os recursos públicos e privados sejam destinados ordenadamente para as necessidades da infraestrutura urbana.

3.4 EXPERIÊNCIAS E TENDÊNCIAS DO *CITY LOGISTICS*

Uma grande variedade de estratégias e modelos, baseados no *City Logistics* tem sido testada nos últimos anos, particularmente na Europa e no Japão. Benjelloun e Crainic (2009) comentam que o envolvimento das autoridades municipais com os agentes do sistema logístico se tornou mais eficiente a partir das iniciativas do *City*

Logistics. Porém, na última década, são percebidas algumas necessidades complementares às estratégias do *City Logistics*. Dentre elas, pode-se destacar o desenvolvimento de modelos e métodos de planejamento para otimização do sistema de carga urbana e a integração dos Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) com as implementações do *City Logistics*.

Na Holanda, o Ministério de Transporte promoveu o uso de veículos elétricos e introduziu políticas rigorosas baseadas em práticas que impõem restrições à quantidade de veículos de carga que adentram a cidade num determinado período do dia. O resultado nas cidades holandesas apontou uma maior colaboração entre as empresas das atividades logísticas, com o objetivo de otimizar as operações de carga e descarga e reduzir os números de viagens nas áreas urbanas. Benjelloun e Crainic (2009) apontam, no entanto, que essa iniciativa não foi bem aceita em outros países.

De acordo com Dablanc (2007), em alguns países da Europa, no Japão, na Coreia e nos Estados Unidos, a compra on-line se tornou a atividade principal de consumo nas cidades, gerando, assim, uma nova forma de organização do transporte e da logística. A autora comenta que muitos comerciantes estão interessados e dispostos a pagar por novos serviços como o arrendamento de espaço de armazenamento e a disponibilização de espaços dedicados para a recepção de seus insumos. Porém, as inovações nos serviços do *City Logistics* têm ocorrido num ritmo muito lento.

Dentre as diversas iniciativas do *City Logistics*, Dablanc (2008) destaca duas operações: o centro de consolidação urbano de Motomachi, localizado em Yokohama, no Japão, e o transporte de carga por meio de triciclos, realizado pela empresa *La Petite Reine*, em Paris.

Motomachi é um bairro de Yokohama com intenso comércio, são mais de 450 lojas de marcas de luxo. Na década de 90, o bairro enfrentava problemas com congestionamentos, caminhões estacionados em fila dupla e a falta de segurança viária. De acordo com Dablanc (2008), para o município resolver o caso foi implementado com sucesso, em 2004, o Programa-Piloto Nacional de Transporte Urbano Limpo, com a implantação do Centro de Consolidação Urbana (CCU) de Motomachi. Para a implementação do esquema do CCU, foi desenvolvida uma parceria público-privada que envolvia associações de munícipes, o departamento de

polícia e de transporte do município, entre outros agentes das atividades comerciais e logística.

Figura 3-2: Operação de carga e descarga no Centro de Consolidação Urbana de Motomachi



Fonte: Dablanc (2008)

O CCU de Motomachi fica localizado a algumas centenas de metros da área comercial. Com uma área de terminal de 330 m², o CCU detém um esquema de entrega de mercadoria para as mais de 450 lojas da área. O orçamento operacional anual é de 412.000 euros, dos quais 95% advêm das taxas cobradas por entrega (1,25 euros) e o *déficit* restante é coberto com os subsídios das associações dos comerciantes. Dablanc (2008) comenta que a qualidade do serviço é reconhecida pelos comerciantes e pelos transportadores. Segundo a autora, diariamente são feitas, em média, 1.800 entregas com três caminhões movidos a gás natural veicular (GNV) para os estabelecimentos comerciais (ver Figura 3-2).

Em Paris, a empresa *La Petite Reine* usou um modelo diferenciado de veículo de carga, o *cargociclo*, um triciclo com assistência elétrica na propulsão e com um mini container na parte traseira (ver Figura 3-3, a seguir). Dablanc (2008) comenta que a empresa foi criada em 2002 e, em 2008, já contava com mais de 60 *cargociclos*

que realizam mais de um milhão de entregas nas cidades de Paris, Bordéus, Rennes, Genebra e Lyon.

Figura 3-3: O *cargociclo* da empresa *La Petite Reine* nas ruas de Paris



Fonte: Dablanç (2008)

A empresa *La Petite Reine* proporciona o serviço de *última milha*⁵ nas áreas urbanas e a principal atividade do *cargociclo* é a entrega domiciliar para pequenos mercados e produtos de varejo. Apesar de o trabalho ser extenuante para os funcionários e o custo de manutenção ter sido maior que o esperado, Dablanç (2008) comenta que os *cargociclos* trouxeram benefícios ao meio urbano. A autora estima que foram evitadas mais de 200 toneladas de emissões de CO₂ por ano, quando comparado ao modo convencional (caminhões de carga a diesel). Outro fator de relevância, que a autora aponta é o aluguel, com baixo custo, de pequenos terminais logísticos públicos urbanos pelas transportadoras. Desde 2003, para melhorar os serviços de *última milha* em Paris, a prefeitura vem implementando nas áreas mais

⁵De acordo com Dutra (2004), no transporte a *última milha* se relaciona com as viagens necessárias para entregar o produto ao destino final.

densas os “espaços urbanos logísticos” subterrâneos, ao invés dos estacionamentos para o transporte individual.

Dessa forma, observa-se uma tendência de implementar ações e estratégias baseadas no *City Logistics*, porém a grande diversidade dos perfis da carga e das atividades logísticas, torna difícil identificar tecnologias e estratégias comuns que possam ser aplicáveis a uma área urbana específica. Dablanc (2008) aponta que os tomadores de decisões nas cidades precisam desenvolver regulamentações que não prejudiquem o transporte de mercadorias e que sejam coerentes para cada área urbana.

PARTE B

Inter-relação dos parâmetros urbanísticos com o
sistema urbano de carga

4 A INTER-RELAÇÃO ENTRE O SISTEMA VIÁRIO URBANO, O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A CIRCULAÇÃO DA CARGA NA CIDADE

Para subsidiar a inserção do transporte urbano de carga como elemento de planejamento urbano, é fundamental compreender a relação da carga com o uso e ocupação do solo e a densidade urbana. De acordo com Marins e Romero (2012), o uso e a ocupação do solo moderam o volume de passageiros do sistema de transporte público e a configuração da rede de transporte influi, simultaneamente, na forma de ocupação, no uso do solo. Fazendo uma associação com o transporte urbano de carga, o raciocínio é próximo: o uso e a ocupação do solo condicionam a densidade da movimentação da carga urbana; o sistema urbano de carga, por sua vez, influencia na configuração urbana. Um exemplo dessa relação é o fenômeno urbano da “dispersão logística” e a “polarização das atividades logísticas” (DABLANC e RAKOTONARIVO, 2010; DABLANC E ROSS, 2012), assunto é explorado com detalhe no capítulo 05. A seguir, serão abordados condicionantes do planejamento urbano que, conforme apontado por Ambrosini e Routhier (2004), Taniguchi e Thompson (2004), Dablanc (2007) e Zioni (2009), também são fatores que condicionam o transporte urbano de carga.

4.1 DENSIDADE DE PESSOAS

Como apontam Marins e Romero (2012), a densidade residencial e a sua distribuição na cidade influenciam diversos aspectos urbanos, sejam eles referentes ao clima e ao desempenho energético dos edifícios como também à dinâmica socioeconômica da área. Para muitos especialistas do planejamento urbano, o caminho para o crescimento das cidades é o aumento da densidade residencial, contudo a infraestrutura urbana e o sistema de transporte têm que serem capazes de atender às altas densidades urbanas. Gusson (2014) comenta que a estratégia para o inevitável aumento da densidade populacional necessita de uma série de atenções que busquem diminuir os impactos negativos da alta densidade e potencializar seus benefícios.

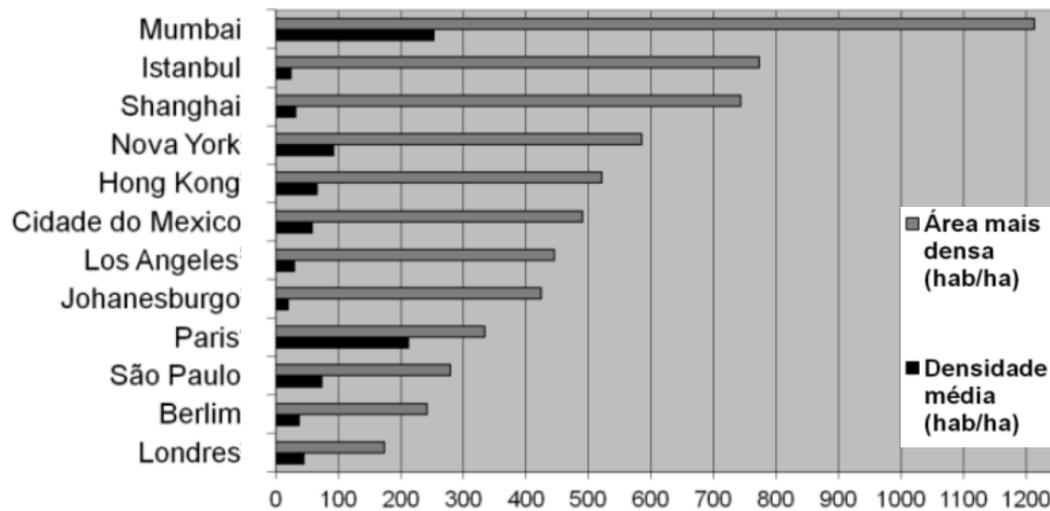
A otimização de infraestrutura urbana, seja ela para transporte, abastecimentos de água, ou coleta e tratamento de esgoto, por exemplo, é a principal virtude para a compactação da ocupação. Para a carga urbana, a alta densidade

urbana, de maneira geral e lógica, significa uma maior necessidade de transporte de mercadorias para essa área, afetando, conseqüentemente, a capacidade viária com o aumento de movimentação dos veículos de carga. Espaços urbanos com altas densidades necessitam mitigar impactos negativos ou ofertar benefícios ao sistema de mercadorias para manter a vitalidade do nível de serviço do transporte de carga.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a densidade demográfica corresponde ao número de habitantes por unidade de superfície, sendo expressa em habitantes por quilômetro quadrado ou habitantes por hectare. Para a média de pessoas por unidade habitacional são utilizados os dados da Fundação SEADE (2015), que indica 3,22 habitantes por unidade habitacional no Município de São Paulo. Esses dados, associados com o perfil da ocupação econômica da região, definem parâmetros de comportamento para a movimentação da carga, assim como para o planejamento urbano e para a gestão urbana da carga. Na modelagem e na análise dos resultados da presente pesquisa (ver Parte E), essas interrelações são verificadas.

Comparada com outras cidades do mundo (ver Figura 4-1), São Paulo tem uma baixa densidade média populacional, em torno 74 hab/ha (IBGE, 2010). De acordo com Gusson (2014), mesmo quando se observa o distrito mais denso da cidade, os valores ainda não são representativos com os equivalentes de outras cidades do mundo. A autora comenta, também, que há uma grande diferença entre a densidade média de uma cidade e a que realmente existe em distritos muito ocupados.

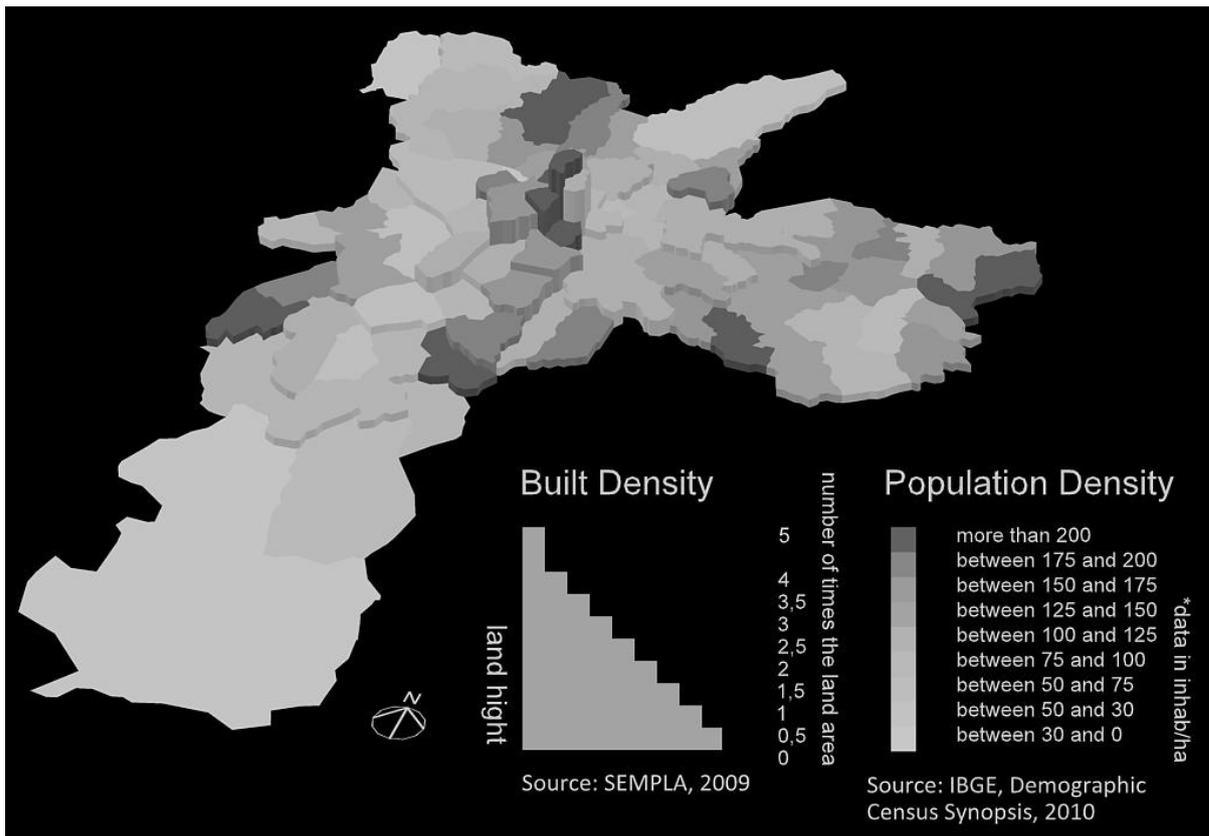
Figura 4-1: Grandes cidades - densidades médias e distritos mais densos



Fonte: Gusson (2014)

Como destacam Gusson *et al.* (2012), alta densidade construída não significa necessariamente alta densidade de ocupação. Um exemplo dessa constatação é o descompasso que ocorre na ocupação no centro da cidade de São Paulo (ver Figura 4-2). O distrito da República, região central da cidade, possui alta densidade de empregos, em torno de 1.000 empregos/ha (GUSSON, 2014). Já a sua densidade populacional, ou densidade demográfica, apesar de ser considerada uma das mais altas da cidade, em torno de 197 hab/ha, é considerada muito baixa quando comparada às outras metrópoles do mundo, conforme mostra a figura anterior. A autora aponta que o descompasso no centro da cidade de São Paulo é contraditório uma vez que a região é abastecida por um sistema de transporte de alta capacidade de passageiros, o que daria suporte para possíveis aumentos na densidade populacional.

Figura 4-2: Densidade construída e populacional na cidade de São Paulo (por distritos)



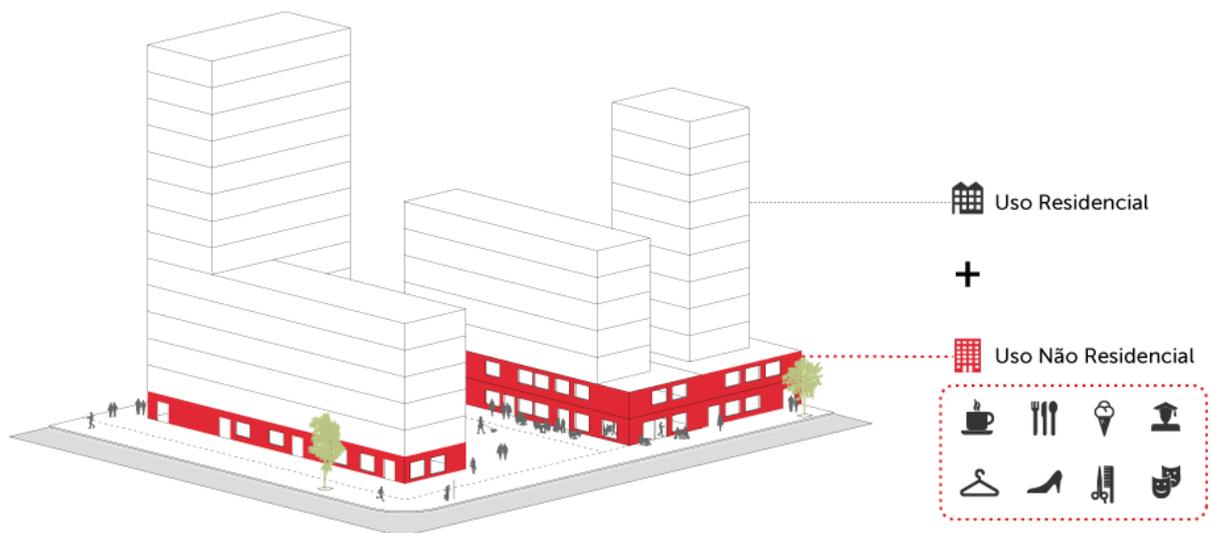
Fonte: Gusson *et al.* (2012)

É importante observar, como menciona Marins (2010), que a densidade populacional urbana é importante para otimizar o sistema de transporte público, reconhecido pela redução de emissões de poluentes e pela melhoria da circulação urbana; porém, a alta densidade gera condições extras no ambiente construído que podem comprometer a insolação e a ventilação natural, reduzindo a eficiência energética nos edifícios. O adensamento não é um critério único para definir a qualidade urbana, uma vez que a densidade, avaliada isoladamente, não propicia benefícios ambientais. Dessa forma, é necessário relacionar a densidade urbana com outros aspectos urbanos, tais como o uso e a ocupação do solo, a movimentação das pessoas e das cargas e a dinâmica econômica associada à definição desses condicionantes.

4.2 PARCELAMENTO, APROVEITAMENTO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A forma urbana é definida, principalmente, pelos elementos urbanísticos de parcelamento, aproveitamento e uso e ocupação do solo. Para o transporte urbano de carga, o uso do solo e a estrutura econômica de uma área caracterizam o perfil da mercadoria e a intensidade na qual a área urbana atrai ou expede veículos de carga (ROUTHIER e TOILIER, 2007). Com relação ao transporte público de passageiros, Marins (2010) comenta que o sistema de mobilidade, em associação com o uso e ocupação do solo, condiciona as características e níveis de consumo energético e emissões de poluentes do sistema de transporte. A autora comenta, ainda, que a forma urbana deve ser caracterizada conjuntamente com o sistema de mobilidade urbana e o desenvolvimento urbano baseado no uso misto, aproximando emprego e moradia (ver Figura 4-3, a seguir), tem demonstrado benefícios urbanos. Dentre estes, pode-se destacar a diminuição dos congestionamentos, aumento da vitalidade urbana e o aumento da eficiência energética do ambiente construído.

Figura 4-3: Uso misto



Fonte: Prefeitura de São Paulo (2015)

A Lei 16.402/2016 é a legislação vigente de parcelamento, uso e ocupação do solo do Município de São Paulo. Ela estabelece normas complementares ao Plano Diretor Estratégico, institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras e estabelece regras gerais de parcelamento, uso e ocupação do solo no município. A Lei 16.402/2016 de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS) tem como diretrizes:

I - a qualificação do adensamento demográfico, intensificação das atividades econômicas, diversificação do uso do solo e qualificação da paisagem ao longo dos eixos de estruturação da transformação urbana;

II - o reconhecimento, consolidação e estruturação das centralidades ao longo das principais vias de conexão do Município e em centros e subcentros regionais;

III - a promoção da qualificação ambiental do Município, em especial nos territórios de intensa transformação, de forma a contribuir na gestão integrada das águas com ênfase na drenagem urbana e na melhoria da cobertura vegetal;

IV - o incentivo à promoção de construções sustentáveis visando reduzir emissões de gases de efeito estufa, reduzir o consumo de água e de energia, otimizar a utilização do espaço público e contribuir para a melhoria das condições ambientais;

V - a preservação e proteção das unidades de conservação, áreas de preservação e recuperação dos mananciais, áreas de preservação permanente, remanescentes de vegetação significativa, imóveis e territórios de interesse cultural, da atividade produtiva instalada e bairros de urbanização consolidada;

VI - a limitação e o condicionamento da instalação de empreendimentos de médio e grande porte tendo em vista as condições urbanísticas do seu entorno, de modo a proporcionar melhor equilíbrio entre áreas públicas e privadas, melhor interface entre o logradouro público e o edifício, compatibilidade entre densidade demográfica e a infraestrutura existente e maior continuidade, capilaridade e conectividade do sistema viário;

VII - a adequação do uso do solo aos modos de transporte não motorizados, em especial à adoção de instalações que incentivem o uso da bicicleta;

VIII - o incentivo à integração, no uso do solo, dos diversos modos de transporte;

IX - a aproximação do emprego e dos serviços urbanos à moradia;

X - a promoção da habitação de interesse social de forma integrada aos bairros e nos territórios com oferta de serviços públicos e empregos;

XI - a instalação de equipamentos sociais em locais com carência de serviços públicos, em especial saúde e educação;

XII - a instalação de atividades econômicas e institucionais e do uso residencial em conformidade com o desenvolvimento sustentável e com o macrozoneamento estabelecido no Plano Diretor Estratégico;

XIII - a simplificação das regras de parcelamento, uso e ocupação do solo, em especial nos lotes pequenos, de modo a facilitar a regularidade nos processos de produção e transformação do espaço urbano. (SÃO PAULO (Cidade), 2016, Art. 2)

A seguir, são indicados os principais parâmetros urbanísticos vigentes no município de São Paulo que abrangem: uso do solo, taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento e incentivo ao uso misto.

Uso do solo, de acordo com Deák (2001), é o conjunto das atividades de uma sociedade sobre uma aglomeração urbana. Ou seja, em um lote urbano, é uma combinação de um tipo de uso (atividade) e de um tipo de assentamento (edificação). Dessa forma, para o autor:

Localização é um valor de uso para toda atividade de produção ou reprodução, uma vez que é uma condição necessária para o desempenho de qualquer atividade. Uma localização é constituída de uma estrutura física (edifício) apoiada geralmente direto sobre o solo. As propriedades distintivas de diferentes localizações individuais derivam de suas respectivas posições no espaço urbano. Espaço urbano é a totalidade de (localizações interligadas por) uma infraestrutura – vias, redes, serviços etc. – construída e mantida por trabalho social, que atende aos requisitos da economia e que torna a localização 'útil' (isto é, dotado de valor de uso). (DEÁK, 2001, p. 90)

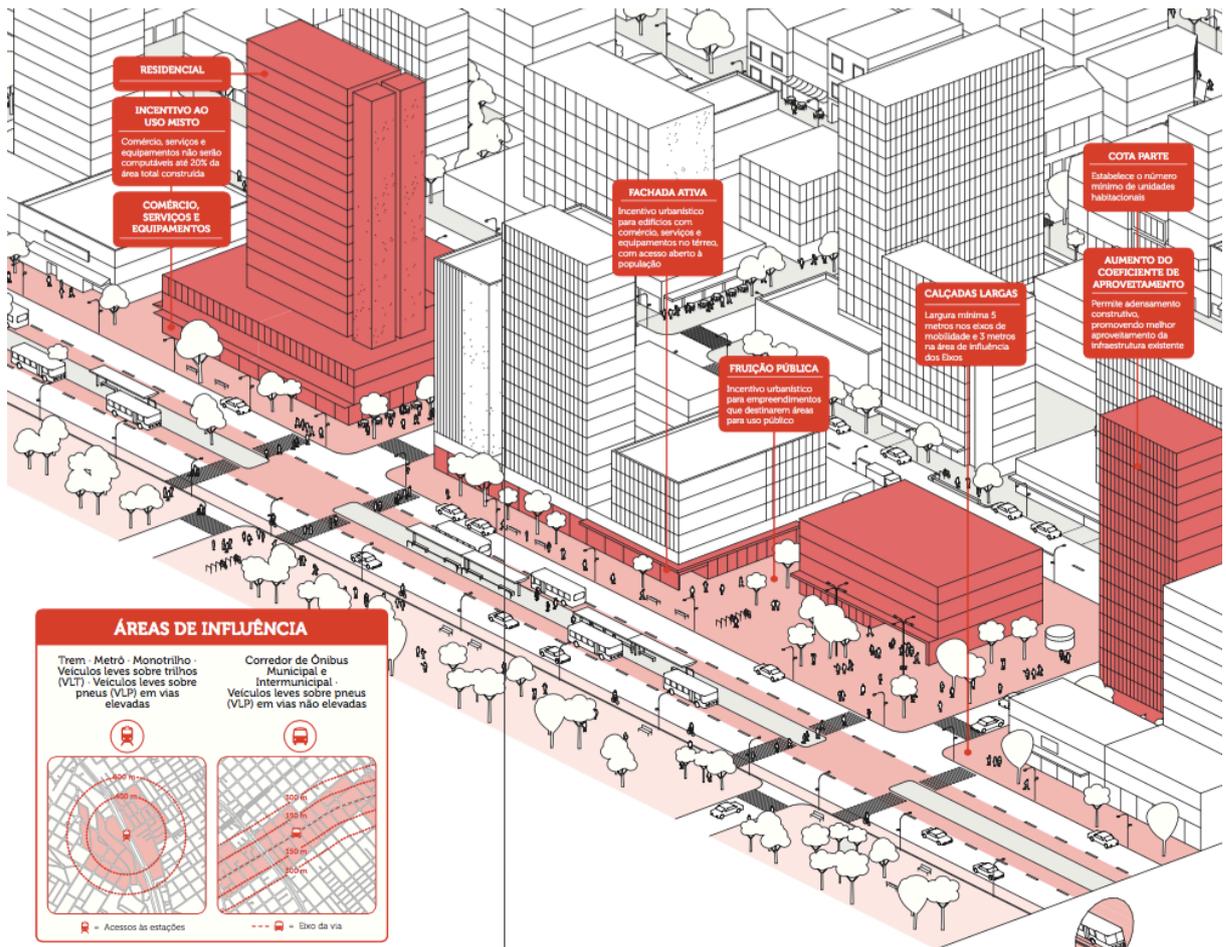
De acordo com Prefeitura de São Paulo (2015), **a taxa de Ocupação (T.O.)** é a relação entre a área da projeção horizontal da edificação ou edificações e a área do lote. Já o **Coefficiente de Aproveitamento (C.A.)** é a relação entre a área edificada, excluída a área não computável, e a área do lote podendo ser:

- a) básico, que resulta do potencial construtivo gratuito inerente aos lotes e glebas urbanos;
- b) máximo, que não pode ser ultrapassado;
- c) mínimo, abaixo do qual o imóvel poderá ser considerado subutilizado.

Atualmente, o novo plano diretor vigente no município de São Paulo estabeleceu o Coeficiente de Aproveitamento (C.A.) Básico igual a 1 para toda a cidade, para reequilibrar os ganhos relativos à produção construtiva realizada na cidade (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015)

O **Incentivo ao Uso Misto**, de acordo com Prefeitura de São Paulo (2015), tem como finalidade reduzir a necessidade de grandes deslocamentos diários e aproximar emprego e moradia. O novo Plano Diretor organiza a ocupação da cidade em Eixos de Estruturação da Transformação Urbana, otimizando o aproveitamento do solo nas áreas próximas à rede de transporte coletivo de média e alta capacidade (metrô, trem, corredores de ônibus), conforme esquematizado na Figura 4-4, a seguir.

Figura 4-4: Eixos de Estruturação da Transformação Urbana



Fonte: Prefeitura de São Paulo (2015)

Instrumentos complementares foram criados para vincular o adensamento habitacional e construtivo ao longo destes eixos à qualificação e ampliação dos espaços públicos e da oferta de serviços e equipamentos urbanos e sociais. O Novo PDE de São Paulo, para incentivar o uso misto, considera a área construída das edificações destinadas aos usos não residenciais como não computáveis na aplicação do coeficiente de aproveitamento, até o limite de 20% do total da área construída, conforme esquematizado na Figura 4-5, a seguir.

Figura 4-5: Incentivo ao uso misto



Fonte: Prefeitura de São Paulo (2015)

Dessa forma, parâmetros de uso e ocupação do solo influenciam na demanda por transporte de mercadorias, tais como a densidade populacional, densidade populacional por unidade residencial e densidade de empregos. O transporte de carga se articula, principalmente, com a estrutura urbana através de duas maneiras: do uso e ocupação do solo, que determina a densidade demográfica e a densidade das atividades econômicas; e através da infraestrutura, espaços urbanos públicos destinados ao escoamento das mercadorias, tais como: os elementos do sistema viário, áreas de carga e descarga, centros de consolidação etc. Com isso, a abordagem sistêmica entre uso do solo e o transporte de carga se demonstra relevante para a adequação das regulamentações no município e para a otimização da logística urbana.

4.3 PARÂMETROS CONDICIONANTES DAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA VIÁRIO URBANO

O viário urbano é um sistema complexo que provê diversas funções urbanas, tais como: deslocamento de veículos motorizados, não motorizados, pedestres e a sociabilidade. Além de possuir no subsolo, na superfície e no espaço aéreo a maior parte das redes de infraestrutura, é um importante elemento paisagístico, ambiental e abriga outras utilidades urbanas de sinalização, iluminação e mobiliário urbano. O planejamento do espaço viário precisa considerar a coexistência dos diversos usos,

para desenvolvimento do espaço urbano com mais qualidade. Petrantonio (Não publicado)⁶ comenta as funções do sistema viário na engenharia de tráfego:

[...] Portanto, não é verdade que as vias devem atender apenas aos deslocamentos dos veículos. Para cada usuário do sistema viário, uma parcela relevante da sua viagem realmente busca atender sua necessidade de deslocamento. No entanto, é igualmente verdade que, em qualquer área significativamente povoada, há uma quantidade correspondente de usuários da via que buscam entrar ou sair da via, buscam entrar ou sair das edificações ou estacionar seu veículo junto à via, buscam proteger-se de restrições ou interferências trazidas às suas atividades sociais pelo tráfego nas vias [...] (PETRANTONIO, NÃO PUBLICADO, p. 2)

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (SÃO PAULO (Cidade). Lei no. 16.050/2014) define o sistema viário como “[...] conjunto de infraestruturas necessárias para a circulação de pessoas e cargas. [...]” (Art. 237). Embora haja diversas funções relevantes, em geral, o sistema viário se restringe mais às suas funções de tráfego de veículos. Particularmente ao tema em estudo, as características do sistema viário influenciam os aspectos operacionais e de segurança do sistema de distribuição de carga. De acordo com Brasil (2005), as características físicas dos veículos e a proporção entre os vários tipos de veículos determinam parâmetros condicionantes do projeto geométrico e estrutural de uma via urbana. Exemplificando temos:

- A largura do veículo influencia a largura da pista de rolamento, do acostamento e dos ramos;
- A distância entre eixos influi no cálculo da superlargura das pistas principais e na determinação da largura e dos raios mínimos internos das pistas dos ramos;
- O comprimento do veículo influencia a largura dos canteiros, a extensão de faixas de armazenagem, a capacidade da rodovia e as dimensões de estacionamentos;
- A relação peso bruto total/potência relaciona-se com o valor da rampa máxima admissível e participa na determinação da necessidade de faixa adicional de subida (terceira faixa);
- O peso bruto admissível dos veículos, conjugado com a configuração dos eixos e a posição do centro de gravidade, influi no dimensionamento e configuração do pavimento, de separadores rígidos e defensas;

⁶ PETRANTONIO, Hugo. **Capítulo 2 – Organização do Sistema Viário**. Não publicado. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/d/ptr2437/Cap%c3%adtulo2a.pdf>> Acesso em: 30 Abr 2016

– A altura admissível para os veículos condiciona o gabarito vertical sob redes aéreas e viadutos, túneis, sinalização vertical e semáforos. (BRASIL, 2005)

4.3.1 LARGURA DE SEGURANÇA

Largura de segurança é a distância lateral mínima a ser considerada entre os veículos em movimento. De acordo com Fajersztajn (2012), alguns estudos buscam identificar as larguras de segurança em função da composição do tráfego e velocidade de projeto. A seguir, a Tabela 4-1 demonstra as larguras das faixas de tráfego e larguras de segurança (separação), especificadas no Brasil. A tabela indica, ainda, a largura de segurança de acordo com as condições de tráfego e a velocidade do projeto. Considera-se: condição 1 – principalmente veículos de passageiros; condição 2 – fluxo misto com caminhões médios; condição 3 – fluxo misto com caminhões grandes.

Tabela 4-1: Valores de segurança para a largura viária, de acordo com as condições de tráfego

Velocidade de projeto (km/h)	Condição 1			Condição 2			Condição 3		
	Separação (m)	Largura (m)		Separação (m)	Largura (m)		Separação (m)	Largura (m)	
		Mínima	Desejada		Mínima	Desejada		Mínima	Desejada
80	1,00	3,30	3,30	1,00	3,60	3,60	1,00	3,60	3,60
70	0,95	3,25	3,30	1,00	3,60	3,60	1,00	3,60	3,60
60	0,90	3,20	3,30	0,95	3,55	3,60	1,00	3,60	3,60
50	0,85	3,15	3,30	0,90	3,50	3,60	0,95	3,55	3,60
40	0,80	3,10	3,30	0,85	3,45	3,60	0,90	3,50	3,60
35	0,75	3,00	3,30	0,78	3,40	3,60	0,85	3,45	3,60
30	0,60	2,90	3,30	0,70	3,30	3,60	0,80	3,40	3,60
25	0,50	2,80	3,30	0,63	3,25	3,60	0,75	3,35	3,60
20	0,40	2,70	3,30	0,55	3,15	3,60	0,70	3,30	3,60

Fonte: Baseado em Jaunzems⁷ apud Barros, 2001, p.26

4.3.2 FAIXA DE ROLAMENTO

De acordo com Fajersztajn (2012), a determinação da largura das faixas de rolamento é feita em função da largura dos veículos que a utilizam e da velocidade da via; a largura final é composta pela soma da largura do veículo de projeto e da largura de segurança entre veículos em função da velocidade, conforto e classe de projeto.

⁷Jaunzems, P.J. **Largura das Faixas de Tráfego, Largura de Pavimento, Definição de Faixas de Tráfego, Largura de Ramos**. Convênio EBTU/BIRD. Não publicado. s.d.

$$\text{Largura}_{\text{faixa}} = \text{largura}_{\text{veículo de projeto}} + \text{largura}_{\text{segurança}}$$

De acordo com Brasil (2010), adotam-se larguras entre 2,70 e 3,60m para as faixas de rolamento, indicando esse último como valor recomendável para vias rurais e urbanas de alto padrão. As vias arteriais têm largura desejável de 3,60 m. Faixas de 3,30 m são extensivamente usadas em vias arteriais urbanas e são aceitáveis em certas circunstâncias, conforme as características da faixa de domínio, do tráfego e do uso do solo adjacente. Faixas ainda menores, com 3,00 m, podem ser usadas em áreas restritas com pouco tráfego pesado e, eventualmente, serem satisfatórias para giro à esquerda e para estacionamento fora do horário de pico, conforme indicado na Tabela 4-2, a seguir. Em vias de baixa velocidade, a faixa de rolamento pode ter 3,00m com a recomendação de reduzi-la a 2,70m quando se tratar de zonas residenciais.

Tabela 4-2: Valores recomendados para a largura das faixas de rolamento

Tipo de via	Largura da faixa de rolamento		Velocidade diretriz mínima	
	Desejável	Absoluto	Desejável	Absoluto
Via local	3,30 m	3,00 ^(a) m	40 km/h	30 km/h
Via coletora	3,50 m	3,00 m	60 km/h	50 km/h
Via arterial secundária	--	3,30 m	--	50 km/h
Via arterial primária	3,50 m	3,30 m	70 km/h	50 km/h
Via expressa secundária	3,60 m	3,50 m	90 km/h	60 km/h
Via expressa primária	3,60 m	3,50 m	110 km/h	80 km/h

(a) – recomendável faixa de 2,70m em áreas residenciais

Fonte: Baseado em BRASIL, 2010 apud Fajersztajn, 2012, p.114.

Nos últimos anos, o Município de São Paulo vem estreitando suas vias, procedimento conhecido como “máxima utilização do leito viário”, desenvolvido em 1978 pelo engenheiro Mauro Mazamatti. Como aponta Fajersztajn (2012), a medida foi implantada em 140 projetos; hoje, há pistas entre 2,10m e 3,00m num total de 50km aproximadamente. Em alguns lugares (23 locais) as faixas foram reduzidas para largura inferior de 2,50m, chegando, no caso mais extremo, a 2,10m de largura. Na Avenida 23 de Maio, por exemplo, a faixa anteriormente era de 3,50m e passou para 2,60m. Essas medidas geraram muita polêmica entre motociclistas, taxistas e motoristas de automóveis. Antônio José Brilhante, presidente do Sindicato dos Mensageiros Motociclistas do Estado de São Paulo e Natalício Bezerra, presidente do sindicato dos taxistas, comentam respectivamente o fato:

O perigo aumentou muito, ficou apertado demais. Os motoqueiros não vão querer ficar em fila indiana.

As motos já passam grudadas na gente. Agora, que ficou mais estreito, não vai sobrar retrovisor (FOLHA DE SÃO PAULO, 2005)

A CET-SP (Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo) defendia a medida sob a alegação de que ampliaria em 20% a capacidade da via, melhorando a fluidez e reduzindo os acidentes, pois as motos não andariam em alta velocidade (FOLHA DE SÃO PAULO, 2005).

4.3.3 FAIXA DE ESTACIONAMENTO

De acordo com Brasil (2010), o estacionamento nas laterais do leito carroçável restringe o tráfego, tanto pela diminuição da largura da pista disponível como pelos movimentos de espera na entrada e saída das vagas. Dessa forma, os estacionamentos nas laterais não são recomendados em vias com velocidades elevadas. Porém, em locais em que é necessário estacionar, devido ao uso e ocupação do solo, e não há áreas adequadas para esse fim, pode ser admitido estacionamento lateral desde que seja atendida a capacidade necessária para o tráfego. A previsão e a permissão para estacionamento à direita pressupõem baixos volumes de tráfego de ônibus e a consideração de suas necessidades de parada.

De acordo com Fajersztajn (2012), do ponto de vista urbanístico, a faixa de estacionamento pode representar uma área de transição entre os pedestres nas calçadas e os veículos em movimento. E, nas áreas comerciais, representa um elemento positivo de micro acessibilidade e é um fator indutor de atração de compradores. Do ponto de vista da Engenharia de Tráfego, esta faixa pode ser usada como faixa de tráfego adicional nas horas de pico ou, mais comumente, para a criação de faixa adicional nas proximidades de cruzamentos semaforizados. Dessa forma, a determinação da largura das faixas de estacionamento deve considerar o veículo predominante, a classe da via e o uso do solo da região. Brasil (2010) recomenda que a largura das faixas de estacionamento seja de:

- 2,50 m (mínimo absoluto de 2,20 m), no caso de uso predominante por veículos leves e tráfego moderado;

- 3,00 m, em locais com algum uso por veículos comerciais ou onde o tráfego for muito intenso.

- Onde houver previsão de grande volume de veículos comerciais estacionarem, a largura deve ser igual à de uma faixa de rolamento.

4.3.4 ÁREAS DE CARGA E DESCARGA

Zioni (2009) comenta que a etapa mais crítica do transporte urbano de carga é a necessidade de espaço para realizar a carga e a descarga dos produtos. Geralmente, esses espaços utilizam a via pública, onde, especialmente em São Paulo, o viário é exíguo para circulação e, mais ainda, para o estacionamento.

Em 30/12/1974, o Município de São Paulo criou, por meio do Decreto Nº 11.661, o estacionamento rotativo pago, chamado de “Zona Azul”. O objetivo era promover a rotatividade das vagas públicas existentes, racionalizando o uso do solo em áreas adensadas, disciplinando o uso do espaço urbano e permitindo maior oferta de estacionamento. As vagas exclusivas para carga e descarga de mercadorias, antiga “Zona Marrom”, foram criadas apenas 17 anos depois da criação do estacionamento rotativo. De acordo com a CET-SP (2015), a partir de Julho de 2007, a Zona Marrom passou a ser denominada “Zona Azul Caminhão”, destinada somente para caminhões, caminhonetes e veículos mistos. Sendo obrigatório o uso do Cartão Azul, conforme as condições:

01 folha de Talão Zona Azul, para o período de 30 minutos.

02 folhas de Talão Zona Azul, para o período máximo de 01 hora na mesma vaga. (CET-SP, 2015)

De acordo com a CET-SP (2015), no início da implantação da Zona Azul a cidade contava com 5.000 vagas. Em 2015, São Paulo operava com 38.231 vagas, sendo 89% (33.850) destinados para a Zona Azul Convencional e apenas 4% (1.567) para vagas destinadas a “Zona Azul Caminhão”. As demais quantidades seriam: 818 vagas para pessoas com mobilidade reduzida, 1.880 vagas para idosos e 116 vagas Zona Azul para Fretamento.

No entanto, no cotidiano da cidade é fácil notar práticas irregulares de paradas para carga e descarga. A falta de oferta de áreas urbanas para a operação do transporte de carga, conjugada com o aumento da densidade demográfica e, por consequência, com o incremento da demanda de entrega de mercadorias, fazem com que se intensifiquem as infrações no trânsito e os congestionamentos, e se comprometa a segurança do sistema viário (ver Figuras 4-6, 4-7 e 4-8).

Figura 4-6: Veículo de carga estacionado em local não autorizado no Município de São Paulo



Fonte: Material da pesquisa.

Figura 4-7: Veículo de carga estacionado em local não autorizado, prejudicando o trânsito



Fonte: Material da pesquisa.

Figura 4-8: Descarga de produtos no passeio público, obstruindo o transito de pedestres no Município de São Bernardo do Campo



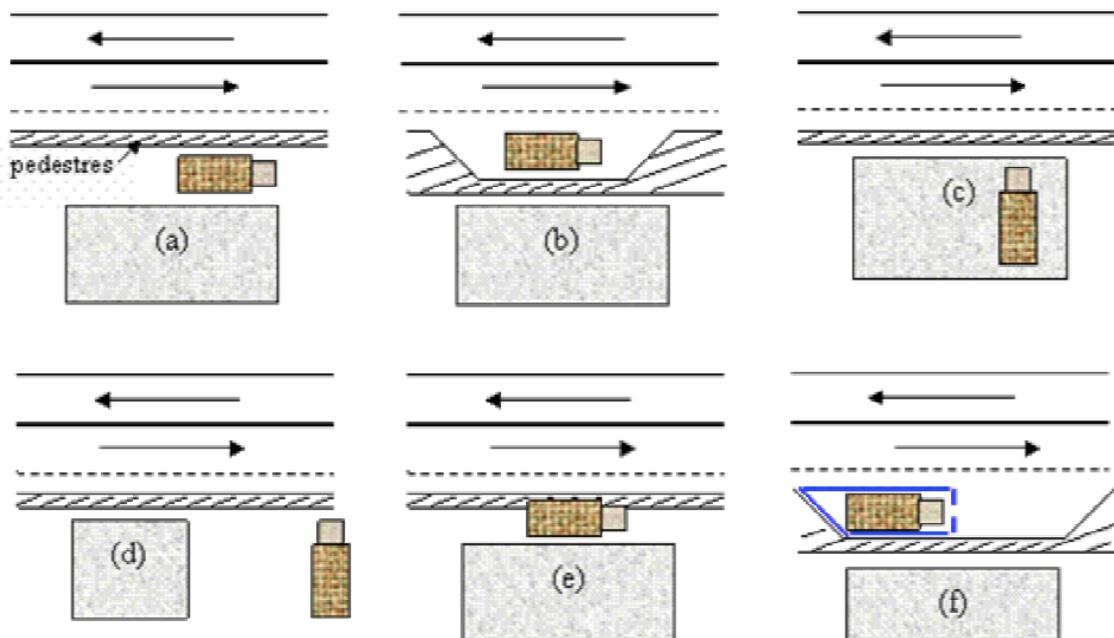
Fonte: Material da pesquisa.

Conforme MA⁸ (2001 apud FACHINNI, 2006), existem duas possíveis situações geradas pelo estacionamento dos veículos de carga, com ou sem perturbações:

- Sem perturbação do tráfego de passagem: seis configurações são encontradas na Figura 4-9, a seguir, como estacionamento fora da rua em um espaço livre ((a), (c) e (d)); estacionamento na rua em um espaço dedicado ((b)); estacionamento em um espaço livre, mas ocupando algum espaço do caminho de pedestres ((e)); e, por fim, estacionamento usando parte do espaço de uma baia recuada para ônibus ((f)).

⁸ MA, L. Urban goods (off) loading chain. NECTAR CONFERENCE N^o. 6 EUROPEAN STRATEGIES IN THE GLOBALISING MARKETS; Transport Innovations, Competitiveness and Sustainability in the Information Age, 16-18 May 2001, Helsinki, Finland, 2001.

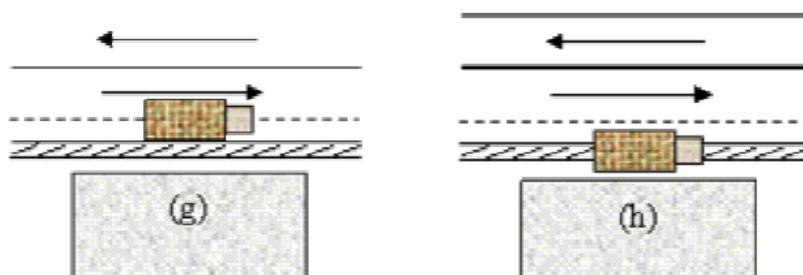
Figura 4-9: Exemplos de estacionamento de veículos de carga sem perturbação do tráfego de passagem



Fonte: MA⁸ (2011 apud FACHINNI, 2006)

- Com perturbação do tráfego de passagem: são apontadas na Figura 4-10 duas configurações de veículos, estacionando na rua ((g)) e estacionando parcial na rua ((h)) as situações perturbam o tráfego de passagem, seja de veículos ((g)), ciclistas ((g)) e pedestres((h)).

Figura 4-10: Exemplos de estacionamento de veículos de carga com perturbação do tráfego de passagem



Fonte: MA⁹ (2011 apud FACHINNI, 2006)

Assim, é necessária a definição de parâmetros adequados para áreas de carga e descarga que minimizem os impactos dessa atividade na vida urbana e que condicionem adequadamente o tráfego em geral, os estacionamentos de outros

veículos e outros tipos de uso do viário, tais como: a sociabilidade, o deslocamento de pessoas a pé e os espaços para descanso e contemplação.

4.3.5 CANTEIRO CENTRAL

Brasil (2010) caracteriza o canteiro central viário em aspectos operacionais e estéticos. Canteiros largos oferecem mais segurança às travessias de pedestres e minimizam a interferência entre os fluxos opostos, fisicamente (ofuscamento) e psicologicamente (ruídos e poluição). Porém, canteiros largos são limitados economicamente devido à disponibilidade restrita de espaços urbanos e aos altos custos de desapropriação urbana.

O manual do DNIT (BRASIL, 2010) recomenda, para vias arteriais urbanas, um canteiro mínimo de 1,20m. Em interseções com giros à esquerda, uma faixa específica para acomodar esses fluxos é sempre conveniente, para aumentar a capacidade e a segurança. Para acomodar uma faixa de giro, o canteiro deve ter, pelo menos, 3,60 m de largura. Preferivelmente, o canteiro deve ter 5,40 m de largura, para prover uma faixa de giro de 3,60 m e uma separação de 1,80 m entre o fluxo de giro e o tráfego oposto. Em locais restritos, uma faixa de 3,00 m e um separador de 0,60 m (definido por meios-fios, tachões, pintura no pavimento ou combinação desses elementos) podem ser adotados. Quando a travessia de pedestre exceder 18m, o canteiro central deve ter pelo menos 1,80m de largura para que mais de um pedestre possa aguardar nessa área. Há casos de pistas com mão dupla, em que não é possível prever canteiros centrais com refúgios físicos. Uma solução de compromisso consiste em proporcionar uma faixa central pintada em zebra ou contrastante, com, pelo menos, 0,80 m de largura, suficiente para abrigar um pedestre que esteja atravessando a via arterial em duas etapas.

4.3.6 CALÇADAS

De acordo com São Paulo (2015), em 2013 foi sancionada a Lei Nº 15.733/2013, que altera a Lei Nº 15.442/2011, que trata de muros, passeios e limpeza, com destaque maior para a questão das calçadas. A referida legislação estabelece que a responsabilidade pela construção, conservação, reforma e manutenção das

calçadas cabe também ao usuário (locatário) do local, seja ele comercial ou residencial, que antes era apenas do proprietário do imóvel. Nesta legislação é definida a largura mínima de 1,20m para a passagem de pedestres. As calçadas com até 2 metros de largura devem ser divididas em 02 faixas paralelas, diferenciadas por textura ou cor. As calçadas com mais de 2,00 metros (Figura 4-11), por sua vez, devem ser divididas em 03 faixas (livre, serviço e acesso) também diferenciadas, seguindo as especificações:

1. faixa de serviço:

Esse espaço, com no mínimo 0,70 m, é onde deverão ser colocados os mobiliários urbanos - como árvores, poste de iluminação, sinalização de trânsito, bancos, floreiras, telefones, caixa de correio e lixeiras – assim como rampas de acesso para pessoas com mobilidade reduzida.

2. faixa livre:

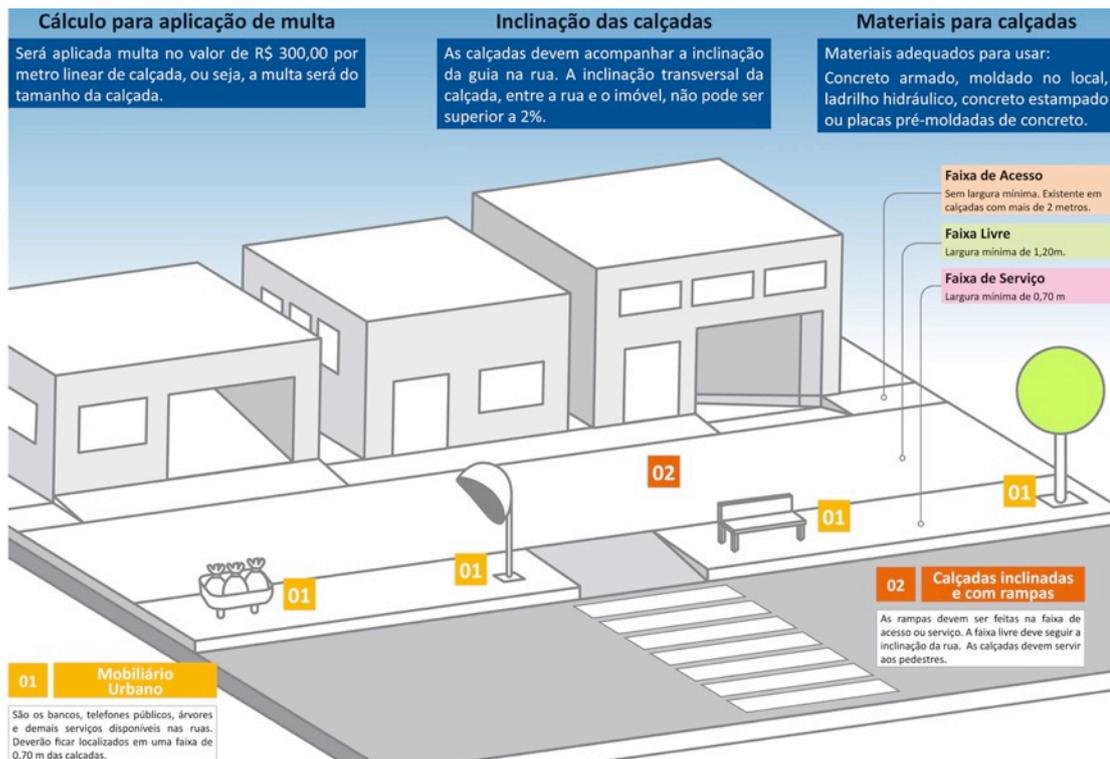
Essa é a faixa mais importante, pois é neste espaço que se garante a circulação de todos os pedestres. Ela deve ter, no mínimo 1,20 m de largura, não apresentar nenhum desnível, obstáculo de qualquer natureza ou vegetação.

Essa faixa tem de ter superfície regular, firme, contínua e antiderrapante sob qualquer condição, ou seja, não pode ter qualquer emenda, reparo ou fissura. As intervenções feitas precisam ser reparadas em toda a largura, sempre seguindo o modelo original.

3. faixa de acesso:

Essa terceira faixa é dispensável em calçadas com menos de 2 metros. Essa área é aquela em frente ao seu imóvel ou terreno e pode receber vegetação, rampas, toldos, propaganda e mobiliário móvel como mesas de bar e floreiras, desde que não impeçam o acesso aos imóveis. (SÃO PAULO, 2015)

Figura 4-11: Calçadas como devem ser



Fonte: São Paulo (2015)

4.3.7 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS URBANAS E REGULAMENTAÇÃO DE DIMENSÕES E PESOS DE VEÍCULOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (SÃO PAULO (Cidade). Lei no. 16.050/2014) define os componentes do sistema viário em vias estruturais e não estruturais. As vias estruturais são classificadas em três níveis:

I - as vias de nível 1 (N1) são aquelas utilizadas como ligação entre o Município de São Paulo, os demais municípios do Estado de São Paulo e demais Estados da Federação;

II - as vias de nível 2 (N2) são aquelas não incluídas no nível anterior, utilizadas como ligação entre os municípios da Região Metropolitana de São Paulo e com as vias de nível 1;

III - as vias de nível 3 (N3) são aquelas não incluídas nos níveis anteriores utilizadas como ligação entre distritos, bairros e centralidades do Município de São Paulo. (SÃO PAULO (CIDADE), LEI no. 16.050/2014, Art. 238)

As vias não estruturais são classificadas como:

I - coletoras, com função de ligação entre as vias locais e as vias estruturais;

II - locais, com função predominante de proporcionar o acesso aos imóveis lindeiros, não classificadas como coletoras ou estruturais;

III - ciclovias;

IV - de circulação de pedestres. (SÃO PAULO (CIDADE). LEI no. 16.050/2014, Art. 238)

A Tabela 4-3 demonstra as especificações para as vias de circulação do projeto de Lei de Zoneamento (272/2015) no Município de São Paulo.

Tabela 4-3: Parâmetros de parcelamento do solo (Sistema Viário)

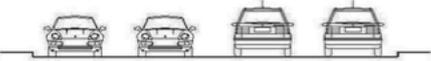
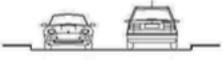
Características da via	VIAS ESTRUTURAIS			VIAS NÃO ESTRUTURAIS				
	N1	N2	N3	Coletora	Local	Ciclovia	Via de pedestre	
Largura total	44 m	44 m	31 a 33 m	23 m	12 m	3 m (a)	5 m	
Faixa carroçável	28 m	28 m	20 m	13 m	7 m	-	-	
Passage público - calçada (de cada lado da via)	5 m	5 m	4 m	3,5 m	2,5 m	-	-	
Ciclovia	3 m (b)	3 m (b)	3 m (c)	-	-	-	-	
Ciclofaixa	-	-	-	3 (e)	-	-	-	
Canteiro central mínimo	3 m	3 m	2 m (d)	-	-	-	-	
Declividade longitudinal máxima	6%	6%	8%	10%	15%	10%	8,33% (f)	
Declividade longitudinal mínima	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5% (f)	

Notas:

- (a) Bidirecional.
- (b) Bidirecional, no canteiro central ou nas laterais direitos da via, com separador físico. Para vias expressas parâmetro fornecido pelo órgão de trânsito.
- (c) Bidirecional, no canteiro central, ou de um lado da via ou dos dois lados da via, com separador físico.
- (d) Não obrigatório.
- (e) Bidirecional, ou em duas faixas unidirecionais, sem separador físico.
- (f) No caso de escadarias, observar parâmetros em regulamento específico.

A Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, seguindo a regulamentação do Código Brasileiro de Trânsito (CTB), define a classificação viária para facilitar a operação, planejamento e regulamentação do sistema viário existente. A Portaria 21/02 – DSV/SMT (SÃO PAULO (Cidade) 2002), em seu Art. 2º, classifica e hierarquiza as vias do Município em Vias de Trânsito Rápido - VTR, Arteriais I, II e III, Coletoras I e II, e Vias Locais hierarquizadas, nessa ordem e o Quadro 4-1 representa as seções transversais dessas vias. Já o Quadro 4-2 demonstra o agrupamento dessas vias em três sistemas funcionais principais, sendo especificados os indicadores funcionais e os indicadores físico-operacionais de cada classe de via.

Quadro 4-1: Seção transversal da classificação técnica da CET-SP

Seção transversal	Classificação técnica	Características operacionais	
		Acesso a lote	Fluxo interrompido
Pista dupla, com 2 ou + faixas por sentido 	Via de Trânsito Rápido	Não	Não
	Via Arterial I	Sim	Sim (1)
	Via Coletora I	Sim	Sim
	Via local	Sim	Sim
Pista única, com 2 ou + faixas por sentido 	Via Arterial II	Sim	Sim
	Via Coletora I	Sim	Sim
	Via local	Sim	Sim
Pista única, com 1 faixa por sentido. 	Via Arterial III	Sim	Sim
	Via Coletora II	Sim	Sim

1 - fluxo veicular ininterrupto quando for pista de apoio de uma Via de Trânsito Rápido

Fonte: Fajersztajn (2012) p. 101

Quadro 4-2: Vias de circulação para parcelamentos e arruamentos

Indicadores funcionais	Classe das vias	Indicadores físicos e operacionais	
Forma a principal estrutura viária da cidade Recebe os fluxos veiculares das vias coletoras e locais Permite a articulação e o deslocamento entre regiões extremas – Norte, Sul, Leste e Oeste. <u>O trânsito de passagem é predominante sobre o local</u>	Vias de Trânsito Rápido - VTR	Pista dupla, duas ou mais faixas de rolamento por sentido. Sem acesso a lotes e fluxo veicular ininterrupto	Associada ou não a via arterial de apoio (pista local)
	Arterial I	Pista dupla, duas ou mais faixas de rolamento por sentido, acesso a lotes	Fluxo veicular interrompido
	Arterial II	Pista única, duas ou mais faixas de rolamento por sentido, acesso a lotes	Fluxo veicular ininterrupto – pista local de apoio à VTR
	Arterial III	Pista única, uma faixa de rolamento por sentido, acesso a lotes	fluxo veicular interrompido
Apoia a circulação de trânsito das VTR e das vias arteriais (geralmente posiciona-se paralelamente a uma via arterial, num determinado trecho). Coleta e distribui os fluxos veiculares das vias de trânsito rápido e arteriais, para as vias locais. <u>Permite simultaneamente o trânsito de passagem e de acessibilidade aos lotes.</u>	Coletora I	Pista dupla ou única, duas ou mais faixas de rolamento por sentido, acesso a lotes.	fluxo veicular interrompido
	Coletora II	Pista única, uma faixa de rolamento por sentido, acesso a lotes	
A acessibilidade pontual é prioritária em relação à circulação. <u>Atende aos deslocamentos de trânsito estritamente locais</u>	Local	Pista dupla ou única, duas ou mais faixas de rolamento por sentido, acesso a lotes	fluxo interrompido

Fonte: SÃO PAULO (Cidade), 2002, anexo I

O Código de Trânsito Brasileiro – CTB, instituído pela Lei no 9.505, de 23 de setembro de 1997 (BRASIL, 2008), por sua vez, estabelece limites de dimensões e pesos para os veículos. As dimensões influem, simultaneamente, na capacidade de transporte e na ocupação do sistema viário. Os pesos influem na capacidade de transporte e nas características dos pavimentos. O CTB regulamenta os seguintes valores:

Dimensões:

- Largura máxima dos veículos: 2,60m;
- Altura máxima (incluída a carga): 4,40m;

-Comprimento total máximo:

- a) veículos simples: 14,00m;
- b) veículos articulados: 18,15m;
- c) veículos com reboque: 19,80m.

Pesos:

- Peso bruto total por unidade ou combinações de veículos: 45t;
- Peso bruto por eixo isolado: 6t (rodagem simples) ou 10t (rodagem dupla);
- Peso bruto por conjunto de dois eixos em tandem: 17t;
- Peso bruto por conjunto de dois eixos não em tandem: 15t;
- Peso bruto por conjunto de três eixos em tandem: 25t;
- Peso bruto por conjunto de dois eixos com total de seis pneumáticos interligados por suspensão especial: 9t a 13,5t.

4.3.8 FROTA DE VEÍCULOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO E A ESCOLHA DO TIPO DE VEÍCULO DE CARGA

De acordo com Novaes (2001), a escolha do tipo do veículo do transporte de carga deve ser baseada em critérios que busquem atender às necessidades ou aos problemas enfrentados do deslocamento da carga. Dessa forma, segundo o autor, alguns aspectos são extremamente importantes para se determinar a escolha correta do modo de transporte de carga.

- Características da carga:

Tipo (sólida, granel, sacaria);

Peso específico (kg/m^3) ou unitário; Volume (m^3);

Fragilidade;

Tipo de embalagem;

Limites de empilhamento;

Possibilidade de unitização;

Temperatura de conservação;

Nível de umidade admissível;

Prazo de validade;

Legislação.

- Características do Transporte:

Identificação dos pontos de origem e destino;

Determinação da demanda e frequência de abastecimento e atendimento;

Sistemas de carga e descarga (identificação/compatibilização);

Horários de funcionamento dos locais de origem e destino;

Dias úteis disponíveis no mês;

Tempo de carga e descarga (espera, pesagem, conferência e emissão de documentos).

- Características das rotas:

Distância entre os pontos de origem e destino;

Tipo de estrada (pavimento e trânsito);

Topografia (rampa máxima e altitude);

Pesos máximos permitidos em pontes e viadutos;

Legislação de trânsito (federal, estadual, municipal e interestadual);

Distância máxima entre os pontos de abastecimento, etc.

- Características técnicas do equipamento:

Relação peso/ potência;

Torque;

Tipo de tração;

Relação de transmissão;

Tipo de pneumático;

Motor turbo alimentado ou não;

Manobrabilidade;

Tipo de cabina (simples ou leito);

Tipo de composição (simples, articulada ou combinada);

Entre eixos;

Capacidade de subida de rampa;

Carga líquida;

Círculo de viragem;

Tipo de suspensão;

Autonomia (combustível);

Sistema de freios;

Componentes especiais (filtros, regulador barométrico, tomada de força);

Tipo e dimensão de carroceria;

Dispositivos especiais relativos à carga (equipamentos de refrigeração, moto-bomba, dispositivos de amarração e fixação de carga, etc.).

O desempenho do serviço de transporte envolve tempo de entrega, variabilidade do prazo e nível de perdas e danos nas operações de transporte. Contudo, o custo do transporte é a principal variável que preside o tipo de veículo de carga. Conforme observa Novaes (2001), os valores dos custos têm grande influência na escolha do tipo de veículo. Sendo assim, a tendência seria a utilização, se possível, de veículos com maior capacidade de carga. Contudo, o custo do transporte não pode ser visto isoladamente, uma vez que o serviço de transporte é associado a seu desempenho de entrega. Sendo assim, quanto melhor o serviço do transporte de carga, mais caro tende a ser o seu custo.

Assim, o veículo de carga é um meio de transporte utilizado para atender às necessidades das atividades econômicas. Os tipos de veículos de carga, por sua vez, têm influência na infraestrutura urbana e nas medidas de regulamentação de carga dos municípios, as quais podem ser diferenciadas para os diferentes modelos e capacidades, como o Veículo Urbano de Carga (VUC), os utilitários, “Toco”, “Truck”, Caminhão Extrapesado e o Cavalinho Mecânico Trucado.

De acordo com Araújo (2013), a economia no transporte de carga é orientada por sete fatores – distância, peso, densidade, capacidade de acondicionamento, manuseio, riscos e mercado.

A distância exerce uma grande influência sobre o custo dos transportes, uma vez que contribui diretamente para as despesas variáveis, como mão-de-obra, combustível e manutenção. O peso indica que o custo do transporte por unidade de peso diminui à medida que o tamanho da carga aumenta.

Densidade, por sua vez, é a combinação de peso e volume. Geralmente, o frete de transporte é cotado por tonelada, em termos de peso e volume, enquanto os veículos são, normalmente, mais limitados pela capacidade volumétrica do que pelo peso. Como resultado, produtos com maior densidade apresentam, em geral, custo de transporte mais baixo por unidade de peso.

A capacidade de acondicionamento se refere a como as dimensões do produto se encaixam no equipamento de transporte. Tamanhos e formatos diferenciados de embalagens, bem como tamanho ou comprimento excessivos, podem não se encaixar bem nos equipamentos de transportes, resultando em utilização menor que a capacidade volumétrica.

Quanto ao manuseio, pode ser necessária a utilização de equipamentos especiais para carregar e descarregar os veículos de carga. Os riscos, por sua vez, estão associados às características de produtos que podem resultar em danos.

Por fim, os fatores relacionados ao mercado, como volume e equilíbrio das rotas, influenciam no custo do transporte. Uma rota de transporte se refere às movimentações entre pontos de origem e destino, visto que os veículos e os motoristas normalmente retornam à origem. Portanto, a situação ideal é conseguir uma movimentação de carga na ida e na volta, ou seja, equilibrada.

De acordo com o Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo (DETRAN-SP, 2015), a frota de veículos no Município de São Paulo (ver Tabela 4-4) é formada predominantemente por automóveis (71%), enquanto que a frota de caminhões não ultrapassa os 2%. Porém, se considerarmos a coluna 2 da Tabela 4-4 (micro-ônibus, camioneta, caminhonete e utilitário) como veículos de carga urbana, a frota do

transporte de carga se torna bem representativa, em torno de 14% em relação à frota total.

Tabela 4-4: Frota de veículos no Município de São Paulo por tipo de veículo

Período	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
Nov/2015	1.081.227	980.983	5.786.490	45.911	158.554	85.308	7.297	8.145.770
%	13%	12%	71%	1%	2%	1%	0%	100%
Maio/2008	696.618	566.776	4.604.636	40.829	161.758	65.284	5.674	6.141.575
%	11%	9%	75%	1%	3%	1%	1%	100%

Fonte: DETRAN-SP (2015)

Coluna 1: ciclomotor, motoneta, motocicleta, triciclo e quadriciclo

Coluna 2: micro-ônibus, camioneta, caminhonete e utilitário

Coluna 3: automóvel

Coluna 4: ônibus

Coluna 5: caminhão

Coluna 6: reboque e semirreboque

Coluna 7: outros (caminhão-trator, trator de rodas, trator de esteiras, trator misto, chassi/plataforma, sidecar, motor-casa)

A Tabela 4-4 demonstra dois momentos da frota veicular no Município de São Paulo: Maio de 2008, período que antecede a ampliação para 100 km² da Zona de Máxima de Restrição à Circulação (ZMRC)⁹, quando o VUC foi liberado na ZMRC das 10h00 às 16h00; e o período atual (Novembro de 2015), com a última atualização publicada pelo DETRAN-SP. Verifica-se que a frota da coluna 02, que contempla os veículos urbanos de carga, aumentou em 63% em pouco mais de 7 anos, enquanto que a frota de caminhões foi reduzida a 2% da frota total circulante. Esses números foram estimulados pelas medidas de restrição à circulação de caminhões que a CET-SP vem adotando no município. As estimativas da CET-SP (2015) apontam que os caminhões tomam para si 42% do espaço viário.

⁹ Ver capítulo 4.5: Restrições ao Trânsito de Caminhões.

4.4 MEDIDAS ADOTADAS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO PARA GESTÃO DO TRANSPORTE DE CARGA

A Prefeitura, ao longo dos últimos anos, vem buscando abastecer a cidade de forma mais ordenada, para reduzir conflitos e otimizar o sistema viário. Para isso, o Município vem adotando algumas regulamentações, dentre elas: a restrição do trânsito de caminhões durante os horários mais comprometidos; preferência para o abastecimento noturno, melhorando a movimentação das mercadorias e evitando desgastes sociais e econômicos para o transportador e o munícipe; e a substituição dos caminhões por veículos urbanos de cargas (VUCs), que realizam a entrega das mercadorias quando a distribuição noturna não é possível. A seguir, serão descritas as estratégias que a Prefeitura de São Paulo, através da Secretaria Municipal de Transportes e da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP), vem adotando para o sistema urbano de cargas.

4.5 RESTRIÇÕES AO TRÂNSITO DE CAMINHÕES

De acordo com Zioni (2009), a regulamentação das restrições de carga se fundamenta na minimização dos elevados índices de congestionamentos, nos altos índices de poluição atmosférica, agravados pela elevada idade da frota de caminhões em circulação e na participação elevada de veículos pesados em acidentes nas vias da cidade. A autora aponta que, provavelmente por estas circunstâncias, a Prefeitura de São Paulo foi pioneira no incentivo ao uso de veículos de menor porte para o transporte de mercadorias, como o veículo urbano de carga (VUC). A regulamentação das restrições de carga, ilustrada na Figura 4-12, é baseada na definição de zonas de circulação, a saber:

ZMRC - Zona de Máxima Restrição de Circulação

Proibido Trânsito de Caminhões de 2ª a 6ª feira, das 5h00 às 21h00, e aos sábados, das 10h às 14h, exceto feriados.

ZERC - Zonas Especiais de Restrição de Circulação

Proibido Trânsito de Caminhões por período integral, 24hs por dia, inclusive sábados, domingos e feriados.

Vias Estruturais Restritas - VER

Proibido Trânsito de Caminhões, vias e seus acessos, através de regulamentação local, de acordo com a discriminação:

-Vias em verde: de 2ª a 6ª feira das 5h00 às 21h00, e aos sábados, das 10h00 às 14h00, exceto feriados: circulação de VUCs proibida, exceto na Radial Leste, onde a circulação é liberada das 10h00 às 16h00;

-Vias em vermelho: de 2ª a 6ª feira das 4h00 às 22h00 e aos sábados das 10h00 às 14h00, exceto feriados: circulação de VUCs liberada.

-Vias em roxo: de 2ª a 6ª feira das 5h00 às 22h00 e aos sábados das 10h às 14h, exceto feriados: circulação de VUCs liberada.

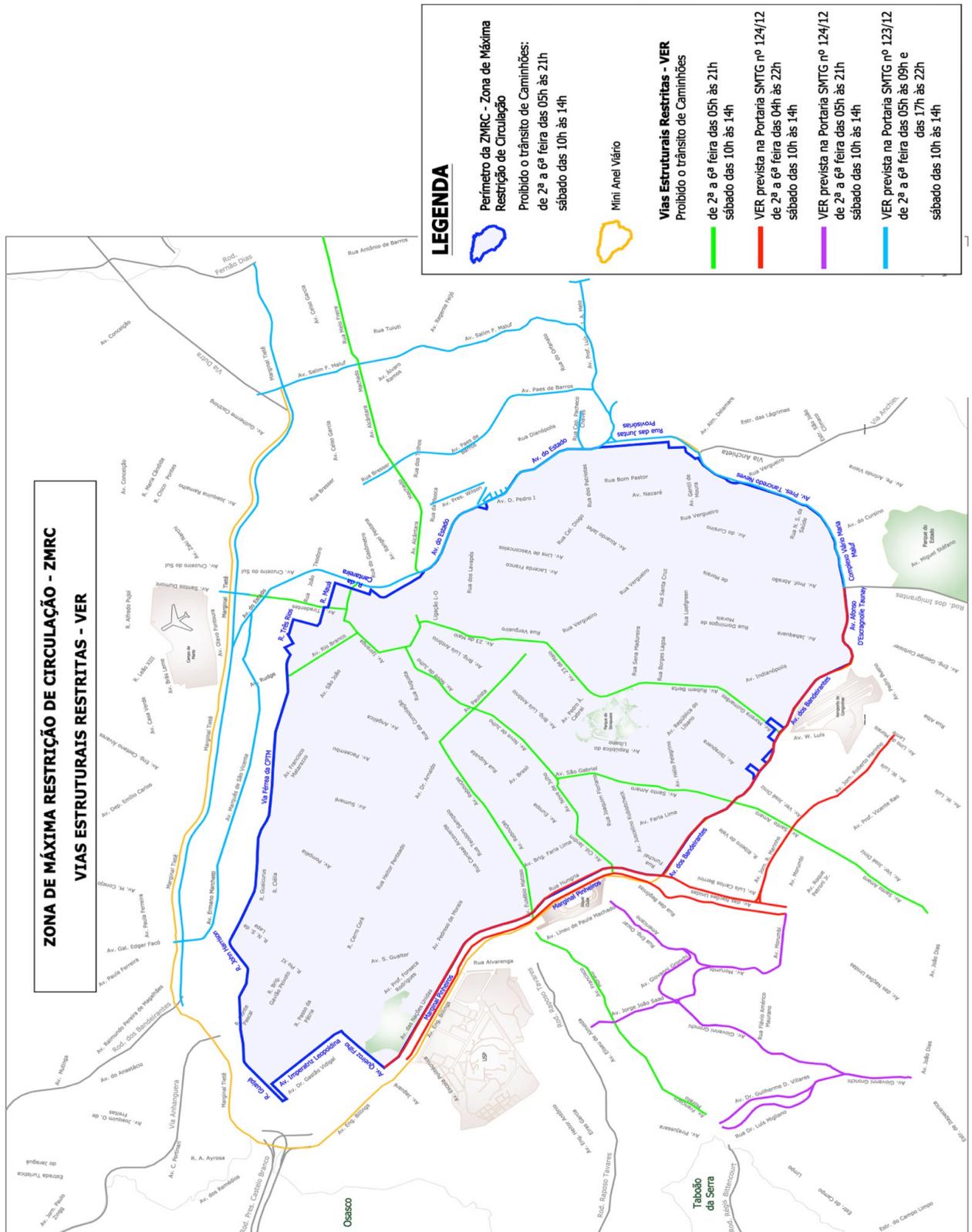
-Vias em azul ciano: de 2ª a 6ª feira, das 5h00 às 9h00 e das 17h00 às 22h00, e aos sábados, das 10h às 14h, exceto feriados. (CET-SP, 2015)

Exceções da regulamentação de restrição à circulação de carga

De acordo com a CET-SP (2015), há exceções¹⁰ da regulamentação de restrição à circulação de carga, abrangendo os caminhões que não tem condições de efetuar seus serviços em horários diferentes, em locais com restrição ao seu trânsito. São os prestadores de serviços de urgência, serviço de utilidade pública, serviços públicos essenciais, casos de emergência que tratam de situações de risco, serviços relacionados às obras de construção civil, dentre outros serviços previstos em legislação específica de âmbito Federal ou Estadual.

¹⁰As exceções tem horários e condições de restrições, disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/consultas/caminhoes/resumo-das-restricoes.aspx>>. Acesso em 25 de jan. de 2015

Figura 4-12: Zona de Máxima Restrição de Circulação (ZMRC) e as principais Vias Estruturais Restritas (VERs)



Fonte: CET-SP (2015)

De acordo com Browne *et al.* (2012), Silva (2011), Russo e Comi (2010) e Zioni (2009), as medidas adotadas, por autoridades municipais, para restringir o trânsito de caminhões em muitas cidades do mundo são baseadas em argumentos para reduzir os impactos negativos dos quais o transporte urbano de carga é causador, tais como: a poluição, o congestionamento e os ruídos. Bontempo *et al.* (2014) comentam que, na maioria das vezes, essas medidas não são bem avaliadas antes de serem implementadas, gerando muitas controvérsias entre transportadores, autoridades municipais e munícipes. Dablanc (2007) destaca que a carga faz parte do cotidiano da cidade e dever ser compreendida de uma forma mais ampla, sistêmica e com a participação dos principais interessados. Para a autora, as autoridades governamentais não estão sabendo como organizar o transporte urbano de carga.

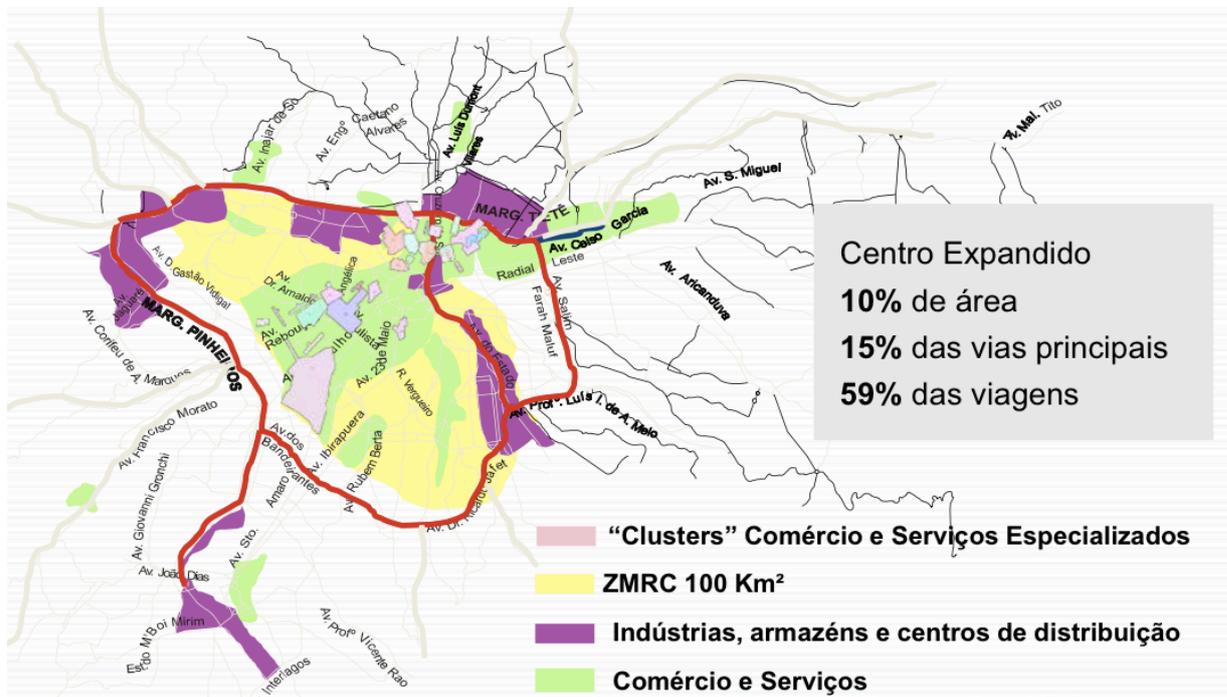
Conforme CET-SP (2015), no ano de 2012 a frota de caminhões representava não mais de 2% (190 mil caminhões) da frota total circulante no Município de São Paulo, enquanto que a participação dos automóveis individuais era de 79% do total, com a média de 1,4 usuários por automóvel (os outros dados são: 16% para moto, 3% para ônibus de linha e 1% para ônibus fretado). Da frota total circulante de caminhões, 44% chegam de rodovias, 40% circulam no centro expandido e apenas 10% são de tráfego de passagem. Apesar da ínfima representação de 2% da frota total circulante, as restrições de caminhões no município têm sido mais severas quando comparada aos demais veículos. No rodízio veicular municipal¹¹, todos os veículos (caminhões e automóveis) são afetados por essa regulamentação e, ultimamente, seus efeitos têm sido ineficazes com o aumento da frota no município. Zioni (2009) comenta que as áreas comerciais centrais, onde o tráfego é mais intenso (ver Figura 4-13), tem sofrido os efeitos¹² da restrição sobre a movimentação das cargas e das atividades de abastecimentos. Da mesma maneira, cidades vizinhas começaram a restringir os caminhões, principalmente nos eixos de circulação de suas cidades que, conseqüentemente, absorviam os fluxos de caminhões suprimidos do

¹¹De acordo com o final de placa e dia da semana, os veículos não poderão circular nas ruas e avenidas internas ao chamado minianel viário (ver figura 5.5), das 7h00 às 10h00 e das 17h00 às 20h00. (CET-SP, 2015)

¹²De acordo com Cruz (2006), geralmente esses efeitos estão relacionados a redução da eficiência logística, aumento do tempo de entrega, nível de serviço é diminuído e as entregas noturnas são mais expostas aos roubos de carga.

Centro Expandido de São Paulo, onde se localizam os principais eixos de ligação da RMSP.

Figura 4-13: Concentração de atividades econômicas no Centro Expandido, com relação ao total do Município de São Paulo



Fonte: baseado em CET-SP (2015)

O Sindicato das Empresas de Transportes de Carga de São Paulo e Região (SETCESP) faz duras críticas às medidas normativas que a prefeitura vem implantando na cidade e a falta de padronização dos VUCs na Região Metropolitana de São Paulo.

Pelas leis do município de São Paulo, um VUC – Veículo Urbano de Carga – não pode medir mais que 6,30m de comprimento. Na vizinha Osasco, dentro da mesma região metropolitana, o critério já é outro: o limite pode chegar até 7,20. Em Porto Alegre, a restrição no centro da cidade serve para veículos acima de 3 toneladas. Já em Cuiabá aceita-se veículos de até 24 toneladas. Esta diversidade de normas complica o desafio diário da entrega urbana de mercadorias. Além disso, se houvesse uma legislação única, o custo das operações seria menor e até o valor dos veículos poderia cair. (SETCESP, 2014)

O aumento do custo do processo logístico é um fator que preocupa os operadores de transporte. De acordo com a NTC Logística (2014), uma pesquisa realizada recentemente demonstrou que mais de 100 cidades brasileiras já criaram algum tipo de restrição ao tráfego de caminhões. O estudo avaliou os impactos das restrições sobre os custos para o setor de transporte de cargas e verificou que a

substituição da frota de veículos grandes por veículos urbanos de carga (VUCs) e por utilitários fez com que os custos aumentassem em 19,7%. Além disso, o turno de trabalho de motoristas e ajudantes se elevou em 18% e a operação noturna, elevou-se em 16,5%. José Helio Fernandes, presidente da NTC Logística, comenta os resultados da pesquisa:

Isso é um problema sério que as empresas de transporte vêm enfrentando. Um veículo de coleta e entrega que atua em uma cidade como São Paulo ou Rio de Janeiro, por exemplo, há 10 ou 15 anos atrás, conseguia executar em um dia cerca de 40 coletas e entregas. Hoje, este mesmo veículo faz em média 16. Uma das soluções que já está sendo colocada em prática, em São Paulo, por exemplo, é a experiência de entregas noturnas. A NTC está trabalhando para encontrar opções de adequar a locomoção de pessoas e cargas nas metrópoles do país, de forma a minimizar o prejuízo do setor (NTC LOGÍSTICA, 2014).

De acordo com Bontempo *et al.* (2014), geralmente essas restrições são definidas, decididas e implementadas em um período curto de tempo, sem um resguardo técnico da logística e, até mesmo, subestimando os seus impactos em longo prazo. Os autores acrescentam que cidades médias e pequenas, mesmo que não tenham problemas com congestionamentos ou grandes fluxos de carga, vêm adotando restrições de caminhões por um “modismo” influenciado por cidades prestigiosas e por medidas “eleitoreiras” que antecedem as eleições.

Apesar de muito polêmicas, Bontempo *et al.* (2014) apontam que as restrições ao trânsito de caminhões têm sido eficientes para reduzir os níveis de congestionamentos¹³ e de poluição, porém a falta de estudos para adotar as medidas e a ausência da participação dos envolvidos no processo de decisão tornam as restrições ao trânsito de caminhões mal vistas pelas empresas afetadas. Bontempo *et al.* (2014) comentam, ainda, que o Instituto de Logística e Supply Chain (ILOS) conduziu um estudo com 60 empresas de transporte de grande porte, cujos resultados revelaram que 68% dos pesquisados acreditam que a falta de padronização das regulamentações nas cidades dificulta o planejamento global de suas operações; 97% admitem que a criação de um maior número de instalações de carga e descarga ajudaria a melhorar os índices de congestionamento nas cidades; e 95% consideram

¹³De acordo com a CET-SP (2015), após a expansão da ZMRC em 2008, o volume de caminhões reduziu em 22% e houve diminuição da extensão média do dia em 19%.

que se a qualidade do sistema de transporte público fosse melhorada, o número de veículos diminuiria.

PARTE C

Investigação de modelos e a ferramenta *Freturb*

5 MODELOS DE APOIO AO PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA, INTEGRADO AO PLANEJAMENTO URBANO

Modelo é uma abstração da realidade. De acordo com Ortúzar e Willumsen (2011), o modelo tem um papel importante para entender e interpretar o “Mundo Real”, pois algo é extraído do seu contexto e convertido em uma simplificação teórica e em um conceito. Porém, a ótica do modelo privilegia alguns aspectos em detrimento de outros. Isoda (2013) comenta que tudo que não é apresentado pelo modelo é ignorado por ele. O autor ressalta que essa situação se torna ainda mais complexa quando se trata de fenômenos urbanos que são, em essência, fenômenos socioeconômicos.

Entretanto, apesar das limitações, os modelos são ferramentas importantes para o planejamento urbano, pois fornecem informações que ajudam na tomada de decisões e na determinação e projeção dos impactos da mudança de uso e ocupação do solo ou dos sistemas de infraestrutura e serviços urbanos, como o de tráfego e transporte. Isoda (2013) comenta que a adoção de um modelo ou de uma ferramenta representa assumir um conceito sobre um fenômeno e essa premissa já predetermina e direciona grande parte dos resultados da aplicação de métodos ou ferramentas associadas ao modelo. O autor adverte que a interpretação do modelo deve considerar as possibilidades concedidas por ele e nunca sobrepujar para além do que ele representa.

5.1 ABORDAGENS E DIFICULDADES DE APLICAÇÃO DOS MODELOS DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE URBANO DE CARGA

Embora, atualmente, haja uma diversidade de modelos de transporte urbano de carga, poucos estabelecem e avaliam a relação entre a logística urbana e o uso e ocupação do solo. É consensual dentre diversos autores - Allen *et al.* (2000a), Russo e Comi (2004) e Routhier e Toilier (2007) - que as ferramentas disponíveis para suportar o planejamento e a gestão do transporte de carga não têm a capacidade de se adaptarem de forma apropriada e contínua aos sistemas logísticos existentes, ficando desatualizados rapidamente. Os autores buscam, no entanto, apresentar diversas considerações sobre a utilização dos modelos em transporte urbano de carga, no sentido de classificá-los ou ponderar os aspectos mais relevantes para sua aplicação no planejamento dos sistemas.

Anteriormente, Ogden (1992) aconselhou que os modelos de transporte urbano de carga deveriam abordar alguns aspectos, dentre eles os de natureza comportamental, que permitiam considerar as relações entre os serviços específicos de transporte e os pontos-chaves determinantes da demanda da carga. Deveriam ser multimodais, não se restringindo ao transporte feito apenas por caminhões. Outro aspecto que precisariam incluir é a relação com a demanda de transporte de passageiros, explicitando como os sistemas de transportes interagem entre si. Deveriam, ainda, antever efeitos das mudanças políticas e socioeconômicas, serem dinâmicos e capazes de apresentar variações de uma situação estável para uma nova situação. E, por fim, e igualmente com grande importância, os modelos deveriam ser de aplicação genérica e capazes de servir para qualquer região que apresente condições similares de demografia, economia e sistema de transportes.

Por outro lado, Ogden (1992) mostrou que a maioria dos modelos de transporte urbano de carga não consegue atender a essas exigências para que sejam aplicáveis, por duas dificuldades: a primeira se refere ao estado da arte da modelagem de carga urbana, que se encontrava subdesenvolvida, com pouca base teórica, restringindo-se a uma primitiva análise de rede e a uma quantidade muito pequena de dados estatísticos confiáveis e aplicáveis à calibragem dos modelos. A outra dificuldade era que poucos trabalhos haviam sido desenvolvidos e, de fato, a questão do planejamento de movimentações urbanas de cargas, em geral, pouco havia evoluído. O autor explicou ainda que na movimentação de produtos o montante de carga gerado e os tipos de produtos variam conforme as necessidades, desejos e hábitos de uma dada população urbana, envolvendo complexas variáveis sociais, econômicas e tecnológicas, que interferem na demanda por produtos, afetando o transporte urbano de carga, e que não estavam suficientemente sistematizadas.

Macário *et al.* (2006) menciona que é comum aplicar modelos de transporte de pessoas, já contemplados em outras áreas, no planejamento do transporte urbano de carga. Essas iniciativas, porém, muitas vezes não têm alcançado grande eficácia; os autores apontam algumas razões, dentre elas: a natureza recente dos problemas associados às atividades logísticas urbanas, a complexidade do sistema urbano de cargas, a inexistência de base teórica, dados ou séries estatísticas confiáveis e completas.

A maioria dos modelos de transporte urbano de cargas, esclareceu ainda Ogden (1992), era baseada em analogias com modelos do transporte público de passageiros, mas deveriam respeitar algumas diferenças essenciais. No transporte público, por exemplo, a tomada de decisão depende do indivíduo, enquanto que no transporte urbano de cargas há uma série de diferentes atores que influenciam o sistema. O autor menciona, ainda, as diferenças com relação aos padrões de viagens: no sistema de transporte de pessoas os padrões tendem a serem regulares e rotineiros, enquanto que o transporte urbano de carga pode tomar as mais variadas combinações de pontos de distribuição e coleta. Outro diferencial é que a demanda por cargas pode ser influenciada fortemente por mudanças políticas ou econômicas determinadas pelos governos, enquanto que o sistema de transporte público tende a ser influenciado com menor intensidade. O estado da economia ou o apoio governamental a setores particulares são fatores que podem mudar abruptamente, exercendo uma interferência maior na demanda por cargas.

Perante tais dificuldades, Sanches Junior (2008) afirma que o setor público tem que oferecer condições para que os bens e serviços circulem na área urbana de forma adequada, uma vez que a esfera pública tem interesse direto no desenvolvimento econômico da cidade. Porém, além de implementar medidas para produção e manutenção das redes urbanas de transporte, o autor ressalta que o governo deve utilizar os instrumentos de controle do uso do solo, no âmbito do planejamento da localização das atividades geradoras de cargas. Deve, ainda, definir os acessos urbanos e a provisão de facilidades e segurança para o transporte de cargas para que não se gere uma deseconomia ou um desabastecimento para a região.

Como o conceito de “carga urbana” varia de cidade para cidade, Ambrosini e Routhier (2004) advertem que as metodologias e as soluções precisam ser definidas de acordo com as particularidades de cada área urbana. Dessa forma, a complexidade do tema faz com que as ferramentas de modelagem do transporte urbano de carga abranjam desde aspectos de planejamento e gestão do uso do solo e de tráfego, até a especificação de tecnologias para otimização da logística urbana. Os autores apontam que algumas experiências práticas da aplicação de modelos em transporte urbano de carga já foram iniciadas, mas a maioria ainda não tem resultados conclusivos. Os autores ressaltam, ainda, que a falta de pesquisa e interesse na área

pode colocar em risco as atividades econômicas da cidade por causa das implicações da falta de planejamento urbano que envolva o escopo de transporte e logística de carga urbana.

5.2 MODELOS REVISADOS

Os modelos revisados no presente trabalho expressam diferentes abordagens. Nesse item, o objetivo é elencar e revisar as principais abordagens do planejamento e gestão do transporte urbano de carga que dão apoio ao planejamento urbano na mensuração de seus impactos na cidade. Nessa pesquisa, adotou-se como premissa a seleção de ferramentas de modelagem que estabelecessem a relação entre a logística urbana e o uso e ocupação do solo, trazendo o tema da carga urbana como tópico relevante ao planejamento urbano.

5.2.1 MODELO DE OGDEN (1978)

Ogden, K. W. é pioneiro nos estudos sobre a movimentação de carga urbana. De acordo com Oliveira (2007), ele foi um dos primeiros a apresentar, na década de 1970, uma classificação dos modelos de carga urbana e foi o precursor de estudos no tema em cidades americanas e australianas.

Marra (1999) fez uma revisão detalhada do modelo de Ogden (1978), uma vez que o desenvolvimento de seu trabalho teve como principal referência a produção daquele autor. Na década de 70, o estudo de modelos de carga era incipiente e seguia as experiências do transporte público. Dessa forma, Marra (1999) aponta que o modelo de Ogden (1978) não aplicou equações matemáticas complexas, utilizando-se, apenas, de regressões lineares simples para correlacionar a demanda por mercadorias com variáveis socioeconômicas, tais como: dados populacionais, número de domicílios, número de empregos em escritórios, indústrias, comércio e instalações logísticas, entre outros.

De acordo com Ogden (1978), o modelo se utiliza de dados estatísticos da cidade de Melbourne na Austrália e tem como base a incorporação do modelo gravitacional na análise da carga urbana. O modelo gravitacional é amplamente usado para analisar a distribuição de viagens de pessoas e, nesse contexto, Ogden (1978)

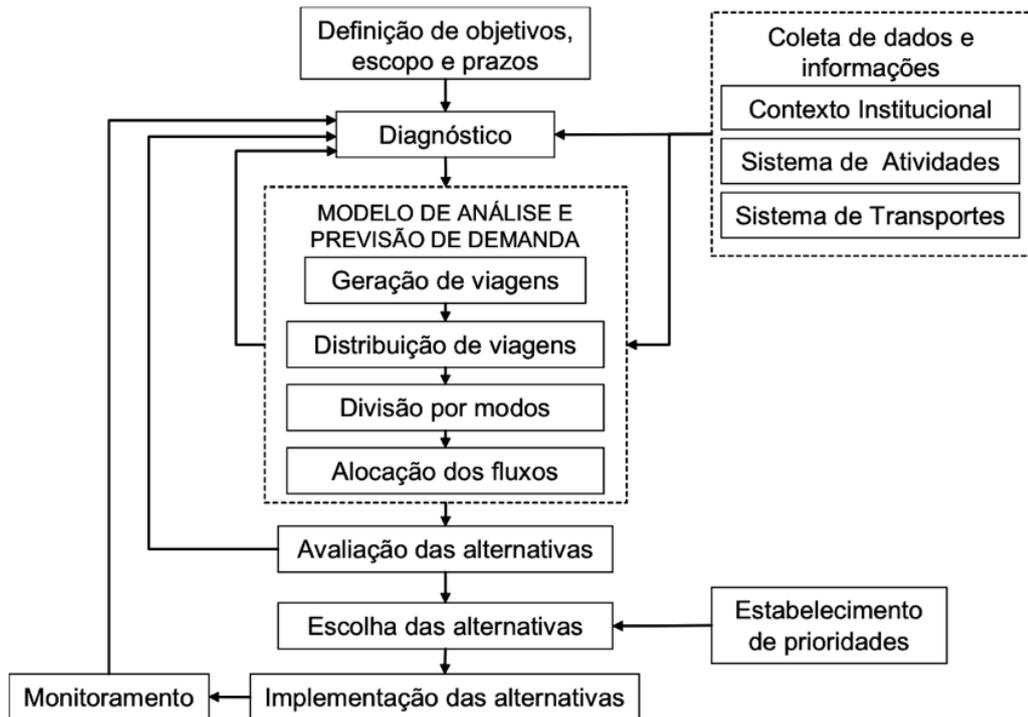
utilizou este modelo para analisar a distribuição de viagens de caminhões e os fluxos urbanos de mercadorias. O autor mostra uma fundamental distinção entre essas duas análises, uma vez que o transporte é derivado da demanda. Segundo Ogden (1978), o fluxo de carga urbana se origina da demanda de mercadorias; sendo assim, a relação entre produtor e consumidor de produtos numa área urbana é o que predispõe a necessidade de movimentação de coisas. Dessa forma, o fluxo de veículos de carga representa a oferta do serviço de transporte, em resposta à demanda de mercadorias.

De acordo com Ogden (1992), o modelo requer cautela ao ser aplicado na previsão de cenários urbanos, uma vez que a geração de carga numa área urbana é resultante de um conjunto de variáveis de complexa assimilação num modelo matemático, tais como características sociais, políticas, econômicas e tecnológicas. Porém, Marra (1999) comenta que Ogden considerou o uso de equações de regressão linear para relacionar a geração de transporte de mercadorias e variáveis de uso do solo, uma vez que essas correlações possuem considerável valor, devido à deficiência na projeção de cenários futuros no planejamento estratégico urbano.

5.2.2 ADAPTAÇÕES DO MODELO “QUATRO ETAPAS” PARA O PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA

Souza e D’Agosto (2013) fizeram uma revisão de estudos de planejamento de transporte urbano de carga que utilizam o modelo “quatro etapas” (geração e distribuição de viagens, divisão modal e alocação de tráfego), tradicionalmente utilizado no setor de transportes de passageiros. De acordo com os autores, este modelo é uma ferramenta versátil que pode ser aplicada de forma parcial ou integral. A ferramenta é capaz, ainda, de estimar o fluxo de tráfego interzonal, dentro dos aspectos de geração e distribuição de viagens, de escolha modal e de alocação de fluxos. Souza e D’Agosto (2013), baseando-se em Menezes (1971), Morlok (1978), Tedesco (2008), Magalhães (2008), Ogden (1992) e Marra (1999), utilizaram a análise sequencial do modelo de quatro etapas para presumir a demanda do tráfego em uma determinada área (ver Figura 5-1).

Figura 5-1: Processo de planejamento de transporte estratégico, utilizando o modelo “quatro etapas”



Fonte: Souza e D’Agosto (2013)

De acordo com Souza e D’Agosto (2013), os objetivos de cada etapa do modelo de análise e previsão de demanda são distintos, porém sequenciais. A geração de viagens tem o objetivo de aferir a geração e a atração de cargas para cada área num período de tempo, sendo influenciada pelo uso do solo (industrial, comercial e residencial) e por aspectos socioeconômicos (empregos, renda, densidade de atividades comerciais e industriais). A distribuição de viagens tem a finalidade de prever a quantidade de viagens realizadas entre as áreas e obter uma matriz de origem e destino baseada nos resultados da etapa anterior. A divisão modal, conforme aponta o autor, é fundamental quando houver mais de um modo de transporte interligando duas áreas. Como o transporte rodoviário prevalece na movimentação da carga urbana, Souza e D’Agosto (2013) afirmam que é necessário abstrair e representar os tipos e tamanhos de veículos como se fossem diferentes meios. A última etapa, por fim, referente à alocação de fluxos, avalia a distribuição de viagens na rede de transporte, considerando capacidade, frequência e segurança como fatores de decisão.

Dentre os modelos de quatro etapas analisado por Souza e D’Agosto (2013), cabe destacar o de Muñuzuri *et al.* (2009) e Holguín-Veras e Thorson (2000). Para

elaborar um planejamento simplificado, ou seja, que não necessitasse de grandes quantidades de dados, Muñuzuri *et al.* (2009) elaborou uma abordagem diferente das técnicas existentes de modelagem de carga urbana. Os autores se utilizaram do modelo de quatro etapas para análise e previsão de demanda, que foi aplicado na cidade de Sevilla, Espanha, com foco no tráfego existente entre atacadistas e distribuidores. De acordo com Souza e D'Agosto (2013), o modelo utiliza dados da população e quantidade de atacadistas e distribuidores para estimar a produção e a atração de viagens na área estudada. Para a etapa de distribuição de viagens, Muñuzuri *et al.* (2009) adotou o modelo gravitacional apoiado num processo de estimativa simples da maximização da entropia. Souza e D'Agosto (2013) explicam que entropia se refere à incerteza de uma distribuição de probabilidade e foi introduzido por Shannon (1948)¹⁴:

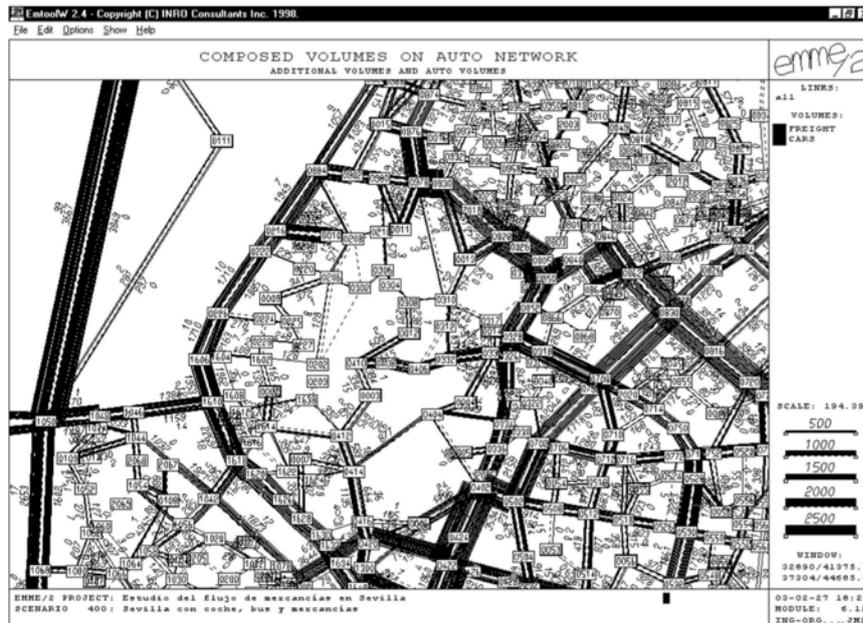
Os autores apontam três características de incerteza: a incerteza determinística, em que os estados que um sistema pode assumir não são conhecidos; a incerteza entrópica, em que os estados possíveis são conhecidos, mas não as chances de ocorrência de cada um deles; e a incerteza probabilística, em que os estados possíveis são conhecidos e também a distribuição de probabilidade para eles. (SOUZA E D'AGOSTO, 2013)

Como o estudo abordou apenas o modo rodoviário, a etapa de alocação das viagens foi validada por meio da ferramenta EMME/2 que, de acordo com Muñuzuri *et al.* (2009), executa cálculos de equilíbrio estático¹⁵, que consegue corresponder ao fluxo de veículos de passageiro com veículos de carga urbana. A aplicação do EMME/2 no caso de Sevilha por Muñuzuri *et al.* (2009) é ilustrada no mapa da Figura 5-2, a seguir.

¹⁴ SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, vol. 27, pp. 379-423, 1948.

¹⁵ De acordo com Campos (2013), os modelos de equilíbrio estático consideram que o fluxo é uniformemente distribuído durante um intervalo de tempo, não avaliando o efeito do congestionamento. No exemplo, Muñuzuri *et al.* (2009) utiliza o horário de pico entre 8-9 horas da manhã.

Figura 5-2: Gráfico obtido no EMME/2, demonstrando o volume de tráfego de carro de passageiros e de veículos de carga no centro histórico de Sevilha



Fonte: Muñuruzi (2009).

Holguín-Veras e Thorson (2000), por sua vez, analisaram as variantes do modelo de quatro etapas e, em seguida, investigaram as características da extensão das viagens para distribuição de carga, obtidas de uma pesquisa de origem e destino, realizada na cidade de Guatemala. De acordo com Souza e D'Agosto (2013), as etapas de geração e distribuição de viagens foram baseadas, respectivamente, em métodos matemáticos de regressão e no modelo gravitacional. Os autores comentam que a abordagem de Holguín-Veras e Thorson (2000) necessita da compreensão da relação entre a distribuição das distâncias das viagens de carga com a de veículos, uma vez que existe uma divisão assimétrica concentrada nas pequenas distâncias.

Souza e D'Agosto (2013) afirmam que a aplicação do modelo de quatro etapas é benéfica para apoiar o planejamento de transporte de carga; porém, ela é mais proveitosa quando utilizada de forma adicional e quando se busca consolidar tendências de fluxos de carga e comportamentos comuns de diferentes setores da produção. Uma aparente limitação técnica, mencionada pelos autores, é a aplicação do modelo sequencial para análise e previsão de demanda de fluxos de carga, uma vez que o modelo de quatro etapas não é capaz de representar diretamente os aspectos do planejamento estratégico do transporte de carga. Contudo, Souza e D'Agosto (2013) concluem que o modelo de quatro etapas deveria ser aprimorado

incorporando aspectos da logística. Além disso, o elemento “transporte” não deve ser abordado de forma global, mas as especificidades da cadeia de suprimentos para um determinado tipo de carga devem ser incorporadas na modelagem.

5.2.3 MODELOS APLICADOS REGULARMENTE NA EUROPA: BOERKAMPS E BINSBERGENQUE (1999), **GOODTRIP**; MEIMBRESSE E SONNTAG (2001), **WIVER**; LABORATOIRE AMÉNAGEMENT ECONOMIE TRANSPORTS (LAET) DA UNIVERSIDADE DE LYON (2004), **FRETURB**; DELAÎTRE E ROUTHIER (2010), **FRETURB E DALSIM**; E, GARDRAT ET AL. (2014)

O Quadro 5-1 representa, cronológica e sumariamente, as propriedades dos modelos que, de acordo com os autores Allen *et al.* (2000a), Russo e Comi (2004) e Ambrosini *et al.* (2013), são comumente aplicados na Europa e cujos resultados têm sido reconhecidos, progressivamente, como relevantes ao planejamento e gestão da carga urbana, em âmbito municipal. Essas ferramentas de modelagem são aplicadas para otimizar o sistema de carga urbana e minimizar os seus impactos sociais, econômicos e ambientais nas cidades.

Quadro 5-1: Modelos aplicados regularmente na Europa

AUTORES / MODELO	OBJETIVOS	O QUE DETERMINA	LOCAL DE APLICAÇÃO
Boerkamps e Binsbergenque (1999) / Goodtrip	Estimar os efeitos das mudanças na gestão da carga urbana e avaliar seus impactos na logística urbana	Calcula o volume de carga demandada pelos tipos de estabelecimentos numa determinada zona urbana	Groningen e, posteriormente e, em outras cidades da Holanda
Meimbresse e Sonntag (2001) / Wiver	Apoiar a organização e o dimensionamento da infraestrutura urbana para as atividades que envolvam o transporte urbano de carga	Estima a participação do tráfego comercial no tráfego total e elabora uma matriz de origem e destino do tráfego de carga	Diversas cidades da Alemanha, Roma, Lazio, Madri e Bruxelas
Laboratoire Aménagement Economie Transports (LAET) da Universidade de Lyon (2004) / Freturb	Diagnosticar e avaliar cenários do transporte urbano de carga	Estima o número de veículos atraídos por uma área urbana, em função das suas necessidades logísticas e permite também calcular a utilização da rede viária	43 cidades da França, Bruxelas e Zurique
Delaître e Routhier (2010) / Freturb e Dalsim	Diagnosticar as operações de carga e descarga nas áreas urbanas	Quantifica entregas e coletas, tempo médio da operação de carga e descarga, distribuição de veículos de carga ao longo do dia e estima as áreas de carga e descarga	Centro de La Rochelle, França

Continua

Quadro 5-1: Modelos aplicados regularmente na Europa
Conclusão

Gardrat et al. (2014) / SIMETAB	Modela a estrutura econômica de uma área urbana e pode produzir dados de entrada para muitos modelos de transporte de carga	Estima a proporção de cada categoria e subcategorias dos estabelecimentos econômicos por tamanho e tipo de atividade em uma zona urbana	Indicado para áreas urbanas que não tem o banco de dados SIRENE
--	---	---	---

Fonte: Material da pesquisa

O primeiro modelo elencado do Quadro 5-1, o *GoodTrip*, foi criado em 1998, sendo inicialmente em Groningen e, posteriormente, em outras cidades da Holanda. Seus pressupostos são baseados na premissa que o ambiente urbano resulta na demanda pelo transporte de pessoas e de cargas; e a infraestrutura é a condição básica para ofertar níveis de serviços para essa demanda e, ainda, dependendo do desempenho e na capacidade da estrutura física urbana (BOERKAMPS e BINSBERGENQUE, 1999). Frequências de entregas, custos, confiabilidade são aspectos importantes da demanda, enquanto que infraestrutura urbana e as opções de transporte da carga são aspectos da oferta do sistema urbano da carga. Sendo assim, Boerkamps *et al.* (2000) apontam que a falta de otimização urbana pode resultar em congestionamentos que, conseqüentemente, podem predispor mudanças nas decisões de transportes da carga, tais como: mudança de rotas, horários de partidas e, em longo prazo, mudanças na infraestrutura urbana.

De acordo com Boerkamps *et al.* (2000), no modelo *GoodTrip* são consideradas variáveis da logística na configuração de cenários atuais e futuros, tais como: tipos dos veículos, localizações dos armazéns, frequências das entregas, rotas, estimativas dos fluxos da carga urbana, custo de energia utilizada e os impactos ambientais gerados pelo transporte de carga. Seu objetivo é diminuir simultaneamente o número de veículos comerciais na cidade e o número de quilômetros rodados, racionalizando e otimizando as viagens. Dentre as aplicações do modelo, Boerkamps e Binsbergenque (1999) destacam: 1. Mudanças no padrão de distribuição e escolha do modo (ex.: implantação de centros de consolidação urbana, mudanças na acessibilidade urbana); 2. Alteração na organização da cadeia de suprimentos (cooperação entre embarcadores e transportadores e possibilidade de carregamento de diferentes cargas ao mesmo tempo); 3. Mudanças nos padrões de demanda (aumento na frequência de entregas e no volume da demanda de consumo); 4.

Melhorias no ambiente urbano (redução no consumo de energia e de emissões). Apesar de ser uma ferramenta complexa, Boerkamps e Binsbergen (1999) mencionam que o *GoodTrip* tem uma aplicação prática, pois a arquitetura do modelo é aberta, os pré-requisitos de dados não são tão rigorosos e é possível a pressuposição de cenários urbanos.

O segundo modelo indicado no Quadro 5-1 é o *Wiver*, que, de acordo com Ambrosini e Routhier (2004), foi baseado em pesquisas realizadas em mais de 9.000 localidades das cidades de Munique, Berlim e Hamburgo e em pesquisas comportamentais dos motoristas no trânsito. O modelo *Wiver*, desenvolvido por Meimbresse e Sonntag (2001), considera quatro tipos de veículos: carros comuns usados comercialmente; vans com capacidade inferior a 2,8 toneladas; caminhões menores com capacidade de carga limitada até 2,8 toneladas; e caminhões com cargas até 7,5 toneladas. Para refletir os diferentes comportamentos das atividades logísticas em relação aos diversos setores da economia, o modelo calcula, com base em dados comportamentais, as viagens geradas por diferentes atividades econômicas numa área urbana, podendo diferenciar o tráfego de carga de acordo com o tipo de atividade comercial, perfil de veículo e horários.

Ambrosini e Routhier (2004) esclarecem que o modelo *Wiver* é capaz de estimar a participação do tráfego comercial no tráfego total e elaborar um mapa de origem e destino do tráfego de carga. A geração da matriz de Origem e Destino, por sua vez, é baseada em quatro etapas: (i) Estimativa do número de viagens, número de paradas por viagem, propósito da viagem de acordo com a atividade econômica, tipo de veículo e descrição da zona urbana; (ii) Determinação dos destinos e modelagem das interações das viagens individuais de origem e destino; (iii) Modelagem da cadeia de transporte; (iv) Alocação de cada volume de tráfego e a sua distribuição no grupo de horas. Ambrosini *et al.* (2013) comentam que esse modelo é uma ferramenta de apoio para dimensionar e organizar a infraestrutura urbana para as atividades que envolvam o transporte urbano de carga e tem sido aplicado em mais de quinze casos na Alemanha, como também em Roma, Lazio, Madri e Bruxelas.

O terceiro modelo, o *Freturb*, objetiva diagnosticar e avaliar cenários do transporte urbano de carga (AMBROSINI e ROUTHIER, 2004). Esse modelo foi desenvolvido pelo *Laboratoire Aménagement Economie Transports* (LAET) da

Université de Lyon (UdL), na França, para apoiar administrações municipais francesas, com destaque à cidade de Lyon. O *Freturb* estima o número de veículos atraídos por uma área urbana, em função das densidades e dos tipos de estabelecimentos instalados, assim como permite calcular a utilização da rede viária. Os resultados são utilizados para avaliar a movimentação da carga urbana e seu impacto no meio ambiente, mensurando, por exemplo, os impactos das ações que contribuem para redução da poluição atmosférica e sonora da cidade. A partir da utilização do modelo *Freturb*, em algumas cidades francesas, foi possível aprimorar as regulamentações do transporte urbano de carga, em especial, as decisões relacionadas aos Planos de Mobilidade Urbana dessas cidades. O *Freturb* foi selecionado na presente pesquisa como modelo-base para aplicação em um recorte urbano da cidade de São Paulo e será detalhado capítulo 6, a seguir.

Na quarta ferramenta de modelagem, Delaître e Routhier (2010) propuseram a integração do modelo *Freturb*, este utilizado para tratamento da geração da movimentação de veículos de carga numa área urbana, com o modelo *Dalsim* (*Delivery Areas and Logistics SIMulation*), que modelar as áreas de carga e descarga. O *Freturb* é uma ferramenta capaz de estimar o comportamento das atividades econômicas em termos de entrega e coleta numa área urbana. Já o modelo *Dalsim* avalia o desempenho das áreas de carga e descarga numa zona urbana, sendo capaz de prever diferentes configurações das áreas de entrega e, ainda, avaliar o seu impacto na fluidez do tráfego. A abordagem é baseada numa regra simples e pragmática, que considera o tempo total que uma área de carga e descarga pode ser usada, dividido pela duração média de uma operação de carga e descarga. O resultado é a quantidade de entregas que pode ser alocada na área de entrega.

De acordo com Delaître e Routhier (2010), as autoridades locais precisam de ferramentas para diagnosticar os problemas logísticos nas áreas urbanas, uma vez que as áreas de carga e descarga são projetadas, normalmente, para atender isoladamente a cada estabelecimento local, sem a devida atenção às consequências geradas para a cidade. Quando as áreas de carga e descarga não são suficientes para atender à demanda, a quantidade de estacionamentos irregulares aumenta consideravelmente, prejudicando a fluidez do trânsito. O uso associado desses dois modelos visa apoiar o processo de tomada de decisão para desenvolver e adaptar áreas de carga e descarga na cidade e foi testado no centro de *La Rochelle*, na

França. A cidade possui 80.055 habitantes e 6.000 estabelecimentos comerciais, sendo que dentro da área de estudo há 10.827 habitantes e 2.000 estabelecimentos comerciais. Delaître e Routhier (2010) concluem que a ferramenta híbrida tem resultados coerentes e eficientes para gerar o número de obstruções dos veículos de carga no tráfego. A combinação dos modelos traz vantagens para o processo de tomada de decisão, uma vez que não há necessidade de grandes recursos financeiros para obtenção de dados em pesquisas de campo.

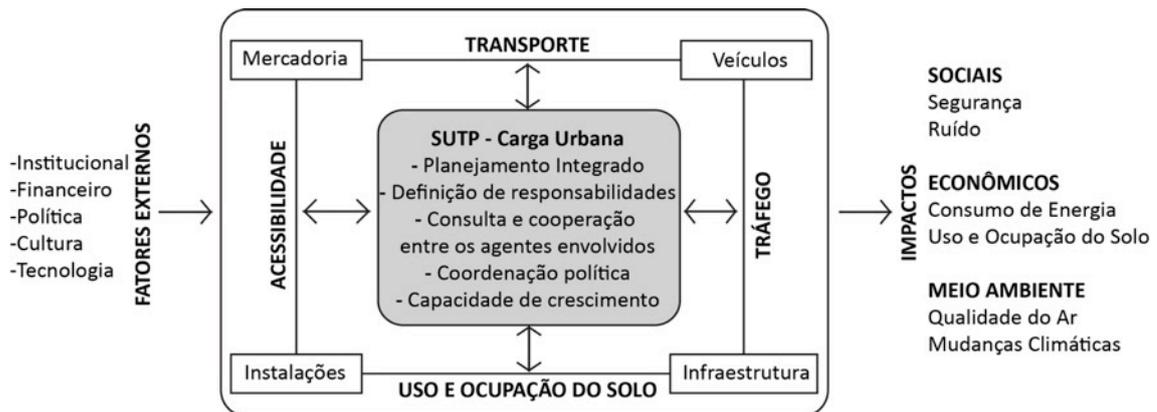
Por fim, o modelo *SIMETAB*, de acordo com Gardrat *et al.* (2014), modela a estrutura econômica de uma área urbana e pode produzir dados de entrada passíveis de uso por muitos modelos de transporte de carga. A partir de características urbanas, como população e número de empregos de uma região, o modelo é capaz de fornecer insumos para que os tomadores de decisões possam prever os impactos de possíveis cenários urbanos. A principal função do modelo é estimar a proporção de estabelecimentos econômicos por tamanho e tipo de atividade numa zona urbana, provendo, assim, dados de entrada para modelos de análise da logística e transporte urbano de carga, para aplicação em regiões que não possuem o banco de dados SIRENE (arquivo de entrada do *Freturb*).

Como o modelo selecionado para aplicação na presente pesquisa é o *Freturb*, e os dados de entrada se referem à uma área urbana em São Paulo, para a qual não existe o arquivo SIRENE, específico para o território francês, o modelo também foi utilizado no apoio à definição da estrutura econômica adotada no estudo de caso e será explicado no capítulo 07.

5.2.4 SJÖSTEDT (1996) e LINDHOLM E BEHRENDTS (2012)

Com o objetivo de predispor estratégias integradas de planejamento para a sustentabilidade do transporte urbano de carga, Lindholm e Behrends (2012) desenvolveram uma adaptação do modelo conceitual de Sjöstedt (1996), conforme representado na Figura 5-3.

Figura 5-3: Relação entre fatores que afetam o SUTP e o transporte urbano de carga, adaptado e desenvolvido a partir de Sjöstedt (1996).



Fonte: Lindholm e Behrends (2012), tradução nossa.

O modelo conceitual de Sjöstedt (1996) é baseado em quatro elementos básicos: *instalações*, onde as atividades econômicas estão implantadas; *mercadorias*, que demandam o transporte de carga para essas instalações; *veículos*, que desempenham o serviço de transporte; e *infraestrutura*. A interação desses elementos em pares gera quatro subsistemas – 1) acessibilidade, 2) uso e ocupação do solo, 3) transporte e 4) tráfego – que, juntos, determinam o desempenho do sistema de transporte urbano de carga. Os autores apontam, ainda, que devido à necessidade de movimentação de produtos para a funcionalidade da economia urbana, um pré-requisito fundamental é a *acessibilidade* de mercadorias nas áreas urbanas para que as mesmas cheguem até as instalações das atividades econômicas. O subsistema *uso e ocupação do solo* proporciona a localização de instalações em relação à infraestrutura de transporte. Segundo o autor, a maior parte dos impactos negativos do transporte urbano de carga está no tráfego viário, aonde os veículos consomem energia e produzem emissões de poluentes.

Lindholm e Behrends (2012) incluíram três aspectos novos no modelo conceitual de Sjöstedt (1996), conforme Figura 5-3: i – Fatores externos que influenciam o transporte urbano de carga, ii – Os conceitos dos Planos de Transporte

Urbano Sustentável (SUTPs¹⁶) iii – Impactos negativos como consequência dos fatores externos.

Para melhor entender a complexidade existente entre a logística, os transportes, a infraestrutura e o uso e ocupação do solo, assim como as deficiências do transporte urbano de carga, Lindholm e Behrends (2012) utilizaram o modelo adaptado de Sjöstedt (1996) na análise de 12 cidades localizadas na região do Mar Báltico: Bremen (Alemanha), Gotemburgo (Suécia), Kouvola (Finlândia), Orebro (Suécia), Sundsvall (Suécia), Turku (Finlândia), Gdynia (Polônia), Caunas (Lituânia), Liepaja (Letônia), Parnu (Estônia), Tartu (Estônia), Vilnius (Lituânia). Por meio do projeto da União Europeia chamado BUSTRIP¹⁷ (*Baltic Urban Sustainable Transport Implementation and Planning*), informações empíricas foram coletadas em três etapas de entrevistas:

- 1^a. etapa - *Holística auto-avaliação* do sistema de transporte das cidades, incluindo pessoas e cargas;
- 2^a. etapa – *Holística peer-review* das bases de auto-avaliação das cidades;
- 3^a. etapa¹⁸ – Análise profunda do sistema de carga urbana das cidades.

A primeira etapa do projeto, *holística auto-avaliação*, foi conduzida pelas autoridades locais dos municípios, resultando no desenvolvimento de um relatório que mapeou os planos e projetos disponíveis até então nas cidades pesquisadas, relativamente à carga urbana. O relatório descrevia, ainda, o perfil de cada município com relação a aspectos políticos, geográficos e administrativos, bem como os processos que influenciavam as atividades de transporte. Também incluiu indicadores de emissões de poluentes, segurança e qualidade de vida urbana.

Quando o relatório foi finalizado, a segunda etapa, *Holística peer-review*, foi então conduzida por grupos de especialistas em planejamento de transporte e

¹⁶ Lindholm e Behrends (2012) relatam que o SUTP (Plano de Transporte Urbano Sustentável) é uma abordagem integrada com o objetivo de superar os impasses na coordenação e na cooperação entre cidades de uma grande metrópole.

¹⁷ De acordo com Lindholm e Behrends (2012), BUSTRIP foi o primeiro projeto europeu que implementou e desenvolveu o conceito do SUTP¹⁶

¹⁸ A terceira etapa foi limitada a quatro cidades - Bremen, Gdynia, Kaunas and Orebro - devido ao seu porte, características geográficas peculiares e distintas culturas políticas e administrativas.

pesquisadores das diferentes cidades. Esta fase consistiu em entrevistas com os representantes dos municípios, operadores de transportes, políticos e outros agentes envolvidos com a atividade de transporte de carga, com o objetivo de discutir o conteúdo e identificar possíveis lacunas no relatório produzido na primeira etapa. Buscou-se, dessa forma, auxiliar as autoridades municipais a buscar e implementar ações de planejamento e de adoção do SUTP.

A terceira e última etapa, *análise aprofundada do sistema de carga urbana das cidades*, foi desenvolvida em apenas quatro das cidades pesquisadas (Bremen, Gdynia, Kaunas e Orebro). No total, foram realizadas 34 entrevistas relacionadas à carga urbana com diferentes agentes envolvidos ao tema, incluindo administradores da cidade, operadores logísticos, clientes e institutos de pesquisas. Os questionários buscaram mapear aspectos dos perfis dos municípios, dos motoristas do transporte de carga, impactos na qualidade de vida e verificar os planos e políticas vigentes dos municípios. As pesquisas realizadas em cada cidade foram sumarizadas, categorizadas e tematizadas para que, em seguida, fossem analisadas as similaridades e diferenças entre os casos. Para Lindholm e Behrends (2012), o conjunto das três etapas gerou uma visão qualitativa dos problemas do transporte urbano de carga. Para eles, a situação identificada é válida não apenas para os casos das cidades da Região do Mar Báltico, mas podem ser recorrentes em muitas outras cidades europeias.

Os dados coletados foram agrupados em quatro categorias, conforme o quadro conceitual demonstrado, anteriormente, na Figura 5-3: *acessibilidade, uso e ocupação do solo, transporte e tráfego*. Os resultados foram lançados em uma matriz, reproduzida no Quadro 5-2, a seguir, com a finalidade de identificar as deficiências do desempenho da carga urbana nos municípios pesquisados e verificar o desenvolvimento do planejamento do transporte urbano de carga. De acordo com Behrends *et al.* (2008), nessa forma de visualização é possível demonstrar as complexas relações entre diferentes atores e verificar a necessidade de uma abordagem integrada do planejamento do transporte urbano de carga.

Quadro 5-2: Matriz com as atuais deficiências (em vermelho) e melhorias (em verde) do transporte urbano de carga nos municípios pesquisados

Aspectos Atores envolvidos	Autoridades municipais	Relação entre Expedidor e Destinatário	Expedidor da Carga	Operador de Transporte
Princípios do planejamento	Carência de competência técnica para o transporte urbano de carga			
	Falta de estratégias a longo prazo para o transporte sustentável da carga urbana			
	Ausência de dados sobre carga nas áreas urbanas			
	Pouca cooperação com os municípios vizinhos			
	Consulta com os envolvidos é razoável, porém a cooperação é deficiente			
	A consciência da importância do tema está crescendo.			
Uso e ocupação do Solo - Infraestrutura	As ações do planejamento urbano para conter a horizontalização das cidades, não inclui o transporte de carga	A localização das implantações logísticas, em geral, não consideram as conexões da infraestrutura do transporte	O plano de ocupação dos municípios, limitam a localização das implantações logísticas	
		O plano de ocupação dos municípios, limitam a localização das implantações logísticas		
Acessibilidade	As cidades tem melhorado, razoavelmente, as condições básicas das conexões logísticas interurbanas	Ausência de consciência de certos aspectos de expedição de mercadorias - tamanho, frequência, peso e etc - que podem afetar o sistema de transporte da cidade	Prazo de entrega curto e falta de padrões de qualidade no nível de serviço	
Transporte (veículos de carga)	Há desenvolvimento de idéias para a regulamentação da carga	Ausência de cooperação entre as instalações logísticas vizinhas	Inexistência de cooperação entre os concorrentes	Inexistência de cooperação entre os concorrentes
				Pouco uso da divisão de modal

Continua

Quadro 5-2: Matriz com as atuais deficiências (em vermelho) e melhorias (em verde) do transporte urbano de carga nos municípios pesquisados
Conclusão

Tráfego (veículos de carga e infraestruturas)	A capacidade da infraestrutura atual é insuficiente	Não se aplica	Não se aplica	Frota de veículos antigos
	Ausência de espaços para carga e descarga			
	Há esforço dos municípios para estimular combustíveis alternativos			
	Há estratégias para infraestrutura urbana			
	Existem regulamentações para veículos pesados (tamanho, peso, horário e emissões de gases poluentes)			Inexistência de fontes de energias alternativas

Fonte: Adaptado de Lindholm e Behrends (2012).

De acordo com os autores, o resultado da pesquisa demonstrou que os serviços de transporte de mercadoria são cada vez mais importantes para a competitividade regional, porém os aspectos negativos, apontados no Quadro 5-2, ainda são uma barreira para a se implantar o conceito do SUTP.

Por outro lado, uma notável deficiência, verificada por Lindholm e Behrends (2012) na aplicação do modelo, é que o tema do transporte urbano de carga não é um assunto prioritário para os planejadores urbanos dos municípios pesquisados e o conhecimento técnico para lidar com o tema ainda é deficiente. Para os autores, todos os atores envolvidos são mutuamente afetados na cadeia de atividades, e as decisões de planejamento das autoridades locais influenciam diretamente todos os fatores e agentes da matriz. Lindholm e Behrends (2012) confirmaram, ainda, a conclusão de Dablanc (2007) de que a maioria das cidades não ainda não encontrou soluções para os problemas do transporte urbano de carga, embora as autoridades locais reconheçam a importância do tema como importante fator de desenvolvimento da economia para as áreas urbanas.

Para superar tais obstáculos, os autores afirmam que é necessária uma integração mais profunda do transporte de mercadorias com as estratégias de sustentabilidade urbana. A análise também apontou que há carência de ferramentas de modelagem para tratar da questão e praticamente inexistente uma sistematização de

experiências e projetos de transporte urbano de carga, dificultando a divulgação e o acompanhamento de boas práticas, assim como se evitar a reprodução de maus exemplos.

Por isso, Lindholm e Behrends (2012) recomendam desenvolver pesquisas de transporte urbano de carga que estejam relacionadas à cooperação e à comunicação entre as autoridades dos municípios e às partes interessadas do setor privado. É fundamental, também, fomentar pesquisas que proponham possíveis ações de planejamento urbano para os diferentes envolvidos no transporte urbano de mercadorias, assim como aprofundar o conhecimento da logística urbana, a fim de entender os fatores que afetam o transporte urbano de mercadorias. Finalmente, é necessário desenvolver conhecimento para saber lidar com a complexa interação entre o transporte de mercadorias e o de pessoas.

5.2.5 DABLANC E RAKOTONARIVO (2010) e DABLANC E ROSS (2012)

Dablanc e Rakotonarivo (2010) e Dablanc e Ross (2012), utilizando-se da representação gráfica no software Mapinfo e da análise centrográfica¹⁹ de terminais logísticos em um determinado período de tempo, identificaram os impactos do fenômeno urbano de “dispersão logística”²⁰, respectivamente, nas cidades de Paris, na França, e Atlanta, nos Estados Unidos.

De acordo com Dablanc e Rakotonarivo (2010), para bom funcionamento de uma cidade é necessário que 32 toneladas de carga por habitante sejam movimentadas por ano. Tendo a devida atenção ao tema da carga, a cidade de Paris vem desenvolvendo estratégias ambiciosas e bem sucedidas para o transporte de carga. Porém, como apontam Dablanc e Rakotonarivo (2010), as autoridades municipais de Paris tendem ainda a se desinteressar pelos assuntos relativos à ocupação do solo por atividades logísticas nas bordas do município. Sendo assim, os

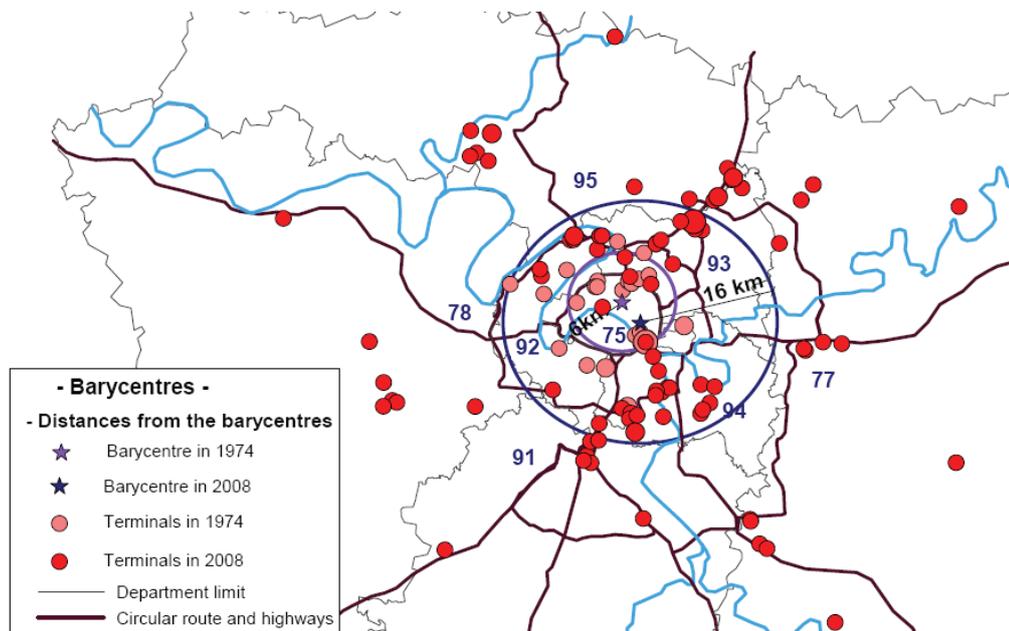
¹⁹ Identificação do centro geométrico de um conjunto de pontos e a dispersão ao redor dele.

²⁰ Dispersão logística, tradução nossa para “*logistics sprawl*”. É o termo usado pela pesquisadora Laetitia Dablanc para conceituar a tendência atual urbana de ocupação das atividades logísticas (armazéns, *cross-docking*, terminais intermodais) para áreas suburbanas. A movimentação dessas atividades é estimulada pelo baixo custo do solo, pela oferta alta de terrenos grandes e pela proximidade de infraestruturas viárias que conectam fluxos econômicos interregionais.

autores identificaram e avaliaram os impactos da mudança espacial de terminais de *cross-docking*²¹ das 17 maiores empresas transportadoras da cidade.

A metodologia foi dividida em três passos sequenciais: (i) Análise das estratégias dos padrões de localização das diferentes empresas de transporte; (ii) processamento das bases de dados do SIRENE²² dos armazéns e terminais logísticos na região de Paris e das páginas amarelas do *La Poste*, serviço de correio da França; (iii) Entrevistas com os gerentes das principais empresas de transporte de Paris para avaliar as tendências histórica da localização dos terminais de *cross-docking* nos arredores de Paris. A partir de então, os autores identificaram, durante o período de 1974 a 2008, a desocupação gradual dos terminais de *cross-docking* do centro para a periferia da cidade (ver Figura 5-4). Estimou-se, assim, que devido à dispersão logística dessas empresas houve um incremento de 10 km na distância média percorrida pelos veículos de carga, gerando uma emissão extra de 15 mil toneladas de CO₂ por ano (DABLANC e RAKOTONARIVO, 2010)

Figura 5-4: Análise centrográfica, deslocamento do baricentro em 10km



Fonte: Dablanc e Rakotonarivo (2010), p. 6092.

²¹ *Cross-docking* é um processo de distribuição em que a mercadoria recebida é redirecionada sem uma armazenagem prévia

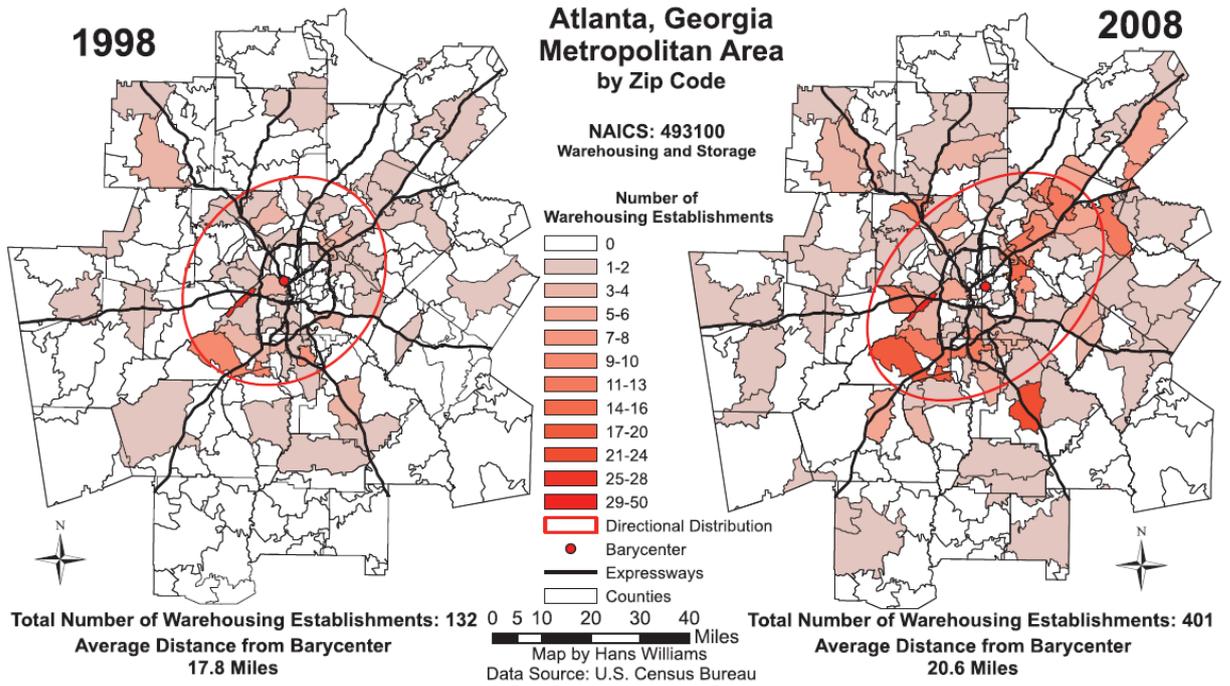
²² SIRENE é a base de dados estatísticos de todos os “estabelecimentos” (instalação física operada por uma empresa privada ou pelo governo) no território Francês. É gerido pelo INSEE, Instituto Nacional de Estatísticas e Estudos Econômicos da França.

Relativamente à Atlanta, Dablanc e Ross (2012) examinaram a megaregião de *Piedmont Atlantic* sob dois aspectos: dispersão logística e polarização das atividades logísticas. Com uma população total em torno de 15 milhões de habitantes, a megaregião inclui as cidades de Birmingham, Atlanta, Raleigh-Durham e Charlotte e é, atualmente, a região aonde os aglomerados dos estabelecimentos logísticos se desenvolvem mais rapidamente nos Estados Unidos. Utilizando-se da análise centrográfica, o estudo comparou a localização dos armazéns logísticos na região metropolitana de Atlanta, no período entre 1998 e 2008. Os dados foram obtidos a partir do *US Census Bureau County Business Patterns Survey*²³, que provê a quantidade dos estabelecimentos nos EUA e seus respectivos códigos postais.

Com a análise centrográfica, os autores concluíram que, no período de 10 anos, a quantidade de armazéns logísticos aumentou rapidamente de 132 para 401 (204% de aumento) e a sua concentração se intensificou na região nordeste da cidade (ver Figura 5-5). Os autores também compararam o número de armazéns logísticos com o dos estabelecimentos comerciais, analisando a dispersão espacial e o crescimento quantitativo. Assim, os estabelecimentos comerciais tiveram um aumento (30,3%) menor que os armazéns logísticos (204%), em 10 anos, e a quantidade de estabelecimentos comerciais cresceu de 330.600 para 430.765. Especialmente, os estabelecimentos comerciais se tornaram mais concentrados e o seu baricentro pouco mudou, quando comparado com a dispersão espacial dos armazéns logísticos. De acordo com Dablanc e Ross (2012), isso indica que, na região metropolitana de Atlanta, nos últimos 10 anos, os caminhões de entregas e de coleta têm aumentado seu percurso para alcançar o mercado consumidor.

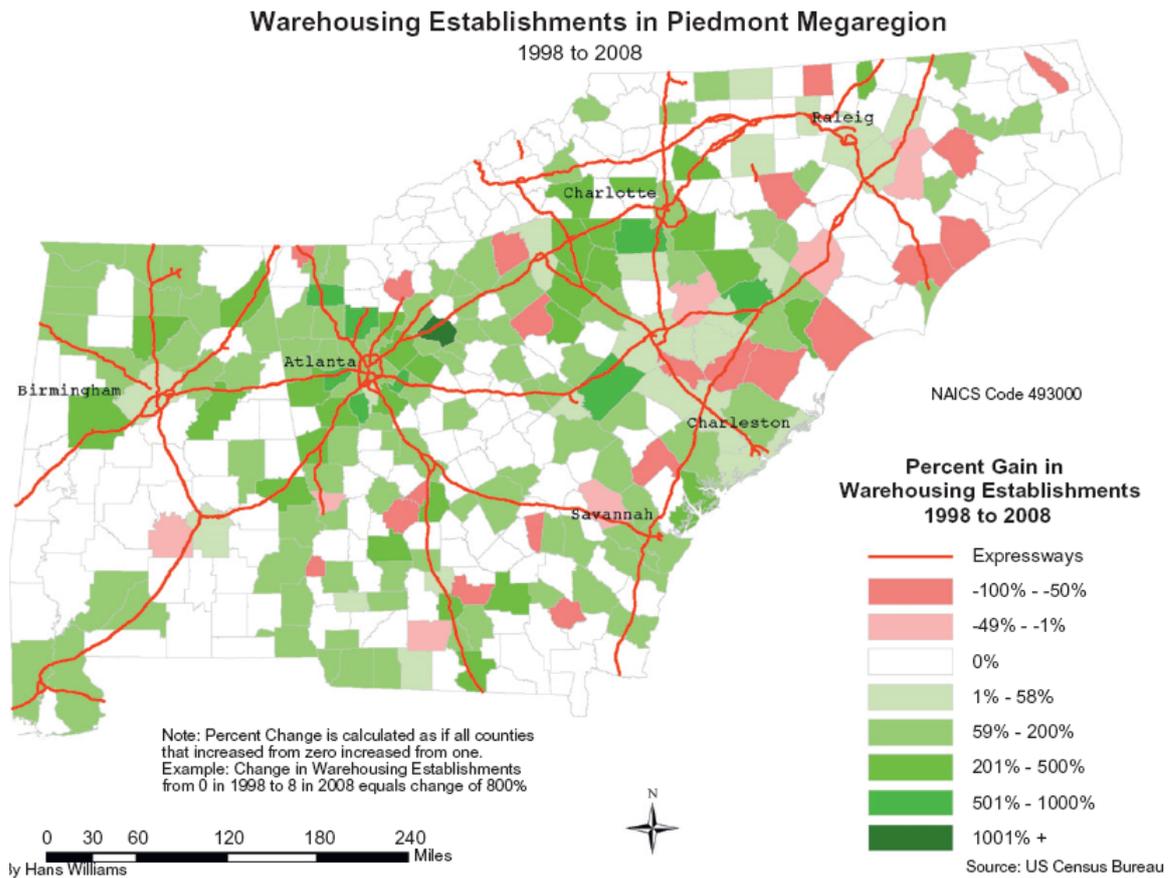
²³ *County Business Patterns* é uma série anual, fornecida pela indústria, com dados econômicos dos EUA. Disponível em: <http://www.census.gov/econ/cbp/index.html> (acessado em 14 de Dezembro de 2014).

Figura 5-5: Análise centrográfica dos armazéns logísticos



Fonte: Dablanc e Ross (2010), p. 436.

Figura 5-6: Polarização dos armazéns logísticos na megaregião de Piedmont Atlantic, EUA



Fonte: Dablanc e Ross (2010), p. 436.

Dablanc e Ross (2012) confirmaram, ainda, a polarização das atividades logísticas na Megaregião de *Piedmont Atlantic*. Segundo os autores, o conceito de polarização das atividades logísticas se refere à aglomeração dessas atividades numa determinada zona, ou seja, é o oposto de dispersão logística. A Figura 5-6 mostra a localização dos armazéns em todas as cidades da megaregião, de 1998 a 2008, quando foi observada uma atratividade maior, principalmente, para a cidade de Atlanta e para o eixo de rodovias que interligam Birmingham, Atlanta e Charlotte e onde se concentram os maiores centros consumidores.

5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MODELOS REVISADOS

Os modelos analisados no presente trabalho não se referem àqueles aplicados exclusivamente à cadeia de suprimentos. Abrangem, sim, modelos que integram parâmetros de transporte de carga e de planejamento urbano; que demonstram condições de envolvimento de diferentes agentes relacionados ao tema (atividades econômicas, transportadores e autoridades municipais); e que proporcionam analisar o comportamento da logística associada à estrutura econômica e de uso e ocupação do solo de uma área urbana. O Quadro 5-3, representado nas duas páginas seguintes, mostra o panorama geral das principais características dos modelos revisados.

Quadro 5-3: Principais características dos modelos revisados

AUTORES	MODELO	O QUE DETERMINA	OBJETIVOS	ETAPAS CONSIDERADAS	ENVOLVIDOS	LOCAL DE ESTUDO
Ogden (1978)	Incorporação do modelo gravitacional para análise urbana	Uso de equações de regressão linear para relacionar geração de viagens com variáveis de uso do solo	Analisar a distribuição de viagens de caminhões e os fluxos urbano de mercadorias	Número de viagens produzida em uma área	Variáveis sócioeconômicas: Dados populacionais, número de domicílios, número de empregos em escritórios, indústrias, comércio e instalações logísticas	Cidade de Melbourne, Austrália
				Fluxo de carga movimentada entre zonas		
				Distribuição de viagens de caminhões		
Hoeguín-Veras e Thorson (2000)	4 Etapas	Características do comprimento das distribuição de viagens	Comparar os resultados da aplicação de modelos baseados em volume de carga e em volume de veículos	Geração de Carga	Estabelecimentos dos setores da construção, de produtos manufaturados, da industrial têxtil e alimentícios e combustíveis.	Rodovia da cidade da Guatemala
				Distribuição de Carga		
				Carregamento do Veículo		
				Alocação de Tráfego		
Muñuzuri <i>et al.</i> (2009)	4 Etapas	Estimar a produção e atração de viagens	Elaborar um modelo de planejamento simplificado	Geração de Carga	Dados da população e quantidade de atacadistas e distribuidores	Sevilha, Espanha
				Distribuição de viagens		
				Alocação de Tráfego		

Continua

Quadro 5-3: Principais características dos modelos revisados
Continuação

Boerkamps e Binsbergenque (1999)	<i>GoodTrip</i>	Calcula o volume de carga demandada pelos tipos de estabelecimentos numa determinada zona urbana	Estimar os efeitos das mudanças na performance da logística urbana	Organização espacial dos estabelecimentos	Embarcadores, transportadores, recebedores e autoridades municipais	Inicialmente em Groninghen e, posteriormente, em algumas cidades da Holanda
				Fluxos de cargas		
				Tráfego dos veículos de carga		
				Infraestrutura		
Meimbresse e Sonntag (2001)	<i>Wiver</i>	Estima a participação do tráfego comercial no tráfego total e elabora uma matriz de origem e destino do tráfego de carga	Ferramenta de apoio para dimensionar e organizar a infraestrutura urbana para as atividades que envolvam o transporte urbano de carga	Estimativa das características das viagens e descrição da zona urbana	Transportadores, autoridades municipais, motoristas e atividades comerciais	Diversas cidades da Alemanha, Roma, Lazio, Madrid e Bruxelas
				Modelagem das interações das viagens individuais de origem e destino		
				“Saving function”		
				Alocação de cada volume de tráfego		
LET (Laboratoire d'Economie des Transports) da Universidade de Lyon (França)	<i>Freturb</i>	Estima o número de veículos atraídos por uma área urbana, em função das suas necessidades logísticas e permite também calcular a utilização da rede viária	Diagnosticar e avaliar cenários do transporte urbano de carga	Módulo 01: Quantidade de entregas e coletas de carga por semana	Embarcadores, transportadores, recebedores, estabelecimentos e autoridades municipais	43 cidades da França, Bruxelas e Zurique
				Módulo 02: Duração da Carga e descarga		
				Módulo 03: Áreas mais geradoras ou receptoras de mercadorias		
				Módulo 04: A hora pico do transporte de carga		

Continua

Quadro 5-3: Principais características dos modelos revisados
Continuação

Delaître e Routhier (2010)	Modelo híbrido - <i>Freturb</i> e <i>Dalsim</i>	Quantidade de entregas e coletas, o tempo médio da operação de carga e descarga, distribuição de veículos de carga ao longo do dia e estima as área de carga e descarga	Diagnosticar as operações de carga e descarga nas áreas urbanas	<i>Freturb</i>	Empresas de Transportes, estabelecimentos comerciais e autoridades municipais	Centro de <i>La Rochelle</i> , França
				<i>Dalsim</i>		
				Diagnóstico		
				Mudança de Cenário		
Gardrat et al. (2014)	<i>SIMETAB</i>	Estima a proporção de estabelecimentos econômicos por tamanho e tipo de atividade numa zona urbana	Modela a estrutura econômica de uma área urbana e pode produzir dados de entrada para muitos modelos de transporte de carga	Caracterização da área urbana	Atividades econômicas, Técnicos do transporte, pesquisadores e Tomadores de decisões	Indicado para áreas urbanas que não tem o banco de dados SIRENE
				Quantidade geral dos estabelecimentos econômicos		
				Categorização dos estabelecimentos por atividade		
				Quantidade de funcionários por estabelecimentos		
Sjöstedt (1996) e Lindholm e Beherends (2012)	Aprimoramento do Modelo Conceitual de Sjöstedt (1996)	Identificar as deficiências do desempenho da carga urbana e analisar o desenvolvimento do planejamento do transporte urbano de carga	Predispor estratégias integradas de planejamento para a sustentabilidade do transporte urbano de carga (SUPT)	1a. Holística auto-avaliação	Autoridades municipais	12 cidades dos Países Bálticos
					Especialistas em planejamento de transporte	
				2a. Holística peer-review	Institutos de Pesquisas	
				3a. Análise do sistema de carga urbana	Operadores logísticos	
				Consumidores		

Continua

Quadro 5-3: Principais características dos modelos revisados
Conclusão

Dablanc e Rakotonarivo (2010)	Análise Centográfica	Disperção Logística	Centro geométrico da localização dos terminais que permite calcular a distância extra percorrida pelos veículos de carga	Efeitos das mudanças na localização de terminais <i>cross-docking</i> entre 1978 e 2008 (França) e armazéns no período de 1998 e 2008 (EUA)	1 ^a . Análise das estratégias dos padrões de localização das empresas de transporte <hr/> 2 ^a . Processamento dos dados: SIRENE (França) e <i>US Census Bureau County Business Patterns Survey</i> (EUA)	17 empresas	Região Metropolitana de Paris
Dablanc e Ross (2012)		Polarização das atividades logísticas	Densidades de armazéns logísticos		3 ^a . Entrevistas com as empresas de transporte	Armazéns logísticos da mega-região	Mega-região <i>Piedmont Atlantic</i> (EUA)

Fonte: Material da pesquisa

Ogden (1978) incorpora o modelo gravitacional, usado largamente no transporte de pessoas, para o transporte urbano de carga. O autor avalia a distribuição de viagens de caminhões e os fluxos urbano de mercadorias a partir da demanda de mercadorias numa área urbana. Porém, como ressalta o próprio autor, o modelo requer cautela na aplicação pois a geração de carga urbana é consequência de um conjunto de características sociais, políticas, econômicas e tecnológicas.

O aprimoramento do modelo conceitual de Sjöstedt (1996), proposto por Lindholm e Behrends (2012), destaca-se como metodologia útil para as autoridades municipais identificarem as deficiências do transporte urbano de carga e pode auxiliar a integração do transporte urbano de carga no processo do planejamento do transporte urbano.

Das ferramentas que se utilizam do modelo de “quatro etapas” foram analisados os trabalhos de Holguín-Veras e Thorson (2000) e Muñuzuri *et al.* (2009). Conforme apontam Souza e D’Agosto (2013), a aplicação parcial ou total do modelo de “quatro etapas”, contemplado principalmente no transporte de passageiros, pode ser uma ferramenta versátil no planejamento do transporte urbano de carga. Porém, uma possível limitação é a ausência, nos modelos revisados, da representação de aspectos da cadeia de suprimentos, o que poderia proporcionar um melhor entendimento dos fluxos logísticos e não apenas do fluxo de transporte.

Observou-se que os principais modelos - *Wiver*, *Goodtrip*, *Freturb*, *Dalsim* e *SIMETAB* - têm sido desenvolvidos e aplicados nas cidades europeias. O *Wiver* proporcionou dimensionar e organizar a infraestrutura urbana para as atividades que envolvam o transporte urbano de carga. O *Goodtrip* é uma ferramenta complexa e tem como finalidade diminuir a quantidade de veículos comerciais e racionalizar as viagens dos veículos na cidade. O *Freturb* permite que as autoridades municipais possam diagnosticar e avaliar os impactos do transporte urbano de carga.

O *Dalsim*, uma ferramenta de modelagem híbrida para avaliar as áreas de carga e descarga em uma área urbana, se utiliza dos resultados do modelo *Freturb* como dado de entrada, apesar do *link* ser realizado manualmente, a inter-relação dos modelos trouxe resultados coesos com os observados e traz benefícios financeiros para os usuários por não haver necessidade de pesquisas de campo. O modelo, concebido por Gardrat *et al.* (2014), analisa metodologicamente as características de uma área urbana com o objetivo de compreender a estrutura econômica e o

comportamento logístico da área, e, conseqüentemente, produzir dados de entrada para o *Freturb* e para outros modelos de transporte urbano de carga.

Observou-se, ainda, que os principais modelos - *Wiver*, *Goodtrip*, *Freturb*, *Dalsim* e *SIMETAB* - se estabeleceram uma importante referência no apoio à decisão nos processos logísticos e no planejamento urbano e tem obtido resultados favoráveis, contribuindo para o desenvolvimento urbano sustentável das áreas urbanas onde estão sendo aplicados.

Dablanc e Rakotonarivo (2010) e Dablanc e Ross (2012), por sua vez, confirmaram o fenômeno urbano de “dispersão logística” nas megacidades de Paris e Atlanta, por meio da análise centrográfica. O modelo de análise utilizado permitiu estimar o aumento da emissão de CO₂ pelos veículos de entrega de mercadoria, analisando-se o aumento da distância entre os armazéns logísticos localizados na borda da cidade e o mercado consumidor.

Dessa forma, verificou-se, nos modelos revisados, que, nos últimos anos, estão sendo desenvolvidas e aplicadas no exterior diversos métodos e ferramentas de modelagem que envolvem diferentes agentes atuantes no sistema urbano de carga. Como em diversos casos a capacidade da infraestrutura urbana é deficiente, tem sido progressivamente reconhecida a necessidade de usar ferramentas de modelagem para planejamento e gestão da carga urbana, considerando parâmetros de geração de demanda, tais como uso e ocupação do solo e padrões de adensamento urbano. Tais parâmetros contribuem para otimizar o sistema de carga urbana e minimizar seus impactos sociais, econômicos e ambientais na cidade. Nesse contexto, a eficiência e a eficácia na distribuição urbana de mercadorias demonstraram ser objetivos tanto de agentes do planejamento urbano como por parte dos operadores logísticos envolvidos na aplicação dos modelos, demandando, entretanto, compatibilidade de ações de planejamento e gestão, de forma intersetorial.

No escopo dos modelos e ferramentas estudadas, o *Freturb* se apresentou como a mais adequada para aprofundamento e aplicação em um estudo de caso em São Paulo. O modelo visa apoiar a análise da influência mútua entre a logística urbana e os parâmetros urbanísticos. Além disso, desde a sua concepção, os seus desenvolvedores vêm, generosamente, publicando artigos sobre as experiências do modelo nas cidades francesas, o que auxilia na análise da aplicação da ferramenta

em casos práticos. Além disso, o LAET colaborou diretamente na realização da modelagem para a área em estudo em São Paulo.

6 A FERRAMENTA *FRETURB*

O conhecimento do transporte de carga e o comportamento logístico numa área urbana foram, por certo tempo, estudados de forma simplificada e, algumas vezes, abordados de maneira inadequada, assim comentam Routhier e Toilier (2007). Era usual que as estimativas de veículos de carga urbana fossem concebidas por meio de pesquisas veiculares ou por análises de rede de grafos²⁴. Na maioria das vezes, as contagens veiculares identificavam apenas os veículos pesados e a análise de rede de grafos para carga trazia poucas informações sobre as características dos agentes envolvidos ao tema da carga (embarcadores, transportadores e destinatários).

Os autores acrescentam que, outrora, os modelos de transporte urbano de carga eram derivações de modelos da escala macrorregional e a determinação dos fluxos de mercadorias e dos veículos era de acordo com o Produto Interno Bruto industrial dos locais de origem e destino, enquanto que as impedâncias eram uma função de custo generalizado do transporte. Os mesmos autores comentam que essa abordagem não era adequada, no entanto, para analisar a carga numa área urbana, uma vez que a distribuição de tráfego de carga (em toneladas) não tem o mesmo conceito que a distribuição de veículos. Ainda, as decisões logísticas são resultados dos compromissos entre diversos agentes envolvidos nas atividades inerentes ao transporte de carga (embarcadores, transportadoras, autoridades municipais e munícipes).

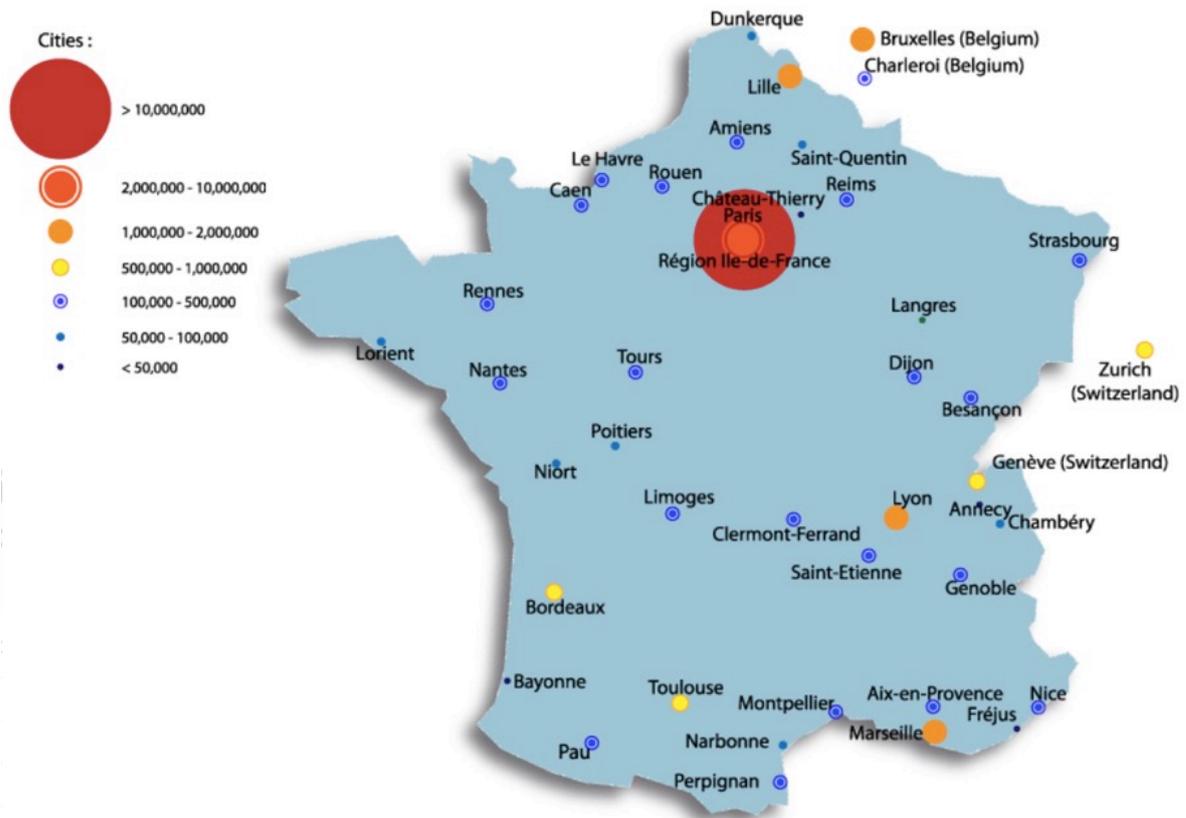
Routhier e Toilier (2007) comentam, também, que alguns modelos interpretavam erroneamente as matrizes de Origem e Destino (O-D) de Cargas. Geralmente, a mensuração das viagens dos veículos de carga era em toneladas/quilômetros, porém eram analisados como veículos/quilômetros em uma dada área urbana, trazendo imprecisões aos seus resultados. Da mesma forma, os autores advertem que a O-D de carga não tem importância satisfatória para o transporte, pois uma parcela de carga pode ser transportada por um veículo de grande

²⁴ “Um grafo é composto essencialmente por vértices e arestas, também chamados de pontos e linhas, ou nós e links. Uma aresta sempre conecta dois vértices. Se todas as ligações possíveis entre vértices forem realizadas, temos um grafo completo. A partir do grafo podem ser realizadas análises matemáticas de indicadores.” (ISODA, 2013 p.44.)

porte de uma *Zona i* (z_i) para uma *Zona j* (z_j) em uma viagem direta e única, como também pode ser transportada de z_i para z_j em diversas viagens por veículos menores. Além disso, o que define o comportamento logístico urbano é a estrutura econômica e a densidade dos estabelecimentos numa área urbana (GARDRAT *et al.*, 2014). Na França, por exemplo, todos os estabelecimentos comerciais e de serviços são acessados facilmente através do banco de dados SIRENE (*Système national d'identification et du répertoire des entreprises et de leurs établissements*)²⁵, que possibilita uma amostragem estratificada dos estabelecimentos, de acordo com a sua classe e a sua estimativa de funcionários. Routhier e Toilier (2007) sustentam a hipótese de que a mensuração plausível para o transporte urbano de carga é a “movimentação de veículos” em termos de entrega e coleta para cada perfil de estabelecimento numa determinada área urbana.

O *Freturb* é um modelo e uma ferramenta desenvolvidos pelo *Laboratoire Aménagement Economie Transports* (LAET) da Universidade de Lyon (UdL) que objetiva auxiliar o planejamento da carga urbana pelos municípios, considerando a influência mútua entre logística urbana e parâmetros de desenvolvimento urbano. Atualmente, de acordo com Routhier e Toilier (2013), o software é aplicado em 43 municípios na França; em Bruxelas e Charleroi, na Bélgica; em Zurique e Genebra, na Suíça, conforme representado na Figura 6-1, a seguir. Na última década, as autoridades municipais dessas localidades têm utilizado o modelo como uma ferramenta de apoio ao planejamento do transporte urbano de carga e, os seus resultados, dão insumos para o aprimoramento de planos de mobilidade urbana e para as proposições de estratégias urbanas, como apontam Routhier e Toilier (2013).

²⁵ Disponível em: <<http://www.sirene.fr/sirene/public/accueil>> acesso em 12 fev. 2015.

Figura 6-1: Municípios franceses que utilizam o modelo *Freturb*

Fonte: Poster *Freturb* V3.0, Routhier e Toilier (2013)

De acordo com Ambrosini *et al.* (2013), a flexibilidade e a variedade dos indicadores fornecidos por esta ferramenta tornam o seu uso adequado para cidades com diferentes tamanhos e pode, ainda, ser aplicado na escala microurbana. Outro critério é o custo da aplicação do modelo. O *Freturb* tem se mostrado como uma alternativa para os municípios que tem escassos recursos financeiros, uma vez que, para fazer os diagnósticos necessários, a ferramenta não tem a necessidade de coletar grandes quantidades de dados de entrada, reduzindo o seu custo de aplicação.

Considerando o escopo apresentado, a ferramenta de modelagem *Freturb* se apresentou como a mais adequada dentre os modelos analisados para aprofundamento e aplicação em um estudo de caso em São Paulo, dentro do escopo de análise do presente trabalho. Conforme mencionado, o modelo visa apoiar a análise da influência mútua entre a logística urbana e os parâmetros de desenvolvimento urbano. Além disso, desde a sua concepção, os seus desenvolvedores vêm, generosamente, publicando artigos sobre as experiências do

modelo nas cidades francesas, o que auxilia na análise da aplicação da ferramenta em casos práticos. Além disso, o LAET colaborou de forma prática para a modelagem do estudo de caso desse trabalho, mediante permissão e apoio para a realização de estágio científico em suas instalações, no qual foi realizada a configuração do modelo para a realidade urbana brasileira em questão.

6.1 CONCEPÇÃO E CALIBRAGEM DO MODELO *FRETURB*

A concepção do modelo *Freturb* se originou de uma iniciativa de um programa nacional francês, intitulada “*marchandises en ville*” (carga urbana). O programa foi criado, em 1993, pelo Ministério de Transporte e pela Agência de Controle de Energia e Meio Ambiente (ADEME) da França. O objetivo era harmonizar os impactos urbanos do transporte de carga com o desenvolvimento econômico urbano nas cidades francesas. O desenvolvimento do modelo se baseou na produção de um abrangente banco de dados estatísticos de duas pesquisas de Movimentação de Carga Urbana²⁶ (MCU), ambas administradas pelo LAET UdL.

A primeira pesquisa de MCU foi realizada, entre os anos 1994 e 1997, nas cidades de Marselha, Bordéus e Dijon. Posteriormente, durante os anos de 2010 e 2013, houve uma nova coleta de dados da MCU para aprimorar o modelo, realizada em Paris e, novamente, em Bordéus (BEZIAT, 2013).

Durante a primeira pesquisa da MCU, da qual se originou o modelo, foi coletada uma amostra estratificada de 4.500 estabelecimentos, com representação dos tipos de atividades, a localização urbana e o tamanho dos estabelecimentos (em número de funcionários). Conforme apontam Ambrosini *et al.* (2013), a pesquisa analisou o comportamento de 11.600 operações de entrega e coleta de mercadorias e foi possível caracterizar a movimentação de carga urbana, utilizando-se dos seguintes critérios de comportamento: perfil da carga, tipos, pesos, volumes e embalagens das mercadorias; perfil do operador de transportes, seja este realizado pelo remetente, destinatários, ou até mesmo pelo transporte público; o tipo de veículos de entrega e coleta, que foi sumarizado pela pesquisa em: “veículos urbano de cargas”

²⁶ Routhier e Toillier (2007) e Gardrat *et al.* (2014) chamam as duas pesquisas de *Urban Goods Moviments survey (UGM)*, no texto escreveremos *pesquisa da Movimentação da Carga Urbana (MCU)*.

(VUC)²⁷, caminhões rígidos ou “semipesados e pesados”²⁸ e caminhões articulados ou “extrapesados”²⁹. Foram realizadas, também, 2.200 entrevistas com motoristas para analisar os padrões de rotas e de paradas do transporte de carga.

Routhier e Toilier (2007) comentam que, com a pesquisa de MCU, foi possível estabelecer relações entre os dados do comportamento econômico-espacial dos estabelecimentos com as operações de transportes (escolha do tipo de veículo, rotas e volumes). A média dos principais resultados da pesquisa da MCU não se diferenciou, significativamente, de uma cidade para outra. Sendo assim, a abordagem estatística, que veio a subsidiar a concepção do modelo *Freturb*, mostrou-se relevante e coerente. (ROUTHIER e TOILIER, 2007).

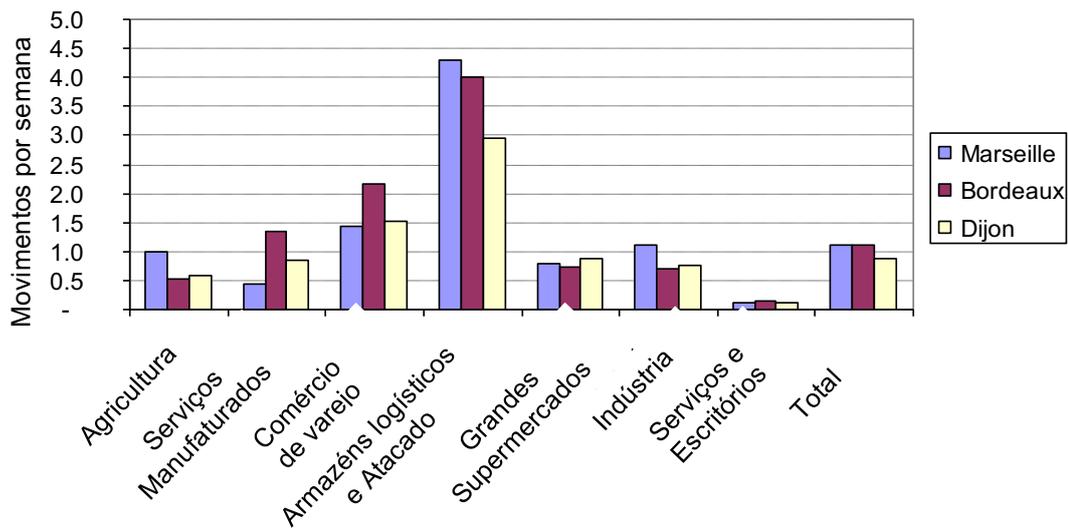
O Gráfico 6-1 e o Gráfico 6-2, a seguir, mostram as relações dos dados pesquisados da MCU, durante os anos 1994 e 1997, entre as três cidades: Marselha, Bordéus e Dijon. Conforme Bonnafous *et. al.* (2013), os resultados da pesquisa da MCU mostram algumas características em comum, dentre as cidades estudadas. Verificou-se que o tipo de atividade e o número de funcionários no estabelecimento tem um efeito significativo na quantidade semanal de entregas e coletas de mercadorias, conforme apontam o Gráfico 6-1 e o Gráfico 6-2, a seguir.

²⁷ No texto original consta como “*moins de 3,5 t*” ou *light goods vehicle (LGV)*. São os veículos da categoria N1, designação utilizada na legislação da União Europeia para os veículos urbanos de cargas com um peso máximo de até 3,5 toneladas.

²⁸ No original, conta como “*camions porteurs*” ou apelidado na França como “*rigide*”, sua equivalência no Brasil seriam os semipesados e os pesados. Os semipesados, ou conhecidos, popularmente como caminhão “toco”, possuem eixo simples na carroceria, comprimento máximo de 14 metros e capacidade até 6 toneladas. Os caminhões pesados têm o eixo duplo na carroceria, com capacidade de 10 a 14 toneladas.

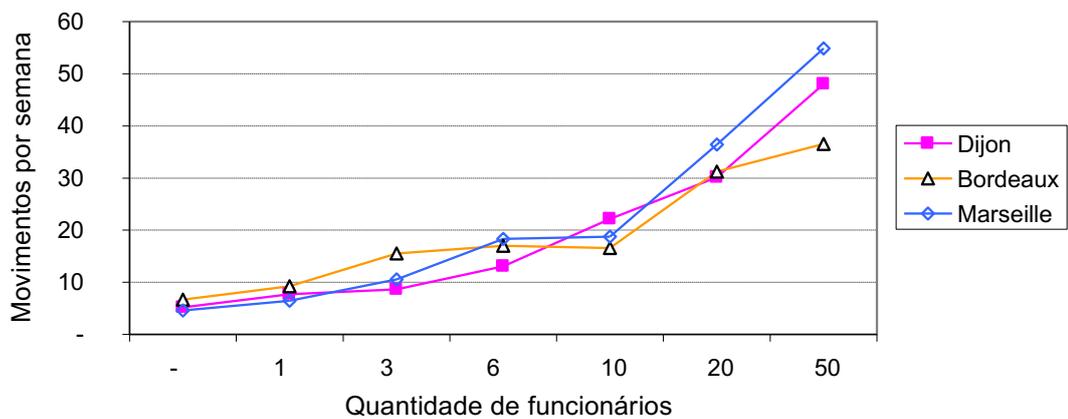
²⁹ No original, “*camions articulés*”, sua correspondência no Brasil seria os caminhões extrapesados ou cavalo mecânico e pode ser engatado com carretas e semirreboques.

Gráfico 6-1: Quantidades de entregas e coletas por categoria de atividade, segundo a pesquisa de Movimentação de Carga Urbana, em cidades francesas selecionadas (1994-1997)



Fonte: Bonnafous *et al.* (2013)

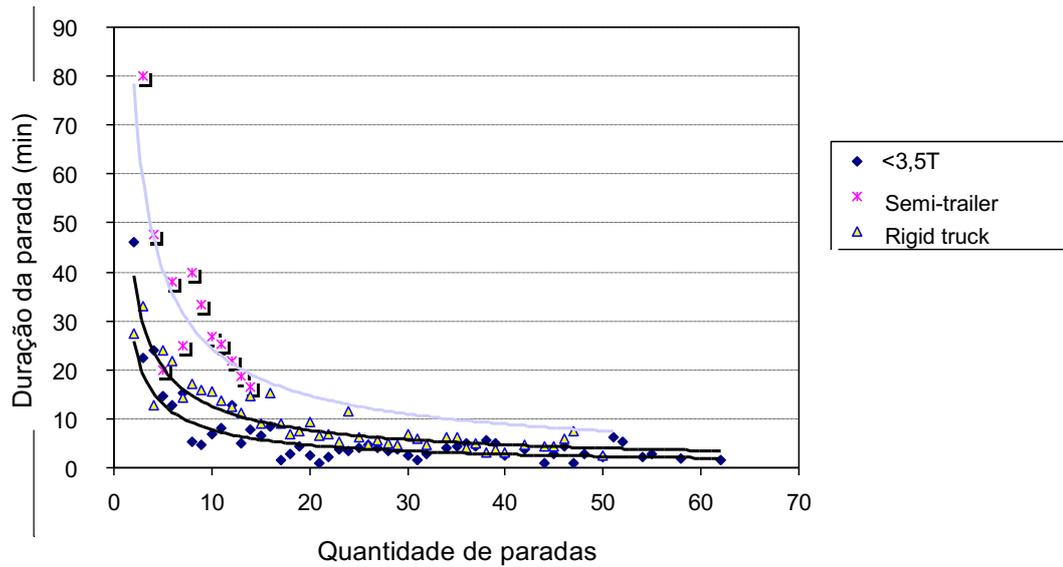
Gráfico 6-2: Quantidades de entregas e coletas em função do número de funcionários no “comércio de varejo”, segundo a pesquisa de Movimentação de Carga Urbana, em cidades francesas selecionadas (1994-1997)



Fonte: Bonnafous *et al.* (2013)

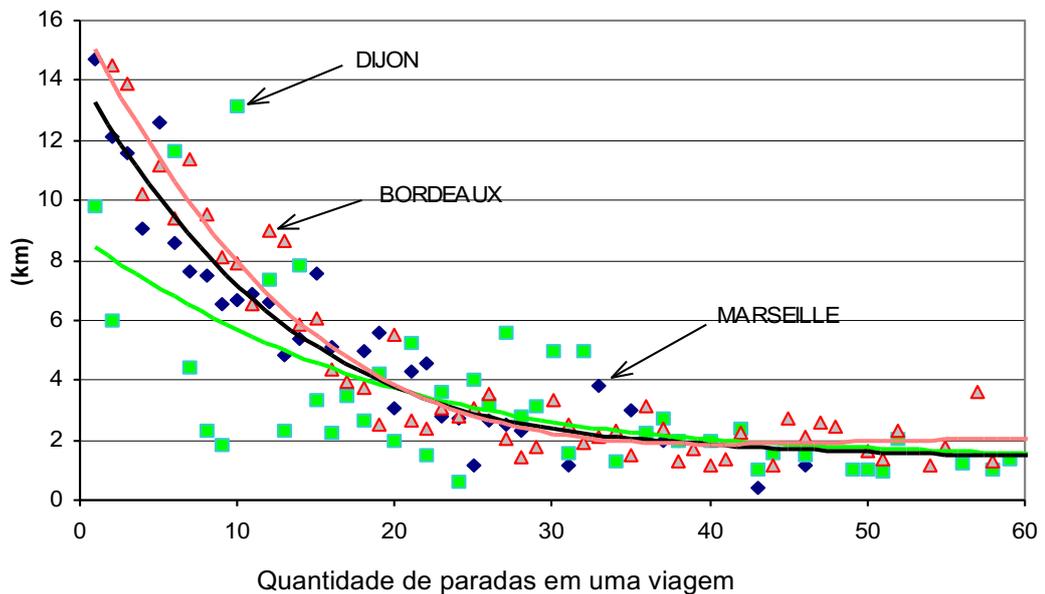
Verifica-se, ainda, uma clara relação dos tipos de veículos pesquisados com as quantidades, tempo e distancias entre paradas de entrega e coleta, conforme o Gráfico 6-3 e o gráfico Gráfico 6-4, a seguir. Com a pesquisa, Routhier e Toilier (2007) verificaram existir uma média de cinco pontos de entrega em uma rota de transporte urbano de carga. E metade das entregas e coletas de mercadorias era realizada por veículos urbanos de carga. Os caminhões extrapesados não ultrapassavam 15% da quantidade total das entregas e coletas.

Gráfico 6-3: Duração de paradas com a quantidade de paradas nos três tipos de veículos de carga: VUC, Semipesados/pesados e extrapesados



Fonte: baseado em Bonnafous *et al.* (2013, tradução nossa)

Gráfico 6-4: Relação entre a distância média entre duas paradas com a quantidade de paradas em uma viagem



Fonte: Beziat (2013)

A pesquisa de Movimentação de Carga Urbana (MCU), realizada nas cidades de Marselha, Bordéus e Dijon, identificou, ainda, 45 subcategorias de estabelecimentos representadas na primeira coluna da Tabela 6-1 que, em seguida, foram agrupadas, genericamente, em oito categorias econômicas, conforme a terceira coluna da Tabela 6-1 e a primeira e a segunda coluna da Tabela 6-2. As categorias

econômicas da pesquisa seguem os critérios da *Nomenclature d'activités française* (NAF³⁰) da época na qual foram realizadas as pesquisas. Historicamente, a NAF sofre atualizações e inserções de novas atividades econômicas e o software *Freturb* tem considerado essas atualizações.

Tabela 6-1: As 45 tipos de atividades dos estabelecimentos. Pesquisa realizada nas cidades de Marselha, Bordéus e Dijon, entre os anos 1994 e 1997

Códigos dos 45 estabelecimentos	Nomenclatura	Código das 8 categorias econômicas
1	Agricultura	1
2-2	Artesãos - reparos	2
2-3	Artesãos - fabricação ou instalação	2
2-4	Artesãos - Pequenos reparos	2
26Ha	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	2
26Mi	Outros serviços terciários (serviços de fluxos mistos)	2
26Mo	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	2
3	Indústria Química	3
34-2	Indústria da construção (reparos)	3
34-3	Indústria da construção (fabricação ou instalação)	3
4-2	Industria de produção de bens intermediários (base)	3
4-6	Industria de produção de bens intermediários (intermediários)	3
4-7	Industria de produção de bens intermediários (grandes objetos)	3
5-2	Industria de bens de consumo (produtos alimentares perecíveis)	3
5-4	Industria de bens de consumo (produtos não alimentares, artigos)	3
5-5	Industria de bens de consumo (produtos alimentares não)	3
7-2	Comércio de atacado de produtos intermediários perecíveis	4
7-3	Comércio de atacado de outros produtos intermediários	4
8-2	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	4
8-3	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	4
9-2	Comércio de atacado de bens de consumo alimentares	4
9-3	Comércio de atacado de outros bens de consumo alimentares	4
10	Hipermercado e lojas de departamento versátil	5
11	Supermercado	5
12	Grande loja especializada	5

Continua

³⁰ *Nomenclature d'activités française* (NAF) ou Nomenclatura das atividades francesas (tradução nossa). O objetivo é compreender a evolução da tecnologia e da organização econômica e social das empresas na França. Disponível em: <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=nomenclatures/naf2008/naf2008.htm> Acessado no dia 11 de janeiro de 2015.

Tabela 6-1: As 45 tipos de atividades dos estabelecimentos. Pesquisa realizada nas cidades de Marselha, Bordéus e Dijon, entre os anos 1994 e 1997

Conclusão		
13	Loja de conveniência ou mini-mercado	6
14	Varejo de vestuário, couro e calçados	6
15	Açougues	6
16	Mercearia (especiarias)	6
17	Padarias, massas	6
18	Cafés, hotéis e restaurantes	6
19	Farmácia	6
20	Loja de ferragens	6
21	Loja de móveis	6
22	Livraria e papelaria	6
23	Outros comércio de varejos	6
29	Comércio itinerante – feiras	6
25	Escritórios	7
26Fa	Outros Escritórios (fluxo baixo)	7
27-2	Escritório não terciário (agricultura, comércio de atacado)	7
27-3	Escritório não terciário (comércio de varejo, indústria e	7
6	Transportes (com exclusão armazéns)	7
28-2	Armazéns (carga)	8
28-3	Armazéns (incluindo o transporte)	8

Fonte: Gerardin *et al.* (2000), tradução nossa.

Tabela 6-2: Participação das entregas e coletas de carga urbana por categoria de atividades. Pesquisa realizada nas cidades de Marselha, Bordéus e Dijon, entre os anos 1994 e 1997

Código das categorias	Categoria da atividade econômica	Participação nas entregas e coletas nas cidades pesquisadas
1	Agricultura	0%
2	Serviços Manufaturados	17%
3	Indústria	16%
4	Comércio de atacado	22%
5	Grandes Supermercados	3%
6	Comércio de varejo	25%
7	Serviços e escritórios	7%
8	Armazéns logísticos e depósitos	10%

Adaptado das fontes: Gerardin *et al.* (2000) e Routhier e Toilier (2007). Tradução nossa.

De acordo com Gardrat *et al.* (2014), o processo de modelagem do *Freturb* é baseado, essencialmente, na estrutura econômica (distribuição dos tipos de atividades) de uma área urbana. Os autores comentam que há, basicamente, dois tipos de estabelecimentos na cidade: aqueles destinados às “atividades comuns” e aqueles destinados às “atividades específicas”. Os primeiros são caracterizados pelo seu contato direto com a população e atendem às suas necessidades diárias de

consumo, tais como supermercados, lojas de roupas, padarias etc. Na tabela 6-2, verifica-se que as “atividades comuns”, representadas pela categoria do “comércio de varejo”, são responsáveis pela maior (25%) movimentação de carga nas cidades de Marselha, Bordéus e Dijon. Esses estabelecimentos estão imersos e dispersos, quase que uniformemente, pela cidade, de modo que possam atender diretamente a sua demanda. E, por esse motivo, o autor aponta que os resultados na modelagem tendem a ser mais coerentes.

Já as “atividades específicas”, Gardrat *et al.* (2014) descrevem como operações desconectadas da população e tendem a se comunicar exclusivamente com outras empresas e não com o consumidor final. Sua existência depende da efervescência de consumo das “atividades comuns”. Porém, de maneira geral, as “atividades específicas” não estão localizadas nos espaços de convívio do cotidiano urbano, essas áreas tendem a ocupar as bordas da cidade ou regiões que recebem estímulos de ocupação para esses tipos de atividades (DABLANC, 2007). Tais atividades estão discriminadas na tabela 7.1 nas categorias “indústria”, “comércio de varejo” e “armazéns logísticos”. Gardrat *et al.* (2014) comentam que, por essas áreas não possuírem uma dinâmica urbana (formada apenas por funcionários, possuem baixa densidade populacional e o solo é ocupado majoritariamente por essas atividades), essa categoria é mais complexa para modelar e se necessita de conhecimentos geográficos e políticos da área para interpretar os seus resultados.

A primeira pesquisa de Movimentação de Carga Urbana (MCU) permitiu gerar, ainda, alguns resultados relativamente à ocupação viária, alguns deles representados na Tabela 6-3, a seguir.

Tabela 6-3: Tempo bruto das operações de entrega e descarga em Bordéus, pesquisa realizada entre os anos 1994 e 1997

	(1) Veículo parado no viário – Operação de carga e descarga	(1)/(1+2)	Distância em CUE ³¹	Velocidade média	(2) Em trânsito (sem contar as operações de carga e descarga)	VIAGEM TOTAL (1+2)
Unidade de medida	(CUE x h)		(km/semana)	(km/h)	(CUE x h)	(hora)
Cidade inteira	41.600 h	23%	2.560.000	35	136.700 h	178.300
Centro da cidade	18.000 h	62%	167.500	15	11.000 h	29.000

Adaptado da fonte: Routhier e Toilier (2007), tradução nossa.

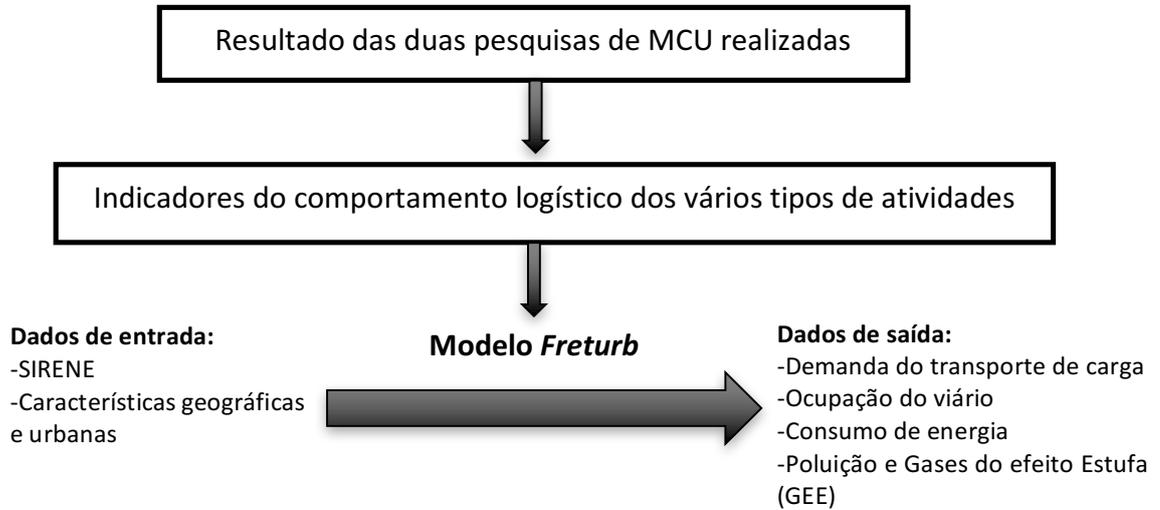
De uma maneira geral, o centro das cidades possui grande adensamento populacional e é ocupado, preponderantemente, por “atividades comuns”. Analisando-se os dados da Tabela 6-3, anterior, observou-se que nestas áreas os veículos comerciais de cargas gastavam dois terços de seu tempo nas operações de carga e descarga, enquanto que no conjunto total da cidade essa operação não ultrapassava um terço do seu tempo de viagem. De certa forma, as áreas que concentram a maior duração de operação de carga e descarga são as áreas mais suscetíveis a terem problemas de congestionamento, ocasionado, principalmente, pelas obstruções de paradas de “fila-dupla”, uma vez que a oferta de áreas de carga e descarga nas cidades é escassa. Routhier e Toilier (2007) advertem e enfatizam que a geração e o comportamento dos veículos comerciais dependem, essencialmente, da vocação urbana da região, do tamanho (número de funcionários) e do tipo de atividade dos estabelecimentos. Com as pesquisas de MCU, foi possível analisar diversos indicadores do comportamento logístico (embarcadores, transportadores e motoristas) para construir e calibrar o modelo *Freturb*. Os dados de entrada do modelo correspondem ao arquivo SIRENE³², complementado pela inserção de dados referentes às características urbanas da zona, como consta na Figura 6-2: Esquema do Modelo *Freturb*, construído a partir de dados empíricos da pesquisa de MCU, a

³¹ CUE: Unidade de carro equivalente; Veículo Urbano de Carga (VUC) = 1,5 carros; Meio-pesado = 2 carros; pesado = 3 carros

³² SIRENE é a base de dados estatísticos de todos os “estabelecimentos” (instalação física operada por uma empresa privada ou pelo governo) no território Francês. É gerido pelo INSEE, Instituto Nacional de Estatísticas e Estudos Econômicos da França.

seguir. No subcapítulo 6-2, serão descritas a estrutura principal e as etapas de configuração do modelo.

Figura 6-2: Esquema do Modelo *Freturb*, construído a partir de dados empíricos da pesquisa de MCU



Fonte: Routhier e Toilier (2007), tradução nossa.

6.2 A ARQUITETURA DO MODELO *FRETURB*

O modelo *Freturb* está organizado em três etapas: na primeira é realizada a importação dos dados de entrada, a segunda etapa desenvolve o processamento dos resultados e a terceira realiza a exportação dos dados em tabelas de Excel (Figura 6-3). Para a importação dos dados são necessários dois arquivos de dados: o SIRENE e o “Zona Urbana”. O arquivo SIRENE é a base de dados estatísticos de todos os estabelecimentos (instalação física operada por uma empresa privada ou pelo governo) no território Francês. É gerido pelo INSEE, Instituto Nacional de Estatísticas e Estudos Econômicos da França. Para a aplicação do modelo no estudo de caso na cidade de São Paulo, foi construído um arquivo SIRENE próprio, com o apoio do *Laboratoire Aménagement Economie Transports* (LAET) da Universidade de Lyon e que será detalhado no capítulo 07. O arquivo “Zona Urbana”, por sua vez, abrange as características geográficas e densidades urbanas do local.

Figura 6-3: Esquema das etapas de modelagem no *Freturb*



Fonte: *Laboratoire Aménagement Economie Transports* da Universidade de Lyon

Ambrosini *et al.* (2013) descrevem que o modelo *Freturb* gera quatro módulos de resultados. Em linhas gerais, o primeiro módulo de resultados do *Freturb* avalia a geração de movimentos de entrega e coletas de mercadorias em uma área urbana. Suas variáveis consistem, basicamente, nos possíveis perfis dos estabelecimentos, baseados na classificação em 45 subcategorias, descritas na Tabela 6-1, e no tamanho e nas quantidades de funcionários dos estabelecimentos. O segundo módulo

estima o tempo da operação de carga e descarga no viário urbano. As suas condicionantes se relacionam com os tipos de veículos, o perfil da rota e a densidade populacional. O terceiro módulo estima a hora-pico do transporte de carga e está relacionado ao perfil da carga e dos estabelecimentos. O quarto, e último módulo, analisa a distribuição do tráfego da carga entre as zonas urbanas, e está relacionado com as densidades populacionais, tamanho das zonas e as densidades dos movimentos de carga. Os subcapítulos a seguir descrevem, sucintamente, os quatro módulos de resultados.

6.2.1 MÓDULO 01 – A GERAÇÃO DE MOVIMENTOS DE VEÍCULOS

O modelo interpreta a palavra “movimento” como a operação de entrega e/ou coleta de mercadorias, realizada por um tipo de veículo em um determinado estabelecimento. As condicionantes mais relevantes, que descrevem a relação das atividades urbanas e da geração de entrega e coleta, são as seguintes:

a: As 45 subcategorias econômicas, ver Tabela 6-1.

p: As premissas do uso (As 8 categorias - Varejo, Armazéns, Escritórios etc – ver Tabela 6-1 e 6-2)

o: A faixa da quantidade de funcionários (0, 1, 2-5, 6-9, 10-19, 20-49, 50-99, 100-199, 200-299...)

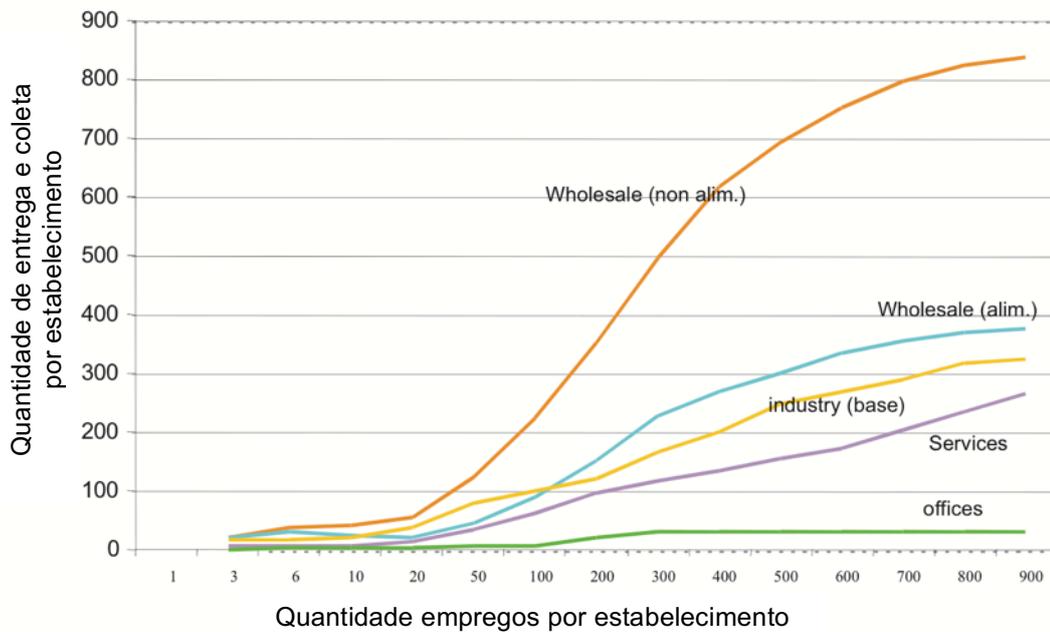
A média da quantidade de movimentos é função das características (a, p, o) dos estabelecimentos, como consta na fórmula a seguir, aonde n_e é o número de movimentos por semana (seja entrega, coleta ou ambos) do estabelecimento e .

$$n_e = \phi(a, p, o)$$

O Gráfico 6-5: Exemplo de curva de geração de “movimentos” por semana de coleta e entrega de mercadorias de acordo com a categoria do estabelecimento representa a interpolação dos dados das pesquisas de MCU com relação ao número de funcionários. Como uma zona urbana é formada por diversos estabelecimentos de diferentes atividades e tamanhos (número de funcionários), diversos tipos de geração de movimentos podem ser formados. Sendo assim, o número de movimentos de uma zona urbana (N_z) é dado pela função:

$$N_z = \sum_{e \in z} ne(a, p, o)$$

Gráfico 6-5: Exemplo de curva de geração de “movimentos” por semana de coleta e entrega de mercadorias de acordo com a categoria do estabelecimento



Fonte: Routhier e Toilier (2007). p. 7.

Ainda assim, o modelo é capaz de identificar três condicionantes de tipos de serviços de transporte nos “movimentos” (N_z), são eles: “ v ”, os três tipos de veículos de carga (VUC, meio-pesado/pesado e extrapesado); “ m ”, os operadores dos transportes (terceiros, expedidores e destinatários); e “ r ”, o tipo de rota (viagem de parada única e paradas múltiplas). Routhier e Toilier (2007) comentam que a quantidade de “movimentos” de mercadoria e a quantidade de viagens tendem a se equilibrar, conforme os condicionantes (v, m, r).

$$N_z = \sum_{\epsilon, v, m, r} N_{\epsilon, z} \cdot f_{v, m, r}(\epsilon)$$

Ou seja, os autores afirmam que, no *Freturb*, $f_{v, m, r}$ é a frequência de (v, m, r) da categoria (ϵ) e $N_{\epsilon, z}$ é o número de movimentos gerado pela categoria do estabelecimento ϵ em uma zona.

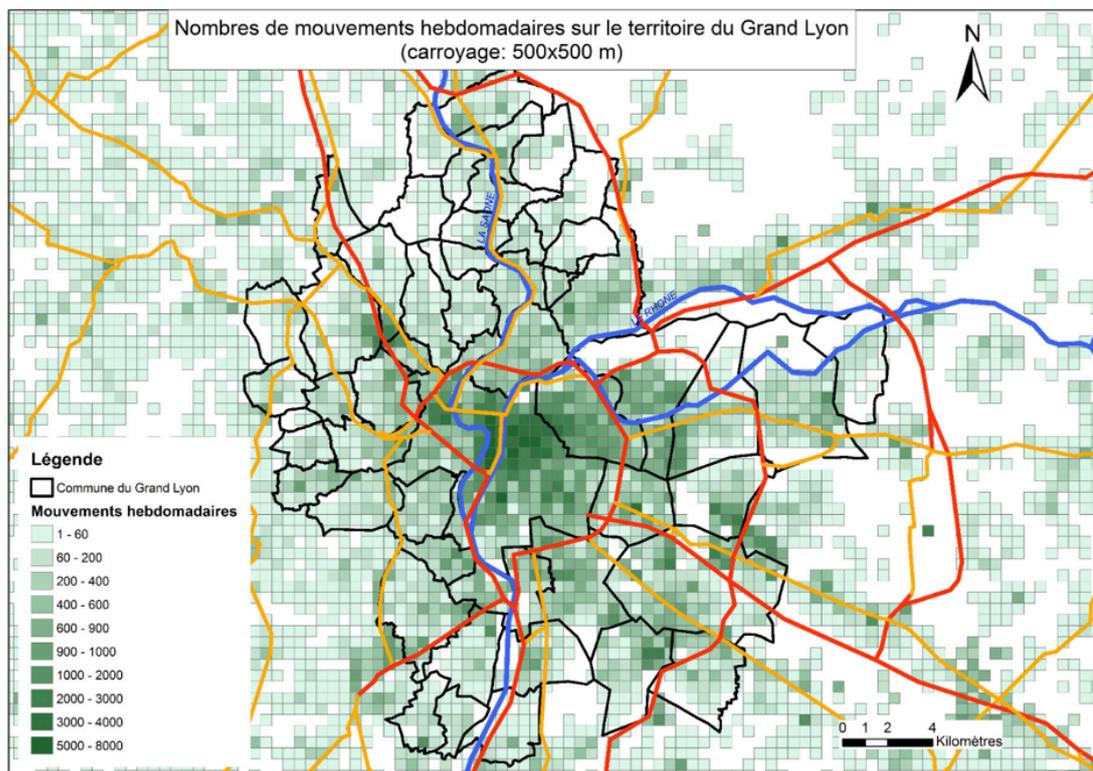
Routhier e Toilier (2007) e Bonnafous *et al.* (2013) comentam que essas equações se mostraram viáveis, pois a análise da pesquisa de MCU demonstrou que a geografia, o tamanho e a forma da zona urbana não afetam, significativamente, o cálculo da frequência das condicionantes do serviço de transporte ($f_{v, m, r}$). Os autores apontam que, por essa razão, as principais características de geração de

“movimentos” de mercadorias por categoria não diferem, consideravelmente, de uma cidade francesa para outra. Dessa forma, os autores confirmam a sua hipótese:

O comportamento da logística urbana dos estabelecimentos é essencialmente dirigido por fatores econômicos, sendo que os fatores locais (geografia, rede viária, localização das empresas dentro da cidade) devem ser considerados em uma segunda avaliação. (ROUTHIER e TOILIER 2007, p.8, tradução nossa)

Em seguida, com os resultados disponibilizados em uma tabela de Excel, é possível gerar mapas de análise de “movimentos”, seja na escala macro ou microurbana, conforme mostrado na Figura 6-4 e na Figura 6-5, que exemplificam a situação em Lyon.

Figura 6-4: Análise macrourbana da quantidade de “movimentos” semanal de carga urbana na Grande Lyon (grade: 500 x 500m)



Fonte: Gardrat (2014)

Figura 6-5: Análise microurbana da quantidade de “movimentos” semanal em uma zona de Lyon

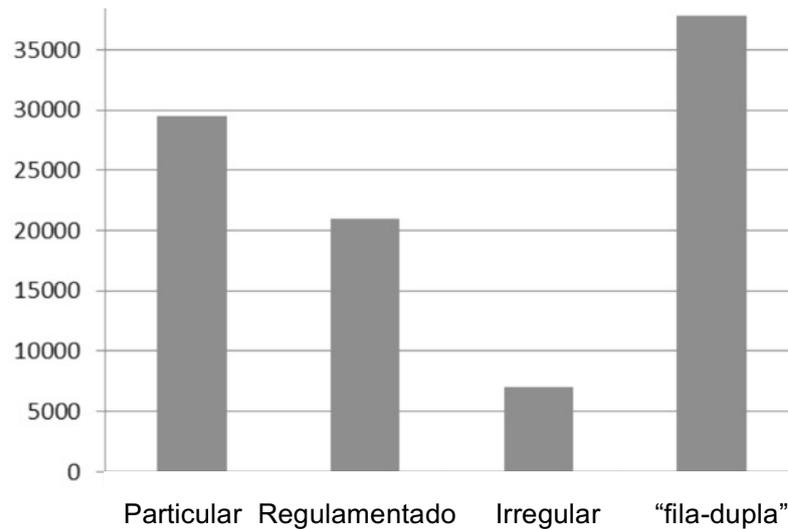


Fonte: Gardrat (2014)

6.2.2 MÓDULO 02 – TEMPO DE CARGA E DESCARGA

De acordo com Ambrosini *et al.* (2013), um fator agravante do congestionamento viário nas áreas densas urbanas é a obstrução da faixa de rolamento, realizada irregularmente pelos veículos de carga (episódio conhecido, nacionalmente, como “estacionar em fila-dupla”). Por essa razão, o modelo é capaz de estimar o tempo da operação de carga e descarga numa zona urbana nas seguintes ocasiões: estacionamento particular dos estabelecimentos, áreas públicas regulamentadas, lugares proibidos e estacionar irregularmente em “fila-dupla”, conforme mostra o Gráfico 6-6, a seguir.

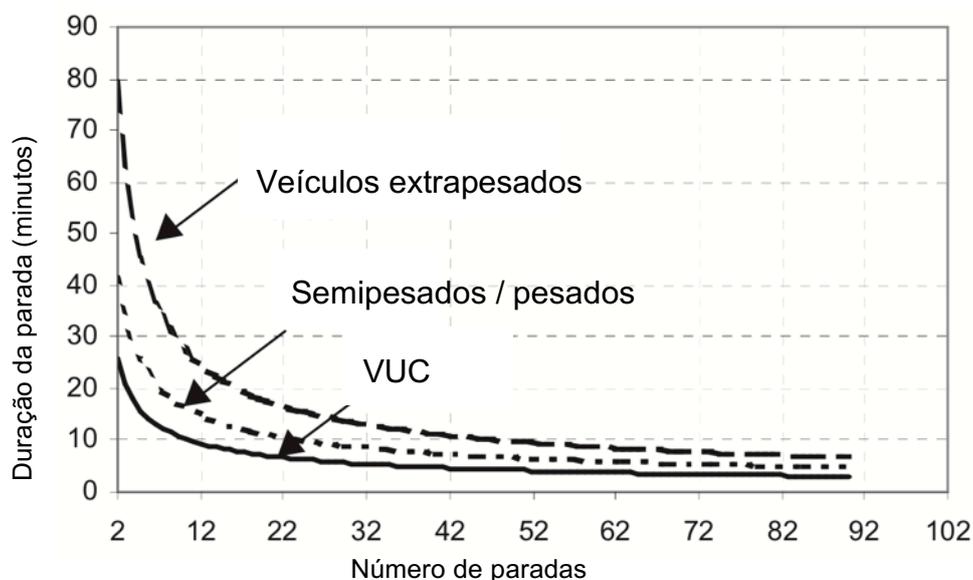
Gráfico 6-6: Número de horas/semana da operação de carga e descarga, conforme os quatro tipos de estacionamentos na cidade de Lyon



Fonte: Gardrat (2013)

Baseado nas pesquisas de MCU, Routhier e Toilier (2007) comentam que as principais variáveis para discriminar o tempo de parada de uma operação ($t_{s,v}$) são: os tipos de veículos (" v "), que estão associados com as especificidades de peso, tamanho e volume da embalagem e a quantidade de paradas nas viagens de múltiplas paradas (" s "), representados, a seguir, pela função: $t_{s,v} = \varphi(s,v)$

Gráfico 6-7: Duração das paradas de acordo com o número de paradas e os tipos de veículos



Fonte: Routhier e Toilier (2007). p. 7.

A curva do Gráfico 6-7 expressa os valores da primeira pesquisa de MCU, onde é possível verificar que veículos mais leves realizam mais entregas em viagens mais curtas do que os veículos pesados de carga. De acordo com Ambrosini *et al.* (2013), a densidade da área urbana (analisada em densidade de habitantes e em densidade de “movimentos”) e o tipo da atividade (tipo de embalagem, tamanho das *commodities* e frequência de envio) são fatores que influenciam o tempo de parada. Routhier e Toilier (2007) comentam que, geralmente, dentre as quatro situações de operação de carga e descarga em uma cidade, o estacionamento em “fila dupla” é o que mais contribui para os congestionamentos. Assim, a função e parâmetros considerados no modelo com esse aspecto (ROUTHIER e TOILIER, 2007), abrange:

$$Tdpz = \sum_{s,v,m,r} ts,v \cdot dpz\% \cdot Nv,m,r,z$$

Aonde:

$Tdpz$: Tempo total de estacionar em “fila dupla” numa zona urbana.
(em horas)

$ts,v = \varphi(s,v)$: É o tempo médio da operação de carga e descarga (ver figura 7.6).

Nv,m,r,z : É o número de “movimentos” caracterizado por v,m,r em uma zona z .

$dpz\% = \Psi(\delta pz, \delta mz)$: É a porcentagem de entregas e coletas realizadas em “fila dupla” na zona z .

δpz : É a densidade populacional da zona z .

δmz : É a densidade de “movimentos” na zona z .

$$dpz\% = \alpha * \delta pz + \beta * \delta mz$$

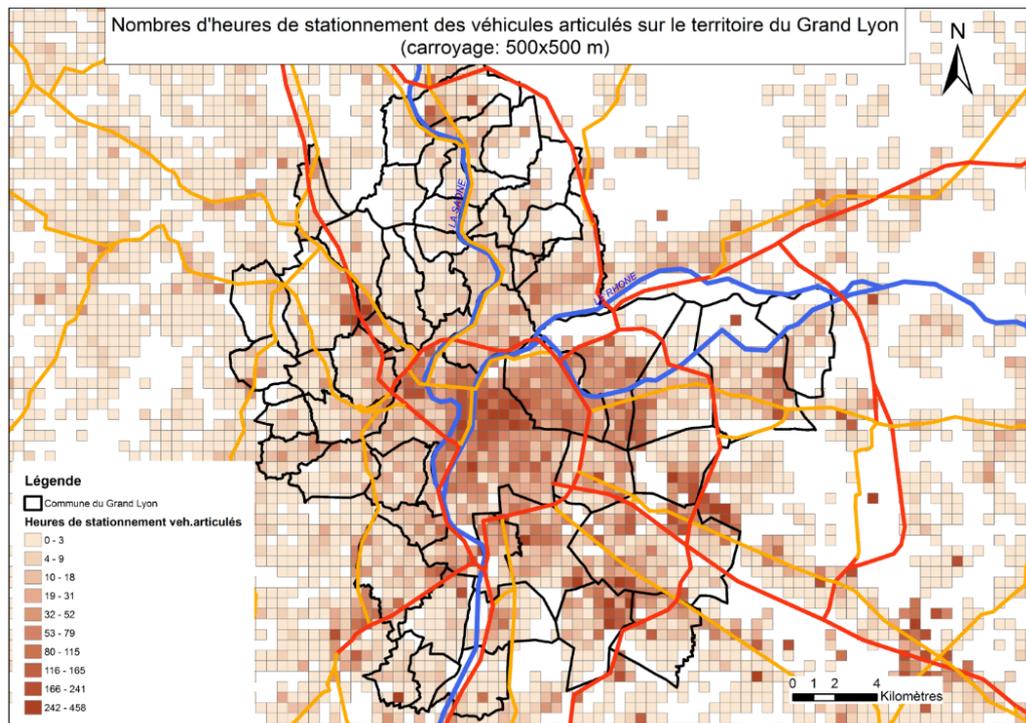
Sendo os dados para essa função:

$$\alpha = 0,00002 ; \beta = 0,00001 ; \gamma = 0,10013 ; \text{com } R^2 = 0,76$$

Routhier e Toilier (2007) observaram, nas pesquisas de MCU, que estacionar em “fila dupla” depende, consideravelmente, das densidades de viagens emitidas por cada zona. E o peso da densidade populacional no tempo de “fila-dupla” é duas vezes superior ao de “movimentos” de mercadorias, uma vez que a população tende a

ocupar o viário com carros de passeio privados (ver anteriormente os valores de α e β). E a taxa de “fila dupla” (γ) é sempre maior que 10%. A Figura 6-6, a seguir, representa como alguns dos resultados do Módulo 02 podem ser usados em uma representação gráfica em escala macrourbana.

Figura 6-6: Análise macrourbana da duração da parada de carga e descarga dos veículos “extrapesados” na Grande Lyon, em horas (grade: 500 x 500m)



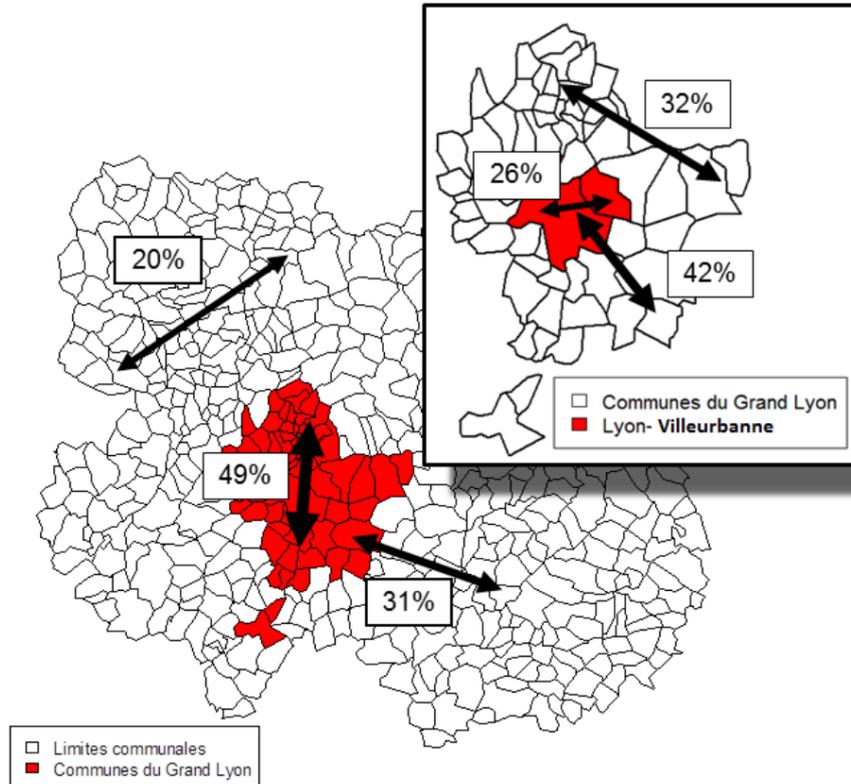
Fonte: Gardrat (2014)

6.2.3 MÓDULO 03 – DISTRIBUIÇÃO DO TRÁFEGO DA CARGA ENTRE AS ZONAS

O modelo é capaz de estimar uma matriz de origem e destino para o tráfego dos veículos de carga urbana para cada zona, ou seja, é possível analisar de onde vem e para onde vão os veículos de carga (ver Figura 6-7), de acordo com as características das diferentes categorias dos estabelecimentos e dos tipos de veículos de carga. Routhier e Toilier (2007) comentam que diferentes métodos para estimar a distribuição do tráfego de carga urbana não têm obtido resultados satisfatórios. Os autores argumentam que alguns atributos urbanos, tais como: preço do solo, acessibilidade interurbana e disponibilidade de infraestrutura são aspectos mais relevantes na localização das diferentes atividades econômicas do que a proximidade com o expedidor da mercadoria. Dessa forma, Routhier e Toilier (2007) comentam que os modelos gravitacionais não são tão eficientes para a distribuição de tráfego de

veículos comerciais. Sendo assim, o método probabilístico é a hipótese adotada pelos autores.

Figura 6-7: Distribuição das viagens da carga com origem e destino na cidade de Lyon



Fonte: Gardrat (2014)

Routhier e Toilier (2007) mencionam que o modelo de distribuição calcula: (i) a distância média entre duas zonas i e j ; (ii) a velocidade média entre i e j ; (iii) e a escolha da rota. A seguir, é apresentada a descrição dos parâmetros adotados, baseados nos comentários de Routhier e Toilier (2007).

(i) DR_{ij} : a distância média retilínea entre as zona i e j , considera a distância em linha reta (d_{ij}) entre as zonas i e j com o incremento na distância de acordo com as hipóteses de Gallez (2000):

$$\text{Se } d_{ij} = 0 \text{ , então } DR_{ij} = 0$$

$$\text{Se } d_{ij} > 20 \text{ km, então } DR_{ij} = d_{ij} * (1,21)$$

Caso contrário:

$$DR_{ij} = d_{ij} * (1,1 + (0,3 * e^{(-d_{ij}/20)}))$$

(ii) ***sij***: As velocidades média dos veículos entre as zonas variam de acordo com o indicador de densidades Δ_{ij} .

$$s_{ij} = \varphi(\Delta_{ij})$$

Aonde:

φ é uma função não linear decrescente

Δ_{ij} é a relação de equilíbrio entre as densidades da população e a densidade de “movimentos”.

$$\Delta_{ij} = \frac{((Pop\ i + Pop\ j) + (Nz\ i + Nz\ j))}{(Surf\ i + Surf\ j)}$$

Sendo: *Pop* é a população, *Nz* o número de movimentos e *Surf* a área da zona *z*.

Agora, adotando os seguintes critérios de velocidade média dos veículos para Δ_{ij} (TOILIER e ROUTHIER, 2005a):

$$\Delta_{ij} < 2000 : s_{ij} = 30\ km/h$$

$$2000 \leq \Delta_{ij} < 8000 : s_{ij} = 20\ km/h$$

$$\Delta_{ij} \geq 8000 : s_{ij} = 10\ km/h$$

E, de acordo, com o tipo de viário que conecta *i* e *j*, a velocidade pode se tornar:

$$\text{Vias pequenas: } s_{ij} * 1$$

$$\text{Vias rápidas: } s_{ij} * 1,5$$

$$\text{Rodovias: } s_{ij} * 2,5$$

Routhier e Toilier (2007) afirmam que esse cálculo aproximado é eficiente para obter escolhas de rotas de uma zona para a outra.

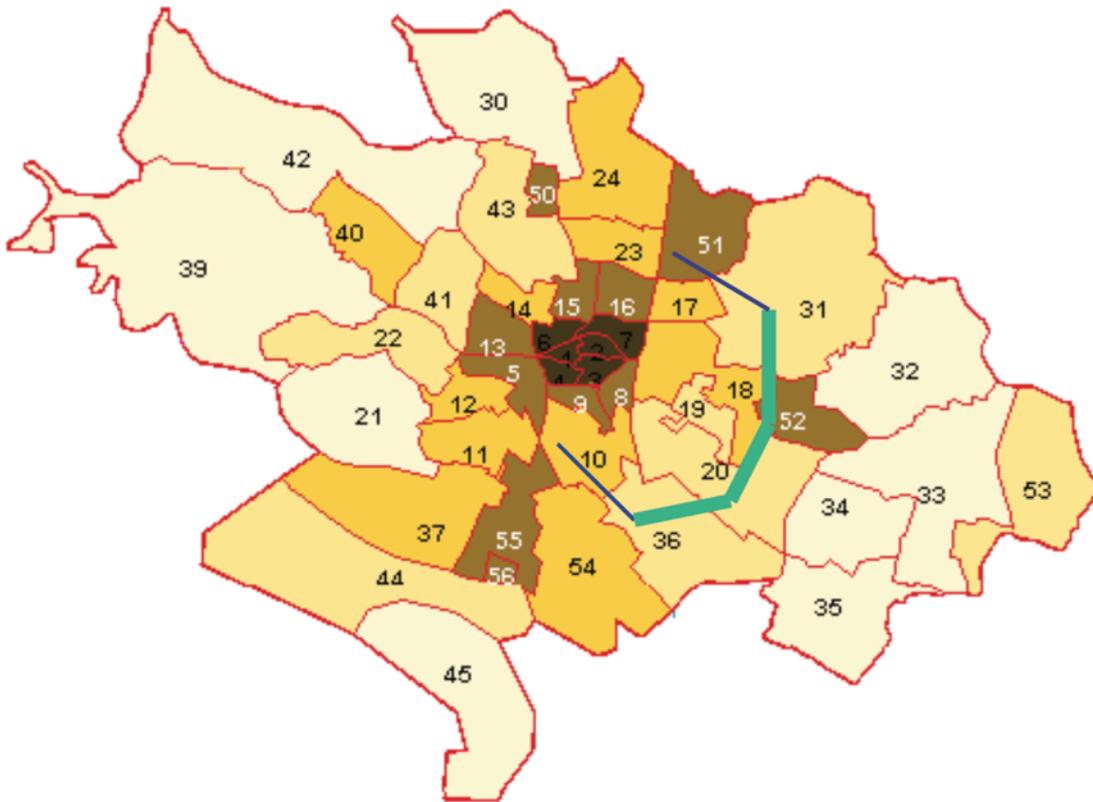
(iii) Escolha de rota. O tempo médio entre duas zonas *i* e *j*, é obtida por:

$$T_{ij} = \left(\frac{DR\ i1}{si1} + \frac{DR\ i2}{si2} + \dots + \frac{DR\ in}{sin} \right)$$

A escolha da “melhor” rota é realizada através do caminho “mais rápido” aplicado na macrorede. De acordo com Routhier e Toilier (2007), o modelo considera

as zonas menos densas (conforme representação em amarelo claro, na Figura 6-8) da cidade como um dos aspectos do caminho “mais rápido”.

Figura 6-8: Caminho mais rápido de Z₁₀ para Z₅₁. Cidade de Dijon com 240 mil habitantes

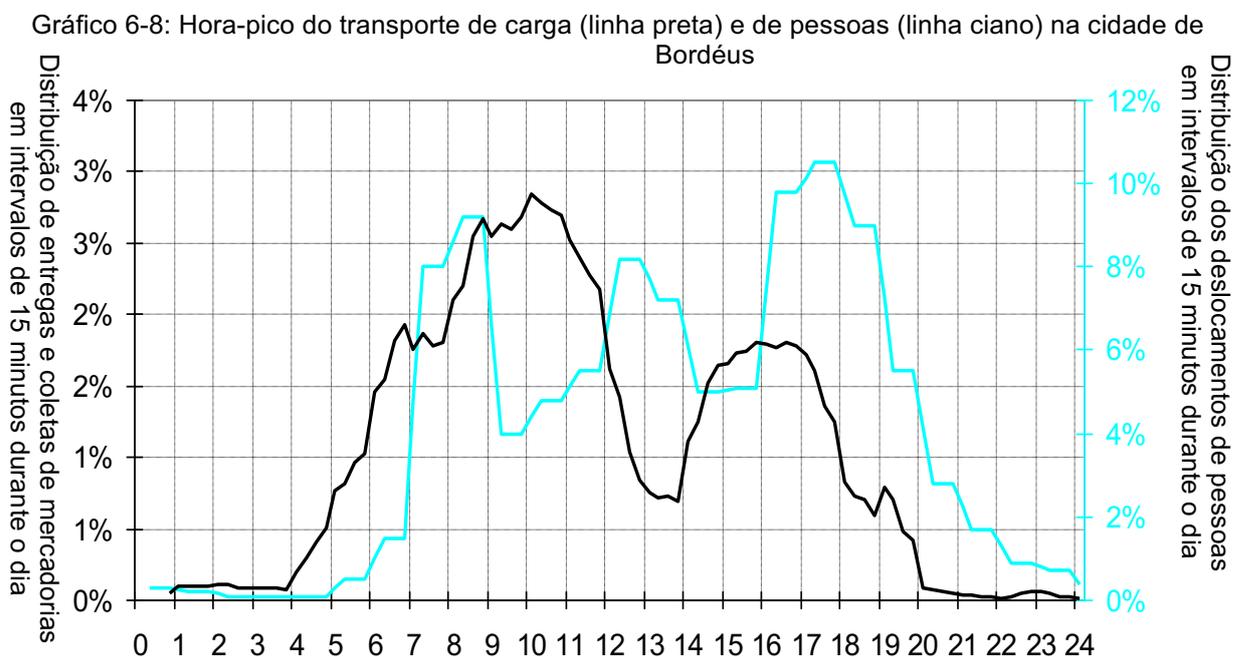


Fonte: Beziat (2013)

De acordo com Routhier e Toillier (2007), os testes realizados demonstraram que os resultados são coerentes com o tráfego observado nas principais avenidas. O módulo de distribuição permite, ainda, alimentar a modelagem de uma macrorrede. Os autores acrescentam que o *Freturb* tem uma interface para modelos complementares que podem trabalhar com os resultados gerados para estimar o consumo de energia de combustível e de emissões de poluentes e gases do Efeito Estufa. Como na presente pesquisa será realizada uma análise em escala microurbana (a área de estudo tem cerca de um km²), no município de São Paulo, com o apoio do modelo selecionado, esse módulo não será utilizado pela pesquisa. Porém, o índice de densidade (Δ_{ij}) será apropriado nas divisões de zonas da área de estudo como um condicionante que interfere em aspectos do planejamento e da logística urbanas (população e movimentação de carga).

6.2.4 MÓDULO 04 – HORA-PICO DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA

A hora-pico da movimentação da carga urbana é calculada a partir da discriminação dos tipos de entregas e coletas durante o dia, de acordo com os diferentes tipos de atividades. Este módulo permite mensurar, em cada período do dia, o nível mais alto da ocupação do sistema viário em cada zona urbana. Routhier e Toilier (2007) comentam que as pesquisas de MCU verificaram que os horários de entregas e coletas dependem, principalmente, das categorias dos estabelecimentos, e são pouco influenciados pelo tamanho e pela geografia da cidade. O Gráfico 6-8, a seguir, demonstra, por exemplo, a diferença do horário de pico da movimentação de carga com o horário de pico do transporte de passageiros na cidade Bordéus. Verifica-se que o horário no qual houve maior movimentação de carga urbana foi no período entre picos do transporte de pessoas. Dessa forma, conhecendo a hora-pico de uma zona z é possível regulamentar, adequadamente, áreas de carga e descarga com duração determinada.



Fonte: Beziat (2013), tradução nossa.

6.3 APLICAÇÕES DO *FRETURB*

O *Freturb* é uma ferramenta com uma variedade de recursos atrativos para as autoridades municipais preverem cenários urbanos, envolvendo soluções em transporte urbano de carga e, ainda, mensurar os seus impactos, seja no tráfego

cotidiano, no consumo de energia ou na emissão de gases poluentes e causadores do Efeito Estufa. De acordo com Ambrosini *et al.* (2013), por meio da decomposição dos “movimentos” de entrega e coleta relacionados com as diferentes características de veículos e de rotas do transporte de carga, é possível estimar os efeitos de mudanças econômicas e de ocupação do uso do solo nas áreas urbanas. Routhier e Toillier (2007) comentam que o modelo *Freturb* pode ser uma ferramenta de apoio, seja para o setor público ou para o privado, podendo ser utilizado em diversas situações, dentre delas:

- Concepção de estratégias de desenvolvimento urbano: incentivos de adensamentos de atividades econômicas em certas áreas, implementação centros de consolidação urbana, etc.;
- Avaliação de regulamentações: banir veículos pesados de perímetros urbanos, incentivo de veículos limpos, etc.;
- Organização do sistema logístico: avaliar a capacidade dos veículos nas viagens, implementar frota própria ou terceiros de caminhões, etc.;
- Definição de estratégias de negócios: implantar pequenas ou grandes unidades de estabelecimentos, avaliar cooperação entre as empresas, etc.

De acordo com Ambrosini *et al.* (2013), a ferramenta não necessita de grandes quantidades de dados de entrada e tem uma boa adaptabilidade a diferentes configurações urbanas. O modelo *Freturb* continua em processo de aprimoramento e tem sido usado por autoridades municipais de algumas cidades da França para diagnosticar o sistema de carga urbana e aprimorar os Planos de Mobilidade Urbana. Atualmente, o *Laboratoire Aménagement Economie Transports* da Universidade de Lyon (LAET UdL) tem atualizado o modelo com os dados das pesquisas de Paris e Bordéus (realizadas entre 2010 e 2013, mas cujos resultados ainda estão sendo avaliados), com a intenção que outros países possam utilizá-lo.

PARTE D

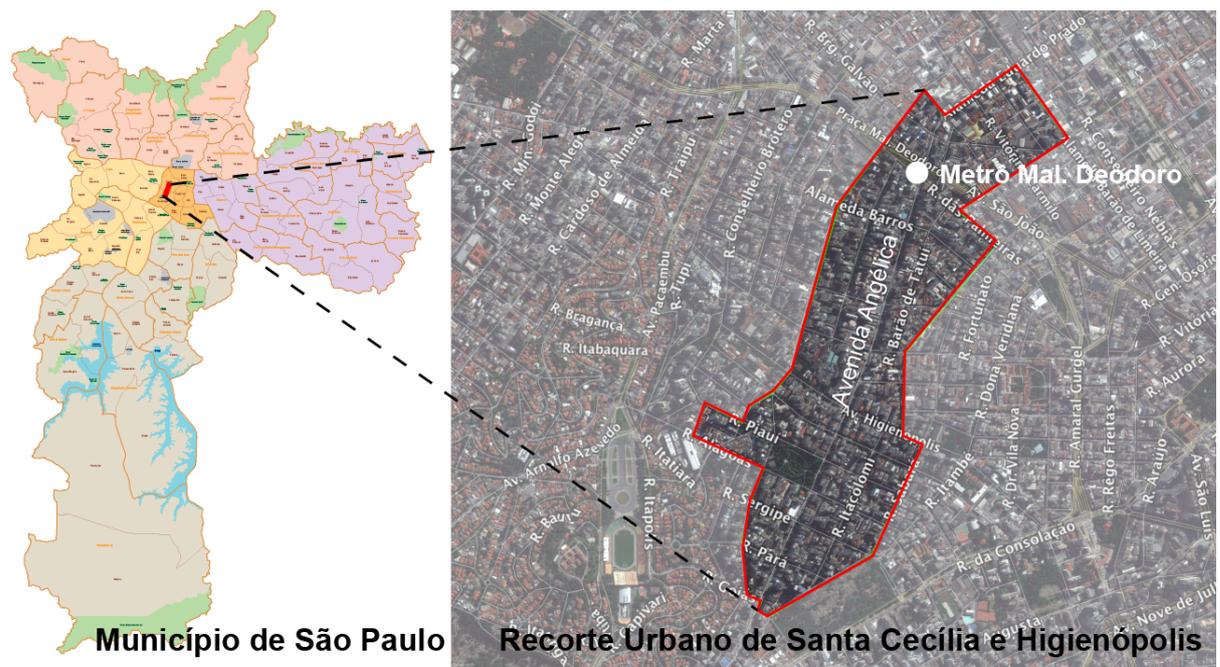
Caracterização do estudo de caso e aplicação da
ferramenta *Freturb*

7 APLICAÇÃO DO MODELO *FRETURB* EM UMA ÁREA CENTRAL E DE ADENSAMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Este capítulo descreve a estrutura econômica e os parâmetros urbanísticos presentes no recorte urbano, como também a metodologia e os critérios para a adaptação dos dados de entrada para a modelo *Freturb*. Neste capítulo é explicado como foram desenvolvidos o cenário atual e os cenários futuros, com as respectivas perspectivas econômicas e urbanas.

7.1 A ESCOLHA DO RECORTE URBANO E A ATIVIDADE ECONÔMICA PESQUISADA EM CAMPO

A área de estudo compreende uma área de aproximadamente um quilometro quadrado (1 km²), situada na região do bairro de Higienópolis e Santa Cecília, no centro do município de São Paulo, conforme mostra a Figura 7-1, a seguir. Sua seleção foi baseada no fato de se tratar de área com características de uso misto e presença de importantes avenidas e ruas comerciais, nas quais se mostrou pertinente aprofundar a análise das condições e impactos inerentes à carga urbana. Além disso, nesta área ainda está previsto adensamento populacional e construído, bem como incentivo ao uso misto, em trechos urbanos que integram eixos de estruturação da transformação urbana (EETU), existentes e também planejados. Dessa forma, além do cenário presente, tal condição propicia a definição de condições para possíveis cenários futuros, nos quais a integração da carga no planejamento urbano poderia ser aprimorada. Finalmente, esta área já havia sido demarcada como objeto de estudo de caso na tese de doutorado de Nathalia Zambuzi, defendida em 2015, que também aborda o tema da carga urbana, tendo sido parte dos dados de entrada coletada e compartilhada com a referida pesquisadora.

Figura 7-1: Recorte urbano selecionado no Município de São Paulo para aplicação do *Freturb*

Fonte: Adaptado de © 2016 Google (GOOGLE, 2016a) e Prefeitura Municipal de São Paulo (2002)

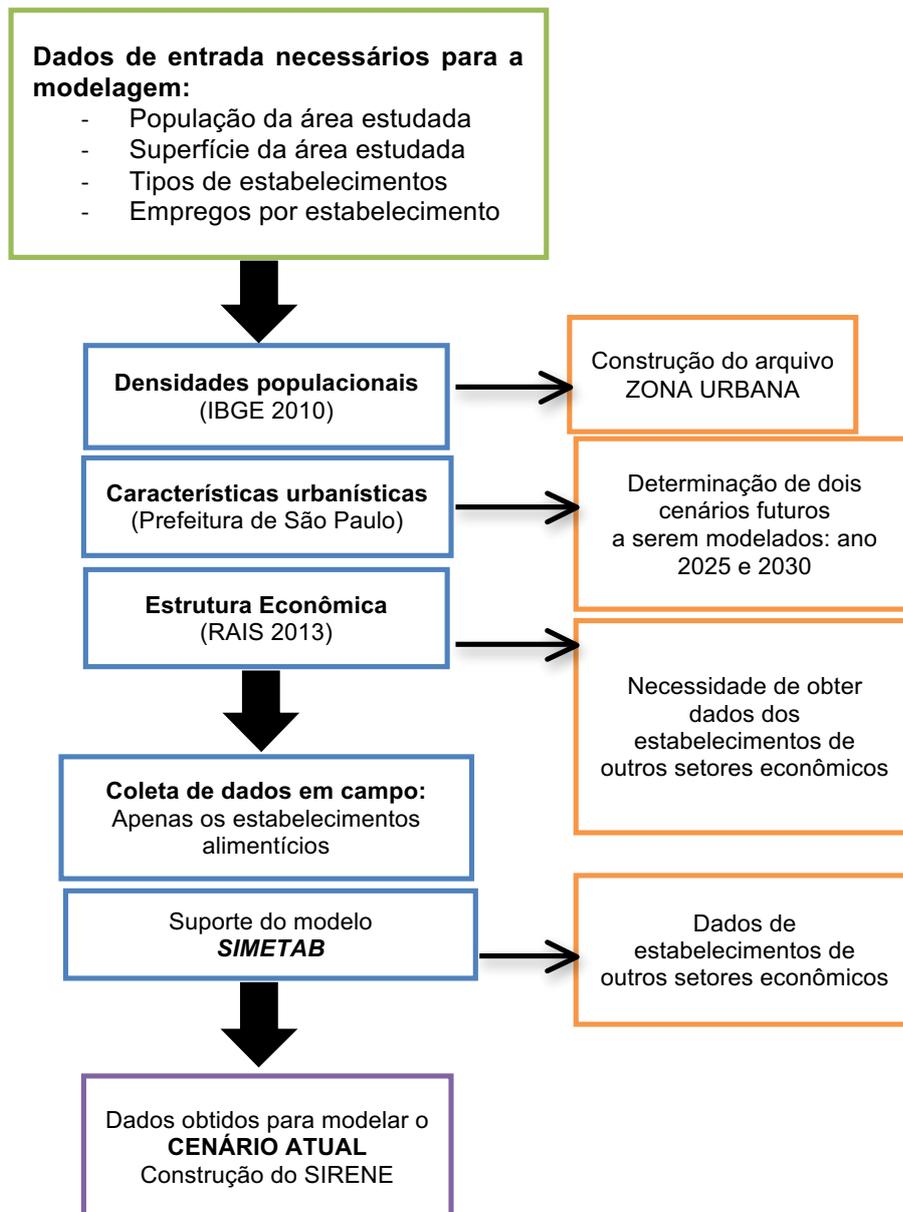
A definição do perímetro do recorte teve como critério a seleção da Avenida Angélica e as quadras que circundam a mesma avenida. Foram catalogados, apenas, estabelecimentos do setor alimentício, totalizado 217 estabelecimentos. Essa escolha se apoia na premissa de que a população faz uso diário dessa atividade econômica e, dessa forma, são os maiores demandadores de movimentação de mercadorias. Outro aspecto favorável na escolha desse setor econômico é que os estabelecimentos alimentícios não possuem sazonalidades na oferta de empregos e na demanda de cargas, diferentemente das lojas de shoppings centers que aumentam a quantidade de funcionários e de estoque nas épocas de maior consumo. Esse fato possibilita, assim, a coleta de dados em qualquer época do ano na região estudada.

7.2 METODOLOGIA ADOTADA PARA A PREPARAÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA

No Brasil, os dados gerados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pelo Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (DIEESE), assim como incluídos na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), relacionam-se aos possíveis dados de entrada para simulação do modelo *Freturb*. Porém, o formato e as atualizações das bases de informações produzidas não seguem

o mesmo formato do INSEE. Como o *Freturb* necessita do arquivo *SIRENE*, tornou-se necessário construí-lo para a área em estudo, com o suporte da estrutura metodológica, representada na Figura 7-2, conforme indicado: em verde, os dados necessários para realizar a modelagem do cenário atual no *Freturb*; em azul, as formas e estratégias de obtenção dos dados de entrada; em laranja, as ações tomadas durante o processo com os dados obtidos; e, em roxo, os dados de entrada obtidos para realizar a modelagem no *Freturb*, no cenário atual.

Figura 7-2: Estrutura metodológica para configuração dos dados de entrada



Fonte: Adaptado de Gardrat *et al.*, 2014

7.2.1 DENSIDADES POPULACIONAIS E A CONSTRUÇÃO DO ARQUIVO ZONA URBANA

De acordo com Routhier e Toilier (2007), devido aos poucos espaços destinados para carga e descarga e o alto índice de motorização nas cidades, a densidade populacional influencia na predisposição dos veículos de carga em estacionar em “fila-dupla” no viário. Para a construção do arquivo de entrada “Zona Urbana”, foram utilizados os dados populacionais do Censo Demográfico do IBGE de 2010. Segundo o Censo, a densidade demográfica dos distritos de Consolação e Santa Cecília são, respectivamente, 15.504 e 21.466 habitantes/km².

A área (em km²) de cada quadra foi obtida com dados oficiais da Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Prefeitura de São Paulo (SÃO PAULO (Cidade), 2014), conforme Figura 7-3. Com os dados de densidade e as áreas das quadras, conseqüentemente, são obtidas a estimativa da população por quadra e a população residente na área modelada, que é de aproximadamente 21.803 pessoas.

Figura 7-3: Dados cadastrados sobre as quadras, em verde, a área de estudo de 1 km²



Fonte: Adaptado de São Paulo (Cidade), 2014

Esses dados são suficientes para construir o arquivo “Zona Urbana”, ilustrado na Figura 7-4, a seguir. Descrevendo o arquivo, observamos os seguintes dados: na coluna A, a quantidade de zonas, porém foi assumido que a área estudada configura uma zona única e, por isso, seu valor é 1; na coluna B, o nome da zona de estudo; na coluna C, a área urbana (em km²); coluna D, a população; e, por fim, a coluna E que é o resultado da fórmula $Distzonecentre = 1/2\sqrt{área}$, que é aplicada quando a área a ser modelada apresenta apenas uma única zona, sendo assim, refere-se à distância ao centro da zona.

Figura 7-4: Arquivo de entrada "Zona Urbana"

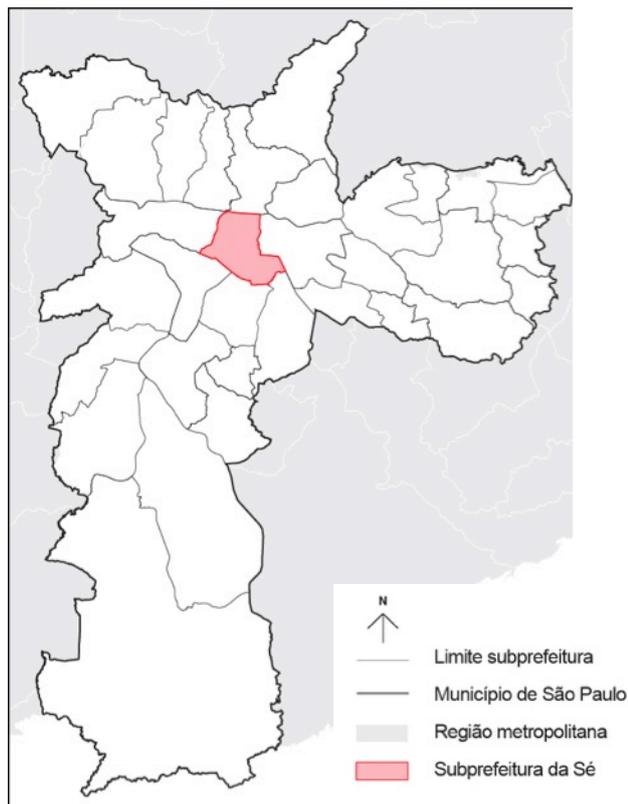
	A	B	C	D	E	F	
1	Zone	LIBCOM	SUPERFICIE	POPULATION	DISTZONECENTRE	ZONE_EM	MACRO:
2	1	SÃO PAULO	1,1734993	21803,2072	541,6408712		
3							
4							

Fonte: “elaboração própria” Material da pesquisa, 2015

7.2.2 CARACTERÍSTICAS URBANÍSTICAS DO RECORTE URBANO

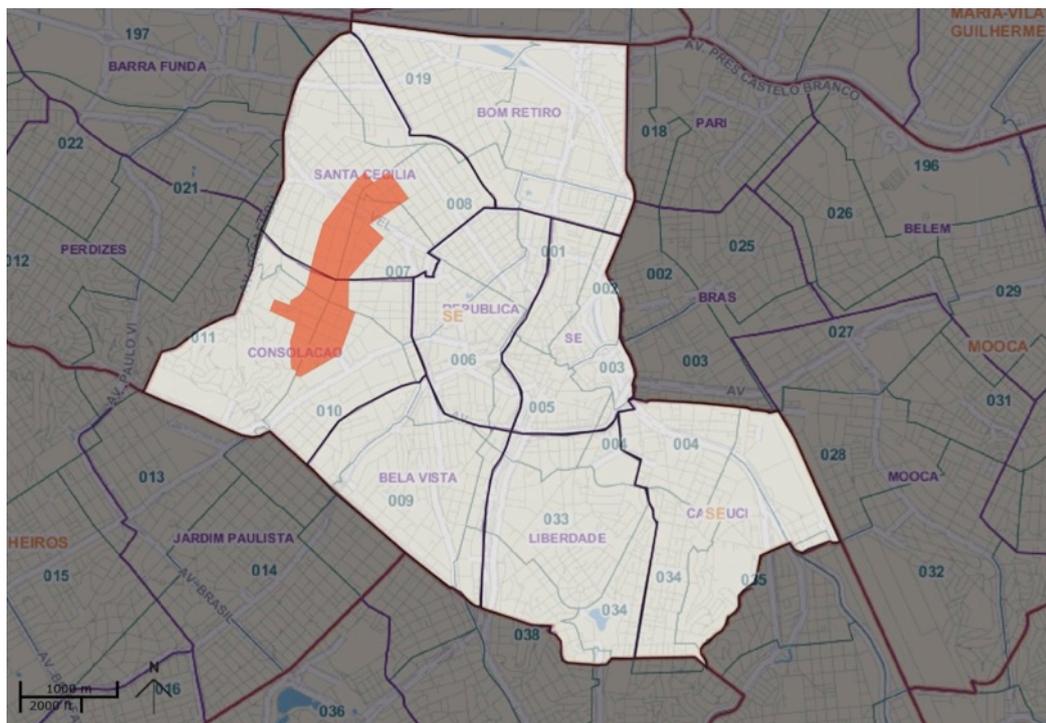
A área de estudo, localizada na Subprefeitura da Sé do Município de São Paulo (ver Figura 7-5), é compreendida pelos distritos Consolação e Santa Cecília (Figura 7-6) e se encontra dentro da Zona de Máxima Restrição de Circulação (ZMRC). É considerada pela LPUOS vigente (Lei 13.885/04) como uma zona mista de alta densidade - ZM3b-01, com coeficiente de aproveitamento máximo de 2,5, taxa de ocupação de 50% e lotes com tamanho mínimo de 125 m² (Figura 7-8). A foto da região, reproduzida na Figura 7-7, demonstra os efeitos construtivos dos parâmetros urbanos descritos na LPUOS, configurando uma região com alta densidade demográfica e diferentes usos, eixos viários com diferentes hierarquias e espaços com áreas verdes.

Figura 7-5: Divisões do Município de São Paulo em Subprefeituras



Fonte: Adaptado de São Paulo (Cidade), 2014

Figura 7-6: Distritos na Subprefeitura da Sé. Em destaque (vermelho), a área de estudo.



Fonte: Adaptado de São Paulo (Cidade), 2014

Figura 7-7: Foto aérea da Região de Higienópolis



Fonte: Sampa Online, 2014.

Figura 7-8: Características de aproveitamento, dimensionamento e ocupação dos lotes

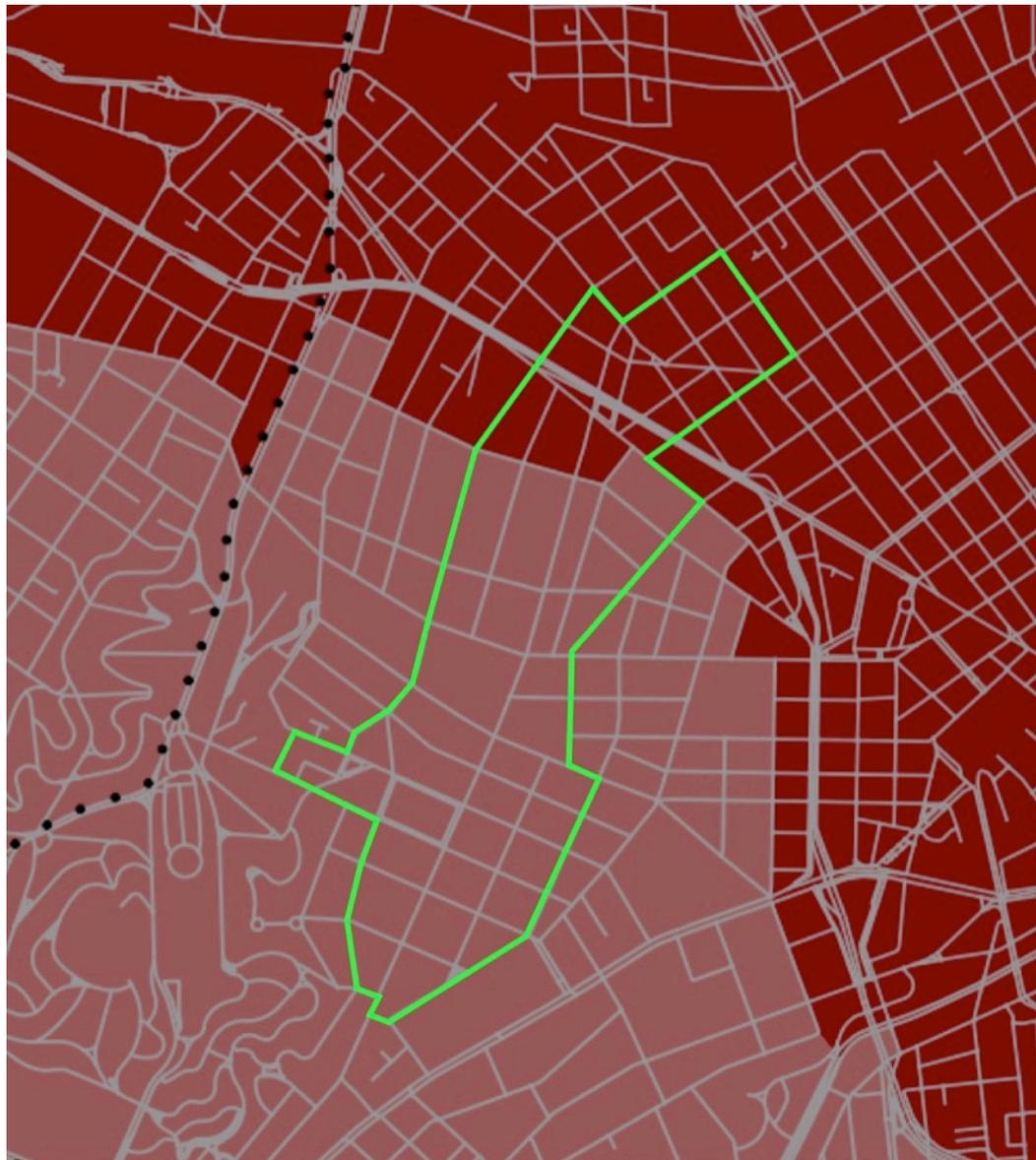
CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS DE USO	ZONA DE USO	COEFICIENTE DE			CARACTERÍSTICAS DE DIMENSIONAMENTO E OCUPAÇÃO DOS				RECUOS MÍNIMOS (m)			
		MÍNIMO	BÁSICO	MÁXIMO	TAXA DE OCUPAÇÃO MÁXIMA	TAXA DE PERMEABILIDADE DE MÍNIMA	LOTE MÍNIMO (m ²)	FRENTE MÍNIMA (m)	GABARITO DE ALTURA MÁXIMO (m)	FRENTE	ALTURA DA EDIFICAÇÃO MENOR OU IGUAL A 6,00 m	FUNDOS E LATERAIS ALTURA DA EDIFICAÇÃO SUPERIOR A 6,00 m
ZER - BAIXA DENSIDADE	ZER1-01	0,05	1,00	1,00	0,50	0,30 (g)	250 m ²	10,00 m	9,00 m	5,00 m	NÃO EXIGIDO (e)	(e) (c)
ZONA CENTRALIDADE LINEAR INTERNA OU LINDEIRA A ZER	ZCLz-I e ZCLz-II (h)	0,05	1,00	1,00	0,50	0,30	250 m ²	10,00 m	9,00 m	5,00 m	NÃO EXIGIDO (e)	(e) (c)
ZM - BAIXA DENSIDADE	ZM1-01 e ZM1-02	0,20	1,00	1,00	0,5 (a)	0,15	125 m ²	5,00 m	9,00 m	5,00 m (b)	NÃO EXIGIDO (d)	(c) (d)
ZM - MÉDIA DENSIDADE	ZM2-01 e ZM2-02	0,20	1,00	2,00	0,5 (a)	0,15	125 m ²	5,00 m	25,00 m	5,00 m (b)	NÃO EXIGIDO (d)	(c) (d)
ZM - ALTA DENSIDADE	ZM3a-01 a ZM3a-06	0,20	1,00	2,50	0,5 (a)	0,15	125 m ²	5,00 m	SEM LIMITE (f)	5,00 m (b)	NÃO EXIGIDO (d)	(c) (d)
	ZM3b-01 a ZM3b-05		2,00									
ZONA CENTRALIDADE POLAR	ZCPa-01 a ZCPa-03	0,20	1,00	2,50	0,70	0,15	125 m ²	5,00 m	SEM LIMITE	5,00 m (b)	NÃO EXIGIDO (d)	(c) (d)
	ZCPb-01 a ZCPb-06		2,00	4,00								
ZONA CENTRALIDADE LINEAR	ZCLb	0,20	2,00	4,00	0,70	0,15	125 m ²	5,00 m	SEM LIMITE	5,00 m (b)	NÃO EXIGIDO (d)	(c) (d)
ZONA ESPECIAL DE PRESERVAÇÃO CULTURAL	ZEPEC	Parâmetros da zona de uso em que se situa o bem imóvel representativo (BIR) ou a área de urbanização especial (AUE) ou a área de proteção paisagística (APP), quadrado como ZEPEC, observadas as disposições específicas da Resolução de tombamento quando houver.										

NOTAS:

- a) ver artigo 192 da parte III desta lei, quanto à taxa de ocupação na ZM para edificações com até 12 metros de altura
- b) ver artigo 185 da parte III desta lei, quanto ao recuo mínimo de frente em ZM, ZCP, ZCL, ZPI e ZEIS
- c) ver artigo 186 da Parte III, desta lei quanto aos recuos mínimos laterais e de fundos para edificações com altura superior a 6,00 metros
- d) ver §1º e §2º do artigo 186 da parte III desta lei, quanto aos recuos para atividades industriais, serviços de armazenamento e guarda de bens móveis e oficinas
- e) Observar as restrições contratuais de loteamento quando estas forem mais exigentes que as definidas neste quadro.
- f) as atividades permitidas na ZCLz - I são as constantes do §1º do art. 21 deste livro e na ZCLz-II são as constantes do quadro 05 da parte III desta Lei.
- g) A taxa de permeabilidade mínima de 0,30 aplica-se aos lotes integrantes da ZER 1-01 e aos lotes contidos no perímetro do Bairro Tombado do Pacaembú
- h) o número máximo de habitações por m² é igual a 0,0042 na ZER1-01 e nas ZCLz-I e ZCLz-II
- i) ver § 1º do art. 20 deste livro para a restrição de gabarito na ZM3a-06

A Figura 7-9, a seguir, demonstra que a maior parte da área estudada se encontra dentro da Macroárea de Urbanização Consolidada no novo Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (PDE), Lei Nº 16.050/2014. Ao norte do mapa, representada na cor vermelha escura, existe ainda uma pequena porção de território na Macro Área de Estruturação Metropolitana.

Figura 7-9: Macroáreas do município de São Paulo, em relação ao recorte urbano analisado



LEGENDA:

- Macroárea de Estruturação Metropolitana
- Macroárea de Urbanização Consolidada
- Área de Estudo



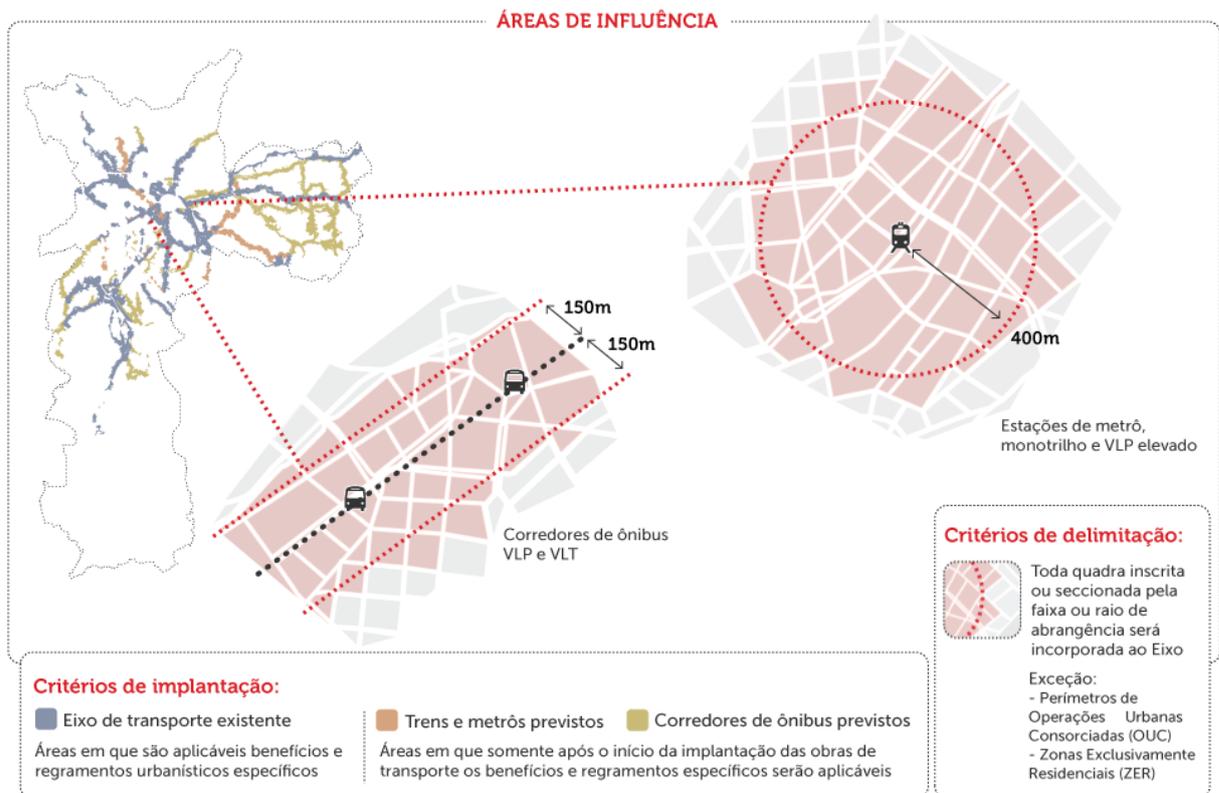
Fonte: São Paulo (Cidade), 2014

O novo Plano Diretor Estratégico prevê, ainda, mudanças nos parâmetros urbanísticos na área de estudo, uma vez que a região consta na área de influência (ver Figura 7-10) de Eixos de Estruturação da Transformação Urbana (EETU), que têm como objetivos:

Orientar a produção imobiliária para áreas localizadas ao longo dos eixos de transporte coletivo público com novas formas de implantação de empreendimentos que promovam melhores relações entre os espaços públicos e privados e contribuam para a redução dos tempos e distâncias de deslocamentos. [...]

Trata-se de uma estratégia clara de otimização da infraestrutura existente que visa potencializar o aproveitamento do solo urbano ao longo da rede de transporte coletivo de média e alta capacidade, bem como buscar a integração territorial das políticas públicas de transporte, habitação, emprego e equipamentos sociais. (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015)

Figura 7-10: Área de influência dos EETU, segundo o Plano Diretor do Município de São Paulo - 2014

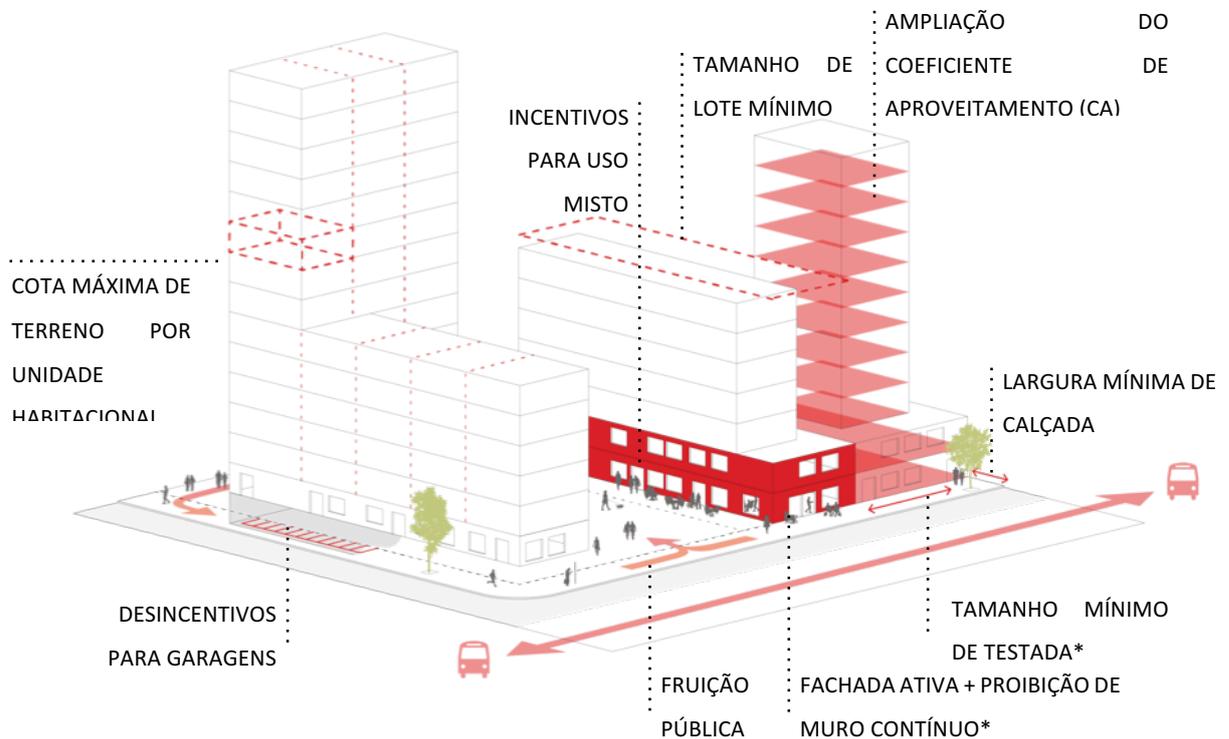


Fonte: São Paulo (Cidade), 2014

Além disso, o Plano Diretor prevê diversos instrumentos e parâmetros do planejamento urbano, tais como: cota parte, incentivo ao uso misto, ampliação do coeficiente de aproveitamento, largura mínima de calçada, desestímulos para garagem, fruição pública e fachada ativa (exemplificados na Figura 7-11). Muitos desses elementos são variáveis do desenvolvimento urbano que se relacionam com

o transporte de carga, como por exemplo, o adensamento e o incentivo ao uso misto das áreas urbanas, os quais estimulam a movimentação de mercadorias para essas regiões.

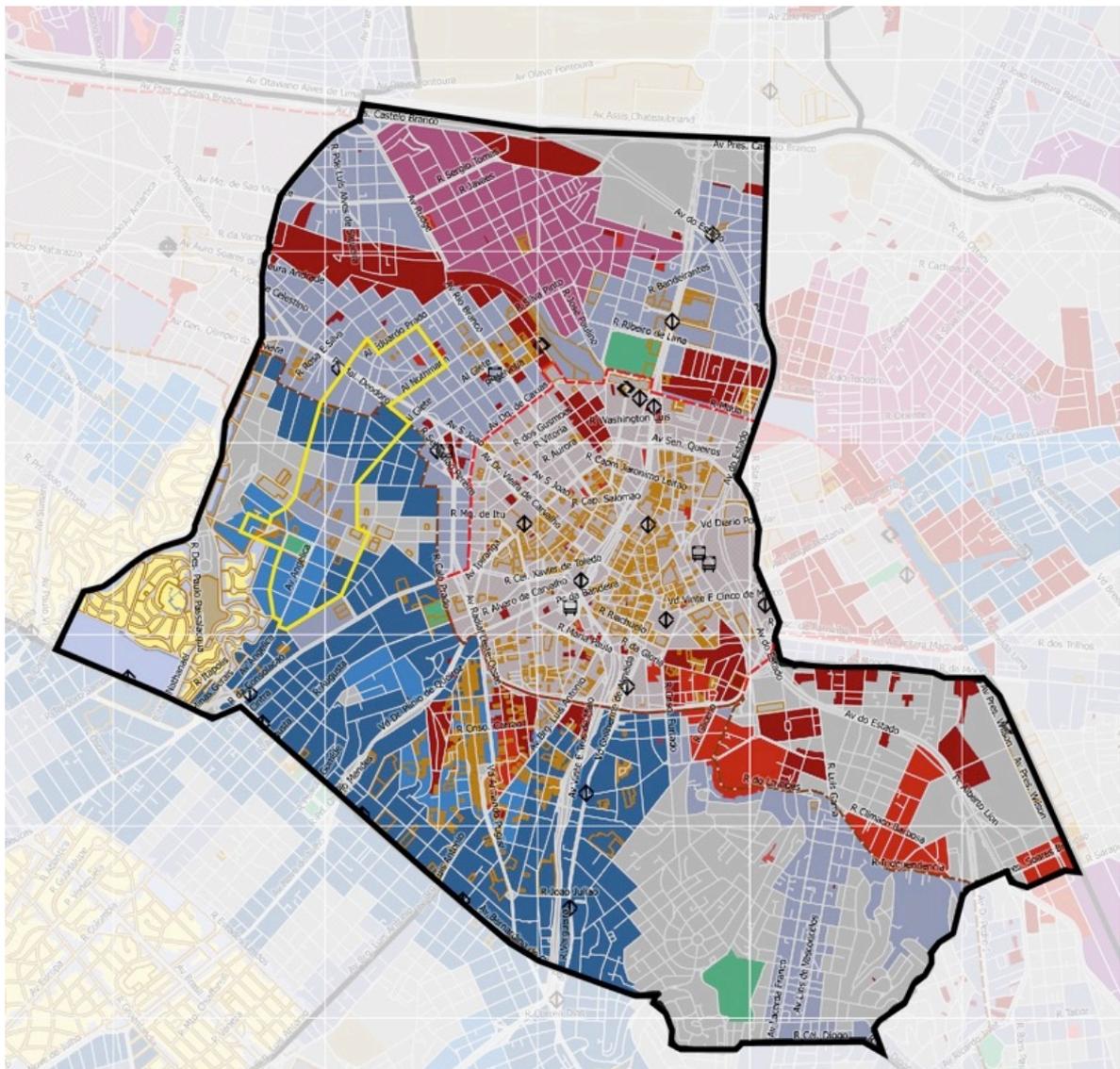
Figura 7-11: Eixos de Estruturação Transformação Urbana (EETU)



Fonte: São Paulo (Cidade), 2014

A seguir, na Figura 7-12, é apresentado o mapa de Uso e Ocupação do Solo da Subprefeitura da Sé do novo PDE, Lei 16.050/2014. É possível verificar que o recorte urbano admitirá uma transformação urbana. Sendo assim, para configuração dos cenários futuros, quando da aplicação do *Freturb* no estudo de caso, serão utilizadas as definições de Uso e Ocupação do Solo resultante do novo PDE.

Figura 7-12: Uso e Ocupação do Solo na Subprefeitura da Sé, no PDE de São Paulo de 2014.



Zonas

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ ZEPAM
Zona Especial de Preservação Ambiental ■ ZEP
Zona Especial de Preservação ■ ZPDS
Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável ■ ZRA
Zona de Recuperação Ambiental ■ ZEIS-1
Zona Especial de Interesse Social 1 ■ ZEIS-2
Zona Especial de Interesse Social 2 ■ ZEIS-3
Zona Especial de Interesse Social 3 ■ ZEIS-4
Zona Especial de Interesse Social 4 ■ ZEIS-5
Zona Especial de Interesse Social 5 | <ul style="list-style-type: none"> ■ ZER
Zona Exclusivamente Residencial ■ ZPR
Zona Predominantemente Residencial ■ ZM
Zona Mista ■ ZEPEC
Zona Especial de Preservação Cultural ■ ZC
Zona de Centralidade ■ ZCorr
Zona corredor ■ ZOE
Zona de Ocupação Especial ■ ZPI
Zona Predominantemente Industrial ■ ZDE
Zona de Desenvolvimento Econômico | <ul style="list-style-type: none"> ■ ZEU
Zona Eixo de Transformação Urbana ■ ZEUP
Zona Eixo de Transformação Urbana Previsto |
|---|---|--|
- 0 0,25 0,50 1km
- Base cartográfica: PMSP. Mapa Digital de São Paulo, 2004.
 Projeção UTM/23S. Datum horizontal SAD69.
 Elaboração: Prefeitura do Município de São Paulo.
 Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano.

Fonte: São Paulo (Cidade). Lei no. 16.050/2014

Na Figura 7-13, a seguir, observa-se: a linha verde, que delimita o recorte urbano de estudo; e, em azul e amarelo-ocre, as quadras que estão na área de influência dos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana. As quadras em azul são consideradas pelo novo PDE como áreas de influência imediata das linhas de metrô existentes. Já as quadras em amarelo-ocre, serão áreas de influência quando a nova linha 6 – Laranja do metrô (linha roxa tracejada) estiver operando que, de acordo com o Metro SP (2015), ocorrerá em 2019. A linha laranja do mapa representa o corredor de ônibus municipal existente e a linha amarela, a Avenida Angélica, por onde passam, atualmente, diversas linhas de ônibus que atendem os distritos da Consolação e Santa Cecília.

Figura 7-13: Áreas de influência dos Eixos de Estruturação Transformação Urbana (EETU).



Fonte: Adaptado de São Paulo (Cidade). Lei no. 16.050/2014

Considerando o contexto de desenvolvimento urbano apresentado, a modelagem da área de estudo pelo *Freturb* contempla a geração de três cenários:

- CENÁRIO ATUAL: referente ao contexto presente, com os dados coletados em campo e a estrutura econômica do RAIS do ano 2013, suportado pelo modelo *SIMETAB*;
- CENÁRIO FUTURO DO ANO 2025: inclui os novos adensamentos dos estabelecimentos econômicos e populacionais na área de influencia imediata, representada pelas quadras azuis na figura anterior;
- CENÁRIO FUTURO DO ANO 2030: inclui o acréscimo dos efeitos urbanos que, possivelmente, ocorrerão com a inauguração da linha 6 – laranja do metrô.

Os cenários futuros foram organizados, cronologicamente, em dois contextos, de acordo com aos efeitos da implantação dos Eixos de Estruturação Transformação Urbana na região de estudo.

7.2.3 A ESTRUTURA ECONÔMICA DO CENÁRIO ATUAL DOS DISTRITOS DE SANTA CECÍLIA E CONSOLAÇÃO

A estrutura das atividades econômicas em uma área urbana define o comportamento logístico (GARDRAT *et al.*, 2014). Comparável ao arquivo SIRENE (*Système d'Information Répertoire les Entreprises*)³³ gerido pelo INSEE, Instituto Nacional de Estatísticas e Estudos Econômicos da França, a RAIS (Relação Anual de Informações Sociais), é um valioso e poderoso arquivo para analisar a estrutura econômica de uma área urbana no contexto brasileiro. Seu objetivo é:

O suprimento às necessidades de controle da atividade trabalhista no País, e ainda, o provimento de dados para a elaboração de estatísticas do trabalho e a disponibilização de informações do mercado de trabalho às entidades governamentais. Os dados coletados pela RAIS constituem expressivos insumos para atendimento das necessidades:

- da legislação da nacionalização do trabalho;
- de controle dos registros do FGTS;

³³Ver capítulo 6-2 - A arquitetura do modelo *Freturb*.

- dos Sistemas de Arrecadação e de Concessão e Benefícios Previdenciários;
- de estudos técnicos de natureza estatística e atuarial;
- de identificação do trabalhador com direito ao abono salarial PIS/PASEP.

(RAIS, 2015)

Wissenbach³⁴ (2015) recomendou que a presente pesquisa considerasse o uso do RAIS do ano de 2013 e os dados econômicos dos estabelecimentos dos distritos de Santa Cecília e Consolação que estão no site³⁵ da Prefeitura de São Paulo. A Tabela 7-1 e o Gráfico 7-1 demonstram, sumariamente, a análise da RAIS de 2013 dos distritos de Santa Cecília e Consolação, com as quantidades totais dos estabelecimentos e dos empregos por setor econômico nos dois distritos.

Tabela 7-1: Estrutura econômica dos Distritos da Santa Cecília e Consolação, baseado no RAIS do ano 2013

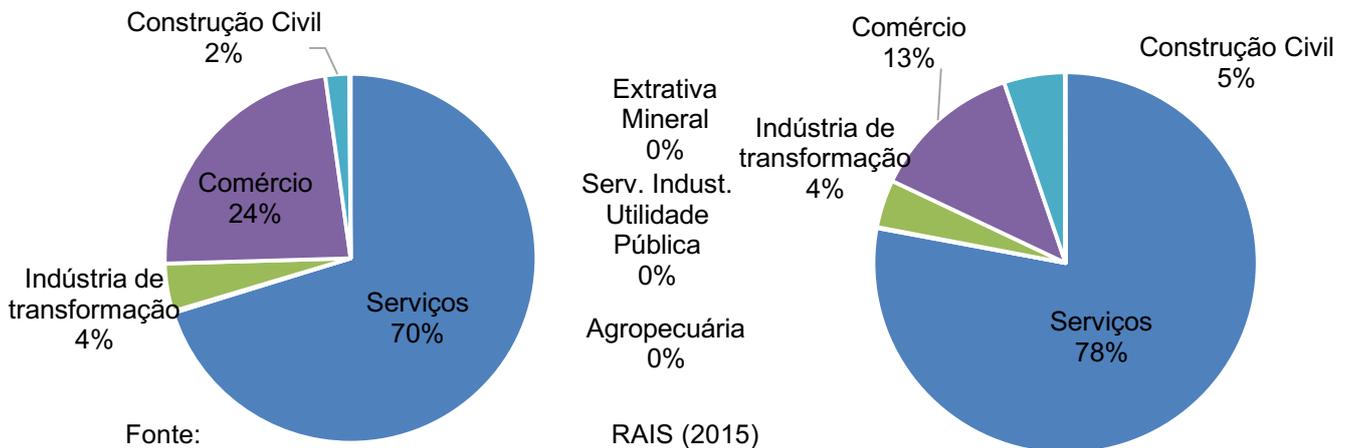
SETORES ECONÔMICOS	ESTABELECEMENTOS	EMPREGOS	EMPREGOS/ ESTABELECEMENTO
SERVIÇOS	6.120	135.342	22
AGROPECUARIA	14	143	10
INDÚSTRIA	365	7.047	19
TRANSFORMAÇÃO			
COMÉRCIO	2.028	22.105	11
CONSTRUÇÃO CIVIL	183	8.908	49
EXTRATIVA MINERAL	2	22	11
SERVIÇOS			
INDUSTRIAS DE	6	83	14
UTILIDADE PÚBLICA			
TOTAL	8.718	173.650	20

Fonte: RAIS (2015)

³⁴Tomás Wissenbach é o atual Diretor do Departamento de Produção e Análise de Informação da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano da Prefeitura de São Paulo. WISSENBACH, T. (2015) Base de dados da PMSP - Subcategorias de comercio e serviços em uso do solo. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <kmarins@usp.br e thiagocanhos@gmail.com> em 28 de abril.2015.

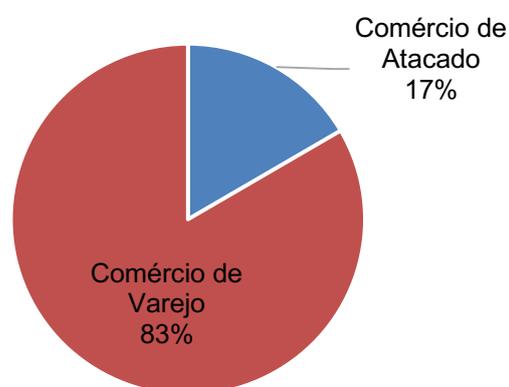
³⁵Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento_urbano/dados_estatisticos/>. Acesso em 19 de setembro de 2015.

Gráfico 7-1: Síntese dos dados econômicos dos Distritos de Santa Cecília e Consolação, baseado no.RAIS de 2013



Verifica-se, pelos dados da Tabela 7-1 e o Gráfico 7-1, que a principal atividade econômica nos distritos de Santa Cecília e Consolação é o setor de serviços. Esse setor possui a maior porcentagem de estabelecimentos, em torno de 70%, e é o setor que concentra o maior número de empregos, 78% do total de empregos na região. O setor de comércio, que contempla os estabelecimentos alimentícios, é a segunda principal atividade da região. Este setor representa 24% das quantidades dos estabelecimentos, ver Tabela 7-1.

Gráfico 7-2: Perfil dos Estabelecimentos Comerciais nos Distritos de Santa Cecília e Consolação, baseado no.RAIS de 2013



O Gráfico 7-2 demonstra que a maior parte dos estabelecimentos comerciais (83%) é de varejo, que abrange as atividades econômicas mais diretamente

relacionadas ao cotidiano e ao consumidor final na cidade (GARDRAT *et al.*, 2014). O comércio de atacado, por sua vez, reúne as atividades de grandes quantidades de produtos relacionadas a grandes distribuidoras e varejistas e representa apenas 17% das atividades do comércio na região, seguindo, assim, a tendência urbana de ocupação nos centros com estabelecimentos de médio e pequeno porte.

7.3 A COLETA DE DADOS EM CAMPO

Para a construção do arquivo SIRENE, foi necessário realizar coleta de dados em campo. Essa atividade foi realizada entre Outubro de 2014 e Janeiro de 2015, em colaboração com a pesquisadora Nathalia Zambuzi. Foi aplicado um questionário aos estabelecimentos alimentícios da área de estudo para caracteriza-los relativamente às suas atividades e porte, abrangendo as seguintes perguntas principais, direcionadas, normalmente, ao gerente ou ao responsável por cada estabelecimento:

1^a pergunta: Quantos funcionários o estabelecimento possui?

2^a pergunta: Qual é a área, em m², do estabelecimento?

3^a pergunta: Quantas entregas são recebidas pelo estabelecimento por semana?

As entrevistas foram bem aceitas pelos estabelecimentos alimentícios, assim o índice de rejeição foi irrisório. Para a primeira pergunta foram obtidas respostas com prontidão e firmeza, o que agregou segurança à modelagem no *Freturb* com relação ao número de funcionários. A segunda pergunta, a maioria não soube responder, mas a área do estabelecimento não tem grande relevância para a modelagem. A terceira pergunta foi inserida durante a pesquisa e, assim, não pôde ser verificada em todos os estabelecimentos. A maioria dos pesquisados, também, não soube responder e, quando respondiam, demonstravam insegurança nas respostas.

Para a primeira pergunta foram obtidas respostas com prontidão e firmeza, o que traz bastante conforto à modelagem, uma vez que esses dados são triviais para o modelo *Freturb*. A segunda pergunta, a maioria não soube responder, apesar de não terem grande relevância para a modelagem. A terceira pergunta foi inserida durante a pesquisa e, assim, não pôde ser verificada em todos os estabelecimentos. A maioria dos pesquisados, também, não soube responder e, quando respondiam, os entrevistados demonstravam insegurança nas respostas, dificultando a validação dos resultados da aplicação do modelo *Freturb*.

Foram entrevistados 217 estabelecimentos alimentícios, totalizando 4.258 empregos ou postos de trabalho. Analisando a Tabela 7-2, a seguir, observa-se que a categoria “restaurante, lanchonete, *fast-food* e conveniência” representa a maior parte dos estabelecimentos alimentícios, em torno de 57%, e corresponde a 60% dos

empregos. Estabelecimentos alimentícios de grande porte, tais como supermercados e hipermercados, por sua vez, não têm representatividade na quantidade de estabelecimentos, porém apresentam uma alta empregabilidade, 74 e 134 empregos por estabelecimento, respectivamente.

Tabela 7-2: Sumário dos dados da coleta de campo dos estabelecimentos alimentícios

NOMENCLATURA	EMPREGOS	ESTABELECI- MENTOS	PROPORÇÃO DOS ESTABELECI- MENTOS (%)	MÉDIA DE EMPREGOS POR ESTABELECIMENTO
Mini mercado (<400m ²)	128	11	5%	12
Supermercado (400>X>2500 m ²)	221	3	1%	74
Hipermercado (>2500 m ²)	268	2	1%	134
Hortifruti	133	3	1%	44
Açougue	61	10	5%	6
Padaria e bombonieres	660	27	12%	24
Adega e empório	56	5	2%	11
Restaurante, lanchonete, <i>fast-food</i> e conveniência	2.554	123	57%	21
Bares, cafés e casa de sucos	177	33	15%	5
TOTAL	4.258	217	100%	20

Fonte: Material da Pesquisa, com base nas coletas de campo (2015)

Os dados obtidos em campo foram utilizados para a construção do arquivo SIRENE, configurado em uma planilha do *Microsoft Excel*. Esse processo foi realizado com o suporte dos pesquisadores Jean-Louis Routhier e Florence Toilier, do *Laboratoire Aménagement Economie Transports* da Université de Lyon, instituição responsável pelo desenvolvimento do modelo *Freturb*.

7.3.1 SUPORTE DO MODELO *SIMETAB* E O SUPORTE DO *LABORATOIRE AMÉNAGEMENT ECONOMIE TRANSPORTS* DA UNIVERSIDADE DE LYON (LAET UDL)

A configuração dos dados de entrada e a execução do *Freturb* na área de estudo de caso foram suportados pela realização de um estágio científico, em maio de 2015, no *Laboratoire Aménagement Economie Transports* da Universidade de Lyon (LAET UdL), supervisionado pelos pesquisadores Jean-Louis Routhier e Florence Toilier.

Até a realização do estágio no LAET UdL, a pesquisa avaliaria apenas os estabelecimentos alimentícios. Porém, de acordo com Jean-Louis Routhier e Florence Toilier (informação verbal)³⁶, a modelagem pelo *Freturb* não deveria se restringir apenas aos estabelecimentos alimentícios e recomendaram que se avaliasse todos os tipos de estabelecimentos, de todos os setores econômicos presentes na área de estudo. Segundo os pesquisadores, o fato de avaliar apenas um perfil de estabelecimento não refletiria a real grandeza de demanda no viário urbano. E, quando avaliados todos os tipos de estabelecimentos da área, os resultados representariam, com maior robustez, a densidade dos movimentos de carga na área.

Além disso, ilustrando sua recomendação, Jean-Louis Routhier e Florence Toilier (informação verbal)⁵ mencionaram o comportamento de alguns estabelecimentos, verificado nas Pesquisas de Movimentação Carga de Paris e Bordéus. Dentre eles, é o caso do estabelecimento de farmácia, que gera a maior número de movimentos de veículos de carga por semana, em torno de 20 movimentos semanais. Outro aspecto comentado é que, em ambos os distritos, Santa Cecília e Consolação, o setor de serviços tem uma grande participação na estrutura econômica. Esse setor, apesar de gerar menos movimentos por semana, é elemento principal na composição econômica nas cidades. Suprimir os estabelecimentos desse setor faria com que os resultados do modelo *Freturb* não refletisse, com a adequada grandeza, a movimentação de carga na área de estudo. Contudo, apesar de Jean-Louis Routhier e Florence Toilier (informação verbal)⁵ não considerarem inadequada a análise apenas dos estabelecimentos alimentícios, os pesquisadores recomendaram que os

³⁶ Conversa presencial com os pesquisadores do *Laboratoire Aménagement Economie Transports*, Lyon, em 27 de Abril de 2015.

demais estabelecimentos fossem obtidos através da modelagem do *SIMETAB*, desenvolvido por outro pesquisador do mesmo laboratório, Mathieu Gardrat.

Originalmente, a RAIS possui os dados econômicos de cada estabelecimento formal na cidade de São Paulo, porém a RAIS de 2013 obtida no site da Prefeitura de São Paulo apresentava dados genéricos os setores econômicos, que não detalhavam os subsetores. O modelo *SIMETAB* estima a quantidade e os tipos de estabelecimentos para os demais subsetores com o número de funcionários e o setor da atividade em uma zona urbana. Contudo, para a aplicação desse modelo foram utilizados os seguintes dados da RAIS, referente ao ano de 2013:

- Área, em km², e a densidade populacional dos distritos de Santa Cecília e Consolação;
- Área, em km², e a população do recorte urbano estudado;
- Quantidade total de empregos por setor econômico;
- Quantidade total de estabelecimentos por setor econômico.

Os resultados do *SIMETAB* são compatíveis ao formato do SIRENE, que corresponde ao arquivo de entrada de dados do *Freturb*, conforme a ilustração na Figura 7-14, a seguir.

Figura 7-14: Imagem Parcial do resultado do *SIMETAB* para a área estudada.

1	SIRET	NOMETAB	DEPET	LIBCOM
2	SIRET	ZONE	EMPMOY	ST45
3	110300001	1	21	12
4	110300002	1	2	12
5	110300003	1	11	12
6	110300004	1	7	12
7	110300005	1	2	12
8	110300006	1	4	12
9	110300007	1	7	12
10	110300008	1	1	12
11	110300009	1	2	12
12	110500001	1	201	14
13	110500002	1	11	14
14	110500003	1	21	14
15	110500004	1	11	14
16	110500005	1	2	14
17	110500006	1	1	14
18	110500007	1	7	14
19	110500008	1	1	14
20	110500009	1	4	14

Fonte: Material da Pesquisa, com base na modelagem com o *SIMETAB* (2015)

Na primeira coluna da Figura 7-14 consta o ID (identidade) do estabelecimento obtido; na segunda coluna, a zona em que está localizado o estabelecimento (no caso desta modelagem, existe apenas uma zona); na terceira coluna, a quantidade de funcionários no estabelecimento; e, por fim, a quarta coluna, a subcategoria a qual o estabelecimento gerado pertence.

Assim, utilizando-se o modelo *SIMETAB*, com o apoio de Mathieu Gardrat, foram analisados os dados genéricos da RAIS de 2013, tais como quantidades absolutas dos estabelecimentos e empregos dos setores econômicos (Comércio, Indústria, Serviços etc) e “quebrar” ou subdividir em subsetores (farmácia, sapatarias, padarias, escritórios, oficinas de carros, depósitos etc). Vale ressaltar que a subdivisão dos setores econômicos da RAIS de 2013 pelo modelo *SIMETAB*, no cenário atual, é baseada nas características das subcategorias econômicas do centro da cidade de Lyon, uma vez que, segundo Mathieu Gardrat (informação verbal)³⁷, foi verificada compatibilidade da estrutura econômica de ambas regiões, Santa Cecília/Consolação e Centro de Lyon. A Tabela 7-3 e a Tabela 7-4, a seguir, demonstram a estrutura econômica do cenário atual, modelada pelo *SIMETAB* para a área de estudo.

Tabela 7-3: Sumário da estrutura dos setores econômica da área de estudo do Cenário Atual

Setores Econômicos	Estabelecimentos	Empregos	Participação Empregos
Agricultura	9	10	0%
Serviços artesanais	208	3618	15%
Industria	195	1024	4%
Comércio de atacado	102	444	2%
Supermercados	20	564	2%
Comércio de varejo	392	5163	22%
Setor terciário	223	12904	54%
Armazéns logísticos	35	131	1%
Total	1.184	23.858	100%

Fonte: Material da Pesquisa, com base na modelagem com o *SIMETAB* (2015)

³⁷ Conversa presencial com o pesquisador do *Laboratoire Aménagement Economie Transports*, Lyon, em 04 de Maio de 2015.

Tabela 7-4: Sumário da estrutura dos subsetores econômica da área de estudo do Cenário Atual

Códigos dos 45 subsetores	Subsetores Econômicos	Estabelecimentos	Empregos
1	Agricultura	9	10
2-2	Artesãos - reparos	35	70
2-3	Artesãos - fabricação ou instalação	9	138
2-4	Artesãos - Pequenos reparos	26	50
26Ha	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	39	575
26Mi	Outros serviços terciários (serviços de fluxos mistos)	40	2450
26Mo	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	59	335
3	Indústria Química	5	33
34-2	Indústria da construção (reparos)	9	45
34-3	Indústria da construção (fabricação ou instalação)	26	382
4-2	Industria de produção de bens intermediários (base)	25	97
4-6	Industria de produção de bens intermediários (intermediários)	14	53
4-7	Industria de produção de bens intermediários (grandes objetos)	53	209
5-2	Industria de bens de consumo (produtos alimentares perecíveis)	10	18
5-4	Industria de bens de consumo (produtos não alimentares, artigos de decoração)	33	81
5-5	Industria de bens de consumo (produtos alimentares não perecíveis)	20	106
7-2	Comércio de atacado de produtos intermediários perecíveis	20	64
7-3	Comércio de atacado de outros produtos intermediários	25	209
8-2	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	33	119
8-3	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	7	17
9-2	Comércio de atacado de bens de consumo alimentares perecíveis	0	0
9-3	Comércio de atacado de outros bens de consumo alimentares	17	35
10	Hipermercado e lojas de departamento versátil	2	268
11	Supermercado	3	221
12	Grande loja especializada	15	75
13	Loja de conveniência ou mini-mercado	11	128
14	Varejo de vestuário, couro e calçados	51	519
15	Açougues	10	61
16	Mercearia (especiarias)	5	56
17	Padarias, massas	21	660
18	Cafés, hotéis e restaurantes	156	2731
19	Farmácia	15	92
20	Loja de ferragens	4	12
21	Loja de móveis	14	34
22	Livraria e papelaria	25	75
23	Outros comércio de varejos	56	744
29	Comércio itinerante – feiras	24	51
25	Escritórios	97	11249

Continua

Tabela 7-4: Sumário da estrutura dos subsetores econômica da área de estudo do Cenário Atual
Conclusão

26Fa	Outros Escritórios (fluxo baixo)	48	750
27-2	Escritório não terciário (agricultura, comércio de atacado)	28	287
27-3	Escritório não terciário (comércio de varejo, indústria e transportes)	24	65
6	Transportes (com exclusão armazéns)	26	553
28-2	Armazéns (carga)	12	26
28-3	Armazéns (incluindo o transporte)	23	105
Total		1184	23858

Fonte: Material da Pesquisa, com base na modelagem com o *SIMETAB* (2015)

7.4 A CONSTRUÇÃO DO ARQUIVO SIRENE

Os dados dos estabelecimentos alimentícios coletados em campo, junto com os dados gerados pelo *SIMETAB*, abrangendo os demais estabelecimentos dos outros setores e subsetores econômicos, foram consolidados e editados no arquivo SIRENE (*Système d'Information Répertoriant lês Entreprises*).

A construção desse arquivo foi desenvolvida em uma planilha de Excel, ver Figura 7-15, onde os dados obtidos foram inseridos. Esse processo foi realizado com o suporte dos pesquisadores Jean-Louis Routhier e Florence Toilier.

Figura 7-15: Arquivo SIRENE adaptado para a modelagem do cenário atual de São Paulo

1	SIRET	NOMETAB	LIBCOM	APET700	SIEGE	EFETCENT	NATURE	NBTOA	ZONE
2	1	Antonietta Impório Restaurante	CONSOLAÇÃO	553B	1	10	21	1	1
3	2	Dulca	CONSOLAÇÃO	554B	1	10	21	1	1
4	3	Bar Higienópolis	CONSOLAÇÃO	554B	1	3	21	1	1
5	4	Yoif Rolls & Temaki	CONSOLAÇÃO	553B	1	10	21	1	1
6	5	Mercearia do Francês	CONSOLAÇÃO	553B	1	20	22	1	1
7	6	Bistro ICI	CONSOLAÇÃO	553B	1	20	22	1	1
8	7	Terraço Angélica	CONSOLAÇÃO	553B	1	10	22	1	1
9	8	McDonalds	CONSOLAÇÃO	553B	0	50	22	2	1
10	9	La Gula	CONSOLAÇÃO	553B	1	10	22	1	1
11	10	Diner / Booze & Burger	CONSOLAÇÃO	553B	1	20	21	1	1
12	11	Mamarana	CONSOLAÇÃO	553B	1	10	21	1	1
13	12	Avenida Grill	CONSOLAÇÃO	553B	1	6	21	1	1
14	13	Carnes Higienópolis	CONSOLAÇÃO	522C	1	3	21	1	1
15	14	Sotto Caffé Bistrô	CONSOLAÇÃO	553B	1	3	21	1	1
16	15	BRAZ	CONSOLAÇÃO	553B	1	20	21	1	1
17	16	Calor Humano	CONSOLAÇÃO	554B	1	10	22	1	1
18	17	D'George	CONSOLAÇÃO	554B	1	6	21	1	1
19	18	Honkê	CONSOLAÇÃO	553B	1	20	21	1	1
20	19	Vicapota	CONSOLAÇÃO	553B	1	20	22	1	1
21	20	Espaço Buenos Aires café	CONSOLAÇÃO	554B	1	3	21	1	1
22	21	Espaço Buenos Aires restaurante	CONSOLAÇÃO	553B	1	3	21	1	1
23	22	Pão de Açucar	CONSOLAÇÃO	521D	0	100	22	2	1
24	23	Bacco's	CONSOLAÇÃO	522J	1	20	21	1	1
25	24	Dia%	CONSOLAÇÃO	521D	0	20	22	2	1
26	25	Casa de carnes Europa	CONSOLAÇÃO	522C	1	3	21	1	1
27	26	Casa do Pão de Queijo	CONSOLAÇÃO	554B	0	3	21	2	1
28	27	La Villette	CONSOLAÇÃO	553B	1	20	21	1	1
29	28	Sushi Papaia	CONSOLAÇÃO	553B	1	20	21	1	1
30	29	The Fifties	CONSOLAÇÃO	553B	0	20	22	2	1

Fonte: Material da Pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

A planilha do SIRENE organiza os dados da seguinte maneira:

- SIRET: Código de identificação do estabelecimento (ID). (14 caracteres);
- NOMETAB: Nome ou razão social da empresa. (40 caracteres);
- LIBCOM: Nome do distrito ou zona. (25 caracteres);
- APET700: Código da atividade principal do estabelecimento de acordo com o NAF -696 Classificações. (4 caracteres);
- SIEGE: Status do estabelecimento – Sede (Sim/Não) (1 caractere);
- EFETCENT: Quantidade de funcionários. (5 caracteres);
- NATURE: Natureza da atividade do estabelecimento. (2 caracteres);
- NBTOA: Número de franquias (4 caracteres);
- ZONE: Zoneamento (definido pelo usuário) em que o estabelecimento está localizado.

A categorização dos estabelecimentos seguiu a Classificação Francesa de Atividades (NAF rev. 2). O software *Freturb* é capaz de identificar 696 classes de estabelecimentos do NAF com os seus códigos de quatro dígitos. Na Europa existe o NACE (Classificação Estatística das Atividades Econômicas na Comunidade Europeia). No Brasil, há o CNAE³⁸ (Classificação Nacional de Atividades Econômicas), que é um instrumento de padronização nacional de códigos utilizado por diversos órgãos da administração tributária no país. O CNAE se aplica:

Para todos os agentes econômicos que estão engajados na produção de bens e serviços, podendo compreender estabelecimentos de empresas privadas ou públicas, estabelecimentos agrícolas, organismos públicos e privados, instituições sem fins lucrativos e agentes autônomos (pessoa física). (CNAE, 2015)

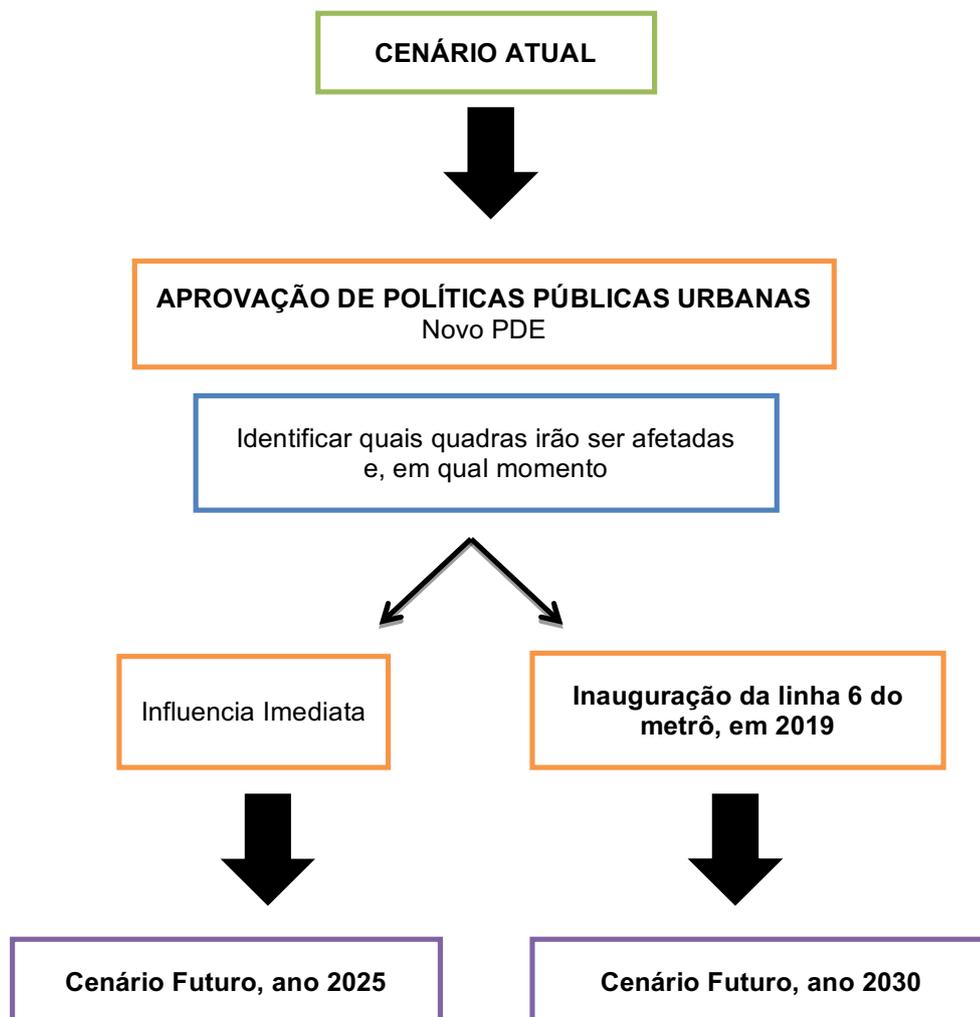
³⁸Disponível em: <<http://www.cnae.ibge.gov.br>>. Acesso em 05 fev. 2015

7.5 METODOLOGIA ADOTADA PARA CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS FUTUROS

7.5.1 PERÍODOS DOS CENÁRIOS FUTUROS

A definição dos cenários futuros para 2025 e 2030, conforme esquematizado na Figura 7-16, a seguir, baseou-se, primeiramente, na evolução urbana prevista para a área segundo diretrizes e parâmetros urbanísticos do Novo Plano Diretor do Município de São Paulo, de 2014. O fluxograma, ilustrado na Figura 7-16, demonstra os principais critérios adotados para predição dos cenários de 2025 e 2030 e que serão detalhados nos itens seguintes.

Figura 7-16: Estrutura geral das predições dos cenários futuros



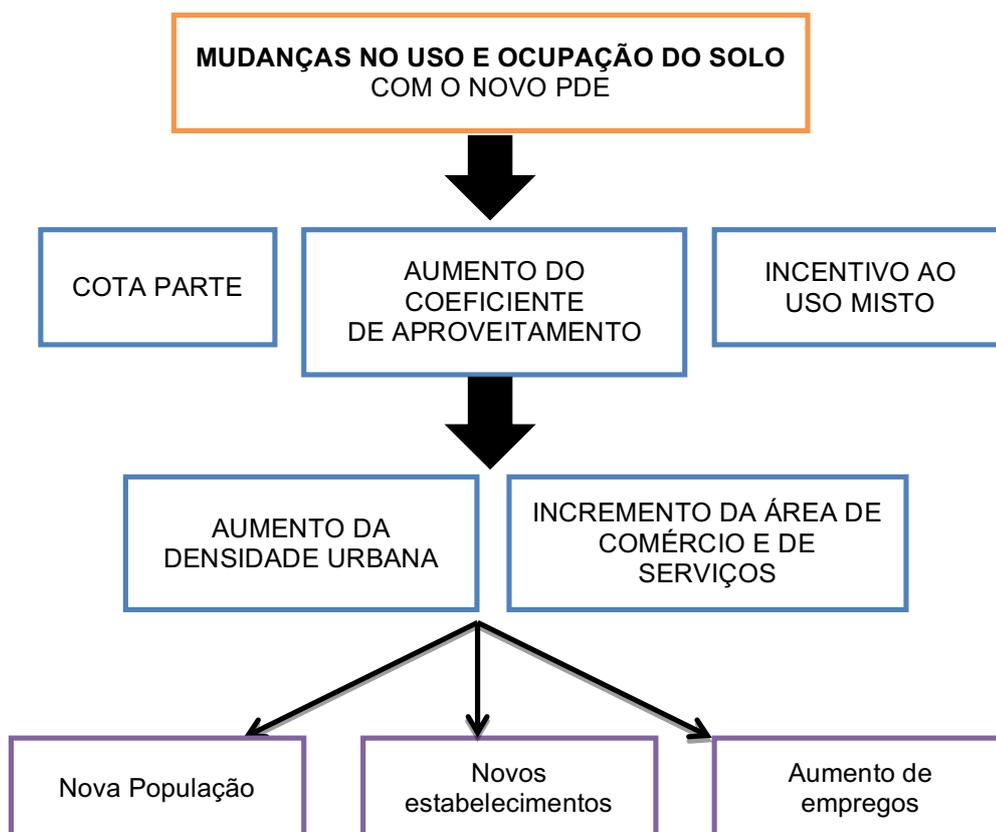
Fonte: Material da Pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

7.5.2 EVOLUÇÃO DAS DENSIDADES URBANAS E DA ESTRUTURA DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS

Foram identificadas as quadras que estão nos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana; contudo observa-se que, no recorte urbano em estudo, há dois momentos em que essas quadras irão surtir efeitos dos novos parâmetros.

No primeiro cenário futuro (2025), de influência imediata da aprovação do Novo Plano Diretor, adota-se um horizonte de 10 anos, ou seja, o ano de 2025. Considera-se, assim, que o mercado imobiliário desenvolva ou construa nessas quadras os edifícios de uso misto com os incrementos em adensamento urbano no intervalo de tempo assumido. No segundo cenário futuro (2030), considera-se a inauguração da linha 6 do Metrô, prevista para o ano de 2019, e dos seus efeitos adicionais sobre as mudanças de uso do solo e adensamento populacional e construído. A Figura 7-17, a seguir, ilustra os parâmetros de uso e ocupação do solo que surtirão mudanças na área de estudo.

Figura 7-17: Evolução das mudanças de Uso e Ocupação do Solo na área estudada



Fonte: Material da Pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Foi definida ainda uma quadra modelo para cada cenário futuro (2025 e 2030), conforme esquematizado na Figura 7-18, a seguir. Nas quadras modelos foram identificados os lotes vazios, como também lotes com residências assobradadas ou térreas passíveis de serem verticalizados. No cenário de 2025, há um total de 10 quadras que sofrerão efeitos da influência imediata, e no cenário 2030 serão 12 quadras.

A quadra modelo do cenário 2025, localizada no Distrito de Santa Cecília, é circundada pelas alameda Barros, alameda Barão de Tatuí, rua Imaculada da Conceição e rua Martim Francisco; a quadra modelo do cenários 2030, representada pela Figura 7-18, a seguir, esta localizada no distrito da Consolação e é circundada pelas ruas Alagoas, Bahia, Sergipe e pela avenida Angélica. As poligonais em cor amarelo representam os lotes possíveis de serem verticalizados, na quadra em questão.

Figura 7-18: Quadra Modelo do cenário 2030

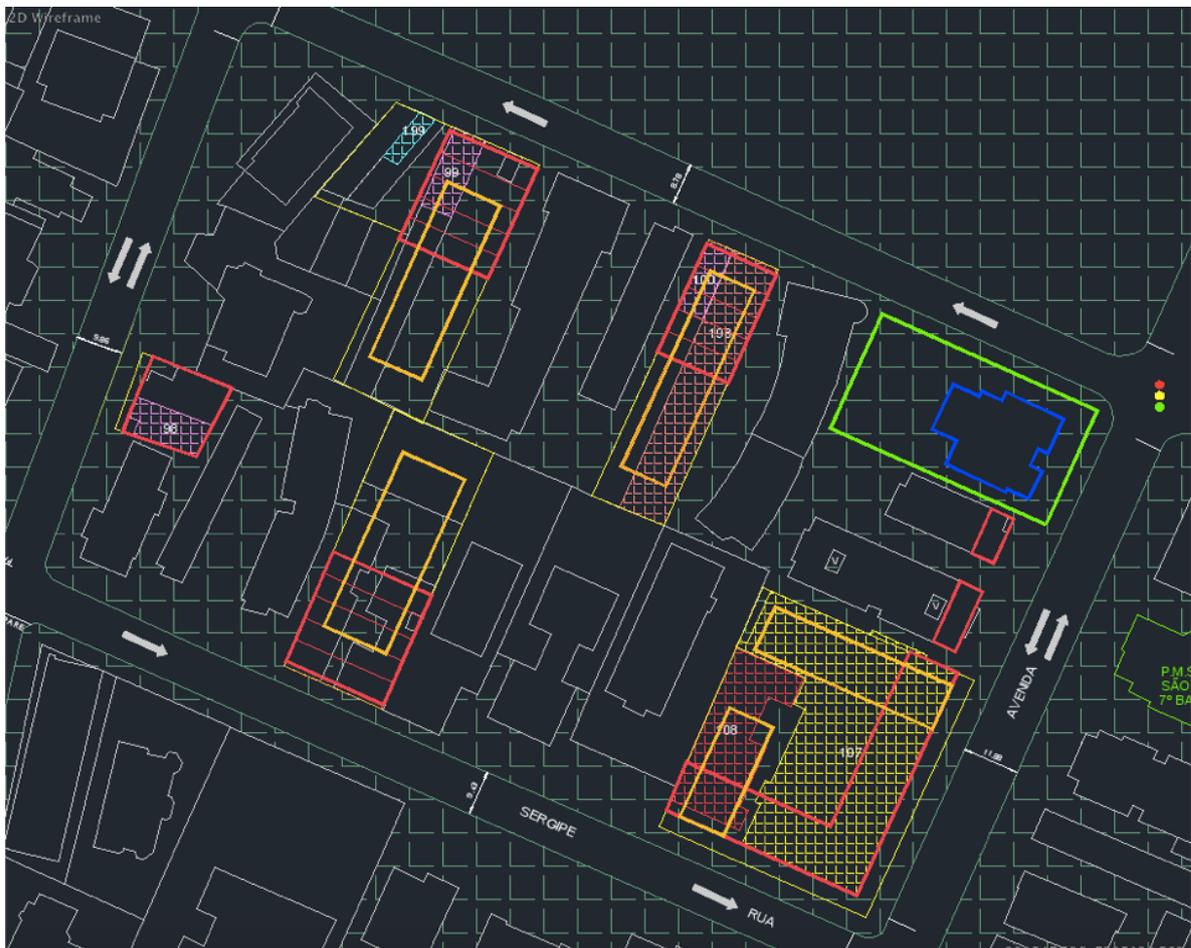


Fonte: Adaptado de © 2016 Google (GOOGLE, 2016b)

A razão de elencar as quadras modelos para cada cenário é definir uma possível alternativa de uso e ocupação do solo em acordo com novos parâmetros urbanísticos do novo PDE. Para isso foi desenvolvido um desenho urbano das quadras modelo, baseado no aumento da área comercial e da densidade populacional.

Na Figura 7-19, a seguir, verifica-se o desenho da quadra modelo do cenário 2030: as linhas amarelas são os edifícios residenciais, obtidos por meio da aplicação dos parâmetros de “cota parte”, “taxa de ocupação” e “coeficiente de aproveitamento”, estes utilizados para definir o volume dos edifícios e as quantidades de unidades habitacionais. Para obter o incremento populacional foi aplicado o índice “habitantes/domicílio” referentes dos distritos de Santa Cecília e Consolação, que é 3,15 (IBGE, 2010). A linha vermelha, por sua vez, representa o incremento da área comercial dos edifícios de uso misto.

Figura 7-19: Desenho Urbano da quadra modelo do cenário de 2030.

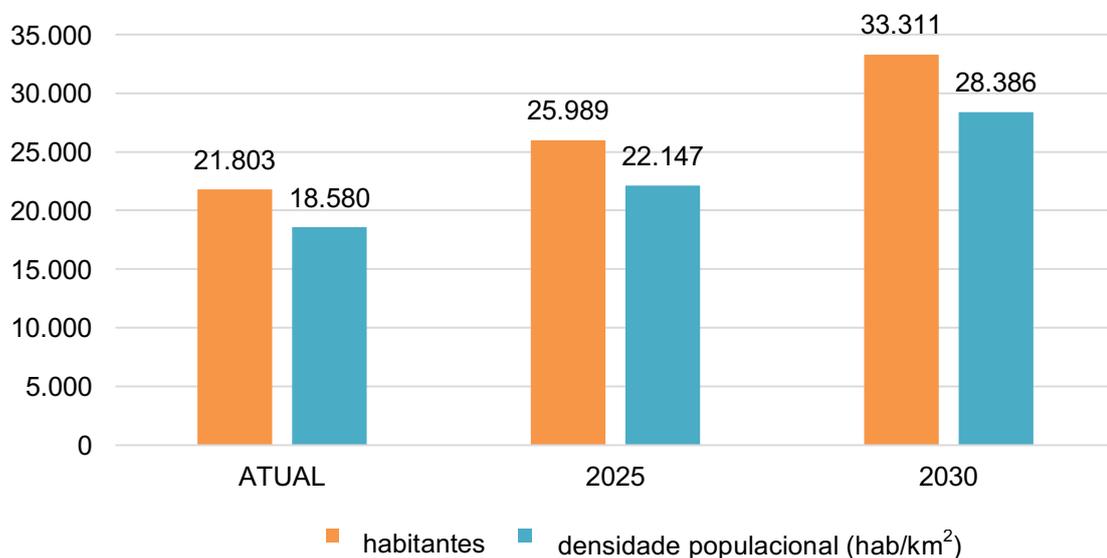


Fonte: Material da Pesquisa (sem escala)

Obtendo estes possíveis incrementos de população e de área comercial na quadra modelo, esses valores foram replicados proporcionalmente para as demais quadras, em nos cenários de 2025 e 2030. Essa estimativa para as demais quadras se demonstrou razoável, pois foram verificados os lotes possíveis de serem verticalizados em cada quadra e aplicada a proporção obtida na quadra modelo dos respectivos cenários urbanos.

Os dados populacionais obtidos foram: no cenário atual, há 21.803 habitantes e densidade populacional de 18.580 hab/km²; o cenário de 2025 possui 25.989 habitantes e 22.147 hab/km²; e, por fim, o cenário de 2030, tem uma população de 33.311 habitantes e uma densidade populacional que perfaz 28.386 hab/km² (ver Gráfico 7-3). O incremento total de área comercial no recorte urbano estudado, por sua vez, foi: no cenário de 2025, de 37.616,00 m²; e para o cenário de 2030, o aumento foi de 65.880,00 m².

Gráfico 7-3: Dados populacionais dos cenários: atual, 2025 e 2030.

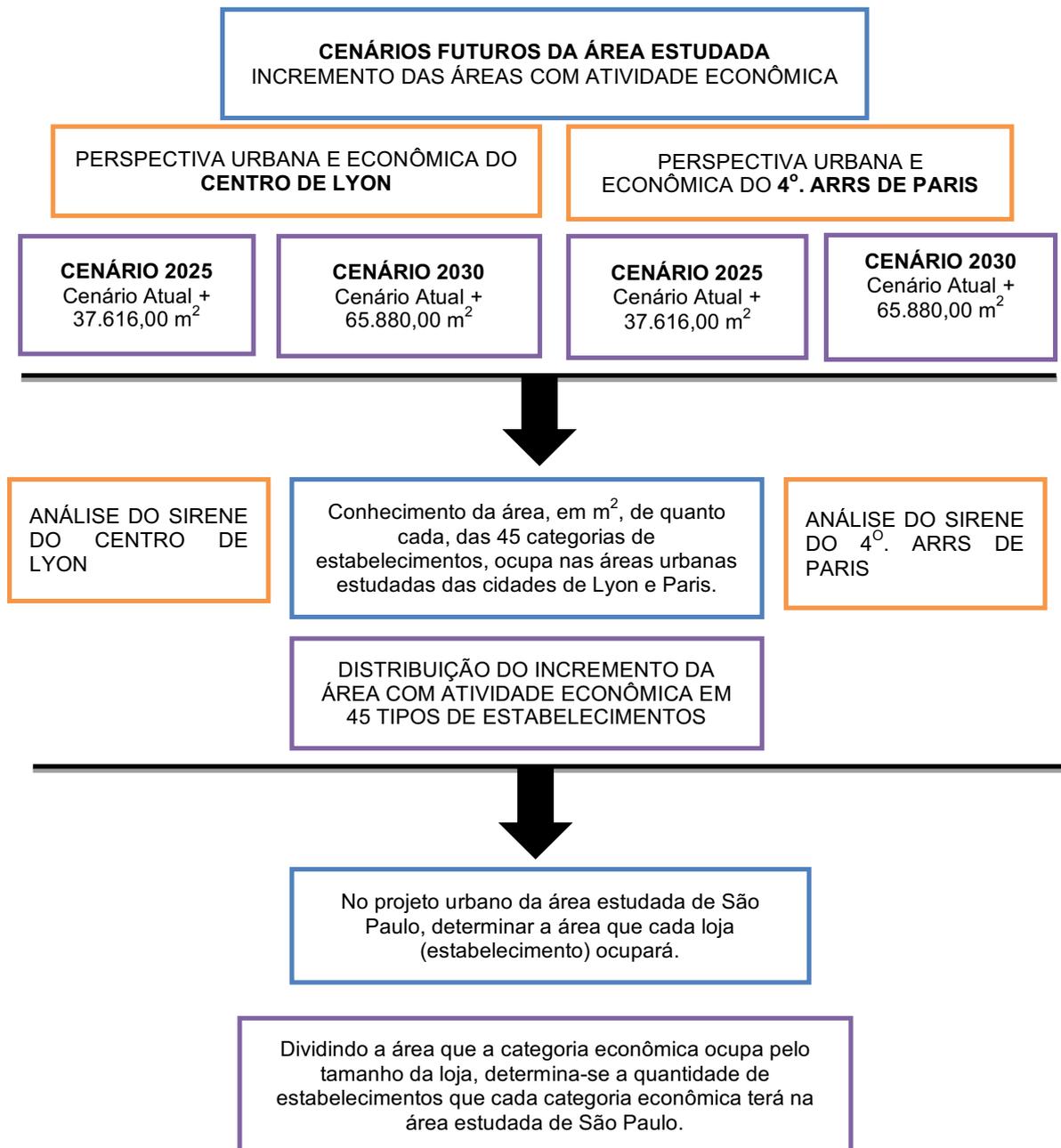


Fonte: Material da Pesquisa.

7.5.3 FRACIONAMENTO DA NOVA ÁREA DE COMÉRCIO E SERVIÇOS EM SETORES E SUBSETORES ECONÔMICOS E DISTRIBUIÇÃO DOS EMPREGOS

O fluxograma ilustrado na Figura 7-20, a seguir, descreve as etapas para se obter as quantidades e os usos dos estabelecimentos nos cenários de 2025 e 2030, com a perspectiva econômica do Centro de Lyon e do 4^o *Arrondissement* de Paris.

Figura 7-20: Fluxograma do processo para se obter as quantidades e os usos dos estabelecimentos nos cenários futuros.



Fonte: Material da Pesquisa

Os incrementos das áreas comerciais, dos cenários futuros, foram então fracionados em estabelecimentos, em quantidades e também conforme perfil da atividade econômica do estabelecimento. Esse fracionamento de atividade e ocupação, nos cenários futuros, necessitava da média da ocupação (em m²), de cada das 45 categorias de estabelecimentos, referente aos distritos de Santa Cecília e Consolação. Como a RAIS, do ano de 2013, desses dois distritos não tinha esses

dados disponíveis, Jean-Louis Routhier e Florence Toilier (informação verbal)⁵ sugeriram aplicar uma estrutura econômica de uma área urbana da França que fosse similar à área de São Paulo em tamanho (1km²) e densidades populacionais.

Assim sendo, as áreas de referência sugeridas pelos pesquisadores acima citados e adotadas nesse trabalho foram: o Centro de Lyon (Figura 7-21) e o 4º *Arrondissement* de Paris (Figura 7-22). Obter a perspectiva urbana para a área em estudo com base na estrutura econômica dessas duas Regiões da França foi fundamental para viabilizar a construção dos cenários futuros, pois o *Laboratoire Aménagement Economie Transports* da Universidade de Lyon (LAET UdL), possuía o SIRENE, do ano de 2013, de ambas as regiões de Lyon e Paris, com uma vasta quantidade de dados. Dessa forma, o incremento da área comercial na área de estudo de São Paulo (cenário de 2025, aumento de 37.616,00 m²; e cenário de 2030, incremento de 65.880,00 m²) foi distribuída em 45 categorias de atividades econômicas, de acordo com a proporção que cada atividade econômica ocupa nessas respectivas regiões francesas (ver Tabela 7-5 e Tabela 7-6). Sendo assim, os Cenários Futuros 2025 e 2030 de São Paulo possuem duas perspectivas econômicas: do Centro de Lyon e do 4º *Arrondissement* de Paris.

Figura 7-21: Recorte urbano do centro de Lyon, em verde, onde a estrutura econômica foi avaliada.



Fonte: Adaptado de © 2016 Google (GOOGLE, 2016c)

Tabela 7-5: Porcentagem da ocupação das áreas comerciais no Centro de Lyon, baseado no SIRENE do ano de 2013

Código das 45 categorias de atividades econômicas	Nomenclatura das atividades econômicas	Porcentagem da área de ocupação na área urbana
1	Agricultura	0,10%
10	Hipermercado e lojas de departamento versátil	1,64%
11	Supermercado	0,24%
12	Grande loja especializada	1,39%
13	Loja de conveniência ou mini-mercado	0,19%
14	Varejo de vestuário, couro e calçados	10,78%
15	Açougues	0,06%
16	Mercearia (especiarias)	0,10%
17	Padarias, massas	1,18%
18	Cafés, hotéis e restaurantes	6,49%
19	Farmácia	0,25%
20	Loja de ferragens	0,16%
21	Loja de móveis	0,83%
22	Livraria e papelaria	0,58%
2-2	Artesãos - reparos	0,02%
23	Outros comércio de varejos	7,45%
2-3	Artesãos - fabricação ou instalação	0,93%
2-4	Artesãos - Pequenos reparos	0,51%
25	Escritórios	26,21%
26Fa	Outros Escritórios (fluxo baixo)	1,35%
26Ha	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	6,11%
26Mi	Outros serviços terciários (serviços de fluxos mistos)	7,34%
26Mo	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	2,99%
27-2	Escritório não terciário (agricultura, comércio de atacado)	0,74%
27-3	Escritório não terciário (comércio de varejo, indústria e transportes)	0,15%
28-2	Armazéns (carga)	0,94%
28-3	Armazéns (incluindo o transporte)	2,45%
29	Comércio itinerante – feiras	0,08%
34-2	Indústria da construção (reparos)	0,02%
34-3	Indústria da construção (fabricação ou instalação)	0,31%
4-2	Industria de produção de bens intermediários (base)	0,51%
4-6	Industria de produção de bens intermediários (intermediários)	0,54%

Continua

Tabela 7-6: Porcentagem da ocupação das áreas comerciais 4º *Arrondissement* de Paris, baseado no SIRENE do ano de 2013

Código das 45 categorias de atividades econômicas	Nomenclatura das atividades econômicas	Porcentagem da área de ocupação (m²) na área urbana
1	Agricultura	0,09%
10	Hipermercado e lojas de departamento versátil	4,50%
11	Supermercado	0,09%
12	Grande loja especializada	0,09%
13	Loja de conveniência ou mini-mercado	0,12%
14	Varejo de vestuário, couro e calçados	2,80%
15	Açougues	0,03%
16	Mercearia (especiarias)	0,50%
17	Padarias, massas	1,03%
18	Cafés, hotéis e restaurantes	4,27%
19	Farmácia	0,12%
20	Loja de ferragens	0,03%
21	Loja de móveis	0,24%
22	Livraria e papelaria	0,37%
2-2	Artesãos - reparos	0,14%
23	Outros comércios de varejos	6,03%
2-3	Artesãos - fabricação ou instalação	1,03%
2-4	Artesãos - Pequenos reparos	0,20%
25	Escritórios	46,62%
26Fa	Outros Escritórios (fluxo baixo)	0,74%
26Ha	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	1,24%
26Mi	Outros serviços terciários (serviços de fluxos mistos)	3,45%
26Mo	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	4,27%
27-2	Escritório não terciário (agricultura, comércio de atacado)	0,43%
27-3	Escritório não terciário (comércio de varejo, indústria e transportes)	0,26%
28-2	Armazéns (carga)	0,27%
28-3	Armazéns (incluindo o transporte)	0,35%
29	Comércio itinerante – feiras	0,14%
34-2	Indústria da construção (reparos)	0,27%
34-3	Indústria da construção (fabricação ou instalação)	1,37%
4-2	Industria de produção de bens intermediários (base)	0,28%
4-6	Industria de produção de bens intermediários (intermediários)	0,46%
4-7	Industria de produção de bens intermediários (grandes objetos)	2,64%

Continua

Tabela 7-6: Porcentagem da ocupação das áreas comerciais 4º *Arrondissement* de Paris, baseado no SIRENE do ano de 2013

Conclusão		
5-2	Industria de bens de consumo (produtos alimentares perecíveis)	0,05%
5-4	Industria de bens de consumo (produtos não alimentares, artigos de decoração)	1,36%
5-5	Industria de bens de consumo (produtos alimentares não perecíveis)	1,03%
6	Transportes (com exclusão armazéns)	5,45%
7-2	Comércio de atacado de produtos intermediários perecíveis	0,71%
7-3	Comércio de atacado de outros produtos intermediários	2,08%
8-2	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	3,41%
8-3	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	0,48%
9-2	Comércio de atacado de bens de consumo alimentares perecíveis	0,02%
9-3	Comércio de atacado de outros bens de consumo alimentares	0,58%
3	Indústria Química	0,37%

Fonte: SIRENE (2015)

Em seguida, foi necessário determinar a quantidade de estabelecimentos que cada categoria possuía. Para isso, foi adotado um padrão de tamanho dos estabelecimentos para cada categoria (ver Tabela 7-7), baseando-se nas premissas: (i) espaço físico necessário para que as atividades sejam realizadas em cada tipo de estabelecimento; (ii) estabelecimentos de pequeno porte, atividades econômicas que necessitam de grandes áreas, tais como hipermercados e supermercados, receberam valores zero para serem nulos nas predições urbanas, tendo em vista que estabelecimentos de grande porte não serão incentivados.

Tabela 7-7: Tamanho dos estabelecimentos para cada categoria de atividade econômica

Código das 45 categorias de atividades econômicas	Nomenclatura das atividades econômicas	Tamanho dos estabelecimentos (m²)
1	Agricultura	0
10	Hipermercado e lojas de departamento versátil	0
11	Supermercado	0
12	Grande loja especializada	320
13	Loja de conveniência ou mini-mercado	120
14	Varejo de vestuário, couro e calçados	80

Continua

Tabela 7-7: Tamanho dos estabelecimentos para cada categoria de atividade econômica
Conclusão

15	Açougues	40
16	Mercearia (especiarias)	40
17	Padarias, massas	80
18	Cafés, hotéis e restaurantes	80
19	Farmácia	120
20	Loja de ferragens	40
21	Loja de móveis	120
22	Livraria e papelaria	40
2-2	Artesãos - reparos	40
23	Outros comércio de varejos	80
2-3	Artesãos - fabricação ou instalação	40
2-4	Artesãos - Pequenos reparos	40
25	Escritórios	80
26Fa	Outros Escritórios (fluxo baixo)	80
26Ha	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	80
26Mi	Outros serviços terciários (serviços de fluxos mistos)	80
26Mo	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	120
27-2	Escritório não terciário (agricultura, comércio de atacado)	40
27-3	Escritório não terciário (comércio de varejo, indústria e transportes)	40
28-2	Armazéns (carga)	320
28-3	Armazéns (incluindo o transporte)	480
29	Comércio itinerante – feiras	10
34-2	Indústria da construção (reparos)	40
34-3	Indústria da construção (fabricação ou instalação)	120
4-2	Industria de produção de bens intermediários (base)	120
4-6	Industria de produção de bens intermediários (intermediários)	120
4-7	Industria de produção de bens intermediários (grandes objetos)	120
5-4	Industria de bens de consumo (produtos não alimentares, artigos de decoração)	120
5-5	Industria de bens de consumo (produtos alimentares não perecíveis)	120
6	Transportes (com exclusão armazéns)	160
7-2	Comércio de atacado de produtos intermediários perecíveis	160
7-3	Comércio de atacado de outros produtos intermediários	160
8-2	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	160
8-3	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	160
9-3	Comércio de atacado de outros bens de consumo alimentares	160

Fonte: Material da Pesquisa

Na Tabela 7-8, a seguir, é possível verificar o incremento das quantidades dos estabelecimentos, por categoria econômica nas quadras que irão surtir efeitos dos novos parâmetros de uso e ocupação do solo nos respectivos cenários futuros.

Tabela 7-8: Quantidade de estabelecimentos em cada cenário futuro

Atividade econômica	Quantidade de estabelecimentos			
	Centro de Lyon		4 ^o . Arrs de Paris	
	2025	2030	2025	2030
Agricultura	0	0	0	0
Hipermercado e lojas de departamento versátil	0	0	0	0
Supermercado	0	0	0	0
Grande loja especializada	2	3	15	26
Loja de conveniência ou mini-mercado	7	11	13	23
Varejo de vestuário, couro e calçados	51	89	0	1
Açougues	1	1	5	8
Mercearia (especiarias)	1	2	5	8
Padarias, massas	6	10	20	35
Cafés, hotéis e restaurantes	31	53	0	1
Farmácia	1	1	0	0
Loja de ferragens	1	3	1	1
Loja de móveis	3	5	4	6
Livraria e papelaria	5	10	1	2
Artesãos - reparos	0	0	28	50
Outros comércios de varejos	35	61	10	17
Artesãos - fabricação ou instalação	9	15	2	3
Artesãos - Pequenos reparos	5	8	219	384
Escritórios	123	216	3	6
Outros Escritórios (fluxo baixo)	6	11	6	10
Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	29	50	16	28
Outros serviços terciários (serviços de fluxos mistos)	35	60	13	23
Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	9	16	4	7
Escritório não terciário (agricultura, comércio de atacado)	7	12	2	4
Escritório não terciário (comércio de varejo, indústria e transportes)	1	2	0	1
Armazéns (carga)	1	2	0	0
Armazéns (incluindo o transporte)	2	3	5	9
Comércio itinerante – feiras	3	5	3	5
Indústria da construção (reparos)	0	0	4	8
Indústria da construção (fabricação ou instalação)	1	2	1	2
Industria de produção de bens intermediários (base)	2	3	1	3
Industria de produção de bens intermediários (intermediários)	2	3	8	15
Industria de produção de bens intermediários (grandes objetos)	8	13	0	0

Continua

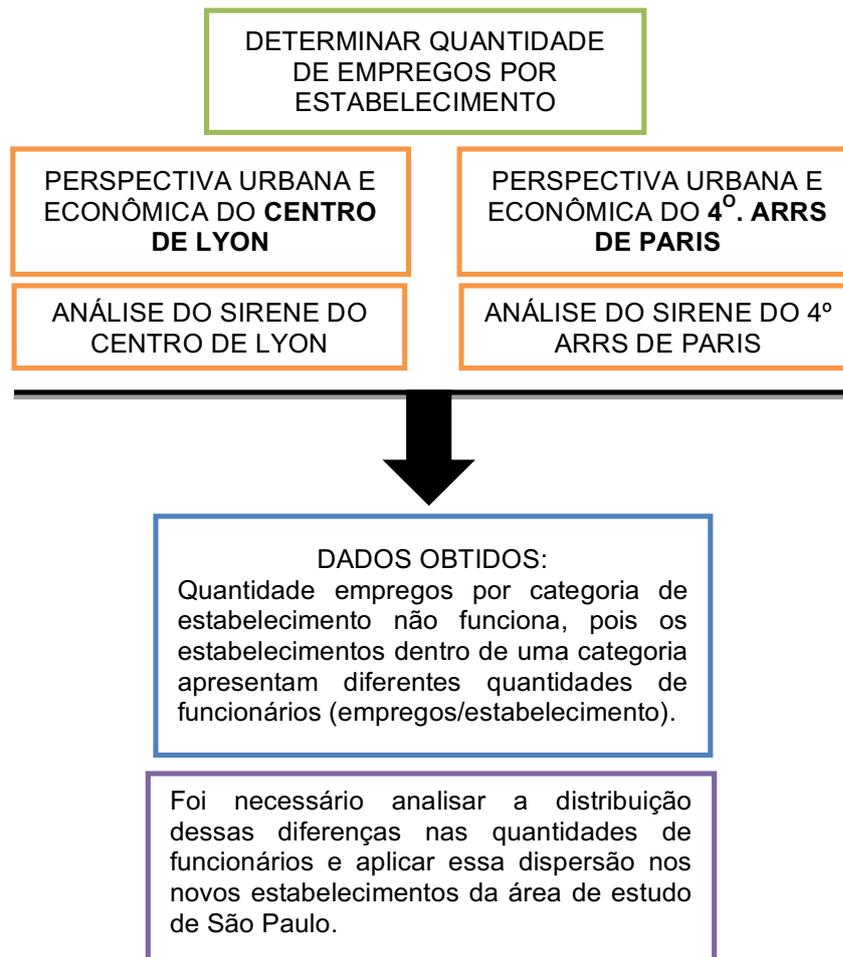
Tabela 7-8: Quantidade de estabelecimentos em cada cenário futuro

Conclusão				
Industria de bens de consumo (produtos alimentares perecíveis)	0	0	4	7
Industria de bens de consumo (produtos não alimentares, artigos de decoração)	3	6	2	4
Industria de bens de consumo (produtos alimentares não perecíveis)	19	34	13	22
Transportes (com exclusão armazéns)	3	6	2	3
Comércio de atacado de produtos intermediários perecíveis	1	2	5	9
Comércio de atacado de outros produtos intermediários	3	6	8	14
Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	8	14	1	2
Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	1	2	0	0
Comércio de atacado de bens de consumo alimentares perecíveis	0	0	1	2
Comércio de atacado de outros bens de consumo alimentares	1	2	1	2
Indústria Química	0	0	0	0
Total	423	745	430	752

Fonte: Material da Pesquisa

A etapa final, para construir os dados de entrada para a modelagem dos cenários futuros, é determinar a quantidade de empregos para cada estabelecimento. O fluxograma ilustrado na Figura 7-23 representa a metodologia para realizar a distribuição das quantidades de funcionários por estabelecimento econômico.

Figura 7-23: Fluxograma do processo para determinar a quantidade de funcionários por estabelecimento



Fonte: Material da Pesquisa.

Foi analisada novamente a base de dados do SIRENE do ano de 2013 das respectivas regiões francesas, centro de Lyon e 4º. *Arrondissement* de Paris. Nessa fonte de dados foi possível obter a média de funcionários por categoria de estabelecimentos, conforme a Tabela 7-9, a seguir. Porém, durante o estágio no *Laboratoire Aménagement Economie Transports* da Universidade de Lyon (LAET-UdL) Jean-Louis Routhier e Florence Toilier (informação verbal)³⁹ advertiram que a aplicação da média de funcionário por estabelecimentos para cada categoria era plausível apenas quando a quantidade de estabelecimentos da mesma categoria não ultrapassasse 5 (cinco) estabelecimentos. Eles recomendaram que em categorias de

³⁹ Conversa presencial com os pesquisadores do *Laboratoire Aménagement Economie Transports*, Lyon, em 05 de Maio de 2015.

estabelecimentos que possuíssem quantidade superiores, era necessário estudar a dispersão dos valores contidos no SIRENE do ano de 2013 de cada respectiva área francesa e aplicar essa distribuição nas respectivas categorias dos cenários futuros da área de São Paulo. Esse é o caso, por exemplo, do setor de escritórios que, no cenário futuro com a estrutura econômica de Lyon, possui 216 estabelecimentos. Essa etapa de análise e distribuição da dispersão nos cenários futuros foi acompanhada meticulosamente pelos pesquisadores Jean-Louis Routhier e Florence Toilier, durante a realização do referido estágio científico no LAET-UdL.

Tabela 7-9: Funcionários por estabelecimentos no Centro de Lyon e no 4^o Arrondissement de Paris

Atividade econômica	Funcionários por estabelecimento	
	Centro de Lyon	4 ^o . Arrs de Paris
Agricultura	1,4	2,0
Hipermercado e lojas de departamento versátil	232,3	218,5
Supermercado	18,0	18,0
Grande loja especializada	138,0	71,0
Loja de conveniência ou mini-mercado	6,8	11,0
Varejo de vestuário, couro e calçados	4,6	4,3
Açougues	5,5	4,3
Mercearia (especiarias)	3,5	6,1
Padarias, massas	7,4	7,8
Cafés, hotéis e restaurantes	7,0	7,1
Farmácia	10,4	7,0
Loja de ferragens	7,5	2,8
Loja de móveis	5,6	2,8
Livraria e papelaria	4,5	4,0
Artesãos - reparos	1,6	2,1
Outros comércio de varejos	4,6	3,6
Artesãos - fabricação ou instalação	1,6	1,6
Artesãos - Pequenos reparos	2,1	3,8
Escritórios	8,4	17,8
Outros Escritórios (fluxo baixo)	9,2	7,9
Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	5,9	2,8
Outros serviços terciários (serviços de fluxos mistos)	3,7	2,9
Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	4,8	45,7
Escritório não terciário (agricultura, comércio de atacado)	5,7	4,7
Escritório não terciário (comércio de varejo, indústria e transportes)	2,9	7,0
Armazéns (carga)	21,9	9,3
Armazéns (incluindo o transporte)	82,8	10,2
Comércio itinerante – feiras	2,1	1,8

Continua

Tabela 7-9: Funcionários por estabelecimentos no Centro de Lyon e no 4º. *Arrondissement* de Paris

Conclusão		
Indústria da construção (reparos)	14,9	6,2
Indústria da construção (fabricação ou instalação)	7,7	10,4
Industria de produção de bens intermediários (base)	3,0	2,5
Industria de produção de bens intermediários (intermediários)	2,2	2,4
Industria de produção de bens intermediários (grandes objetos)	5,4	3,7
Industria de bens de consumo (produtos alimentares perecíveis)	0	8,1
Industria de bens de consumo (produtos não alimentares, artigos de decoração)	4,3	3,1
Industria de bens de consumo (produtos alimentares não perecíveis)	7,0	3,0
Transportes (com exclusão armazéns)	5,6	24,3
Comércio de atacado de produtos intermediários perecíveis	3,0	4,4
Comércio de atacado de outros produtos intermediários	2,2	3,4
Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	5,3	4,0
Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	4,1	4,6
Comércio de atacado de bens de consumo alimentares perecíveis	0	2,4
Comércio de atacado de outros bens de consumo alimentares	4,6	6,0
Indústria Química	0	14,2

Fonte: Material da Pesquisa

Por fim, concluídas as etapas descritas, foi possível configurar os dados suficientes (tais como tamanho, quantidades, tipos e usos dos estabelecimentos, assim como quantidades de funcionários) para os arquivos de entrada dos cenários futuros de 2025 e 2030 da área em estudo em São Paulo, com as opções de estrutura econômica do centro de Lyon e do 4º *Arrondissement* de Paris. Esse incremento de estabelecimentos e empregos na área em estudo foi previsto nas quadras urbanas que estão na influência dos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana do novo Plano Diretor Estratégico de São Paulo de 2014, previstos na mesma área.

PARTE E

Análise qualitativa dos resultados da aplicação do
Freturb. Conclusão e considerações finais

8 RESULTADOS DA MODELAGEM

Configurados os arquivos de entrada para as modelagens no *Freturb*, obtém-se os resultados da movimentação da carga para os respectivos cenários localizados no recorte urbano em questão, inserido nos distritos de Santa Cecília e Consolação, no Município de São Paulo.

• Cenário Atual:

- Análise microurbana⁴⁰, com a modelagem apenas dos estabelecimentos alimentícios coletados em campo;
- Análise macrourbana⁴¹, com todos os tipos de estabelecimentos econômicos presentes na área de estudo.

O Cenário Atual é baseado nos dados da RAIS do ano de 2013, em ambas análises, microurbana e macrourbana do cenário atual. A pesquisa traçou um comparativo com o cenário atual do Centro de Lyon e do o 4º *Arrondissement* de Paris, em ambas áreas foram referenciadas os dados também com o do ano de 2013. A escolha desses dois recortes urbanos franceses baseou-se na semelhança de tamanho e densidade populacional com a área de estudo de São Paulo. O objetivo foi comparar a inter-relação das densidades de movimentos de carga com a densidade de estabelecimentos e densidades populacionais, entre as respectivas áreas urbanas em questão, correlacionando, assim, parâmetros de carga e de planejamento urbano.

• Cenários Futuros:

Há duas previsões macrourbanas nas modelagens: o ano 2025, que corresponde à influência imediata, em um horizonte de 10 anos, das diretrizes urbanísticas dos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana do Novo Plano Diretor de São Paulo; e o ano 2030, com os acréscimos dos efeitos urbanos de mudanças de uso do solo e adensamento populacional que, possivelmente, ocorrerão

⁴⁰ Na análise microurbana é possível identificar a localização no viário urbano dos resultados da modelagem. Por exemplo, é possível verificar em qualquer trecho do viário da área de estudo a densidade de movimentação de carga, de emprego ou qualquer outro item dos resultados do modelo. A análise microurbana foi possível na modelagem apenas dos estabelecimentos alimentícios, uma vez que a coleta de campo dessa atividade econômica, ver subcapítulo 7-3, referenciou cada estabelecimento com o seu respectivo endereço.

⁴¹ A modelagem macrourbana analisa o resultado da área urbana como um todo, neste caso, conforme exemplo anterior da análise microurbana, a densidade de movimentação de carga corresponde aos movimentos que ocorre em todo o viário da área estudada e assim por diante.

com a inauguração da linha 6 – laranja do metrô, prevista para o ano de 2019 (ver subcapítulo 7-5).

Porém, com o objetivo de ampliar a análise comparativa dos resultados dos cenários futuros, há duas perspectivas econômicas nesses cenários (ver subcapítulo 7-5): do Centro de Lyon (Figura 7-21) e do 4º *Arrondissement* de Paris (Figura 7-22). Dessa forma, os cenários futuros apresentam quatro modelagens:

- 2025: com a perspectiva econômica do Centro de Lyon;
- 2025: com a perspectiva econômica do 4º *Arrondissement* de Paris;
- 2030: com a perspectiva econômica do Centro de Lyon;
- 2030: com a perspectiva econômica do 4º *Arrondissement* de Paris.

As premissas adotadas para construção dos cenários futuros e a interpretação dos resultados foram supervisionadas pelos pesquisadores Jean-Louis Routhier e Florence Toilier, do *Laboratoire Aménagement Economie Transports* da Universidade de Lyon (LAET UdL) e a Professora Karin Marins, do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

8.1 PREMISSAS E CRITÉRIOS ADOTADOS PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO

Conforme o capítulo 6.2, *A arquitetura do modelo Freturb*, os dados de saída do *Freturb*, que a pesquisa analisou, foram: módulo 01, geração de movimentos do veículo de carga; módulo 02, o tempo de carga e descarga; e o módulo 04, hora-pico da movimentação dos veículos de carga. Porém, além de obter os resultados quantitativos do modelo, é necessário interpretar os dados e, principalmente, correlacionar com as perspectivas do planejamento urbano da região, dessa forma, o modelo se torna uma ferramenta de suporte à leitura e reflexão para as possíveis tomadas de decisões no sistema urbano de cargas.

Sendo assim, para analisar os resultados de maneira qualitativa, os resultados foram abordados em três aspectos, que organizam parâmetros de planejamento e que se interrelacionam no ambiente urbano:

- **Aspectos do Uso e Ocupação do Solo:**

- Densidades de empregos e habitantes residentes;

- Densidade de estabelecimentos econômicos;
- Média de empregos por estabelecimentos;
- Indicador que apresentam a correlação entre a movimentação de carga (logística) e densidade de empregos (uso e ocupação do solo).

• **Aspectos da Logística:**

- Quantidades de movimentos (recebimento e expedição) dos veículos de carga, por semana;
- Tipos de veículos de carga utilizado na movimentação da carga;
- Recebimento e expedição na movimentação da carga (apenas no cenário atual para os estabelecimentos alimentícios);
- Viagem de parada única ou de paradas múltiplas⁴².

• **Aspectos do Tráfego Urbano:**

- Indicador do impacto da densidade de movimentos da carga (movimentos por semana/área de viário);
- Hora de pico da movimentação da carga;
- Ocupação do viário pelos veículos de carga na hora-pico;
- Tempo de carga e descarga nas formas de estacionar: “fila-dupla”, regulamentado, proibido e estacionamento privado.

8.2 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO CENÁRIO ATUAL

8.2.1 ANÁLISE MICROURBANA DO CENÁRIO ATUAL: ESTABELECIMENTOS ALIMENTÍCIOS

A Tabela 8-1, a seguir, mostra o sumário dos resultados obtidos na análise dos estabelecimentos alimentícios, relativamente a aspectos de uso e ocupação do solo. Analisando-a, é possível aferir que as três áreas (recortes urbanos de São Paulo,

⁴² (i) sistema de única parada, que consiste na distribuição direta de mercadorias de um determinado ponto de origem para um ponto de destino; (ii) sistema de múltiplas paradas, consiste em um sistema de distribuição indireta das mercadorias, neste caso há uma interrupção para pelo menos um ponto de transbordo, no sentido de proporcionar um processo de agregação de mercadoria ou distribuição. (PORTAL, 2003)

Centro de Lyon e 4°. *Arrondissement* de Paris), quando comparadas, possuem densidades de empregos muito parecidas nos estabelecimentos alimentícios. Porém, a quantidade de estabelecimentos alimentícios é muito superior nos recortes urbanos franceses.

Tabela 8-1: Resultados genéricos do cenário atual dos estabelecimentos alimentícios

DADOS ECONÔMICOS E DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA DOS ESTABELECEMENTOS ALIMENTÍCIOS	unidades	CENÁRIO ATUAL		
		SÃO PAULO	4°. ARRs. PARIS	CENTRO DE LYON
Área	km ²	1,17	1,60	0,82
População	n°. de habitantes	21.803	30.675	11.247
Densidade Populacional	habitantes/km ²	18.580	19.172	13.664
Empregos	n° empregos	4.258	5.493	3.051
Densidades de empregos	empregos/km ²	3.628	3.433	3.707
Quantidade de estabelecimentos alimentícios	estabelecimentos alimentícios	217	777	439
Densidade de estabelecimentos alimentícios	estabelecimentos alimentícios/km ²	185	486	533
Quantidade de movimentos de carga por semana	movimentos por semana	3.258	6.069	3.387
Quantidade de movimento de carga por km ²	movimentos por semana/km ²	2.777	3.793	4.115
Média de movimentos por Estabelecimento Alimentício	movimentos/estabelecimento	15	8	8

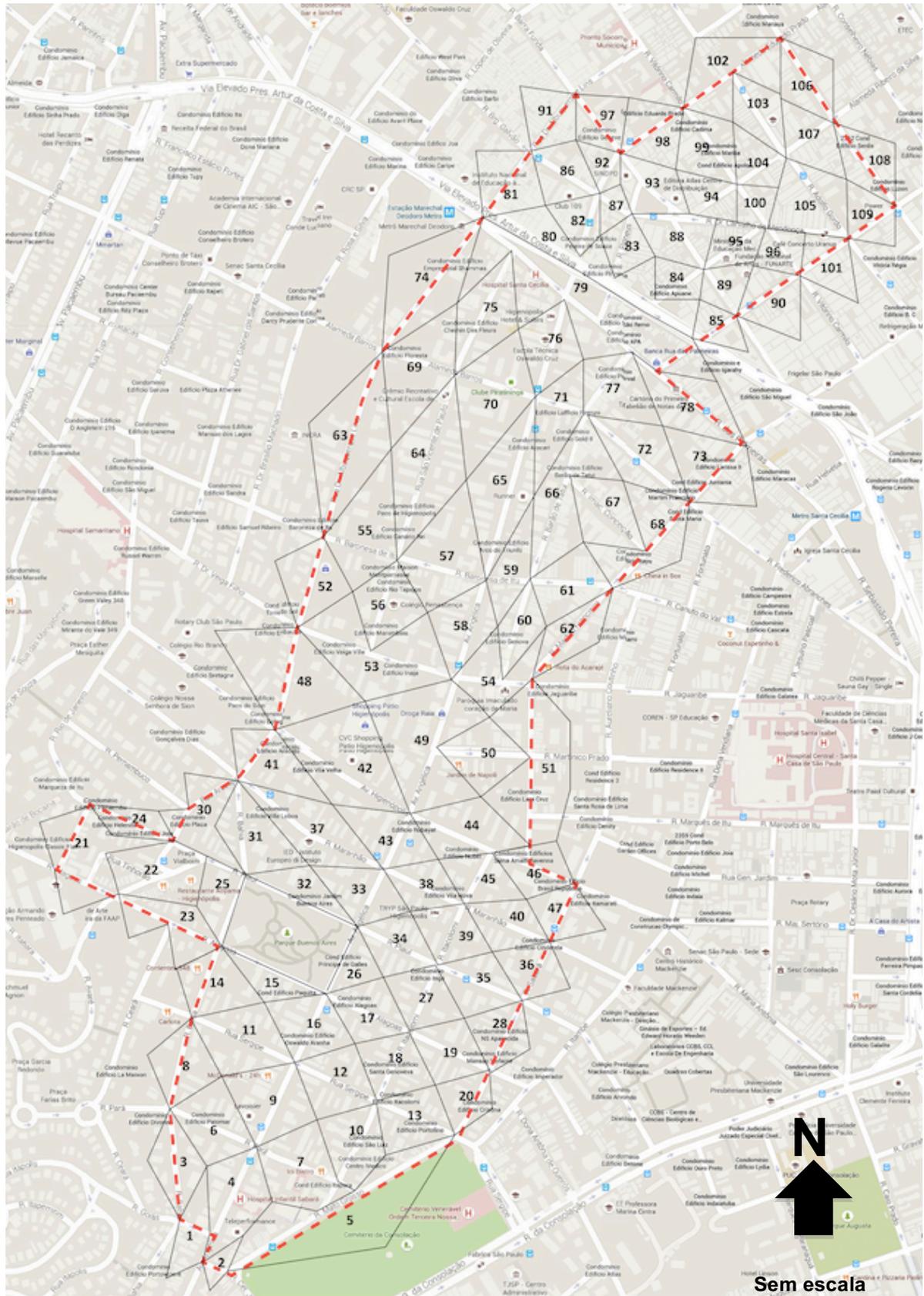
Fonte: Material da pesquisa, com base nas modelagens do modelo *Freturb* (2015)

Outro aspecto interessante que os resultados revelam é que o 4°. *Arrondissement* de Paris e o Centro de Lyon são, respectivamente, cerca de 2,5 e 3 vezes (486 e 533 estabelecimentos alimentícios por km²) mais densos em estabelecimentos alimentícios que o recorte urbano de São Paulo (185 estabelecimentos alimentícios por km²). Porém, a densidade de movimentos de carga por estabelecimento alimentício na área urbana de São Paulo (15 movimentos de carga por estabelecimento) é, praticamente, duas vezes maior que a mesma movimentação, nos recortes urbanos franceses (8 movimentos de carga por estabelecimento). Essa comparação demonstra que os estabelecimentos alimentícios, na área estudada em São Paulo, necessitam de mais movimentações da carga e, sendo assim, exigem mais do sistema viário urbano e/ou são supridos por sistemas logísticos menos organizados.

Para a análise microurbana foi feito um zoneamento do recorte urbano, que perfaz um total de 109 zonas, conforme Figura 8-1, a seguir. A forma de “colmeia” tem como intenção colocar na mesma zona os estabelecimentos que fazem frente para a via e, assim, avaliar os impactos dos resultados causados por esses estabelecimentos no trecho do viário. Avaliar os resultados por quadra seria um equívoco, pois não seria possível diagnosticar a demanda que os estabelecimentos gerariam por trecho de viário do recorte urbano estudado de São Paulo. Para estabelecimentos alimentícios que estão localizados em esquina de rua, é adotado o seguinte critério, para localizá-los em uma zona:

- 1º - Locar o estabelecimento onde a respectiva área de carga e descarga está localizado. Caso o estabelecimento não tenha área de carga e descarga, ir para o segundo critério;
- 2º - Locar na zona onde a testada do estabelecimento é maior.

Figura 8-1: Zoneamento do recorte urbano de São Paulo, elaborado especificamente para a pesquisa



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

A Tabela 8-2, a seguir, representa o sumário dos dados e resultados da modelagem por zona no cenário atual dos estabelecimentos alimentícios. Esta tabela subsidiou a interpretação dos resultados, que será tratada ao longo deste capítulo com o suporte dos gráficos subsequentes.

Tabela 8-2: Sumário dos resultados estabelecimentos alimentícios do cenário atual por zona

Zona	Número de estabelecimentos alimentícios	Número de empregos	Movimentos por semana	Área do Viário (m ²)	Impacto dos movimentos no viário (Movimentos/Área viário)
1	4	33	40	477	0,08
2	1	22	25	320	0,08
3	1	45	25	1.800	0,01
4	2	26	22	2.580	0,01
5	1	15	15	5.460	--
6	3	56	46	1.386	0,03
7	3	80	39	2.376	0,02
8	--	--	--	1.494	--
9	3	93	69	1.968	0,03
10	2	26	30	1.440	0,02
11	2	168	130	1.719	0,08
12	3	44	39	1.503	0,03
13	--	--	--	1.341	--
14	1	21	15	1.215	0,01
15	5	65	67	1.709	0,04
16	--	--	--	1.584	--
17	--	--	--	1.377	--
18	--	--	--	1.206	--
19	2	12	18	1.352	0,01
20	--	--	--	1.215	--
21	5	49	48	2.440	0,02
22	12	338	192	4.158	0,05
23	--	--	--	1.700	--
24	--	--	--	1.350	--
25	--	--	--	1.818	--
26	1	5	8	1.536	0,01
27	--	--	--	1.134	--
28	--	--	--	1.179	--
29	--	--	--	857	--
30	1	27	15	1.557	0,01
31	1	3	9	1.462	0,01
32	--	--	--	1.935	--
33	1	2	4	1.308	--

Continua

Tabela 8-2: Sumário dos resultados estabelecimentos alimentícios do cenário atual por zona
Continuação

34	--	--	--	1.458	--
35	--	--	--	1.467	--
36	--	--	--	999	--
37	4	106	62	2.700	0,02
38	1	18	15	1.431	0,01
39	--	--	--	1.017	--
40	1	110	54	1.485	0,04
41	--	--	--	873	--
42	1	550	110	3.300	0,03
43	1	5	8	1.272	0,01
44	2	10	16	2.004	0,01
45	--	--	--	963	--
46	--	--	--	1.872	--
47	--	--	--	1.008	--
48	1	19	15	1.647	0,01
49	--	--	--	2.928	--
50	--	--	--	1.503	--
51	5	225	147	2.184	0,07
52	--	--	--	1.413	--
53	7	68	83	2.765	0,03
54	2	11	15	1.216	0,01
55	2	41	40	1.161	0,03
56	2	15	19	1.530	0,01
57	5	64	56	1.422	0,04
58	2	26	23	2.184	0,01
59	--	--	--	693	--
60	4	12	20	1.530	0,01
61	--	--	--	1.179	--
62	2	45	23	2.450	0,01
63	1	69	25	3.060	0,01
64	1	6	10	2.979	--
65	3	577	203	3.840	0,05
66	8	44	58	2.850	0,02
67	1	2	4	1.647	--
68	10	79	96	2.231	0,04
69	1	25	25	1.313	0,02
70	--	--	--	1.439	--
71	--	--	--	819	--
72	4	42	41	2.457	0,02
73	5	93	102	1.403	0,07
74	2	11	16	2.430	0,01
75	1	1	8	2.052	--
76	3	73	61	2.088	0,03

Continua

Tabela 8-2: Sumário dos resultados estabelecimentos alimentícios do cenário atual por zona
Conclusão

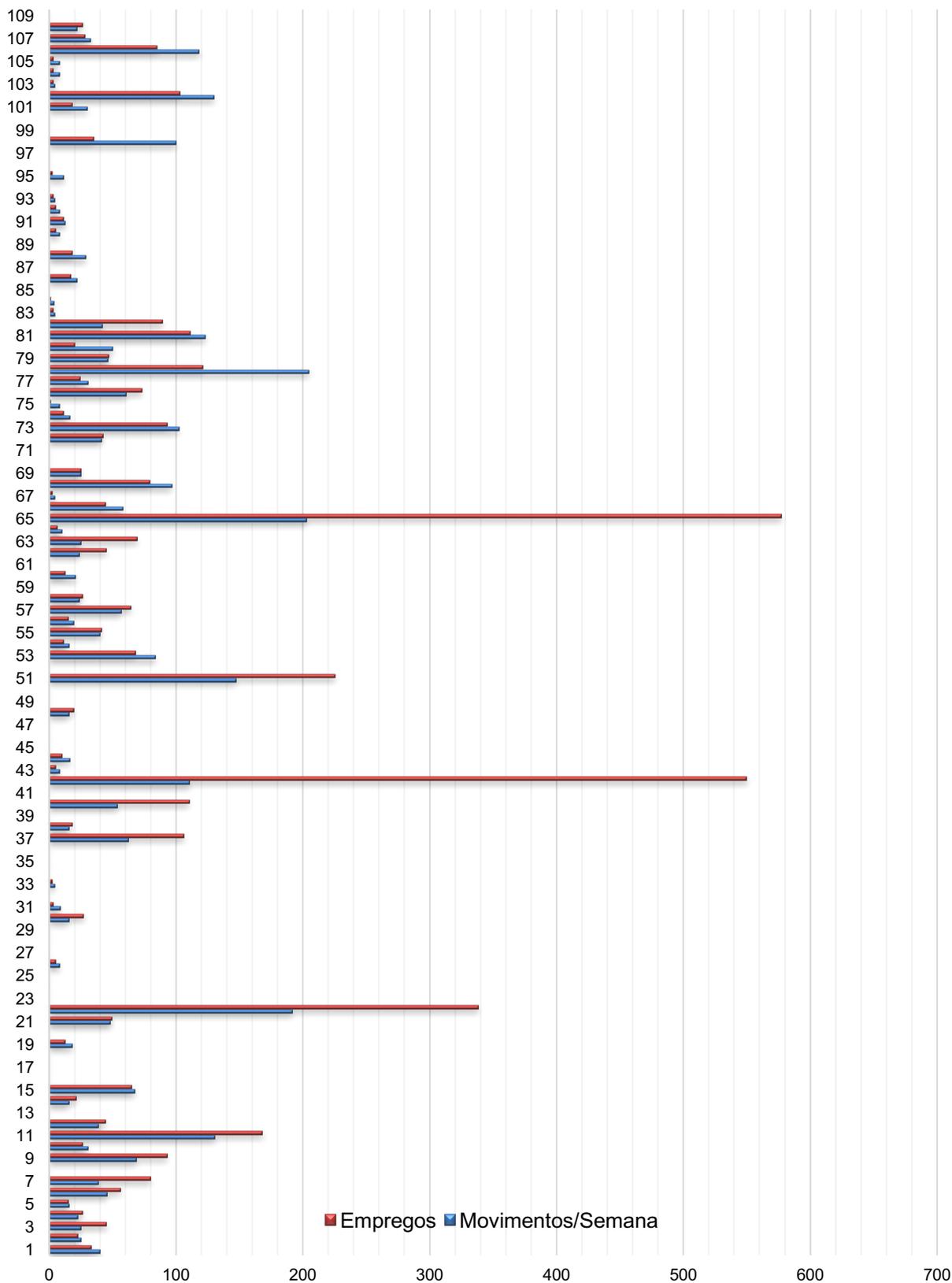
77	2	24	30	1.264	0,02
78	7	121	204	2.337	0,09
79	6	47	46	8.731	0,01
80	5	20	50	3.897	0,01
81	10	111	123	1.044	0,12
82	3	89	42	972	0,04
83	1	3	4	777	0,01
84	1	1	4	927	--
85	--	--	--	585	--
86	3	17	22	1.224	0,02
87	--	--	--	468	--
88	4	18	29	2.826	0,01
89	--	--	--	791	--
90	1	5	8	1.134	0,01
91	2	11	12	1.152	0,01
92	1	5	8	648	0,01
93	1	3	4	1.845	--
94	--	--	--	816	--
95	2	2	11	945	0,01
96	--	--	--	696	--
97	--	--	--	1.116	--
98	3	35	100	1.161	0,09
99	--	--	--	1.232	--
100	--	--	--	640	--
101	3	18	30	945	0,03
102	4	103	130	1.800	0,07
103	1	3	4	1.341	--
104	2	3	8	833	0,01
105	2	3	8	1.611	--
106	10	85	118	2.114	0,06
107	4	28	33	799	0,04
108	3	26	22	2.534	0,01
109	--	--	--	837	--
Total	217	4.258	3.258	183.397	---

Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

No Gráfico 8-1, a seguir, pode-se observar os picos dos resultados de empregos e movimentos de carga. Verifica-se que na zona 42 há 550 empregos e 110 movimentos, e, na zona 65, 577 empregos e 203 movimentos de carga por semana. Esses dados demonstram que grandes quantidades de empregos em uma zona não, necessariamente, significam grandes movimentações de carga, pois, conforme apontam Routhier e Toilier (2007), as

características da movimentação de carga estão relacionadas não apenas à quantidade de empregos como também com o perfil, o porte e a atividade econômica do estabelecimento.

Gráfico 8-1: Quantidade de empregos e movimentos de carga dos estabelecimentos alimentícios, por zona

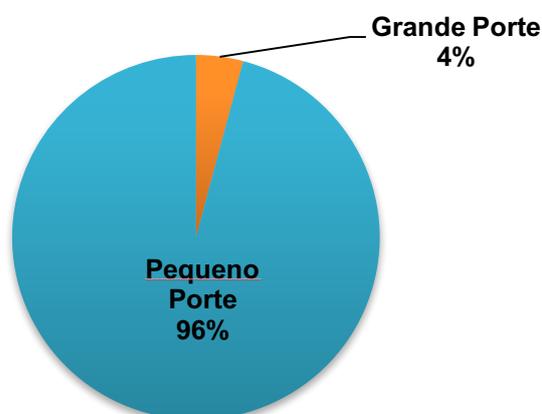


Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

8.2.1.1 ASPECTOS DA LOGÍSTICA

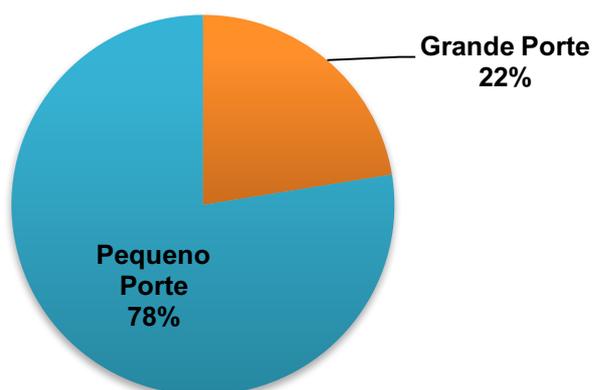
De acordo com a coleta de dados em campo, ver Gráfico 8-2, 96% dos estabelecimentos alimentícios são de pequeno porte e apenas 4% são de grande porte, em acordo com a tendência da região central do município de São Paulo, onde estabelecimentos de grande porte são minoria. Porém, conforme os resultados da modelagem ilustrado no Gráfico 8-3, os estabelecimentos de grande porte, apesar de não serem representativos em quantidades de estabelecimentos, geram 22% da movimentação da carga na área. Por isso, a adição de empreendimentos de grande porte é uma iniciativa que requer bastante atenção, do ponto de vista do impacto no tráfego em geral.

Gráfico 8-2: Distribuição dos estabelecimentos alimentícios, de acordo com o porte



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Gráfico 8-3: Movimentação de carga pelo porte do estabelecimento alimentício



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

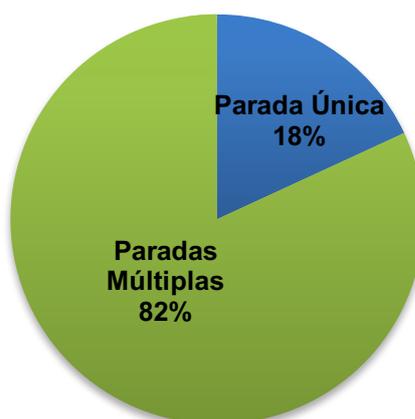
Os resultados da modelagem, conforme aponta o Gráficos 8-4, demonstraram que, do total da movimentação de carga dos estabelecimentos alimentícios, seja ela de pequeno ou grande porte, 85% dos movimentos foram para recebimento de mercadorias e apenas 15%, referentes à expedição de cargas. Esse valor alto de recebimento demonstra que estabelecimentos alimentícios são pólos atratores de mercadorias. Além disso, foi observado (ver o Gráfico 8-5) que a maioria das entregas (82%) foi realizada em roteiros com paradas múltiplas. Este valor se justifica pela grande quantidade de estabelecimentos de pequeno porte na região de estudo.

Gráfico 8-4: Tipos de movimentos de cargas nos estabelecimentos alimentícios: recebimento e expedição de mercadorias



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Gráfico 8-5: Tipos de viagens da carga: parada única e paradas múltiplas

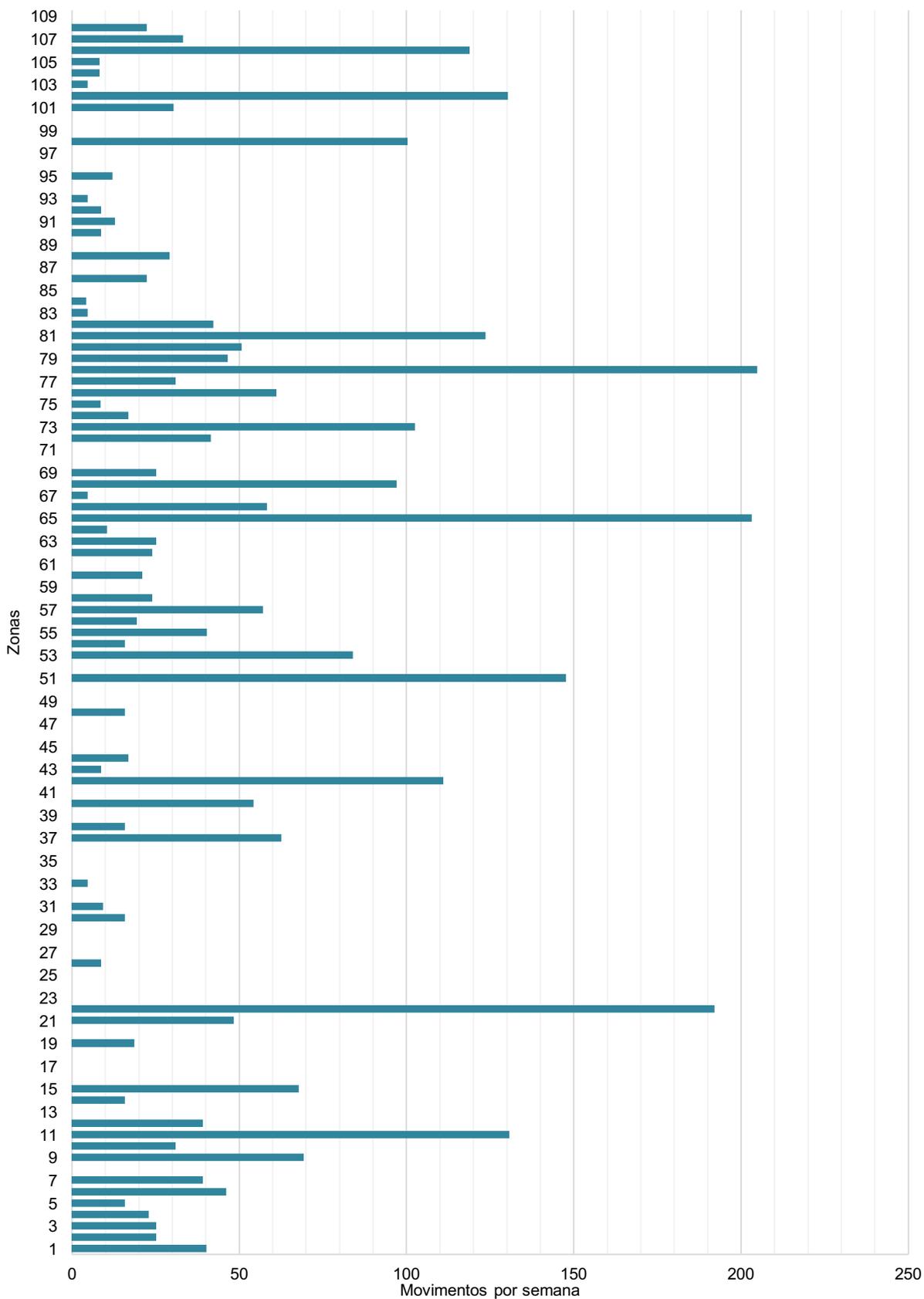


Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

O Gráfico 8-6, a seguir, demonstra a quantidade de movimentos (recebimento e expedição) de carga por zona. As zonas 22, 51, 65, 78 são as áreas que mais geram movimentação de carga, cada uma, respectivamente, requerem semanalmente 192, 147, 203 e 204 movimentos de expedição e recebimento de carga.

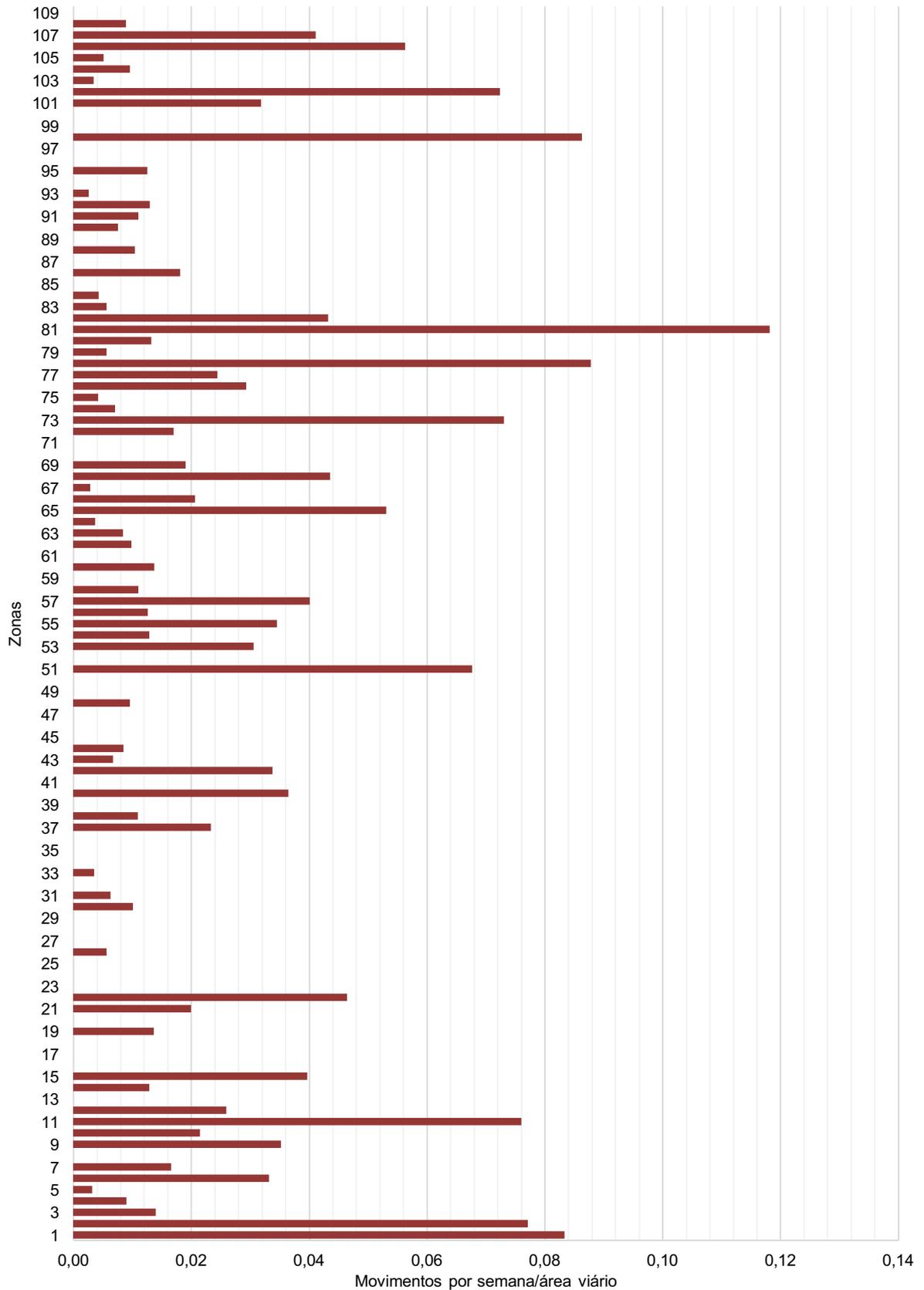
Avaliar a demanda de carga, ou seja, a quantidade de movimentos por zona, ainda não é suficiente, é necessário correlacionar a quantidade de movimentos gerada por zona com a oferta, em m^2 , de viário urbano por zona. Dessa forma, é possível avaliar em quais zonas há movimentação da carga é mais impactante no tráfego da área urbana. Comparando os Gráficos 8-6 e 8-7, observa-se essa diferença entre a interpretação dos resultados. No Gráfico 8-7 está correlacionado a demanda de carga com a oferta de viário, observa-se que a zona mais afetada pela movimentação de carga é a zona 81, com o valor de 0,12 (movimentos/área de viário), diferentemente dos valores obtidos no Gráfico 8-6.

Gráfico 8-6: Quantidade de movimentos de carga na semana, por zona



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Gráfico 8-7: Impacto dos movimentos de carga no viário urbano, por zona



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Quanto aos tipos de veículos de entrega e coleta, estes foram classificados pelo modelo em: “veículos urbanos de carga” (VUC)⁴³, caminhões rígidos ou “semipesados e pesados”⁴⁴ e caminhões articulados ou “extrapesados”⁴⁵. Sendo assim, a modelagem realizada no *Freturb* demonstrou (ver Figura 8-2) que a maior parte (58%) da movimentação de carga dos estabelecimentos alimentícios foi realizada por veículos urbanos de carga. Há também uma parte representativa da movimentação (35%) que utiliza veículos de carga rígidos, tais como o caminhão conhecido como “toco”. Por fim, os veículos extrapesados articulados representam apenas 7% das movimentações. Como na região de estudo se aplica o decreto municipal Nº 48.338, de 10 de maio de 2007, que estabelece normas para o trânsito de caminhões e para operações de carga e descarga em estabelecimentos situados no Município de São Paulo, os veículos considerados pelo modelo, como o “rígido” e o “articulado”, que juntos perfazem 42% da movimentação da carga, teriam seu período de circulação reduzido. Sendo assim, as distribuições das mercadorias realizadas por esses veículos teriam que ocorrer em períodos fora da restrição e/ou ser realizada por veículos menores, como os veículos urbanos de carga (VUC).

Figura 8-2: Tipos de veículos de carga utilizados na movimentação de carga dos estabelecimentos alimentícios



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

⁴³ No *Freturb* constam como “*moins de 3,5 t*” ou *light goods vehicle (LGV)*. São os veículos da categoria N1, designação utilizada na legislação da União Europeia para os veículos urbanos de cargas com peso máximo de até 3,5 toneladas, neste artigo consideramos sua equivalência ao VUC.

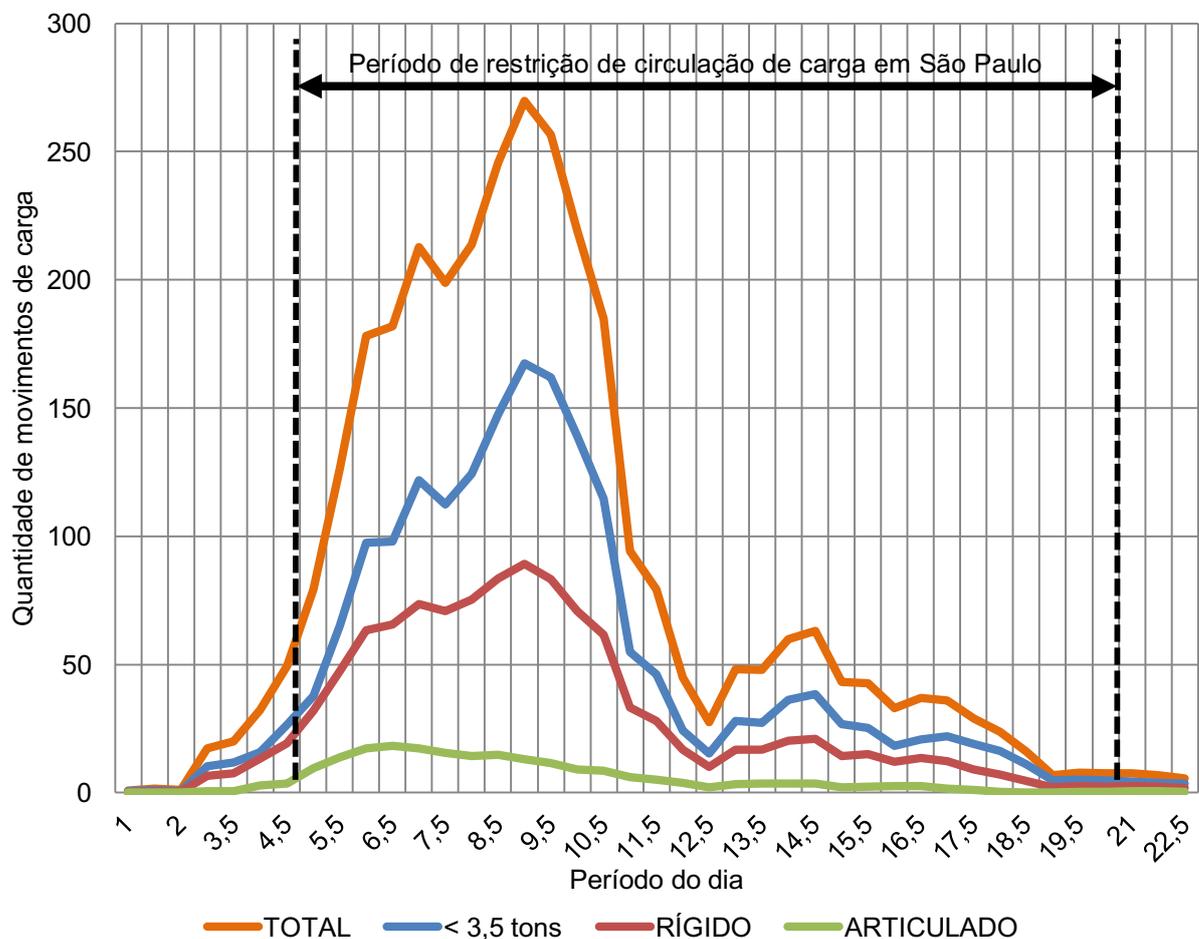
⁴⁴ No *Freturb*, constam como “*camions porteurs*” ou são apelidados na França como “*rigide*”. Sua equivalência no Brasil seriam os semipesados e os pesados. Os semipesados, ou conhecidos popularmente como caminhão “toco”, possuem eixo simples na carroceria, comprimento máximo de 14 metros e capacidade de até 6 toneladas. Os caminhões pesados têm o eixo duplo na carroceria, com capacidade de 10 a 14 toneladas.

⁴⁵ No *Freturb*, “*camions articules*”. Sua correspondência no Brasil seriam os caminhões extrapesados ou cavalo mecânico e que podem ser engatados com carretas e semirreboques.

8.2.1.2 ASPECTOS DO TRÁFEGO

Outro parâmetro analisado se refere aos períodos do dia em que ocorrem as concentrações de circulação de veículos de carga. O Gráfico 8-8 representa o total de movimentos de carga da área em estudo com relação aos períodos do dia. Analisando-o, observa-se que a maior concentração da movimentação de carga dos estabelecimentos alimentícios para os veículos rígidos e VUCs ocorre na faixa horária das seis horas até as onze horas da manhã; já entre às onze horas e às treze horas, a quantidade de movimentação cai. Posteriormente, no período da tarde, há um leve incremento da movimentação e durante a noite, a partir das 19 horas, a movimentação é pouco representativa. Diferentemente dos veículos rígidos e VUCs, verifica-se que a movimentação dos veículos articulados se concentra das cinco horas da manhã até às nove e meia da manhã.

Gráfico 8-8: Hora-pico da movimentação da carga nos estabelecimentos alimentícios por tipo de veículo e total



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

A Tabela 8-3, a seguir, demonstra as quantidades de movimentos de carga dos estabelecimentos na hora pico, que ocorre às nove horas da manhã.

Tabela 8-3: Movimentação da carga por tipo de veículo na hora-pico

HORA PICO: 9hrs	Movimentos da carga
Articulado	13
Rígido	89
<3,5 tons	167
Total	270

Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Além disso, foi analisada a ocupação do sistema viário por veículos de transporte de carga, na hora-pico da movimentação, referente aos estabelecimentos alimentícios existentes na região. Para estimar esse valor, foi calculada a área total do sistema viário, a área efetiva⁴⁶ de cada tipo de veículo de carga, que o *Freturb* considera e, na hora-pico, as quantidades de movimentos realizados.

A área total do sistema viário do recorte urbano em estudo perfaz 183.397,50m² ou 0,18km², o que equivale a 15,7% da área total da região de estudo de São Paulo. De acordo com o Guia do TRC (2015), a área efetiva dos veículos que transportam menos de 3,5 tons é de 13,86 m²; já os veículos de carga rígidos têm, em média, área efetiva de 36,40 m²; e os veículos de cargas articulados, por fim, têm em torno de 51,48 m². Dessa forma, como mostra a Tabela 8-4, na hora-pico da movimentação de carga, que corresponde às nove horas da manhã, os veículos de carga ocupam, em média, 3% do viário.

⁴⁶ O presente trabalho considera que a área efetiva do veículo de carga é a área de projeção do veículo no viário.

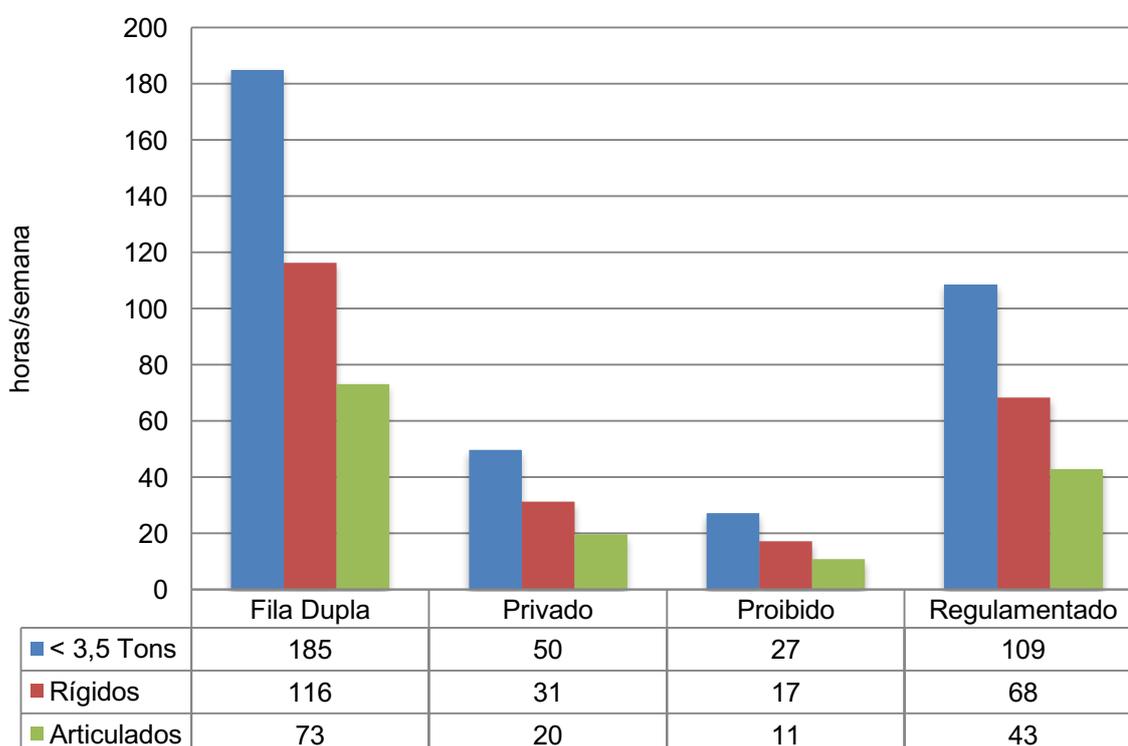
Tabela 8-4: Parâmetros adotados no cálculo da ocupação do sistema viário por veículos de transporte de carga, referente aos estabelecimentos alimentícios, na hora-pico

	Área (m2)	Movimentos de carga na hora pico (un)	Ocupação no Viário (m2)	Taxa de ocupação do viário (%)
Articulado	51,48	13	668,63	0%
Rígido	36,40	89	3.252,52	2%
<3,5 tons	13,86	167	2.319,88	1%
Total		270	6.241,04	3%

Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Foi ainda verificado o tempo de carga e descarga despendido no abastecimento de estabelecimentos alimentícios, durante a semana. De acordo com os resultados obtidos, representados no Gráfico 8-9, a maior parte das operações de carga e descarga ocorre com o veículo parado indevidamente em “fila-dupla”, quando o veículo pára no leito carroçável, obstruindo o tráfego no viário. Apesar da movimentação dos veículos articulados, gerada pelos estabelecimentos alimentícios, ser pequena, esses veículos são responsáveis por grande parte desse tipo de parada.

Gráfico 8-9: Tempo de carga e descarga nos estabelecimentos alimentícios por tipo de veículo e tipo de parada



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

A distribuição das mercadorias realizadas pelos veículos rígidos e articulados ocorre, principalmente, em paradas em “fila-dupla”. Já as operações de carga e descarga, realizadas em estacionamentos públicos regulamentados, é inferior devido à restrição de espaço na cidade, que dificulta as operações realizadas por esses veículos.

Já para os VUCs, a oportunidade de encontrar espaços urbanos regulamentados compatíveis com suas operações de carga e descarga é maior, justificando, assim, a maior participação dessas operações em estacionamentos regulamentados. Como a maioria dos estabelecimentos alimentícios (96%) é de pequeno porte, há pouca oferta de áreas dedicadas ao estacionamento para carga e descarga na região, explicando o baixo resultado das operações de carga e descarga em locais privados dos estabelecimentos.

8.2.2 ANÁLISE MACROURBANA DO CENÁRIO ATUAL

A modelagem macrourbana da área de estudo teve o suporte do modelo *SIMETAB*, com isso foi possível simular a movimentação de carga para todos os tipos de estabelecimentos. A Tabela 8-5, a seguir, demonstra sumariamente os valores dos dados de saída do *Freturb* para modelagem macrourbana do cenário atual.

A organização da tabela segue os seguintes critérios:

- Na vertical, os valores da modelagem da macroescala na área de estudo de São Paulo estão divididos em três colunas; a primeira se refere à configuração de São Paulo, segundo a RAIS do ano de 2013; as duas colunas restantes, abrangem o comparativo da análise macrourbana com 4°. *Arrondissement* de Paris e o Centro de Lyon;
- Na horizontal, há cinco categorias que analisam diferentes aspectos: a primeira reúne os dados populacionais; a segunda, os aspectos de uso e ocupação do solo, que influi diretamente nos aspectos socioeconômicos da região; a terceira, os aspectos da logística e do tráfego urbano; a quarta categoria, os dados socioeconômicos e da movimentação da carga da atividade "comércio de varejo"; e, por fim, a quinta categoria, que avalia a participação dos resultados dos estabelecimentos alimentícios na atividade "comércio de varejo".

No caso da análise macrourbana, foi necessário avaliar os resultados de acordo com o respectivo setor econômico e verificar o comportamento distinto dos resultados em cada setor. O *Freturb* fragmenta os resultados em 8 setores econômicos: 1 – Agricultura; 2 – Serviços Manufaturados; 3 – Indústria; 4 – Comércio de Atacado; 5 – Grandes Supermercados ou Lojas de Departamento; 6 – Comércio de Varejo; 7 – Serviços e Escritórios; 8 – Armazéns e Depósitos Logísticos. O sumário dos resultados das oito categorias econômicas está compilado na Tabela 8-6. Esta tabela será suporte para interpretação dos resultados ao longo deste subcapítulo. Em seguida, na Tabela 8-7, constam os resultados dos 45 subsetores econômicos que o *Freturb* disponibiliza. Porém, para ter mais clareza do comportamento dos diferentes resultados, a pesquisa avaliou os resultados em oito setores econômicos.

Tabela 8-5: Sumário dos resultados da análise macrourbana do cenário atual

	unidades	CENÁRIO ATUAL		
		MACROCOMPARAÇÕES		
		São Paulo (RAIS 2013)	4 ^o . Arrs. Paris	Centro de Lyon
DADOS POPULACIONAIS				
Área	(km ²)	1,17	1,60	0,82
População	(pessoas residentes)	21.803	30.675	11.247
Densidade Populacional	(pessoas/km ²)	18.580	19.172	13.664
ASPECTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO				
Empregos	(empregos)	28.784	69.147	27.221
Densidade de empregos	(empregos/km ²)	24.602	43.217	33.071
Estabelecimentos	un	1.251	6.820	4.174
Densidade de estabelecimentos	(estabelecimentos/km ²)	1.069	4.263	5.071
ASPECTOS DA LOGÍSTICA E DO TRÁFEGO				
Número de movimentos por semana	(movimentos por semana)	16.577	35.962	20.308
Densidade de Movimentos por semana	(movimentos por semana/km ²)	14.126	22.476	24.673
Ocupação do viário		17%	N.D.	N.D.
DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS E DA CARGA DA ATIVIDADE DE COMÉRCIO DE VAREJO				
Empregos	(empregos)	7.426	10.031	7.145
Quantidade de estabelecimentos	un	484	1.978	1.315
Média de emprego por estabelecimento de varejo	(empregos/estabelecimentos)	15	5	5
Quantidade de movimentos de carga por semana	un	5.610	14.209	8.901
Média de movimentos por estabelecimento de varejo	(movimentos/estabelecimentos)	12	7	7
PARTICIPAÇÃO DOS ESTABELECEMENTOS ALIMENTÍCIOS NO COMÉRCIO DE VAREJO				
Quantidades		45%	39%	33%
Empregos	(Alimentícios/Varejo)	57%	55%	43%
Movimentos de carga por semana		58%	43%	38%

Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Tabela 8-6: Sumário dos resultados dos oito setores econômicos da análise macrourbana do cenário atual

8 SETORES ECONÔMICOS	Estabelecimentos	Empregos	Movimentos/semana	Movimentos/Emprego	Movimentação da carga por semana de acordo com o perfil						
					RECEBIMENTO	EXPEDIÇÃO	<3,5 tons	RÍGIDO	ARTICULADO	PARADA ÚNICA	PARADAS MÚLTIPLAS
1 - Agricultura	9	14	15	1,0	8	7	8	4	2	9	6
2 - Serviços manufaturados	214	3852	1880	0,5	1296	584	1405	439	36	245	1635
3 - Indústria	189	1560	2049	1,3	1076	973	939	860	250	669	1379
4 - Comércio de Atacado	102	637	2422	3,8	857	1565	1062	1143	217	820	1602
5 - Grandes supermercados	19	1372	1506	1,1	1350	156	444	736	326	182	1325
6 - Comércio de Varejo	484	7426	5610	0,8	4647	964	3854	1635	122	931	4679
7 - Serviços e escritórios	199	13742	919	0,1	592	327	694	210	16	213	706
8 - Armazéns e Depósitos	35	179	2176	12,1	784	1393	342	793	1041	1114	1062
TOTAL	1.251	28.784	16.577	0,6	10609	5968	8748	5820	2009	4184	12393

Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Tabela 8-7: Sumário dos resultados dos oito setores econômicos da análise macrourbana do cenário atual

Código dos 8 setores econômicos	45 Subsetores econômicos	Quantidade de Estabelecimentos	Empregos	Movimentos por semana	Densidade de movimentos de carga por semana por tipo de veículo		
					<3,5 tons	RÍGIDO	ARTICULADO
1	Agricultura	9	14	15	8	4	2
5	Hipermercado e lojas de departamento versátil	5	555	350	66	192	93
5	Supermercado	3	253	190	53	70	67
5	Lojas de departamento	11	564	966	325	474	167
6	Loja de conveniência ou mini-mercado	9	95	122	32	82	7
6	Varejo de vestuário, couro e calçados	75	737	269	99	157	12
6	Açougues	10	64	133	70	63	1
6	Mercearia (especiarias)	18	207	190	128	59	3
6	Padarias, massas	21	174	200	146	49	5
6	Cafés, hotéis e restaurantes	198	4.793	2.472	1.730	718	24
6	Farmácia	15	122	532	521	11	0
6	Loja de ferragens	19	115	363	166	174	23
6	Loja de móveis	14	48	92	30	54	9
6	Livraria e papelaria	25	103	341	276	61	3
2	Artesãos - reparos	34	60	240	216	22	1
6	Outros comércio de varejos	56	900	748	522	191	34
2	Artesãos - fabricação ou instalação	16	31	48	36	9	3
2	Artesãos - Pequenos reparos	26	66	98	74	18	7
7	Escritórios	97	11.695	548	423	111	14
7	Outros Escritórios (fluxo baixo)	48	969	85	78	7	0
7	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	39	654	528	311	208	9
7	Outros serviços terciários (serviços de fluxos mistos)	40	2.611	575	429	129	16
7	Outros serviços terciários (serviços de fluxos elevados)	59	432	391	339	53	0
7	Escritório não terciário (agricultura, comércio de atacado)	28	397	241	158	81	2
8	Armazéns (carga)	12	36	1.250	95	432	723
8	Armazéns (incluindo o transporte)	23	144	926	248	361	318
6	Comércio itinerante – feiras	24	68	149	134	15	1
3	Indústria Química	5	48	154	49	58	47
3	Indústria da construção (reparos)	10	95	173	101	38	35
3	Indústria da construção (fabricação ou instalação)	19	633	315	164	135	16

Continua

Tabela 8-7: Sumário dos resultados dos oito setores econômicos da análise macrourbana do cenário atual
Conclusão

3	Industria de produção de bens intermediários (base)	25	138	389	234	133	22
3	Industria de produção de bens intermediários (intermediários)	14	74	164	93	62	9
3	Industria de produção de bens intermediários (grandes objetos)	53	284	264	110	105	49
3	Industria de bens de consumo (produtos alimentares perecíveis)	10	26	194	3	186	5
3	Industria de bens de consumo (produtos não alimentares, artigos de decoração)	33	112	253	114	94	44
3	Industria de bens de consumo (produtos alimentares não perecíveis)	20	149	143	72	49	22
7	Transportes (com exclusão armazéns)	26	681	45	34	10	0
4	Comércio de atacado de produtos intermediários perecíveis	20	91	742	239	408	94
4	Comércio de atacado de outros produtos intermediários	25	292	817	419	344	54
4	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	33	177	588	295	268	25
4	Comércio de atacado de bens de consumo não alimentares	7	25	73	49	18	6
4	Comércio de atacado de outros bens de consumo alimentares	17	51	203	60	105	38
TOTAL		1.251	28.784	16.577	8.748	5.820	2.009

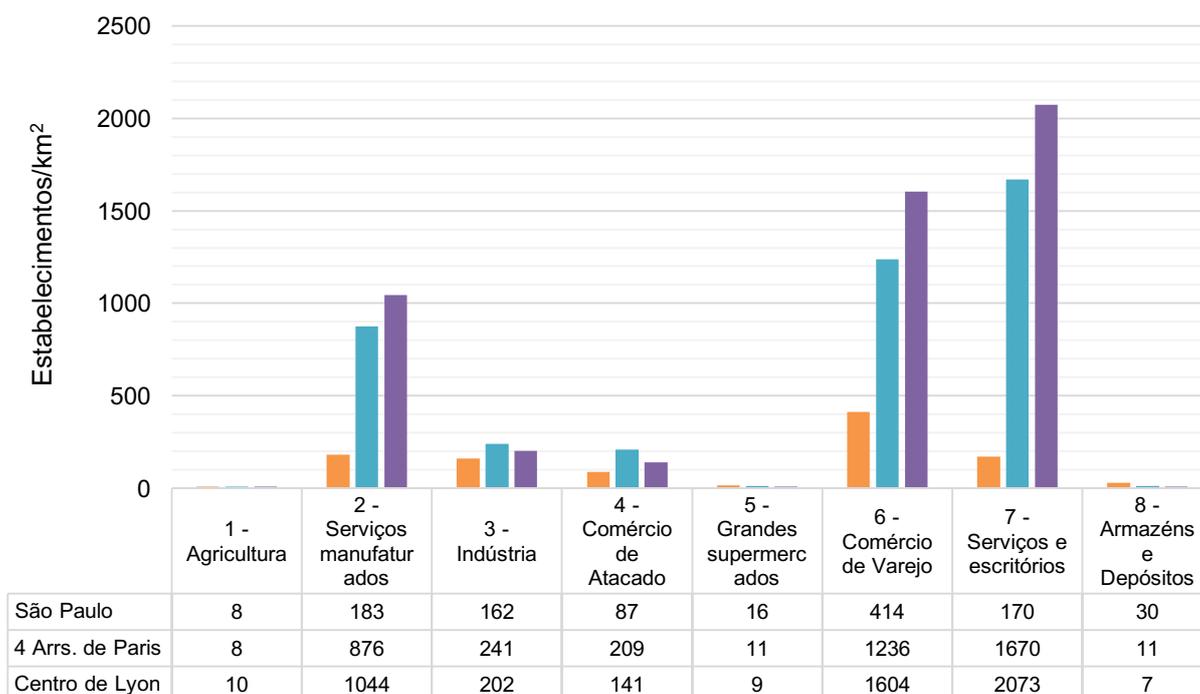
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

8.2.2.1 ASPECTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Referente aos tipos de usos dos estabelecimentos econômicos na região, o Gráfico 8-10, a seguir, demonstra as suas respectivas densidades e um comparativo da área em estudo em São Paulo com o 4º. *Arrondissement* de Paris e o Centro de Lyon. Verificando esses dados, denota-se que as duas regiões urbanas francesas apresentam uma maior densidade de estabelecimentos na maioria dos setores econômicos, apenas os setores de estabelecimentos de grande porte como supermercados, lojas de departamento e armazéns e depósitos apresentam densidades inferiores ao recorte urbano de São Paulo.

Verificou-se que as regiões urbanas francesas possuem uma densidade de estabelecimentos muito superior quando comparada com a área de São Paulo. Como aponta a Tabela 8-5: o recorte de São Paulo possui uma densidade de 1.069 estabelecimentos por km², enquanto o 4º. *Arrondissement* de Paris 4.263 estabelecimentos por km², ou seja, quatro vezes mais densa que a área de São Paulo; e o Centro de Lyon possui 5.071 estabelecimentos por km², o que representa uma densidade de estabelecimento cinco vezes superior à de São Paulo.

Gráfico 8-10: Densidade de estabelecimentos – Cenário atual



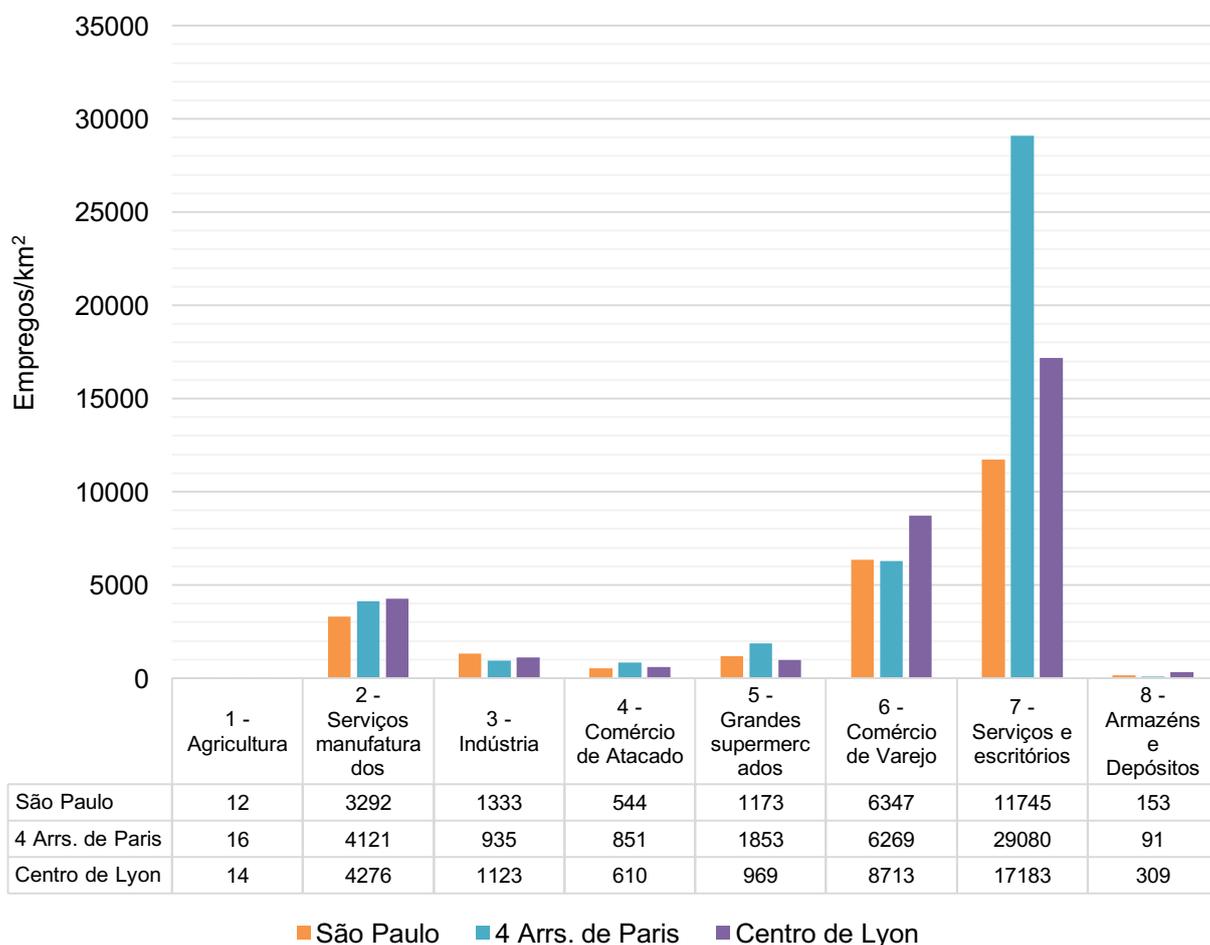
■ São Paulo ■ 4 Arrs. de Paris ■ Centro de Lyon

Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

A densidade de empregos no recorte urbano de São Paulo demonstrou inferioridade nos valores com as regiões urbanas francesas. A Tabela 8-5 aponta que a densidade de empregos na área em São Paulo é de 24.602 empregos por km², no 4º. *Arrondissement* de Paris é de 43.217 empregos por km², quase duas vezes superior a área de São Paulo e, por fim, no centro de Lyon a densidade é de 33.071 empregos por km², quase uma vez e meia a densidade do recorte de São Paulo.

Porém, quando se observa o fracionamento da densidade de empregos pelo setor econômico correspondente, (ver Gráfico 8-11, a seguir), a maioria das atividades econômicas nas três regiões urbanas estudadas apresentam valores próximos. Apenas o Setor de Serviços e Escritórios possuem valores discrepante no comparativo com a região de São Paulo, essa diferença também acontece com a densidade de estabelecimentos. Dessa forma, verifica-se que as regiões francesas possuem uma grande ocupação pelo Setor de Serviços e Escritórios.

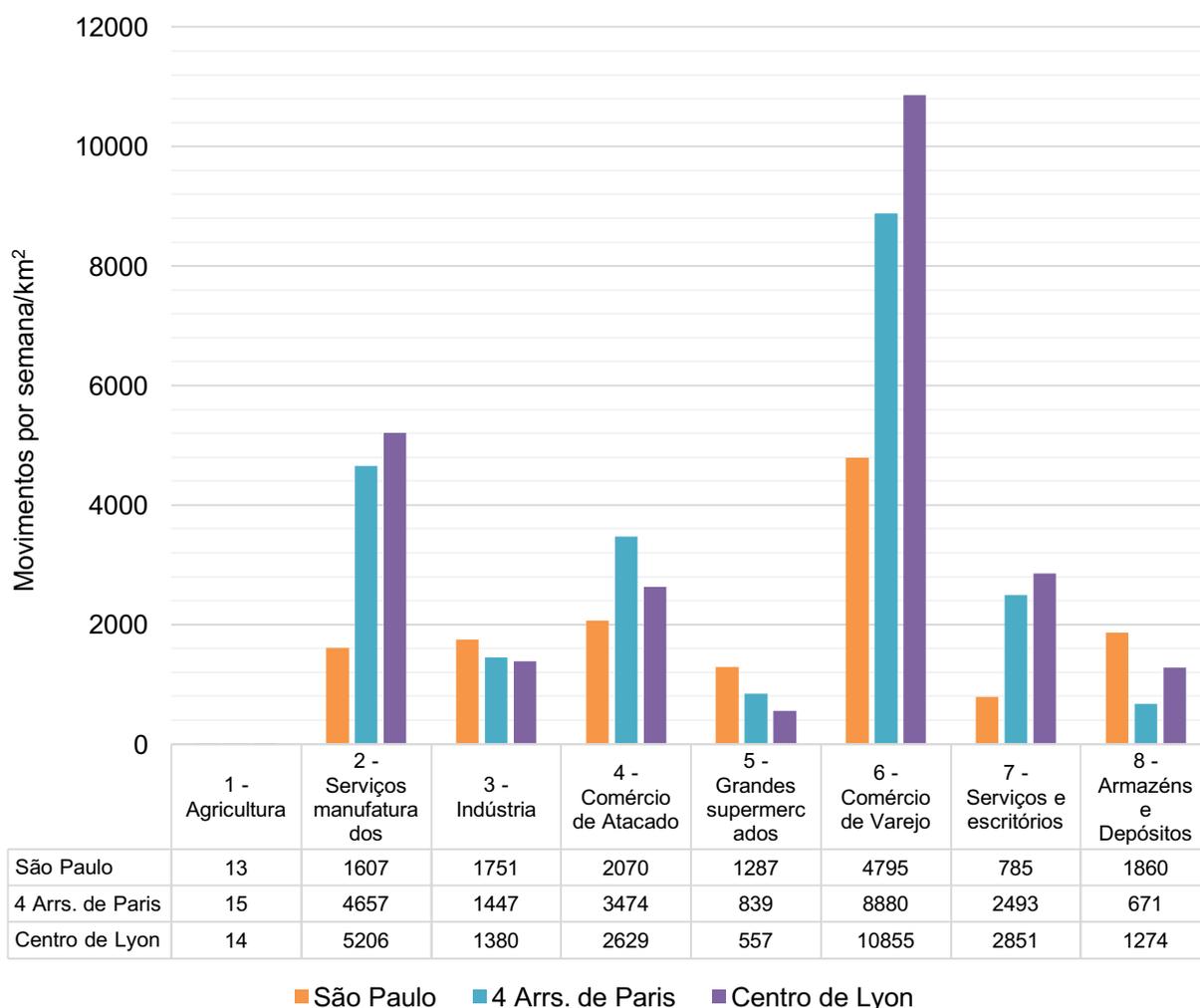
Gráfico 8-11: Densidade de empregos – Cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Conforme a Tabela 8-5, verificou-se que a densidade movimentos de mercadoria por semana no recorte de São Paulo representa, respectivamente, 63% e 57% da movimentação do 4^o. *Arrondissement* de Paris e do Centro de Lyon. O Gráfico 8-12, a seguir, aponta que apenas nos Setores Supermercados e Armazéns e Depósitos, a área de São Paulo possui valores de densidades de movimentos superiores às áreas urbanas francesas.

Gráfico 8-12: Densidade de movimentos da carga por semana – Cenário atual

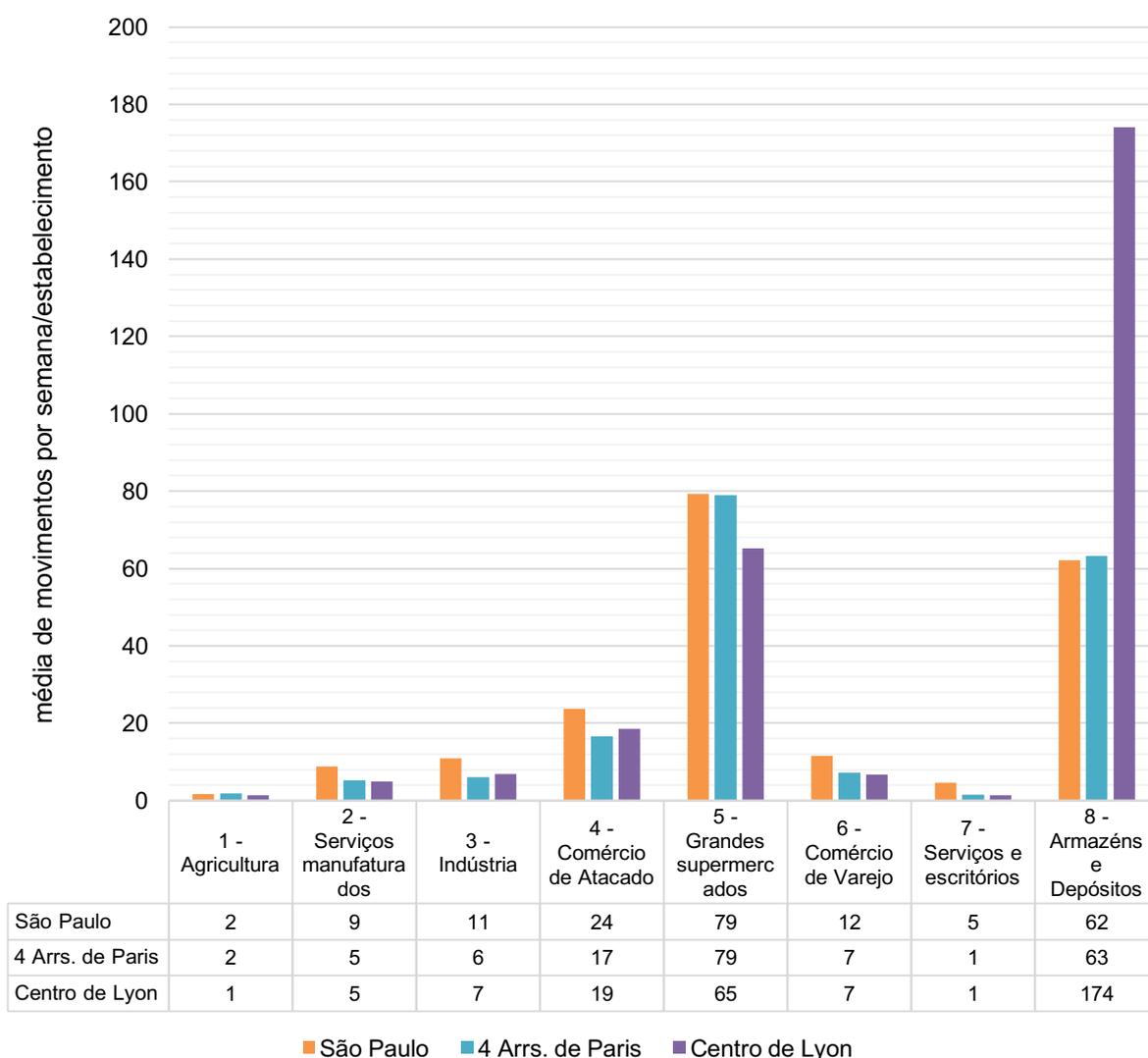


Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Porém, quando se interrelaciona os valores dos movimentos de mercadoria com os estabelecimentos, nos respectivos setores econômicos, verifica-se que os estabelecimentos da área de São Paulo apresentam uma geração de movimentos de carga superior a das áreas urbanas francesas. O Gráfico 8-13, a seguir, demonstra essa inter-relação por setor econômico. Em praticamente em todos os setores

econômicos, exceto Armazéns e Depósitos, os valores da área de São Paulo apresentam superioridade quando comparados com as áreas urbanas francesas. Esses valores demonstram que, de maneira geral, os estabelecimentos da área de São Paulo necessitam de mais movimentos de carga na semana e, conseqüentemente, sobrecarregam mais o tráfego no sistema viário. Exemplificando, um estabelecimento do comércio de varejo em São Paulo gera, em média, 12 movimentos de mercadorias na semana, enquanto que nas duas áreas urbanas francesas, esse tipo de estabelecimento gera 7 movimentos, praticamente a metade dos movimentos do estabelecimento na área de São Paulo. Por conseguinte, o incremento de veículos de carga no tráfego urbano gerado por esses estabelecimentos em São Paulo é superior que nas áreas urbanas francesas.

Gráfico 8-13: Movimentos de carga por estabelecimento – Cenário atual

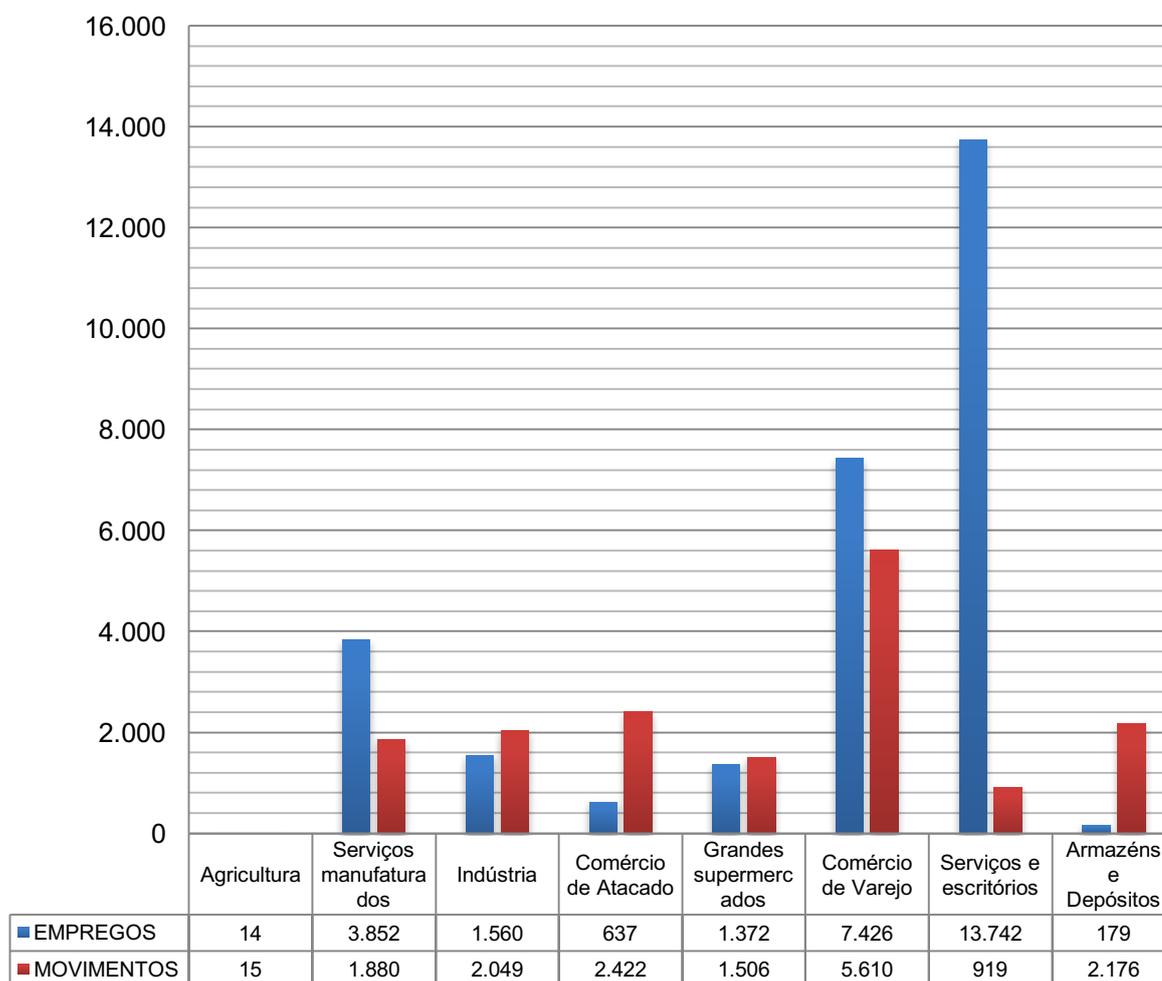


Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

8.2.2.2 ASPECTOS SÓCIOS-ECONÔMICOS E LOGÍSTICOS

Na análise macrourbana da área de estudo, que perfaz aproximadamente 1 km², totalizou-se 1.251 estabelecimentos, 28.784 empregos e 16.577 movimentos de carga por semana, conforme mostrado na Tabela 8-5. Contudo, é necessário avaliar o comportamento de cada setor econômico e compreender como a ocupação do solo por cada tipo de atividade pode influenciar na movimentação da carga urbana. O Gráfico 8-14, a seguir, demonstra os resultados e a relação entre a quantidade de empregos e a movimentação de carga urbana ocasionada pelos respectivos setores econômicos. Esse gráfico será utilizado ao longo deste subcapítulo para subsidiar a interpretação dos resultados para cada setor econômico. Observa-se que o setor econômico “agricultura” não possui valores relevantes e, dessa forma, não será considerada nas análises seguintes.

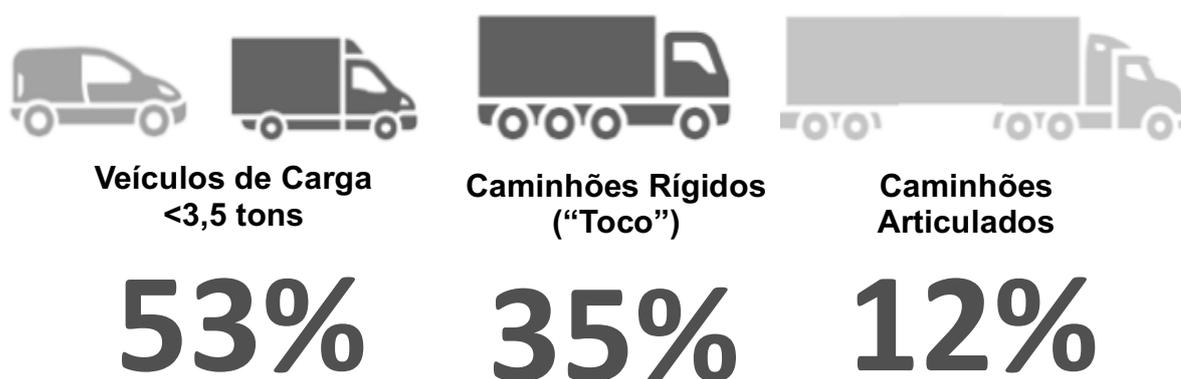
Gráfico 8-14: Relação entre empregos e movimentação da carga por setor econômico no cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Outro resultado que deu suporte na interpretação do comportamento da carga em cada setor econômico foram os tipos de veículos utilizados nessas movimentações da carga. O resultado da análise macrourbana demonstrou que 53% das movimentações utilizaram os Veículos Urbanos de Carga (VUC)⁴⁷, 35% por caminhões semipesados e pesados⁴⁸ e 12% por caminhões articulados (extrapesados)⁴⁹ (ver Figura 8-3). Porém, é necessário compreender a distribuição das viagens dos tipos de veículos em cada setor econômico. O Gráfico 8-15 mostra essa distribuição por setor econômico e também dará suporte às análises dos itens subsequentes.

Figura 8-3: Tipos de veículos de carga utilizados na movimentação de carga, na análise macrourbana do cenário atual



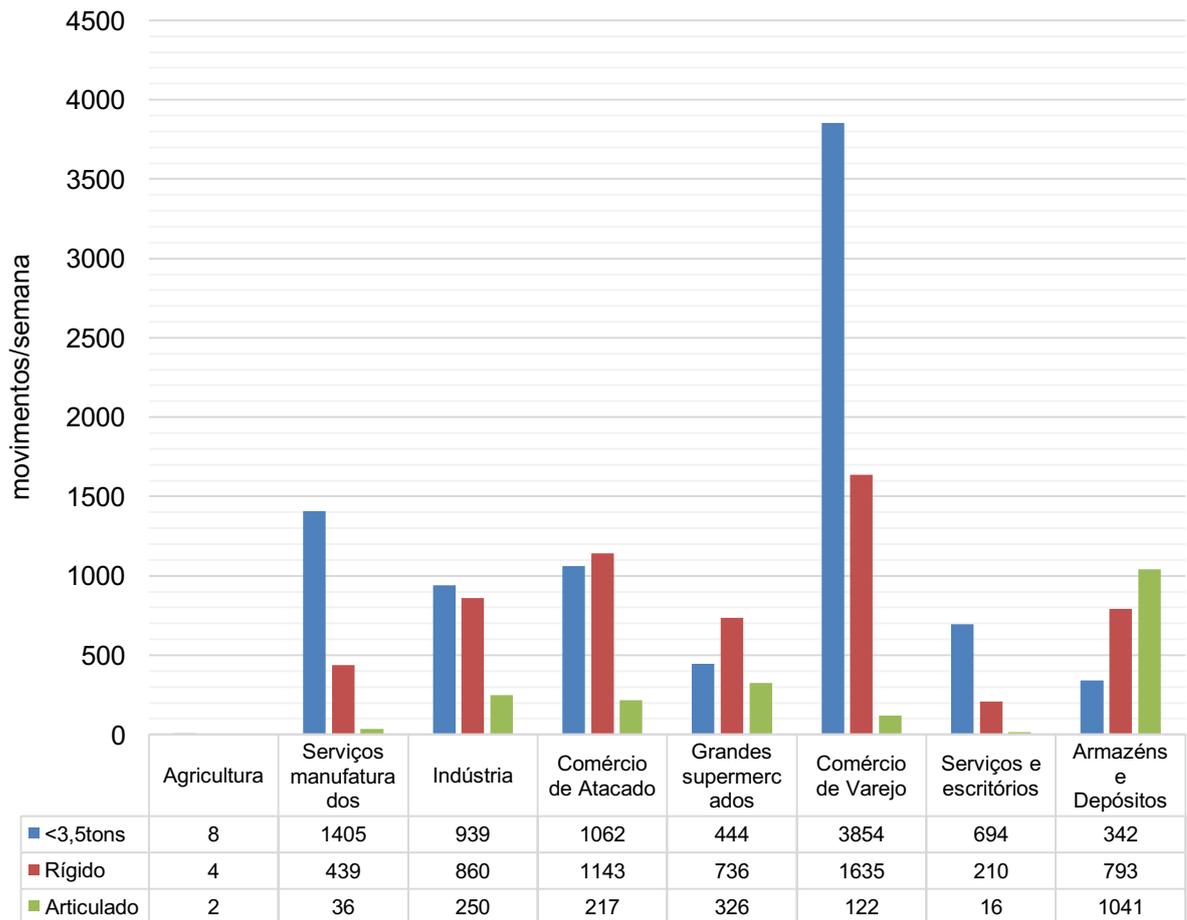
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

⁴⁷ No *Freturb* consta como "*moins de 3,5 t*" ou *light goods vehicle* (LGV). São os veículos da categoria N1, designação utilizada na legislação da União Europeia para os veículos urbanos de cargas com um peso máximo de até 3,5 toneladas. Seu equivalente em São Paulo seria os Veículos urbanos de Carga (VUC).

⁴⁸ No original, conta como "*camions porteurs*" ou conhecido na França como "*rigide*", sua equivalência no Brasil seriam os semipesados e os pesados. Os semipesados, ou conhecidos, popularmente como caminhão "toco", possuem eixo simples na carroceria, comprimento máximo de 14 metros e capacidade até 6 toneladas. Os caminhões pesados tem o eixo duplo na carroceria, com capacidade de 10 a 14 toneladas.

⁴⁹ No original, "*camions articules*", sua correspondência no Brasil seriam os caminhões extrapesados ou cavalo mecânico e pode ser engatado com carretas e semirreboques.

Gráfico 8-15: Tipos de veículos de carga utilizados na movimentação de carga em cada setor econômico na análise macrourbana do cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

A seguir, para apoiar a interpretação dos resultados dos setores mais preponderantes na cidade, tais como: Comércio de Varejo, Serviços e Escritórios, Comércio de Atacado e Armazéns e Depósitos. Foram construídos dois tipos de gráficos de “nuvens de pontos”, nos quais é também indicada a linha de tendência. O primeiro tipo inter-relaciona a movimentação da carga na semana com a quantidade de empregos, por estabelecimento, no respectivo setor econômico. Foi ainda construído um gráfico complementar, subsequente ao mencionado anteriormente, que representa o detalhe da área do gráfico com maior concentração dos resultados.

O segundo tipo de gráfico representa a relação da distribuição dos tipos de veículos utilizados na movimentação da carga com a quantidade de empregos por estabelecimento do respectivo setor econômico. Neste último gráfico, existem três linhas de tendências. Cada uma representa um tipo de veículo de carga, a soma dos três pontos distribuídos na vertical é o total da movimentação de carga gerada pelos

estabelecimentos com suas respectivas quantidades de funcionários, que são dispostas no eixo horizontal do gráfico. Subsequente a esse, também há um gráfico que representa o detalhe da área do gráfico com maior concentração dos resultados.

Esses dois tipos de gráficos foram gerados no *software* Excel, assim como as respectivas equações e os coeficientes de determinação (R^2). A forma polinomial se demonstrou a mais forte correlação, apresentando o coeficiente R^2 mais elevado.

O setor econômico **Comércio de Varejo** apresenta as seguintes características: é o setor que tem a maior quantidade de estabelecimentos, no total são 484 (ver Tabela 8-6), o que representa quase 40% de todos os estabelecimentos na região; detem a segunda atividade econômica com maior quantidade de empregos, com 7.426, que perfaz 26% dos empregos; o comércio de varejo demanda grande movimentação de carga; a modelagem demonstrou que este setor econômico é responsável por um terço, ou seja, 34% (ver Tabela 8-6) de toda a movimentação da carga na região. Observando-se esses resultados da modelagem, verifica-se que a ocupação urbana por essa atividade econômica deve ser avaliada, definitivamente, sob o aspecto do sistema urbano de carga. Estimular a ocupação do comércio de varejo é aumentar, substancialmente, a movimentação da carga na região.

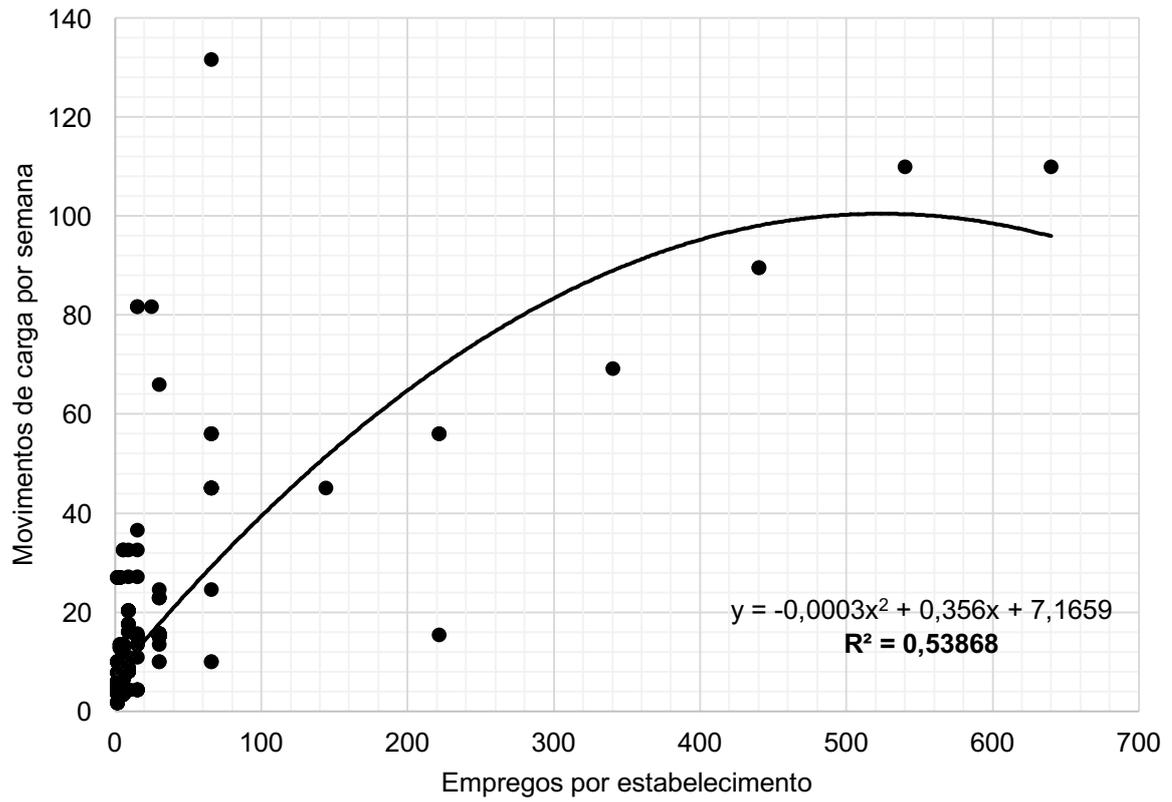
A “nuvem de pontos” no Gráfico 8-16, a seguir, mostra a inter-relação entre a quantidade de empregos por estabelecimento com a movimentação de carga no comércio de varejo. Esse resultado da modelagem demonstra que existe uma grande concentração de estabelecimentos com poucos funcionários. Já a linha de tendência, ver Gráfico 8-17, apesar de não ter um coeficiente de determinação alto ($R^2=0,53868$), demonstra que a movimentação de carga, apesar de ser ascendente, pouco aumenta com o incremento da quantidade de funcionários por estabelecimento. Apenas em estabelecimentos com grandes quantidades de funcionários⁵⁰ (100, 150 ou 200) é que a movimentação se torna representativa. Contudo, apesar do estabelecimento não gerar grande movimentação, de forma unitária, a grande quantidade desses

⁵⁰ Nessa modelagem, estabelecimentos como *shopping centers*, apesar de possuírem um aglomerado de estabelecimento de pequeno porte, foram considerados como um único estabelecimento. A dificuldade de se obter os dados detalhados dos estabelecimentos dentro dos *shopping center*, impulsionou a decisão de admitir essa suposição, sendo assim observa-se nos dados desse setor estabelecimentos com uma grande quantidade de funcionários.

estabelecimentos na região de estudo faz com que, no conjunto dos estabelecimentos de varejo, essa atividade econômica gere um alto número de movimentos de carga.

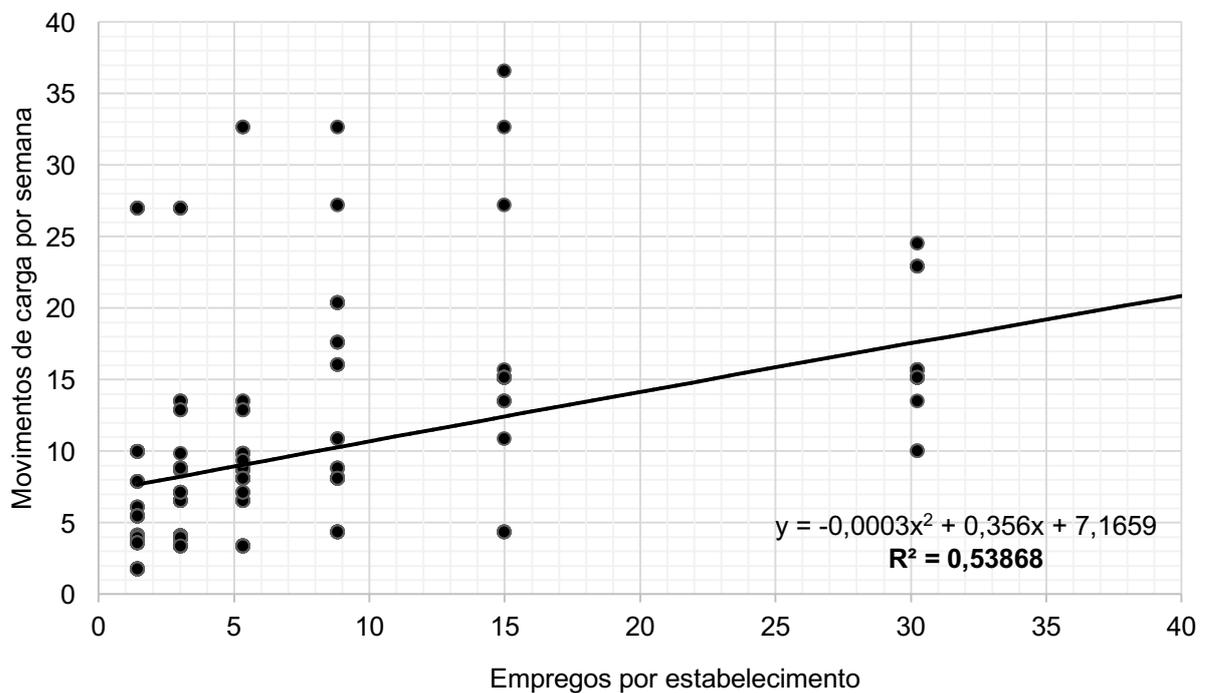
Com relação aos tipos de veículos utilizados para movimentar as mercadorias do comércio de varejo, os resultados do *Freturb* (ver Gráfico 8-15) demonstraram que, praticamente, 70% da movimentação da carga no comércio de varejo é realizada pelos Veículos Urbanos de Carga (VUC). Os caminhões semi-pesados e pesados representam 29% e os Caminhões extra-pesados ou articulados, 1% dessa frota total de veículos de carga. Analisando os Gráficos 8-18 e 8-19, verifica-se a participação dos veículos urbanos de Carga (VUC) e dos Caminhões Rígidos tende a aumentar com o aumento da quantidade de funcionários nos estabelecimentos de varejo, enquanto que a intensidade de movimentação dos Caminhões Articulados não demonstra relevância e alteração, como também o coeficiente de determinação ($R^2=0,13023$) é bem baixo.

Gráfico 8-16: Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no **comércio de varejo**, no cenário atual



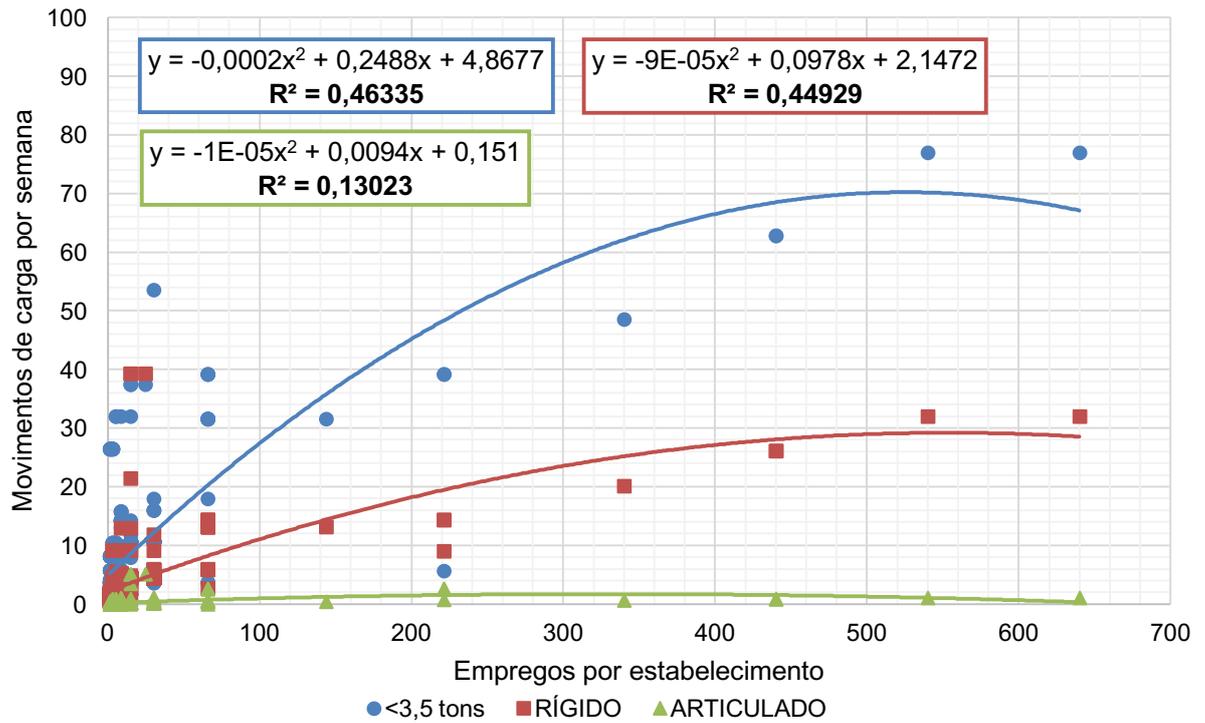
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-17: Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no **comércio de varejo**, no cenário atual



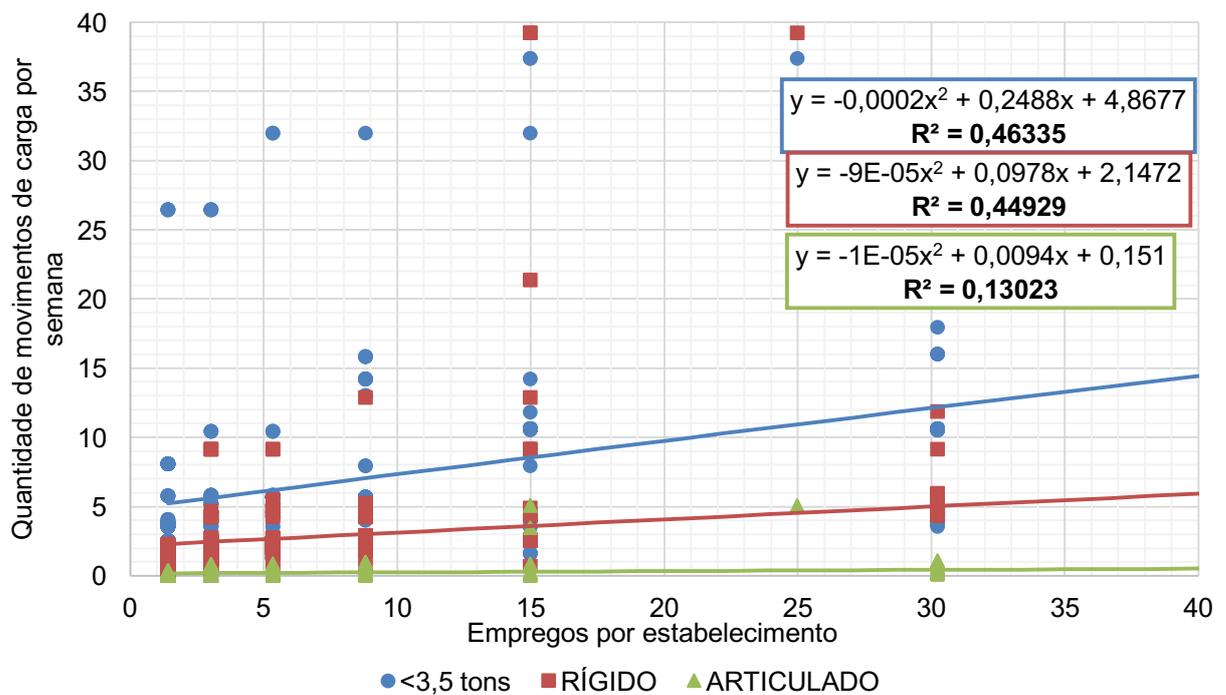
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-18: Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículo utilizado no **comércio de varejo**, no cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-19: Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículo utilizado no **comércio de varejo**, no cenário atual

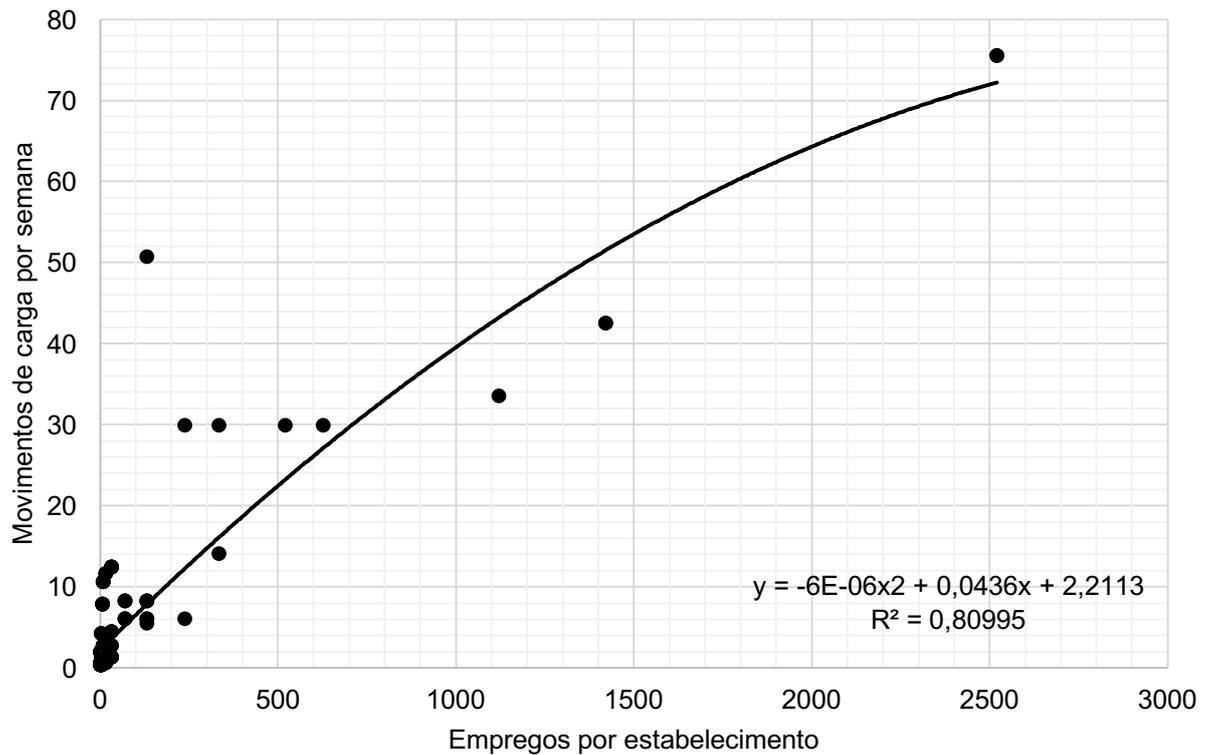


Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

O setor econômico de **Serviços e Escritórios**, que é o preponderante na economia urbana, representa 16% da quantidade total de estabelecimentos da área de estudo, ou seja, menos da metade dos estabelecimentos de comércio de varejo (ver Tabela 8-6). Porém o setor “Serviços e Escritórios” tem uma grande quantidade de empregos, são 13.742, que equivale a 48% do total de empregos na região. Quanto à movimentação da carga urbana, a quantidade gerada por esse setor econômico é a mais baixa dentre as outras atividades, a sua movimentação de carga não chega a 6% do total na região de estudo. Sendo assim, a ocupação do solo urbano por essa atividade econômica não causa grandes impactos com relação à movimentação da carga. Os Gráficos 8-20 e 8-21, a seguir, demonstram que mesmo os estabelecimentos com grandes quantidades de funcionários não possuem uma movimentação semanal da carga tão representativa, e o coeficiente de determinação ($R^2=0,80995$) tem um bom ajuste à amostra.

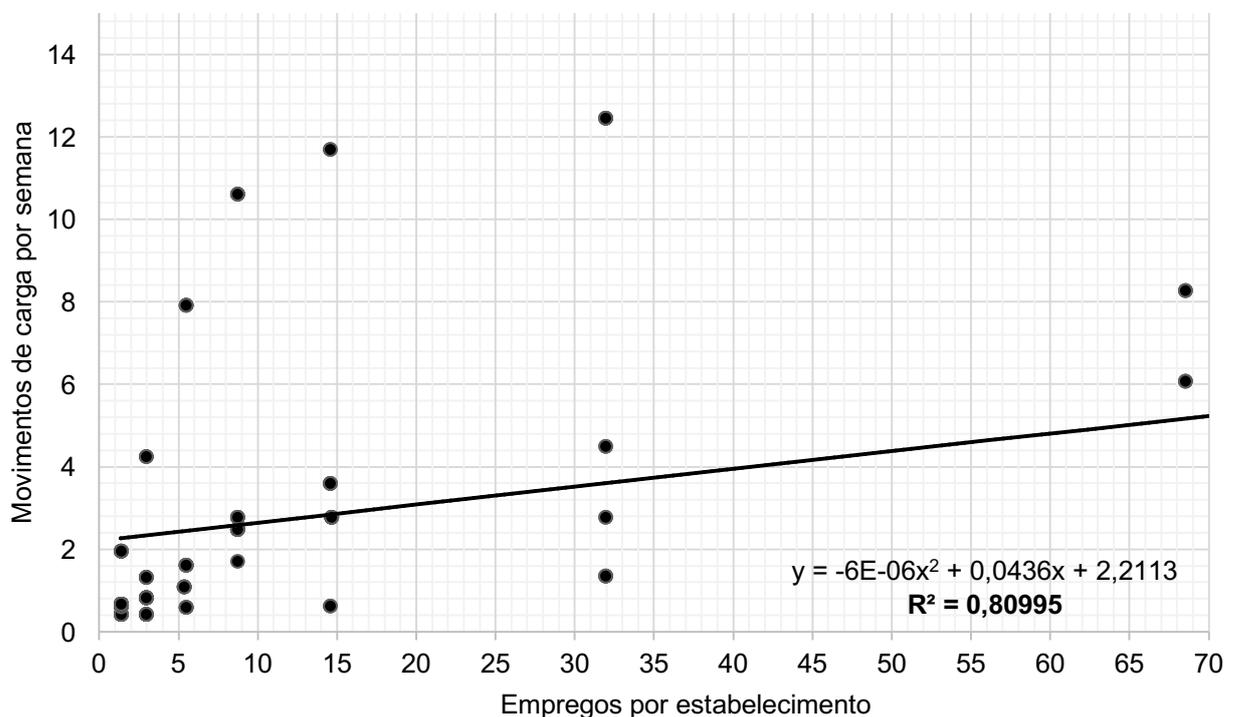
Na distribuição dos tipos de veículos no setor “Serviços e Escritórios”, os VUCs são responsáveis por transportar 75% da carga (ver Gráfico 8-15), os veículos semipesados e pesados são responsáveis por 23% dos movimentos, enquanto o veículo articulado representa apenas 2% da movimentação da carga. Nos Gráficos 8-22 e 8-23 é possível verificar os comportamentos distintos na movimentação por tipos de veículo de carga. As curvas apresentaram um bom coeficiente de determinação, demonstrando um adequada aderência aos dados. Sendo assim, observou-se que os veículos articulados e os rígidos (semipesados e pesados) têm uma linha de tendência praticamente horizontal, ou seja, independentemente da quantidade de funcionários a participação desses veículos na movimentação da carga é a mesma. Os veículos urbanos de carga, por sua vez, possuem uma linha de tendência ascendente com o aumento da quantidade de empregos por estabelecimento. Dessa forma, a modelagem demonstrou que o setor de Escritórios e Serviços demandam, no transporte, uma grande participação dos VUCs, enquanto que a participação dos veículos de carga pesados e articulados não é tão expressiva.

Gráfico 8-20: Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no setor econômico de **serviços e escritórios**, no cenário atual



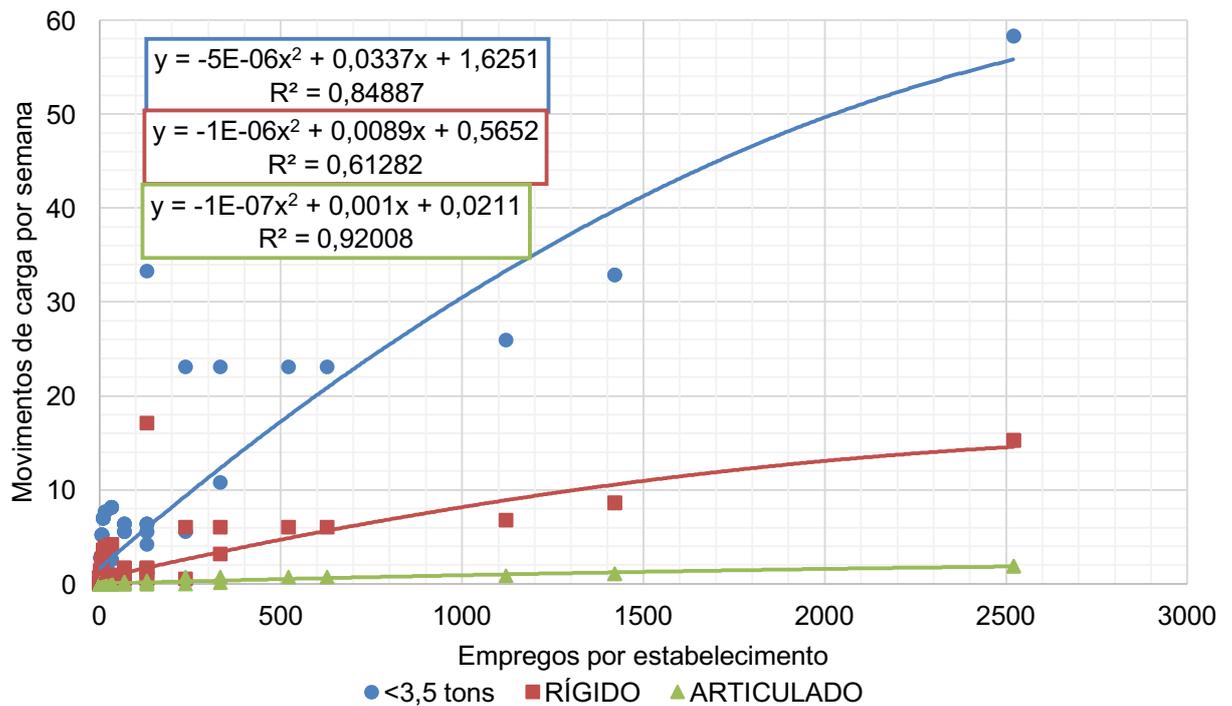
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-21: Detalhe correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no setor econômico de **serviços e escritórios**, no cenário atual



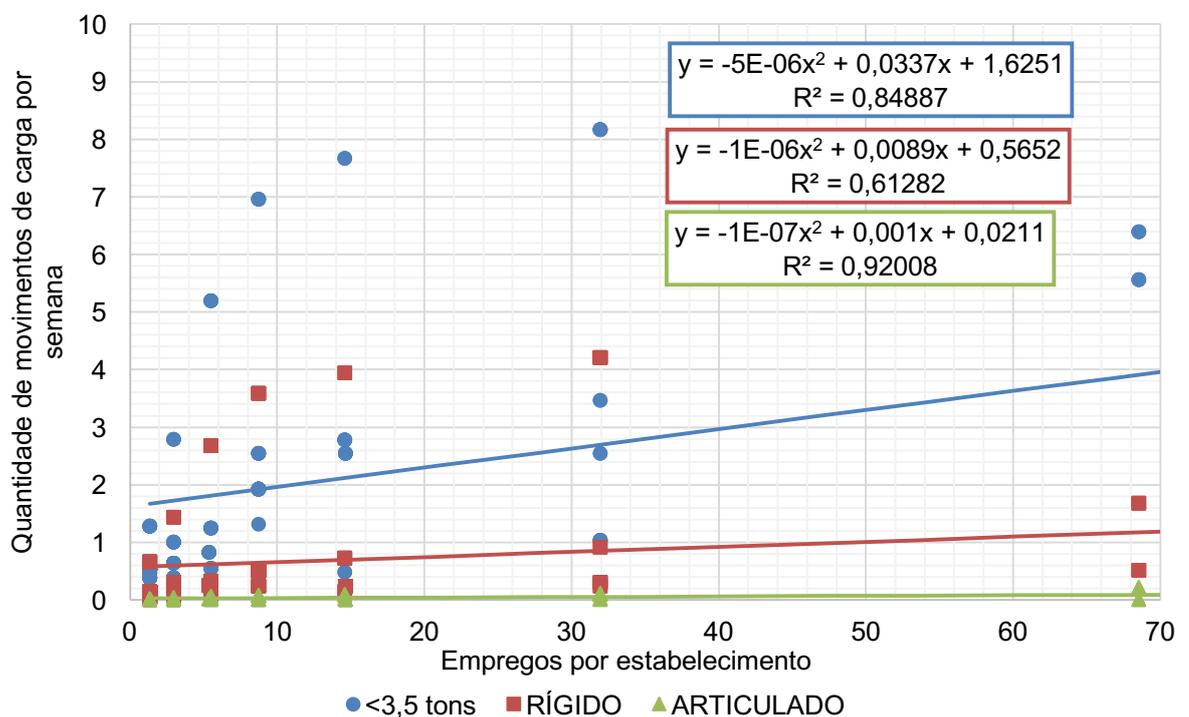
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-22: Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículo utilizado no setor econômico **serviços e escritórios**, no cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-23: Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículo utilizado no setor econômico **serviços e escritórios**, no cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

As atividades econômicas “**Comércio de Atacado**” e “**Armazens e Depósitos**”, por sua vez, podem ser avaliadas em conjunto. Em ambas as atividades, a quantidade de empregos não é representativa (ver Tabela 8-6), juntos não perfazem 2,5% do total de empregos. Porém, a quantidade de movimentos de carga gerada por esses setores é bem relevante, representando, respectivamente, 15% e 13% da movimentação total na região de estudo.

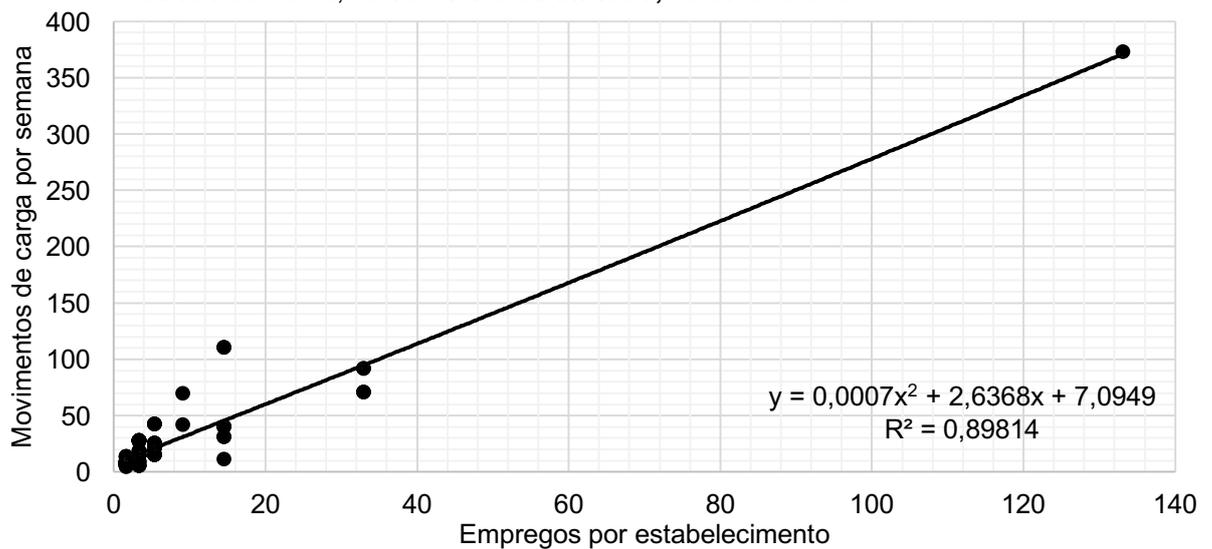
Estabelecimentos como armazéns, *cross-dockings*, depósitos e lojas de atacado, seguem uma mesma tendência urbana. De acordo com Dablanc (2007), esses tipos de estabelecimentos detêm características da “dispersão logística”: são de grande porte e mais relacionados com atividades logísticas e, geralmente, ocupam áreas suburbanas. Normalmente, a implantação dessas atividades nas bordas das cidades é estimulada pelo baixo custo do solo, pela oferta alta de terrenos grandes e pela proximidade de infraestruturas viárias que conectam fluxos econômicos interregionais.

Porém, a área de estudo está localizada na região central da cidade de São Paulo e, mesmo em quantidades não numerosas (os dois setores juntos não representam 11% do total dos estabelecimentos da região, ver Tabela 8-6), esses estabelecimentos ocupam grandes áreas na região e geram grandes impactos por causa da alta movimentação da carga no entorno. Assim, juntos, representam 28% da movimentação. Os resultados contidos nos Gráficos 8-24 e 8-25 possuem um coeficiente de determinação alto ($R^2=0,89814$). Já os resultados mostrados nos Gráficos 8-28 e 8-29 possuem um valor menor ($R^2=0,52565$) devido à grande dispersão da “nuvens de pontos”. Contudo, em todos esses gráficos, as curvas de tendências são ascendentes e a inter-relação dos dados demonstra que estabelecimentos relacionados a essas atividades, apesar de possuírem poucos funcionários, geram grandes movimentações de carga.

Na distribuição dos tipos de veículos na movimentação da carga no **Comércio de Atacado**, conforme Gráfico 8-15, verifica-se que a participação dos veículos menores de carga e dos caminhões rígidos é a mesma, juntos eles movimentam 89% das mercadorias. E, quando observamos as curvas de tendências nos Gráficos 8-26 e 8-27, a distribuição entre esses dois tipos de veículos é bem próxima, ascendente e tem coeficiente de determinação alto ($R^2=0,96508$ para o VUC e $R^2=0,81798$ para o Rígido), enquanto que a carga movimentada pelo caminhão articulado praticamente

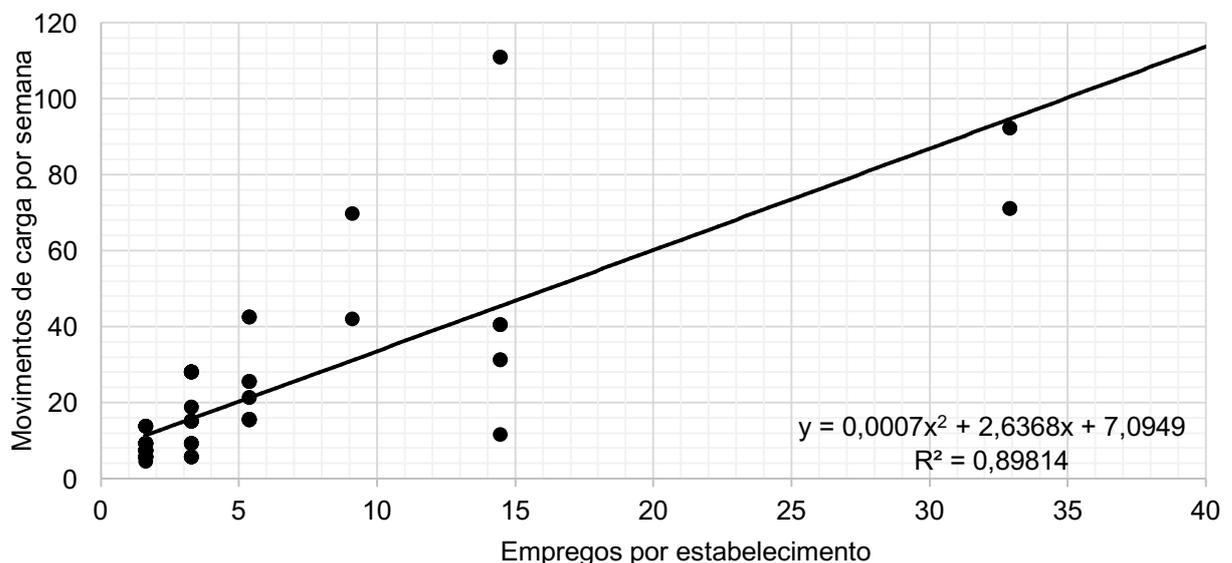
não se altera com o aumento de funcionários no estabelecimento. No setor de **Armazéns e Depósitos Logísticos**, por sua vez, a maioria da movimentação da carga é realizada pelos veículos maiores, o rígido e o articulado, respectivamente, a participação deles é 36% e 48% (ver Gráfico 8-15). Nos Gráficos 8-30 e 8-31, o coeficiente R^2 do veículo articulado apresentou um índice baixo, enquanto que as demais curvas tiveram coeficientes relevantes e demonstraram que, com o aumento da quantidade de empregos por estabelecimento, a movimentação da carga pelo respectivo tipo de veículo também aumenta.

Gráfico 8-24: Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no **comércio de atacado**, no cenário atual



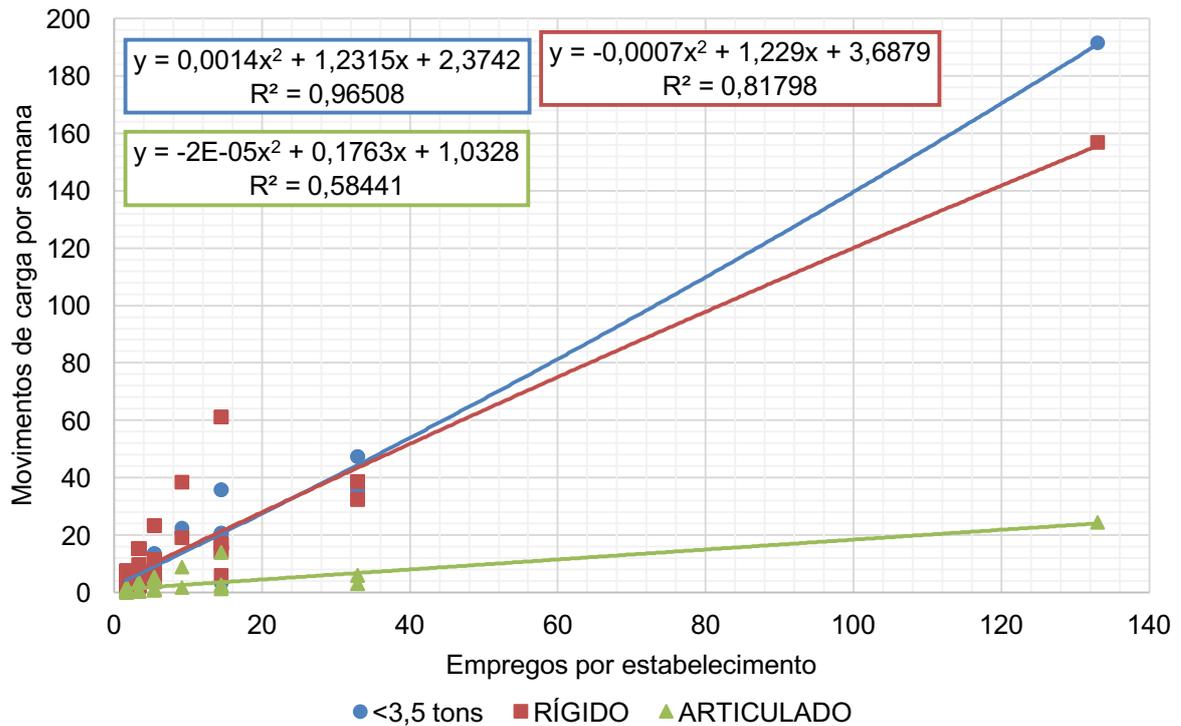
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-25: Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no **comércio de atacado**, no cenário atual



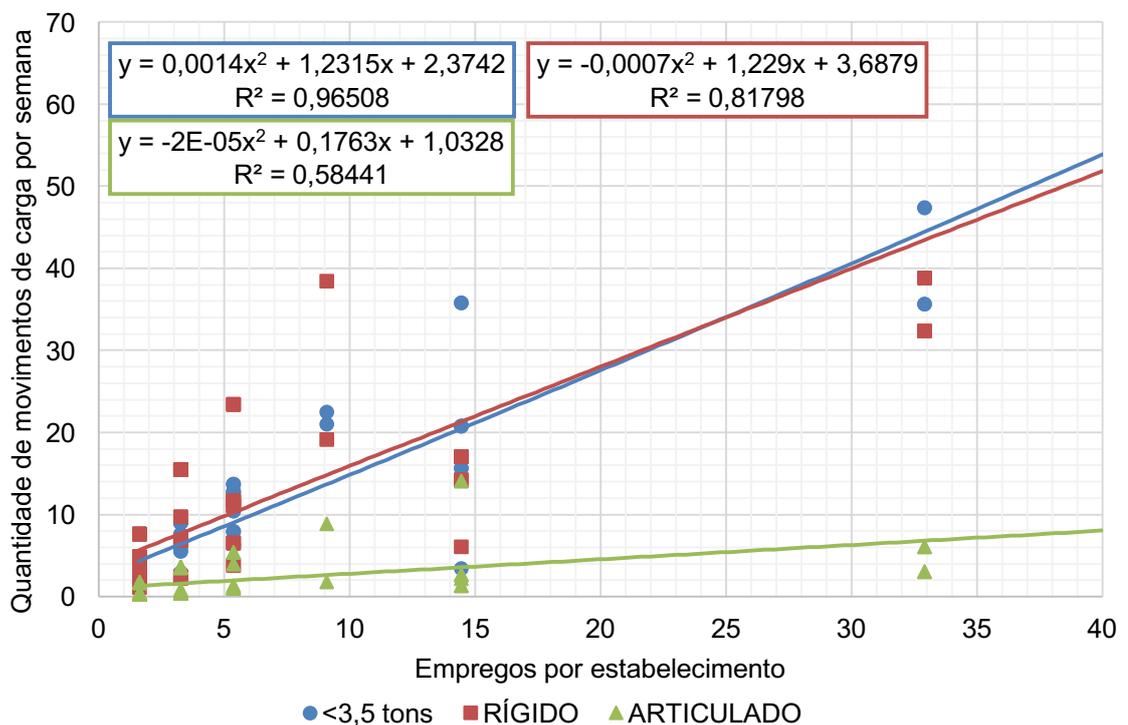
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-26: Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículo utilizado no **comércio de atacado**, no cenário atual



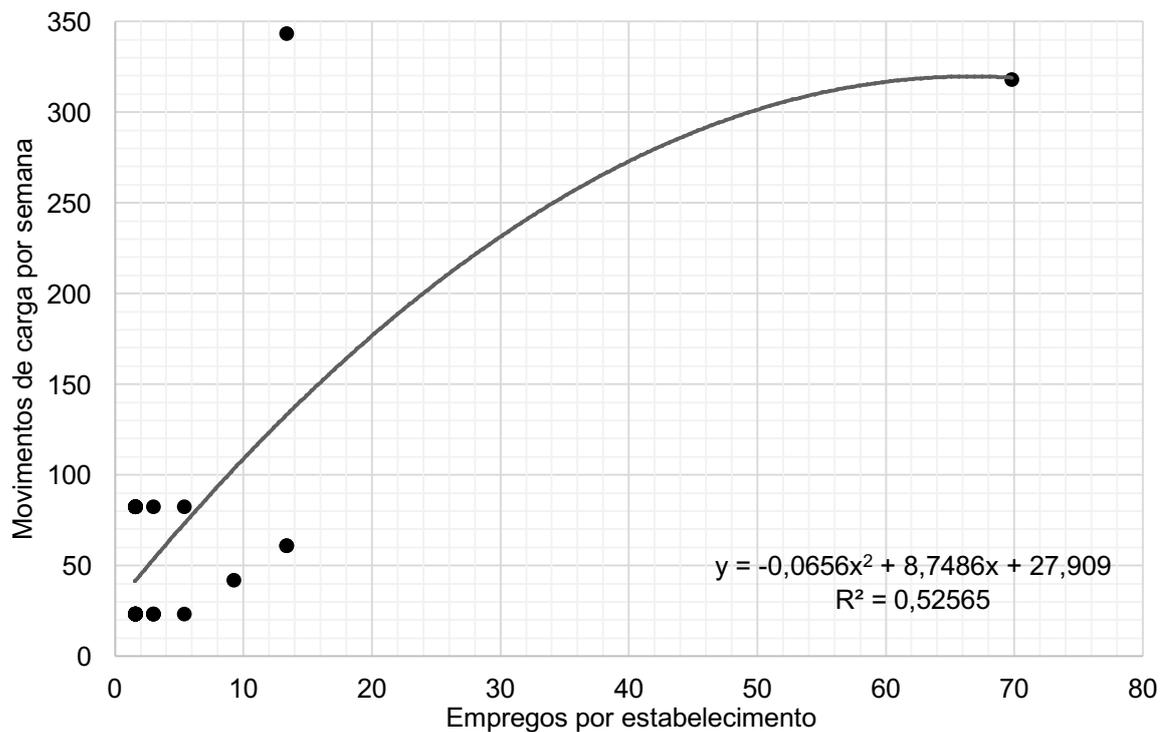
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-27: Detalhe correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículo utilizado no **comércio de atacado**, no cenário atual



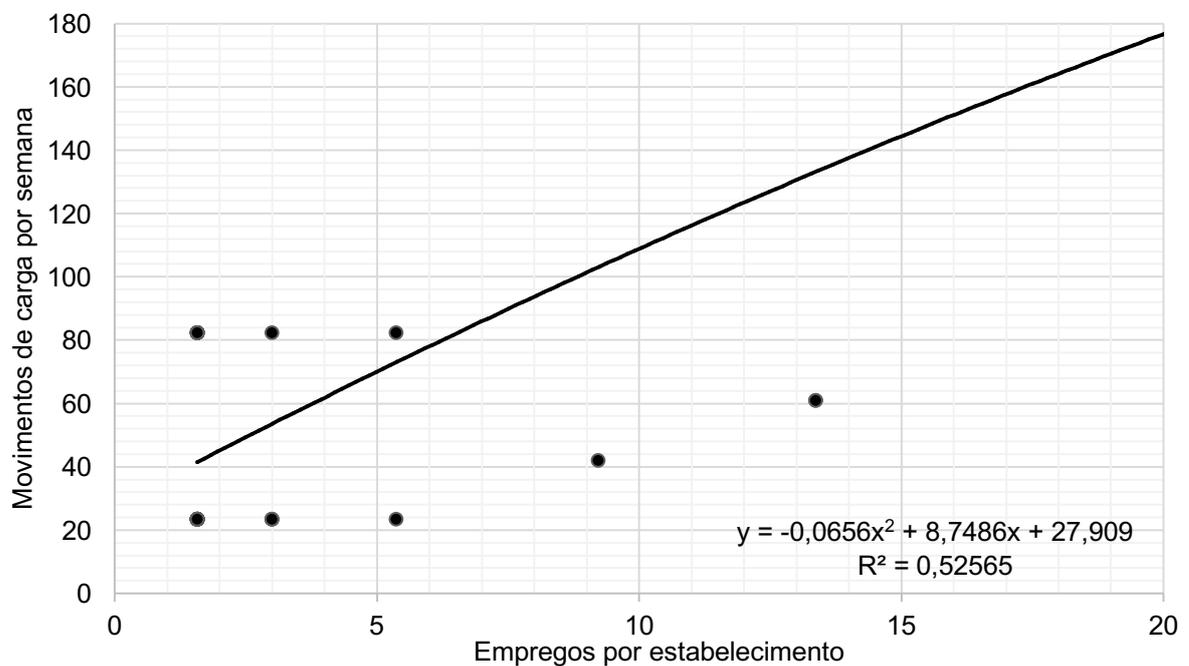
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-28: Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no setor econômico **armazéns e depósitos logísticos**, no cenário atual



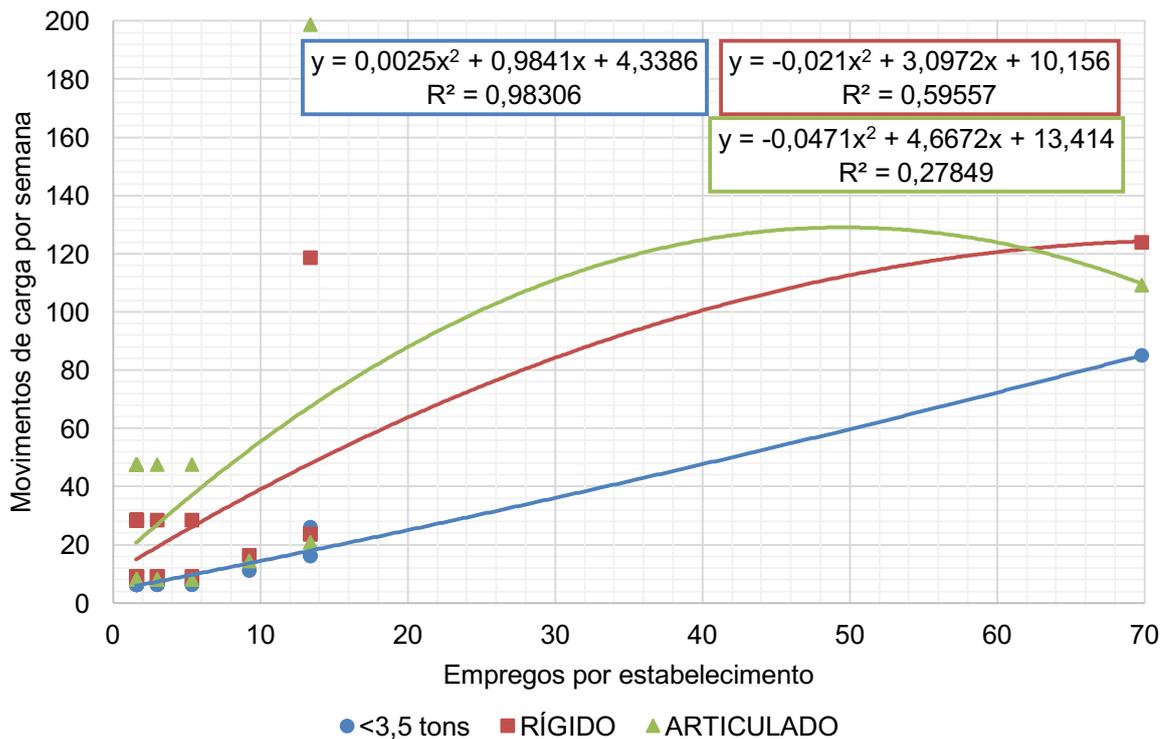
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-29: Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, no setor econômico **armazéns e depósitos logísticos**, no cenário atual



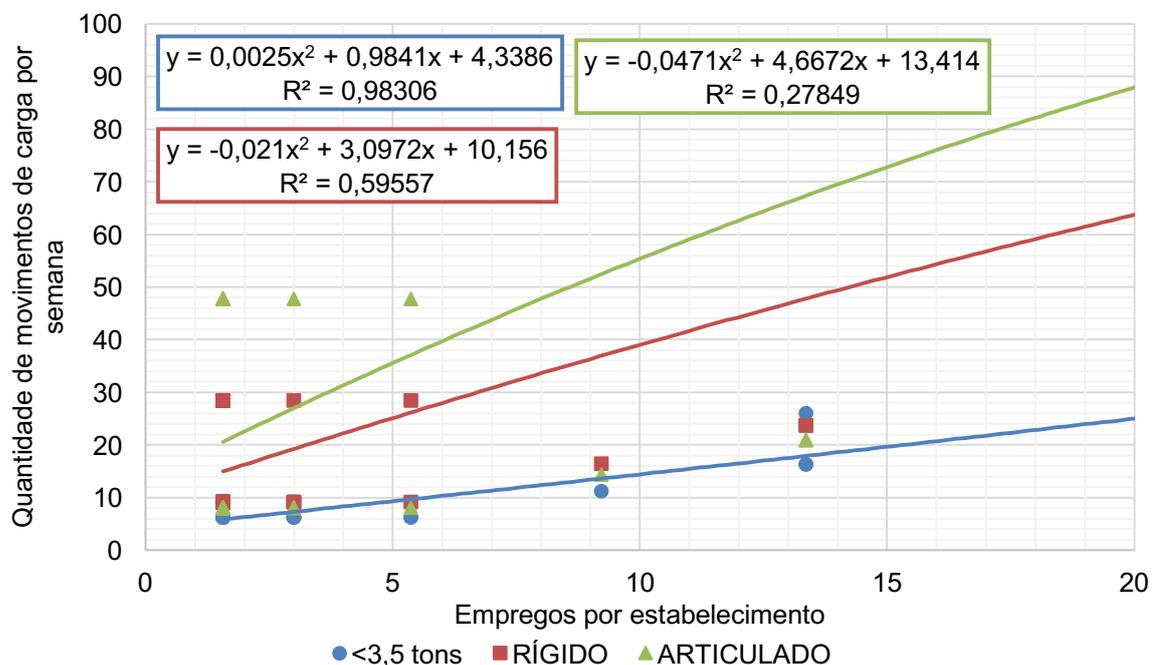
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-30: Correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículo utilizado no setor **armazéns e depósitos logísticos**, no cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-31: Detalhe da correlação entre movimentação de carga e quantidade de empregos por estabelecimento, por tipo de veículo utilizado no setor **armazéns e depósitos logísticos**, no cenário atual



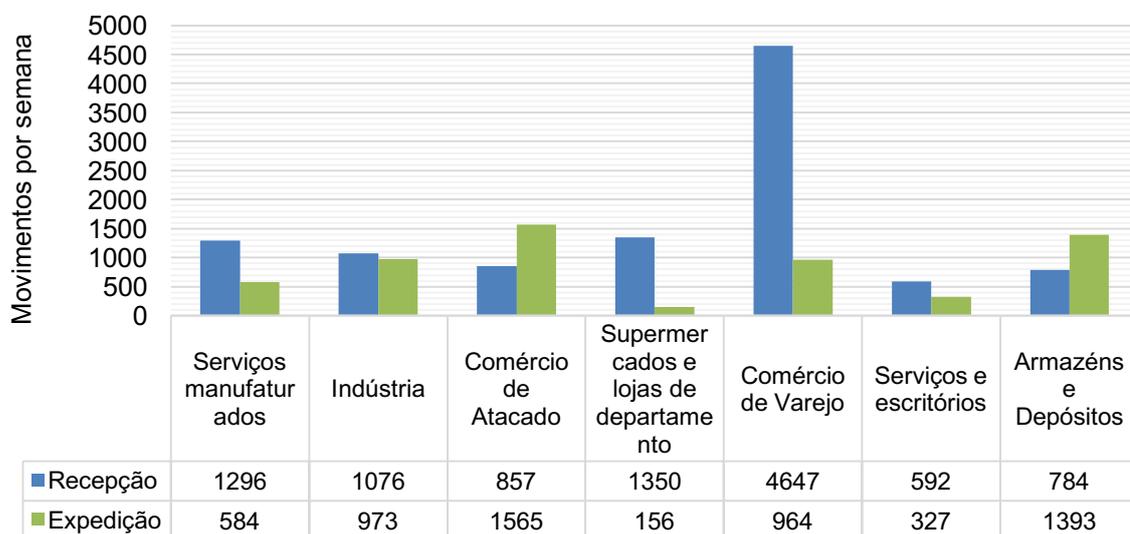
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

8.2.2.2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A EXPEDIÇÃO E A RECEPÇÃO DE MERCADORIAS NOS ESTABELECIMENTOS

Freturb caracteriza a movimentação da carga nos estabelecimentos em dois tipos: em expedição e em recepção de mercadoria pelo estabelecimento. Quando se analisa os tipos de movimentação de mercadoria, por categoria econômica, os valores apresentam diferentes comportamentos logísticos. Crescentemente, conforme aponta o Gráfico 8-32, a seguir, as atividades econômicas que têm na maioria de sua movimentação o recebimento de mercadorias são: Serviços e Escritórios (64%), Serviços Manufaturados (69%), Comércio de Varejo (83%) e Supermercados e Lojas de Departamento (89%). O setor econômico “Indústria” tem um equilíbrio na movimentação desses dois tipos de movimentos de carga. E as atividades econômicas que apresentam na maioria dos movimentos como expedição de carga são, crescentemente: Comércio de Atacado (65%) e Armazéns e Depósitos (64%).

No conjunto, esses resultados refletem se a área é mais atratora ou geradora de mercadorias. Na análise macrourbana do cenário atual da modelagem foi observado que 64% dos movimentos gerados pelos estabelecimentos foram de recepção de mercadorias e 36%, de expedição (ver Tabela 8-6). Sendo assim, conclui-se que o recorte urbano estudado atrai mais movimentos e veículos de carga para a região. Se usos e ocupações por estabelecimentos dos setores de Atacado e Armazéns fossem incentivados, a característica da região poderia, assim, ser revertida para geradora.

Gráfico 8-32: Recepção e expedição de mercadorias por setor econômico, no cenário atual

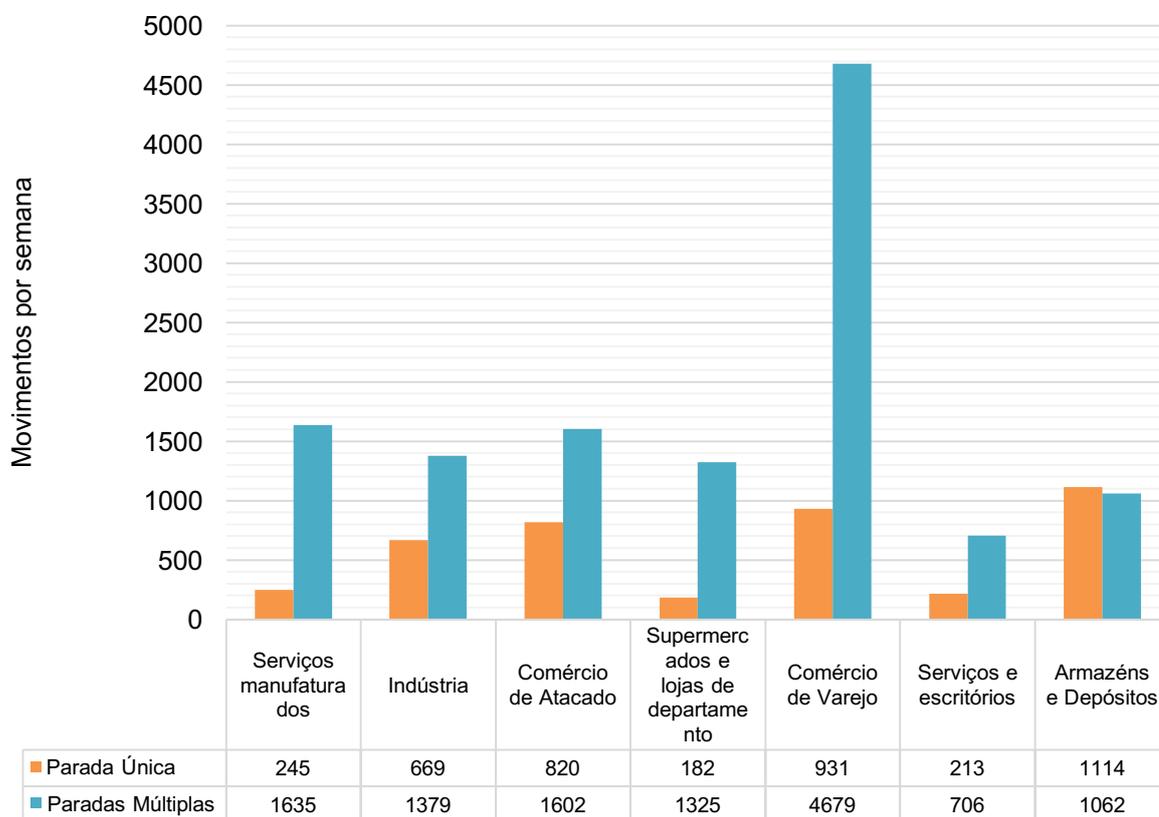


Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

8.2.2.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE VIAGENS DE PARADA ÚNICA E MÚLTIPLAS PARADAS

Os resultados observaram, também, que 75% das viagens contêm paradas múltiplas, nas quais um único veículo atende a vários estabelecimentos em uma única viagem. No término da entrega o veículo retorna à origem, e 25% são viagens de paradas únicas, na qual o veículo tem único destino de entrega. No Gráfico 8-33, a seguir, observou-se que a maioria dos setores econômicos, exceto armazéns e depósitos, tem na maioria viagens de múltiplas paradas. O setor comércio de varejo é a atividade que tem a maior participação nesse tipo de viagem, a atividade de armazéns e depósitos têm uma relação equilibrada nesse padrão de viagem.

Gráfico 8-33: Tipos de viagens: parada única e múltiplas paradas, no cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

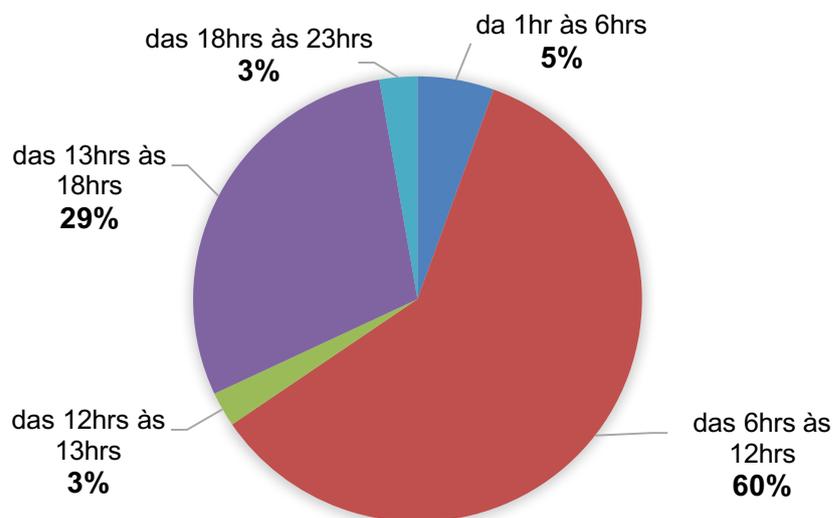
8.2.2.3 ASPECTOS DO TRÁFEGO

A modelagem apontou que, na análise macrourbana do cenário atual, a hora-pico é às nove horas e trinta minutos da manhã. Neste período, há um total de 1.192 movimentos de carga, 56% (665) desses movimentos são realizados por VUCs, 34%

(403) por caminhões semipesados e pesados e 10% (124), por caminhões extrapesados articulados.

Conforme aponta o Gráfico 8-34, a seguir, no período da manhã, compreendido das seis horas às doze horas, há a maior concentração da movimentação da carga na região de estudo, este período é responsável por 60% dos movimentos no dia. Durante o período das doze horas às treze horas a movimentação da carga cai significativamente na região, neste período é movimentado 3% da carga. Durante a tarde, das treze horas às dezoito horas, a movimentação da carga volta a aumentar, porém não com a mesma intensidade do período da manhã, representando 29% da movimentação, ou seja, o período da manhã tem o dobro de movimentação da carga com relação ao período da tarde. Durante a noite, das dezoito horas às vinte e três horas, a movimentação de mercadoria na região cai drasticamente, em torno de 3%.

Gráfico 8-34: Participação da movimentação da carga nos períodos do dia, no cenário atual

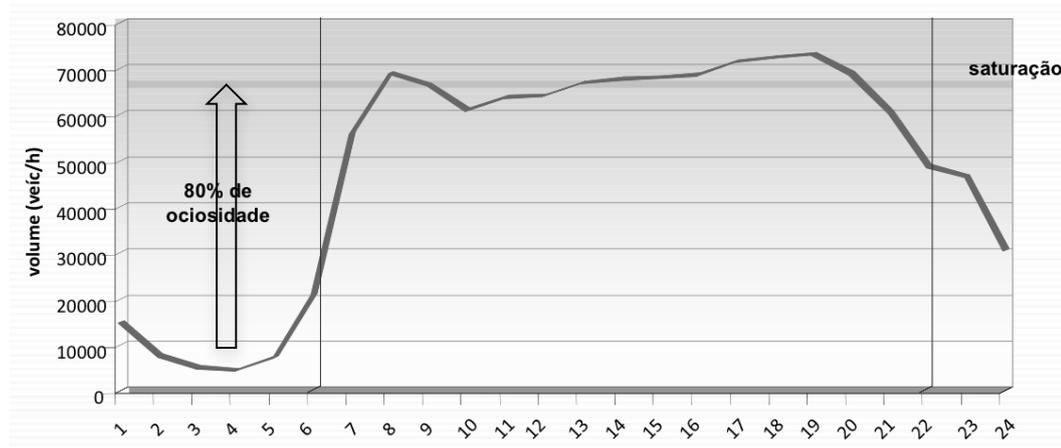


Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Observando as curvas do Gráfico 8-35, verifica-se a distribuição das densidades da movimentação de carga ao longo do dia. Os resultados apontaram que durante a madrugada, dá uma hora às seis horas, há uma baixa concentração de movimentos da carga, em torno de 5%. Nesta faixa horária, de acordo com a CET-SP (2015), o sistema viário tem uma ociosidade de 80% da sua capacidade e a maior concentração de movimentos de pessoas e cargas no sistema viário é durante o período do dia. A partir das doze horas, há uma saturação no viário na cidade,

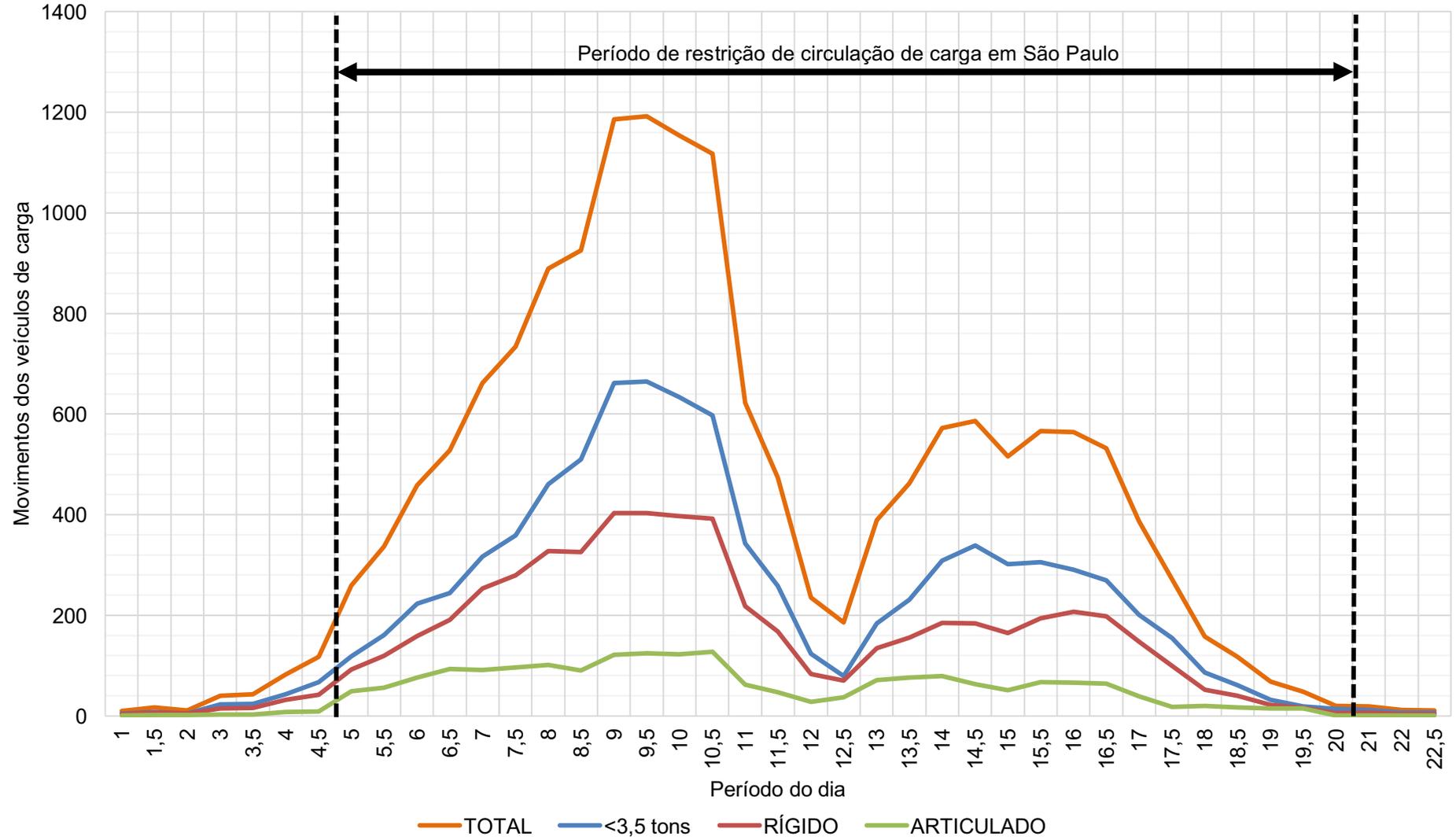
conforme indicada na Figura 8-4. Com medidas regulatórias urbanas, como a distribuição noturna, é possível estimular o aumento dos movimentos da carga durante o período ocioso da madrugada. Recentemente, a Prefeitura Municipal de São Paulo, juntamente com empresas transportadoras e órgãos de representação, está conduzindo um projeto-piloto de abastecimento noturno. Tal iniciativa irá orientar o desenvolvimento de alternativas para o abastecimento do comércio para que gerem menor impacto no trânsito da cidade.

Figura 8-4: Volume de veículos em circulação no centro expandido do Município de São Paulo



Fonte: CET-SP (2015)

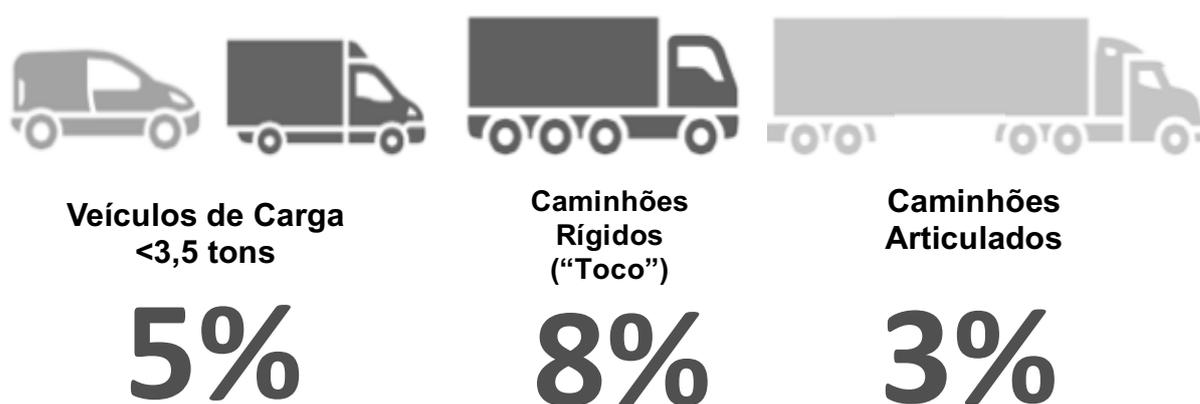
Gráfico 8-35: Hora-pico da movimentação da carga por tipo de veículo, cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Na hora-pico da movimentação de carga, que corresponde às nove horas e trinta da manhã, os veículos de carga associados a todos os tipos de estabelecimento, na área em estudo em São Paulo ocupam, em média, 17% do viário dessa mesma região. A Figura 8-5, demonstra a ocupação do viário por tipo de veículo. Observa-se uma relevante participação dos caminhões rígidos (semipesados e pesados) na ocupação do viário. Na hora-pico esses veículos ocupam 8% do viário, o que corresponde a, praticamente, 50% da área ocupada no viário pelos veículos de carga.

Figura 8-5: Ocupação do viário por tipo de veículo na análise macrourbana, no cenário atual

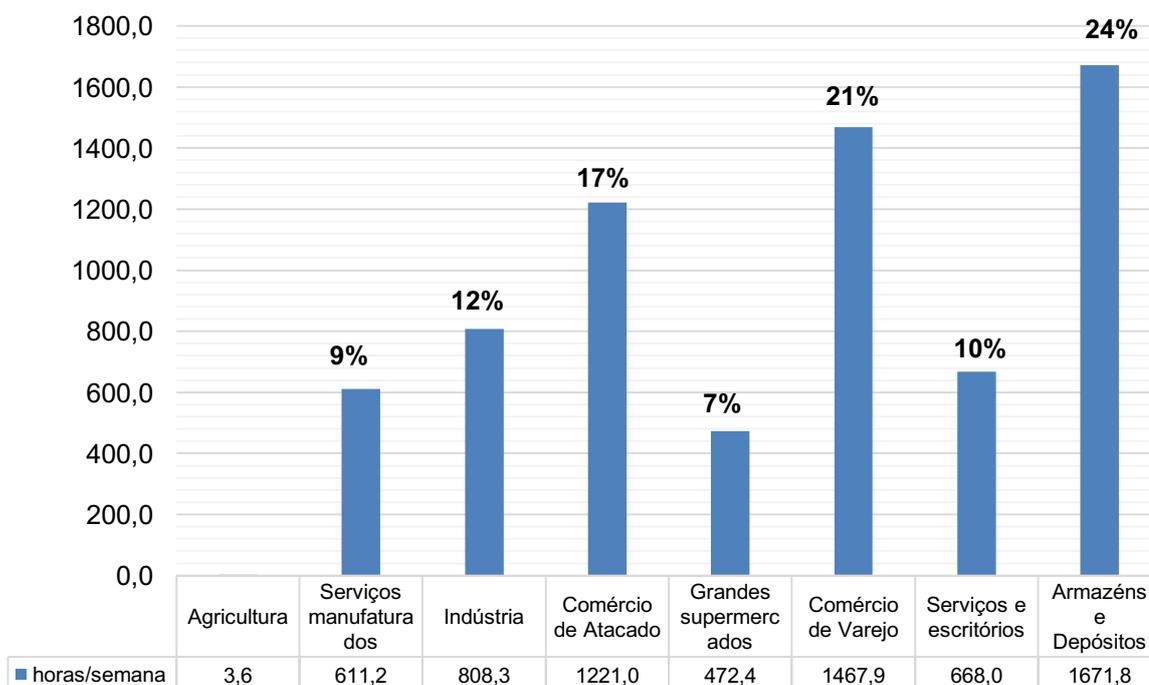


Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Como na região de estudo se aplica o decreto municipal Nº 48.338, de 10 de maio de 2007, que estabelece normas para o trânsito de caminhões e para operações de carga e descarga em estabelecimentos situados no Município de São Paulo. Os veículos sujeitos à restrição, de acordo com essa medida, são: o caminhão rígido (semipesado e pesado) e o articulado (extrapesado). Como a área de estudo está localizada no perímetro do Centro Expandido, nos resultados da aplicação do modelo (ver Gráfico 8-35), verificou-se que uma grande parte da movimentação realizada por esses tipos de veículos será impactada. Dessa forma, o município de São Paulo tem que promover estratégias urbanas para adequar e efficientizar a movimentação da carga. De acordo com a CET-SP (2015), a implantação do projeto piloto de abastecimento noturno traz vários benefícios, dentre os quais: aumento da produtividade das entregas durante a noite, devido à utilização de veículos maiores (redução no preço de frete); redução no tempo de trânsito; redução no tempo de carga/descarga; e redução do congestionamento diário da região selecionada.

Para o tempo de carga e descarga na área de estudo, a modelagem mostrou que é necessário o total de 6.924 horas durante toda a semana para realizar as operações de carga e descarga nos estabelecimentos. O Gráfico 8-36, a seguir, demonstra a distribuição do tempo total de carga e descarga que os estabelecimentos de cada setor econômico necessitam em suas operações. Verifica-se que o setor de **armazéns e serviços** é o que mais precisa de horas de carga e descarga. Apesar de possuir uma baixa densidade de estabelecimento, 30 estabelecimentos por km² (ver Gráfico 8-36), esse setor econômico é responsável por 24% do tempo das operações de carga e descarga na região. **Comércio de Atacado** é a segunda atividade que demanda uma grande parcela, 17%, de tempo da operação de carga e descarga. Juntas, **Armazéns e Depósitos** e **Comércio de Atacado**, apesar de representarem 11% dos estabelecimentos na região (ver Tabela 8-6), essas atividades de grande porte necessitam 41% do total de tempo das operações de carga na região. **Comércio de Varejo** é a atividade preponderante na área, corresponde a 38% dos estabelecimentos e 34% dos movimentos da carga no recorte de São Paulo (ver Tabela 8-6). Porém, apesar desses valores, o setor é responsável por 21% do tempo dedicado às operações de carga e descarga.

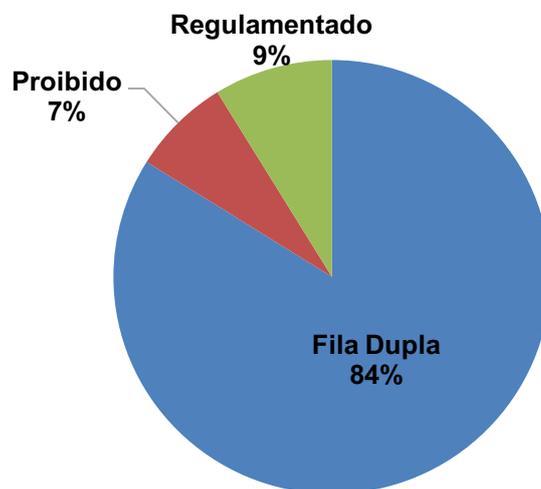
Gráfico 8-36: Tempo de carga e descarga por setor econômico, no cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

De acordo com os resultados, representados no Gráfico 8-37, 84% das operações de carga e descarga ocorrem com o veículo parado em “fila-dupla”, enquanto apenas 9% das operações ocorrem em estacionamentos regulamentados, como a quantidade de estacionamentos privados é irrisória na área, os resultados do modelo não apresentaram significância nesta análise.

Gráfico 8-37: Tipos de operações de carga e descarga, no cenário atual



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

8.3 RESULTADOS DOS CENÁRIOS FUTUROS

A análise dos resultados dos cenários futuros tem como objetivo avaliar as inter-relações da carga com o planejamento urbano em macroescala e verificar a evolução do sistema urbano de carga no recorte de estudo.

A Tabela 8-8, a seguir, demonstra o sumário da comparação dos resultados da análise macrourbana do cenário atual e dos cenários futuros de 2025 e 2030 com as perspectivas econômica do Centro de Lyon e 4^o. *Arrondissement* de Paris. Observa-se que os dados populacionais nos cenários de 2025 e 2030 aumentaram, significativamente, com as mudanças de usos e ocupação do solo, estas motivadas pelo novo Plano Diretor Estratégico de São Paulo, em vigor desde 2014.

Considerando essas perspectivas e analisando os resultados da Tabela 8-8, a seguir, a população aumenta em 20%, no cenário de 2025; e 53%, no cenário de 2030. A quantidade de estabelecimentos tem um aumento de 32% para o cenário de 2025, em ambas perspectivas econômicas; e no cenário de 2030 o aumento é de 55%, também nas duas perspectivas econômicas. Observa-se que as taxas de crescimento populacional e da quantidade de estabelecimentos, no cenário de 2030, foram mais acentuadas se comparadas com a taxa de crescimento do cenário de 2025. O crescimento de empregos, por sua vez, teve valores distintos dentro das respectivas perspectivas econômicas: adotando-se a do Centro de Lyon, os cenários de 2025 e 2030 tiveram um incremento de, respectivamente, 11% e 19%; adotando-se a perspectiva do 4^o. *Arrondissement* de Paris, os cenários de 2025 e 2030 obtiveram o aumento de respectivamente, 21% e 38%. Verifica-se que as taxas de crescimento de empregos dos cenários com a perspectiva econômica do 4^o. *Arrondissement* de Paris foram mais acentuadas.

Tabela 8-8: Sumário dos resultados dos cenários modelados

	unidades	Cenário Atual	Cenários Futuros			
		São Paulo (RAIS 2013)	Perspectivas Econômicas			
			Centro de Lyon	4 ^o . Arrs. de Paris	Centro de Lyon	4 ^o . Arrs. de Paris
			2025		2030	
DADOS POPULACIONAIS						
Área	(km ²)	1,17	1,17		1,17	
População	(pessoas residentes)	21.803	25.989		33.311	
Densidade Populacional	(pessoas/km ²)	18.580	22.147		28.386	
ASPECTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO						
Empregos	(empregos)	26.813	29.779	32.564	32.007	36.885
Densidade de empregos	(empregos/km ²)	22.849	25.376	27.749	27.275	31.432
Estabelecimentos	un	1.346	1.771	1.776	2.090	2.098
Densidade de estabelecimentos	(estabelecimentos/km ²)	1.147	1.509	1.514	1.781	1.788
Média de empregos por estabelecimentos	(empregos/estabelecimentos)	20	17	18	15	18
ASPECTOS DA LOGÍSTICA E DO TRÁFEGO						
Número de movimentos por semana	(movimentos por semana)	16.577	20.037	18.154	22.450	20.072
Densidade de Movimentos por semana	(movimentos por semana/km ²)	14.126	17.075	15.470	19.131	17.104
Tempo de Carga e Descarga	(horas na semana)	6.924	7.129	7.096	8.156	7.963
Ocupação do viário	(%)	17%	20%	18%	22%	20%

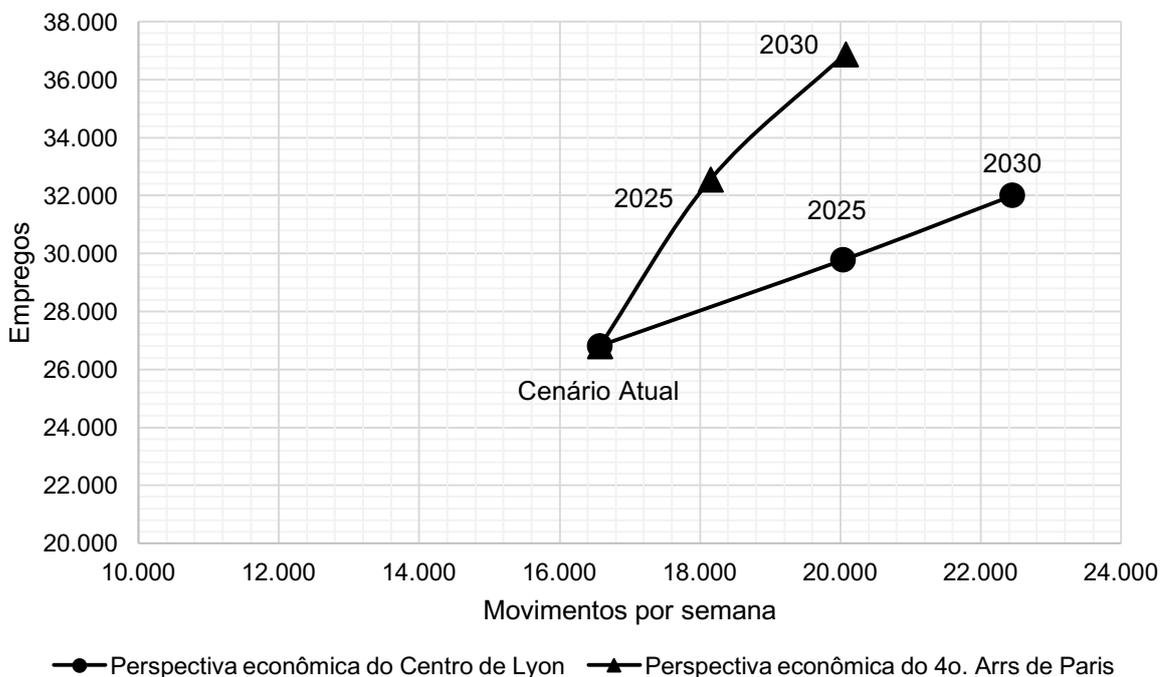
Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Ao correlacionar o aumento da movimentação de carga com o crescimento de empregos nos cenários futuros, observa-se que, apesar da perspectiva econômica do 4^o. *Arrondissement* de Paris ter um crescimento de empregos mais acentuado, o crescimento da movimentação de carga na região foi mais forte nos cenários futuros com a perspectiva econômica do Centro de Lyon. Neste contexto, o crescimento foi de 21%, para o cenário de 2025 e 35%, para o cenário de 2030, enquanto que na perspectiva econômica do 4^o. *Arrondissement* de Paris, o aumento foi de 10%, para o cenário de 2025 e 21%, para o cenário de 2030. Essa análise corrobora as afirmações

dos pesquisadores Jean-Louis Routhier e Florence Toilier (informação verbal)⁵¹, do *Laboratoire Aménagement Economie Transports* da Universidade de Lyon (LAET UdL), que a movimentação de carga em uma região está relacionada não apenas às densidades de empregos, mas também aos perfis dos estabelecimentos tais como: setor e subsetor econômico, tamanho do estabelecimento, e se se trata de filial ou matriz do estabelecimento e a quantidade de funcionários por estabelecimento.

O Gráfico 8-38, a seguir, demonstra a projeção do aumento de empregos e de movimentação de carga dos cenários futuros com as respectivas perspectivas econômicas descritas anteriormente. Neste gráfico, é possível observar o acentuado aumento da movimentação da carga com o crescimento de empregos nos cenários que possuem a perspectiva econômica de Lyon, enquanto que a predição com a perspectiva econômica do 4^o. *Arrondissement* de Paris, o crescimento da movimentação da carga é mais ténue com o aumento da taxa de emprego na região.

Gráfico 8-38: Projeção de empregos e movimentos da carga nos cenários



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

⁵¹ Conversa presencial com o pesquisador do *Laboratoire Aménagement Economie Transports*, Lyon, em 04 de Maio de 2015.

É importante verificar a inter-relação do emprego com a movimentação da carga de acordo com o setor econômico dos estabelecimentos em cada predição urbana. A Tabela 8-9 mostra uma síntese da estratificação dos resultados, de acordo com os setores econômicos, para os cenários futuros, e também para o cenário atual, para a área urbana em estudo.

Analisando a Tabela 8-9, observa-se que os setores econômicos Comércio de Varejo, Indústria, Comércio de Atacado e Armazéns e Depósitos são os que têm a maior taxa de crescimento e a maior quantidade de movimentação da carga nas respectivas predições. Contudo, em relação aos valores de empregos, as atividades econômicas de Escritórios e Comércio de Varejo são os mais representativos. Ainda, a atividade de Comércio de Varejo, setor econômico preponderante na cidade, é o setor que mais impacta, simultaneamente, em movimentação de carga e em geração de empregos, como também o que demanda transporte de pessoas.

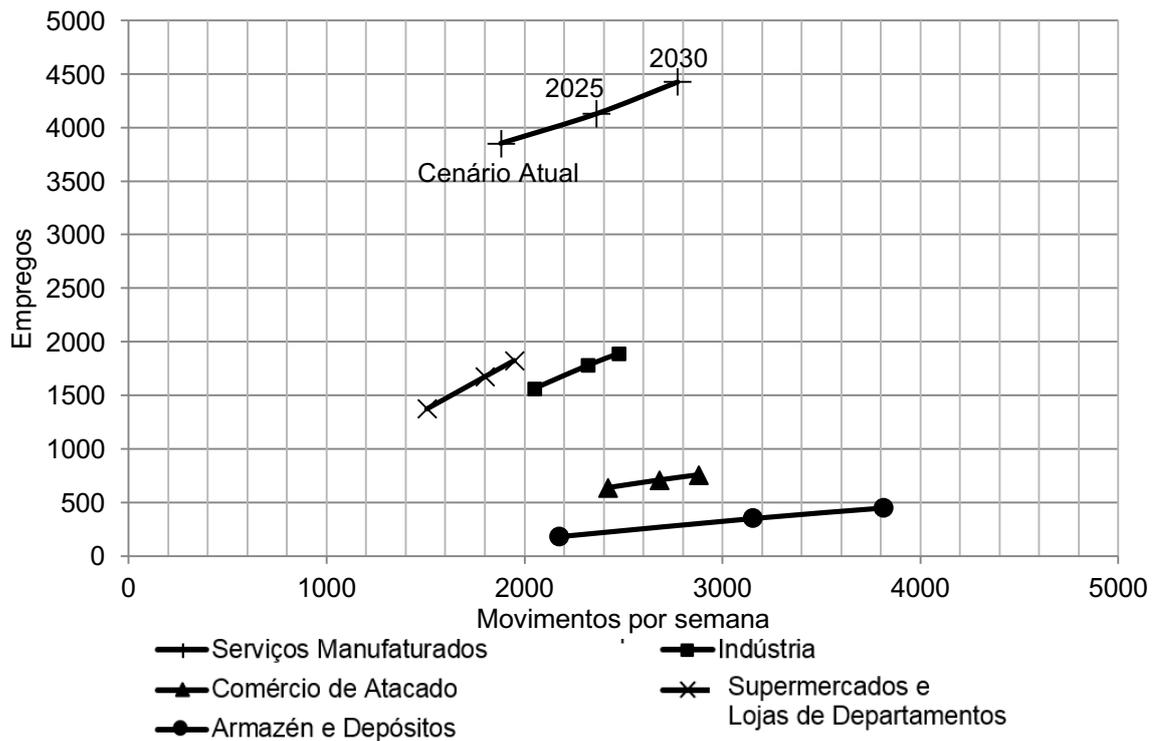
Tabela 8-9: Sumários dos resultados dos cenários por setor econômico

	Cenários Futuros									
	Cenário Atual		2025 – Perspectiva econômica do Centro de Lyon		2025 – Perspectiva econômica do 4º. Arrs de Paris		2030 – Perspectiva econômica do Centro de Lyon		2030 – Perspectiva econômica do 4º. Arrs de Paris	
	Movimentos	Empregos	Movimentos	Empregos	Movimentos	Empregos	Movimentos	Empregos	Movimentos	Empregos
Agricultura	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14
Serviços manufaturados	1.880	3.852	2.361	4.128	2.076	3.982	2.772	4.426	2.445	4.369
Indústria	2.049	1.560	2.321	1.780	2.203	1.686	2.477	1.890	2.378	1.786
Comércio de Atacado	2.422	637	2.681	707	2.678	690	2.879	755	2.911	746
Supermercados e lojas de departamento	1.506	1.372	1.801	1.674	1.506	1.372	1.949	1.825	1.506	1.372
Comércio de Varejo	5.610	7.426	6.602	8.205	6.327	7.930	7.315	8.772	6.917	8.344
Serviços e escritórios	919	13.742	1.100	14.320	1.174	14.776	1.227	14.786	1.381	15.558
Armazéns e Depósitos	2.176	179	3.156	348	2.176	179	3.817	446	2.519	189
TOTAL	16.577	28.784	20.037	31.176	18.154	30.630	22.450	32.915	20.072	32.378

Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

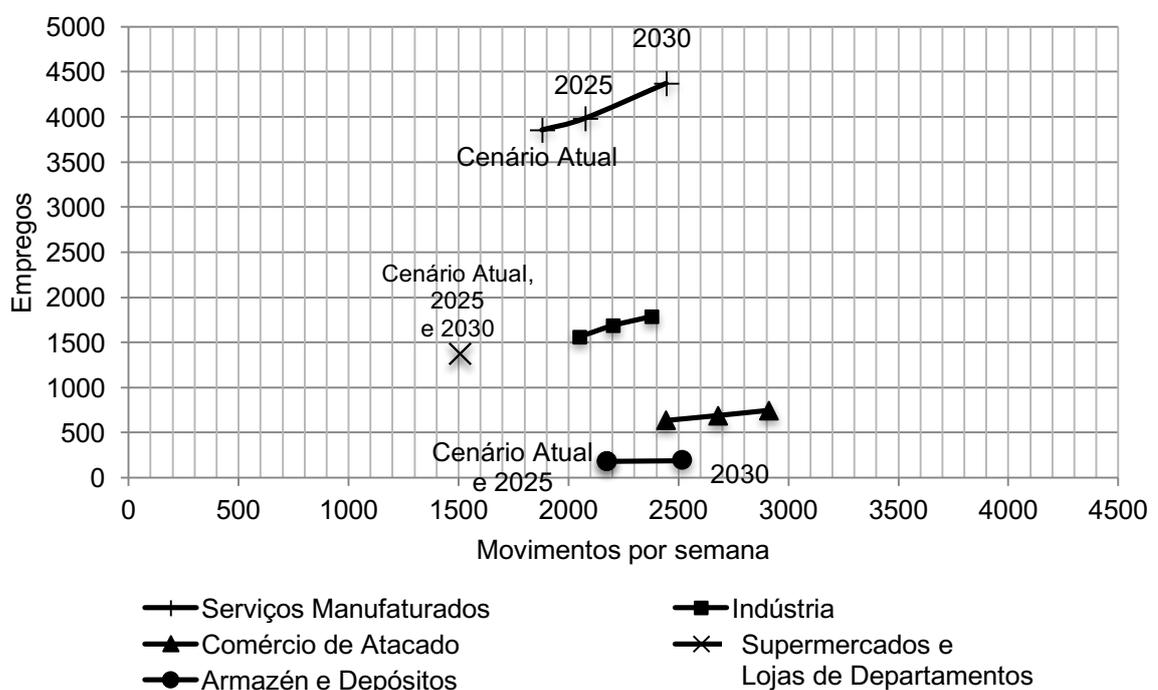
Os Gráficos 8-39 e 8-40, a seguir, demonstram os resultados de movimentação de carga e empregos setores econômicos: Serviços Manufaturados, Comércio de Atacado, Armazéns e Depósitos, Indústria e Supermercados e Lojas de Departamentos. Verifica-se que as atividades Comércio de Atacado e Armazéns e Depósitos possuem suas curvas o mais próximo da horizontal e demonstraram crescimento acentuado da movimentação da carga com o crescimento de empregos. Já as atividades de Serviços Manufaturados, Indústria e Supermercados e Lojas de Departamentos possuem suas curvas de tendências mais inclinadas, ou seja, o crescimento da movimentação de carga não é tão sensível com o crescimento de emprego quando comparado com os estabelecimentos de Comércio de Atacado e Armazéns e Depósitos.

Gráfico 8-39: Projeção de empregos e movimentos da carga por setor econômico, nos cenários com a perspectiva econômica do centro de Lyon



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

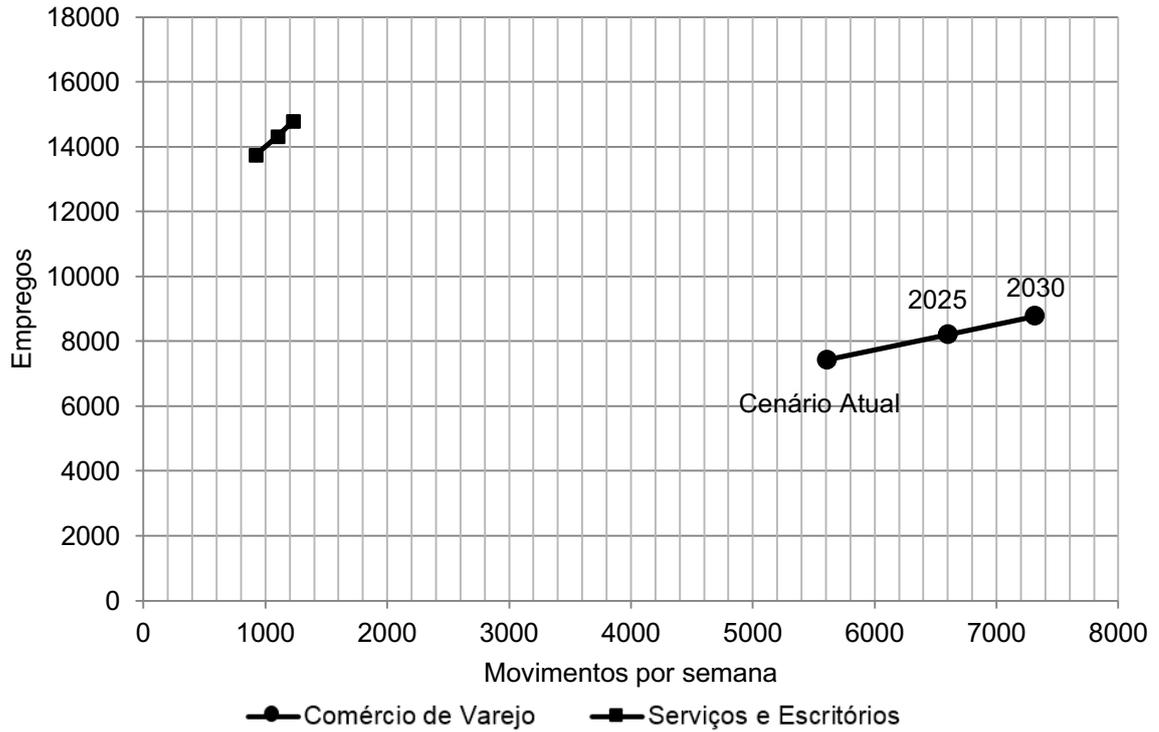
Gráfico 8-40: Projeção de empregos e movimentos da carga por setor econômico, nos cenários com a perspectiva econômica do 4.º *Arrondissement* de Paris



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

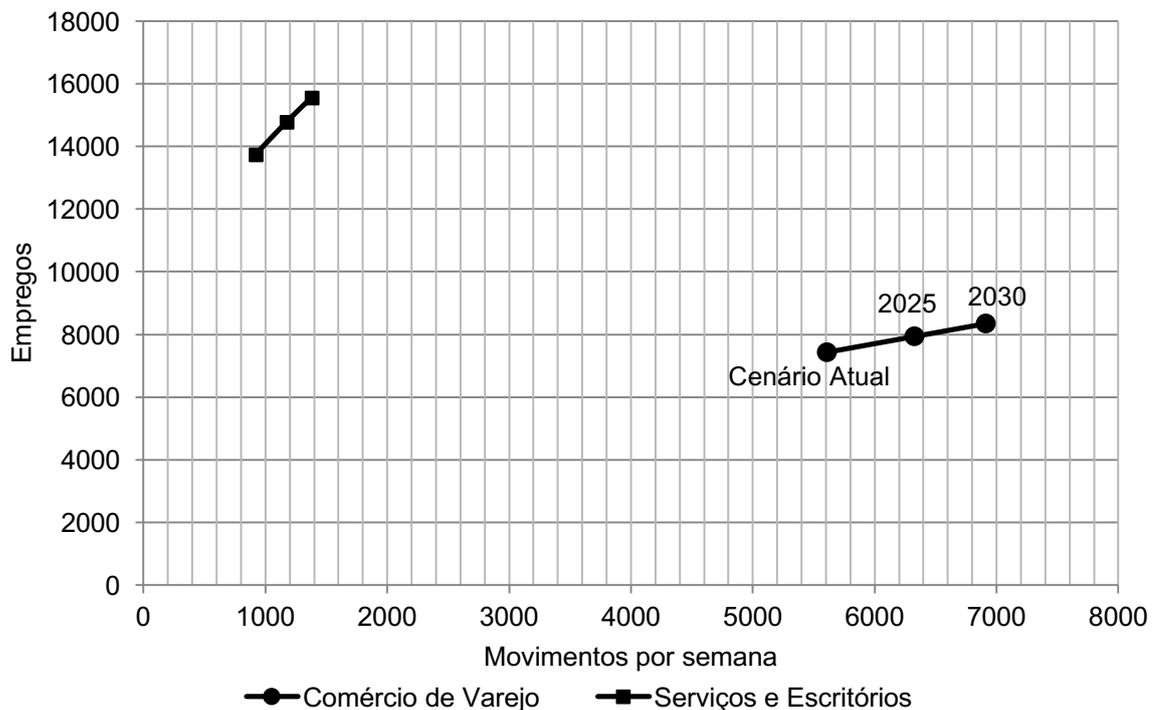
Os resultados das atividades de Comércio de Varejo e Serviços e Escritórios foram representados nos Gráficos 8-41 e 8-42, a seguir, por possuírem escalas de empregos e movimentos dispares das outras atividades. A projeção dos estabelecimentos de Serviços e Escritórios nos cenários demonstrou que, apesar do aumento da movimentação da carga e de representar a maior quantidade de empregos na região, a representatividade da movimentação da carga é baixa nas predições. A atividade Comércio de Varejo apesar de não ter um aumento tão forte na quantidade de empregos na região de estudo, essa atividade apresentou um acentuado crescimento nos movimentos da carga nas predições.

Gráfico 8-41: Projeção de empregos e movimentos da carga, em setores selecionados, nos cenários com a perspectiva econômica do centro de Lyon



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

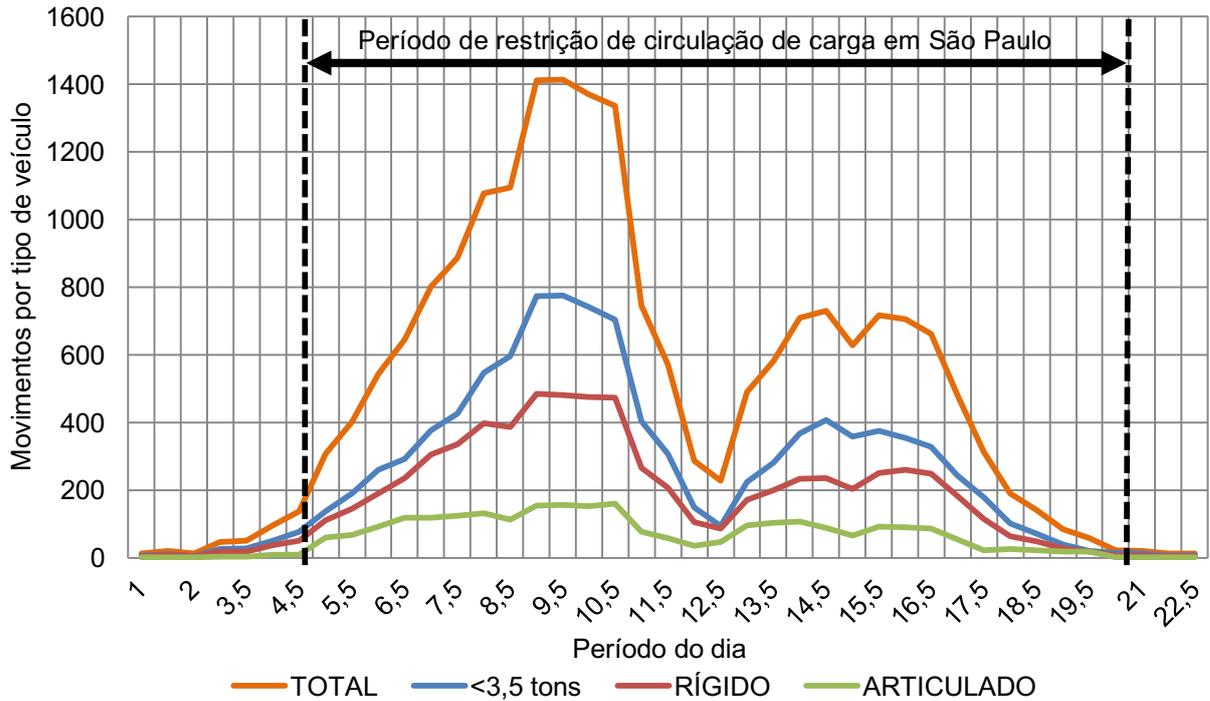
Gráfico 8-42: Projeção de empregos e movimentos da carga, em setores selecionados, nos cenários com a perspectiva econômica do 4.º Arrondissement de Paris



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

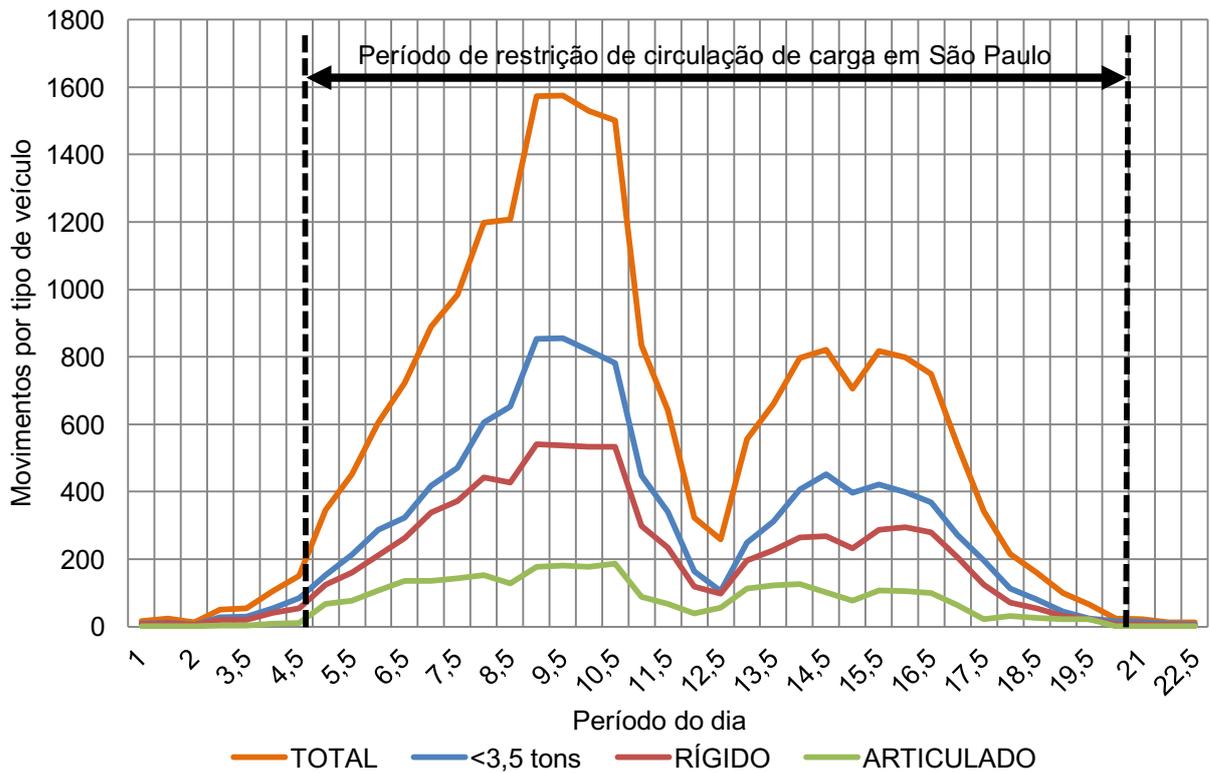
Para analisar a hora-pico nas predições foram assumidas como referência as predições com a perspectiva econômica do centro de Lyon, uma vez que foi a perspectiva que teve a movimentação da carga mais acentuada. Os Gráficos 8-43 e 8-44 demonstram a hora-pico nas predições de 2025 e 2030. Em ambas, as curvas apresentaram o mesmo comportamento que o do cenário atual, porém as intensidades dos movimentos foram mais acentuadas, crescentemente, com as predições. A Tabela 8-10 demonstra que a hora-pico na região é às nove horas e trinta minutos, a mesma que no cenário atual. Porém, a quantidade de movimentos vai aumentando com a cronologia dos cenários.

Gráfico 8-43: Hora-pico da movimentação da carga, por tipo de veículo, no cenário 2025 com a perspectiva econômica de Lyon



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

Gráfico 8-44: Hora-pico da movimentação da carga, por tipo de veículo, no cenário 2030 com a perspectiva econômica de Lyon



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do Freturb (2015)

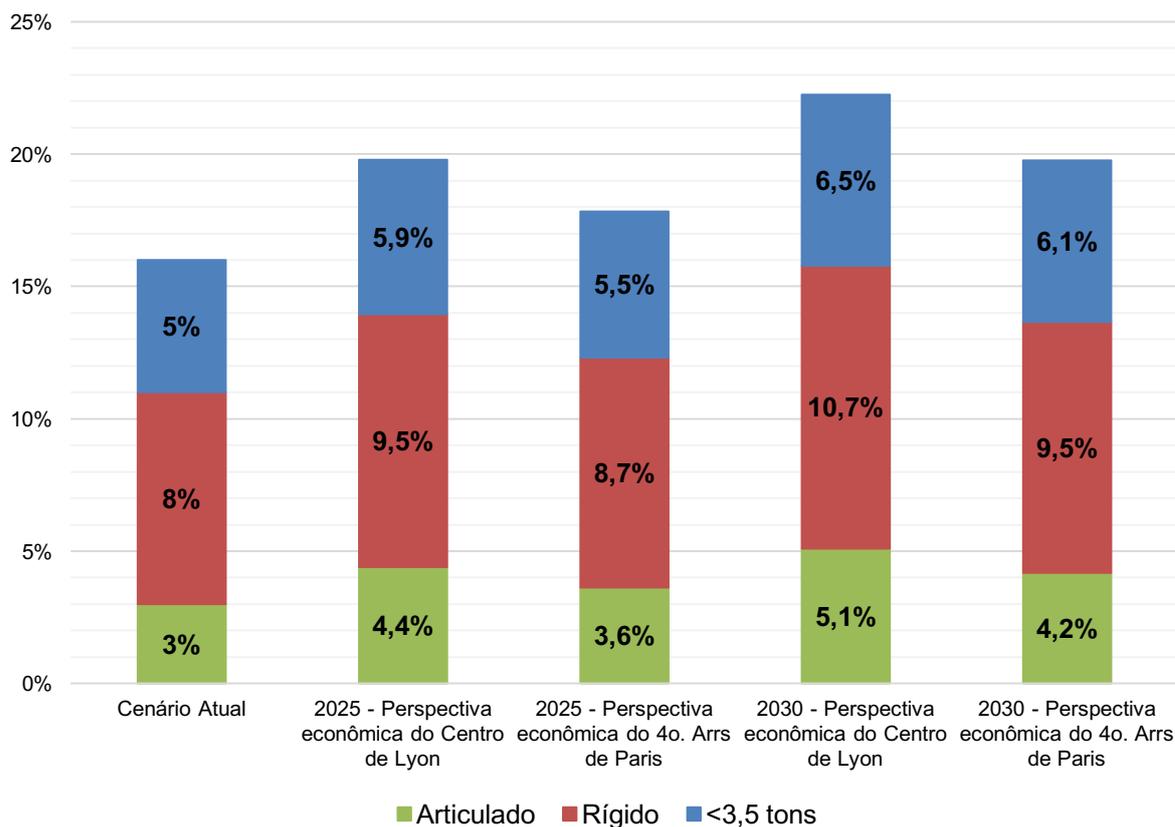
Tabela 8-10: Hora-pico das predições de 2025 e 2030 com a perspectiva econômica do centro de Lyon

Hora-pico: 9 horas e 30 minutos	2025	2030
Articulado	157	182
Rígido	481	538
VUC	775	854
TOTAL	1412	1.574

Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

O Gráfico 8-45, a seguir, demonstra as ocupações do viário por veículos de carga nos respectivos cenários considerados. Ocupações do viário por veículos de carga foram identificadas nas predições com a perspectiva econômica do centro de Lyon, sendo 20%, no cenário de 2025; e 22%, cenário de 2030. Como nos cenários com a perspectiva econômica do 4^o. *Arrondissement* de Paris foi obtida uma movimentação de carga mais tênue quando comparada à do Centro de Lyon, as ocupações do viário também apresentaram resultados mais brandos, com aproximadamente 18%, nos cenários de 2025; e 20%, no cenário de 2030.

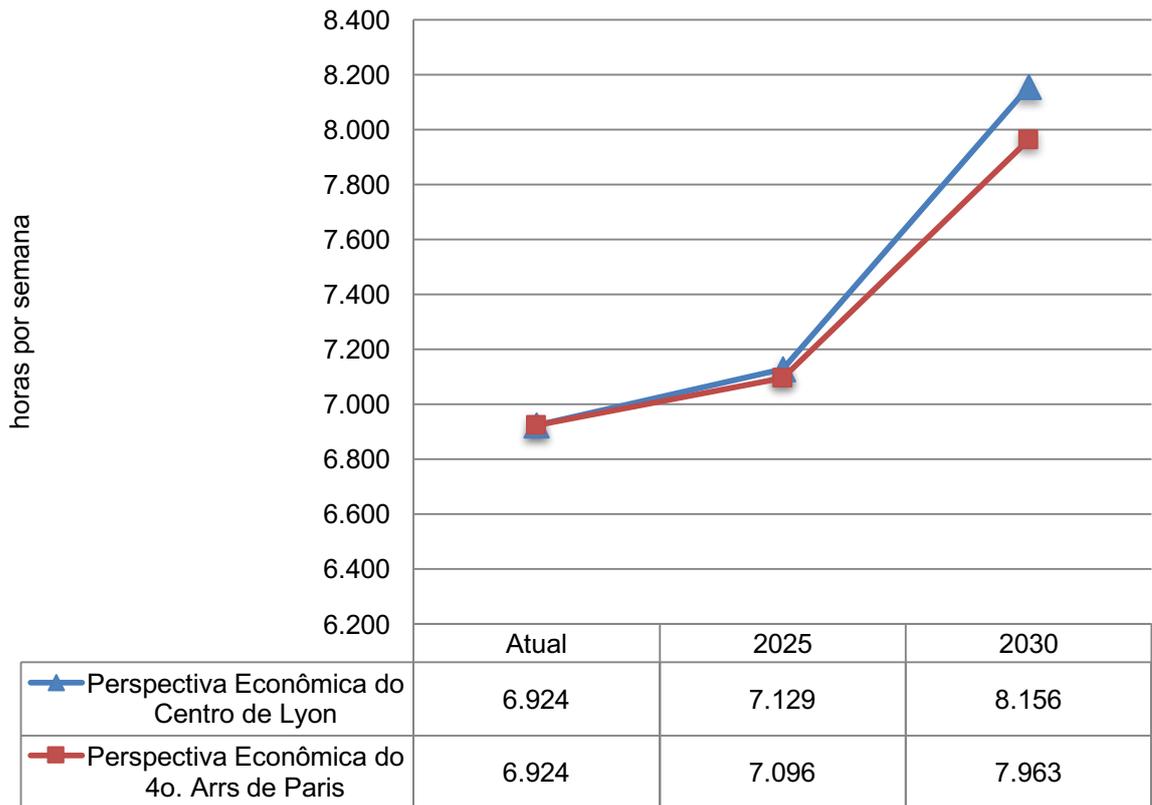
Gráfico 8-45: Ocupação do viário, por tipo de veículo, nos cenários modelados



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

Analisando-se o tempo total de operação de carga e descarga, verificou-se que as previsões com a perspectiva econômica de Lyon apresentaram maior crescimento. No cenário de 2025, o tempo total aumentou em 3%; no cenário de 2030, o aumento foi mais intenso, com 18% (ver Gráfico 8-46). No cenário de 2030 e, considerando ambas as perspectivas econômicas, observou-se um crescimento acentuado nos tempos de operação de carga e descarga. Esse aumento foi impulsionado pelo o incremento de 55% na quantidade de estabelecimentos motivada pelas mudanças no novo Plano Diretor Estratégico de São Paulo de 2014. Porém, o mesmo plano não prevê aumento das áreas de carga e descarga para mitigar o incremento dos movimentos de carga e o tempo de operação de carga e descarga na área de estudo.

Gráfico 8-46: Tempo total de operação de carga e descarga, nos cenários modelados



Fonte: Material da pesquisa, com base na modelagem do *Freturb* (2015)

9 CONCLUSÕES

9.1 CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO *FRETURB* NA ÁREA DE ESTUDO DE CASO, NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

A seguir, são apresentadas as principais considerações e conclusões referentes à aplicação do modelo *Freturb* no recorte urbano do Município de São Paulo.

- Conclusões sobre aspectos do **Uso e Ocupação do Solo**:

Analisar, na área urbana de estudo de São Paulo, as densidades de habitantes, de estabelecimentos e de empregos, e compará-las com os recortes urbanos do Centro de Lyon e do 4^o. *Arrondissement* de Paris, permitiu compreender a vitalidade econômica e urbana nessas regiões. Observou-se que o comportamento da movimentação de carga gerada nessas regiões não está, exclusivamente, relacionado à densidade de empregos, como também ao porte e ao perfil econômico do estabelecimento, o que é regulamentado, por sua vez, por meio da legislação de uso e ocupação do solo. Por outro lado, a construção de predições urbanas, de acordo com os parâmetros urbanísticos do novo Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, permitiu avaliar e compreender os possíveis impactos do adensamento populacional e de empregos na demanda por transporte de carga e verificar possíveis impactos associados, tais como incremento em paradas em “fila-dupla” e ocupação viária por veículos de carga.

- Conclusões sobre aspectos da **Logística**:

A modelagem conseguiu identificar os perfis da movimentação da carga de acordo com a atividade econômica dos estabelecimentos. Verificou-se que algumas atividades comerciais são mais atratoras do que expedidora de mercadorias, como também foi possível identificar os tipos de veículos utilizados pelo transporte das cargas e a associação dos mesmos com os estabelecimentos, dependendo da atividade econômica.

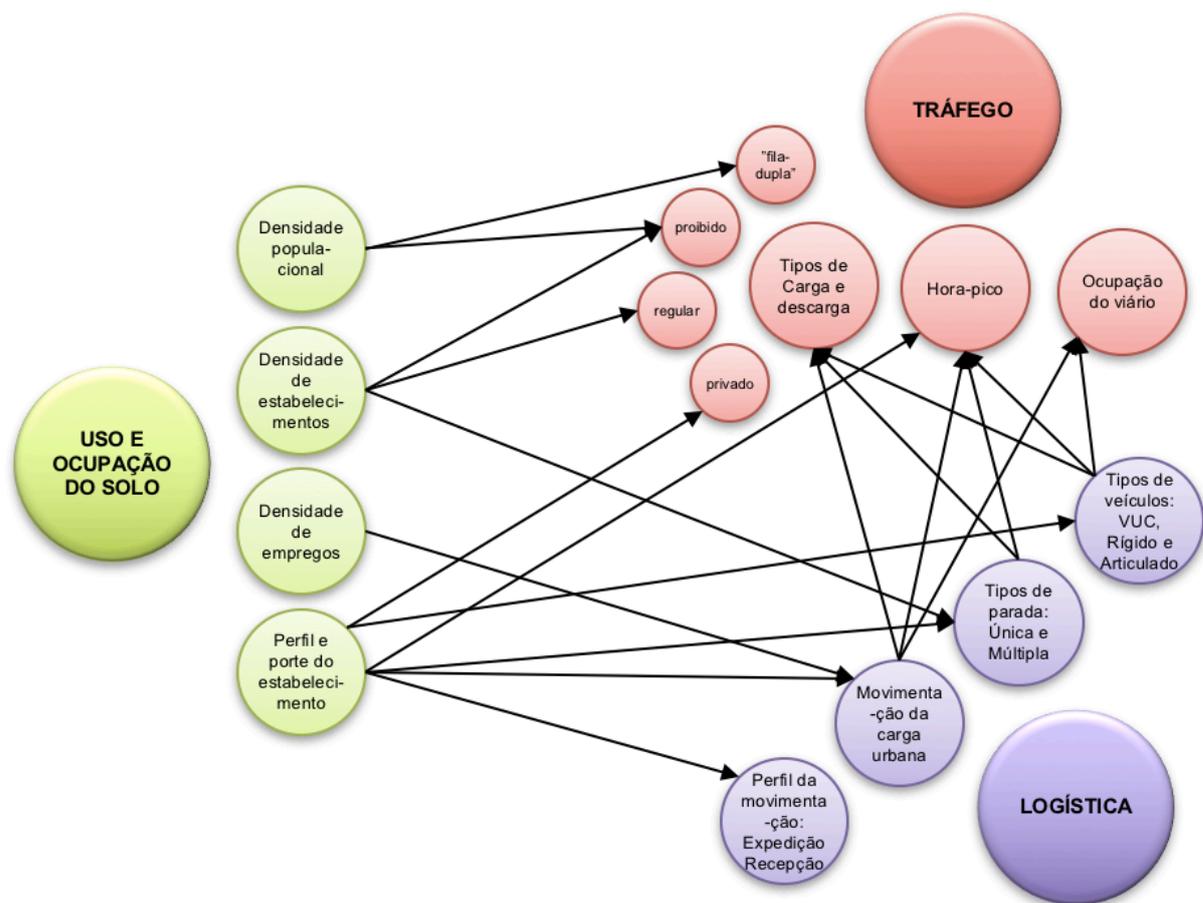
- Conclusões sobre aspectos do **Tráfego**:

.As predições demonstraram que a ausência de espaços para a operação de carga e descarga, seja público ou privado, e a alta densidade populacional predispõe

o incremento da parada indevida de veículos de carga em “fila-dupla”. Além disso, o porte e o perfil do estabelecimento pode incrementar ou reduzir o tempo de carga e descarga em uma região. Com a análise da hora-pico na região, foi possível identificar os possíveis impactos das restrições ao trânsito de caminhões, o que auxiliaria na indicação e no estudo de viabilidade de medidas reguladoras como o abastecimento noturno.

A Figura 9-1, a seguir, demonstra, esquematicamente, como os elementos dos aspectos do uso e ocupação do solo, da logística e do tráfego urbano se interagem no sistema urbano de carga. A elaboração do esquema se deu a partir da verificação das configurações dos cenários com os resultados da modelagem com o *Freturb*. Na Figura 9-1 é possível verificar quais elementos urbanos influenciam diretamente outros elementos de outros aspectos urbanos.

Figura 9-1: Interação dos aspectos do uso e ocupação do solo, da logística e do tráfego



Fonte: Material da pesquisa

9.2 LIMITAÇÕES E ADVERTÊNCIAS SOBRE A APLICAÇÃO DO MODELO *FRETURB* EM UM CONTEXTO BRASILEIRO

A aplicação do modelo *Freturb* em um estudo de caso, na cidade de São Paulo, é um exercício e um esforço acadêmico de verificar como os elementos da logística e do planejamento urbano se interagem. É importante ter a ciência que o modelo *Freturb* é baseado no comportamento logístico francês. Atualmente, está em desenvolvimento a pesquisa de origem e destino da carga de São Paulo. Certamente, os resultados dessa pesquisa trarão, com mais clareza, como é o desempenho da logística e do transporte urbano da carga no município.

Durante a etapa de desagregação dos estabelecimentos econômicos no Cenário Atual, descrito no subcapítulo 7.3.1 *Suporte do Modelo SIMETAB e o Suporte do Laboratoire Aménagement Economie Transports da Universidade de Lyon (LAET UdL)*, bem como, a composição dos estabelecimentos nas predições urbanas de 2025 e 2030, descritos no subcapítulo 7.5.3 *Fracionamento da Nova Área de Comércio e Serviços em Setores e Subsetores Econômicos e Distribuição dos Empregos*. Foram utilizadas como referências as configurações econômicas e urbanas de cidades francesas: primeiramente, para o cenário atual, o Centro de Lyon; e às predições urbanas, o Centro de Lyon e o 4^o. *Arrondissement* de Paris. Dessa forma, as configurações econômicas e seus resultados também obtiveram um comportamento próximo ao contexto urbano francês.

Sendo assim, a modelagem dos respectivos cenários pelo *Freturb* é um exercício e uma reflexão para avaliar como os parâmetros urbanísticos do novo Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo influenciam o transporte urbano de carga. Dessa forma, os resultados não refletem, verdadeiramente, o transporte urbano de carga nessas predições urbanas.

9.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS OBJETIVOS ALCANÇADOS

A presente dissertação de mestrado se constituiu em identificar e analisar modelos pertinentes à análise integrada entre aspectos e parâmetros do planejamento urbano com o transporte urbano de carga, constatando-se que essas duas áreas de estudo e gestão se inter-relacionam e há reciprocidade, na realidade urbana do

Município de São Paulo. Por meio da aplicação de um modelo selecionado, o *Freturb*, foram avaliados, em um recorte urbano, os impactos no transporte urbano de carga ocasionados pelo novo Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e, ainda, foi identificada e modelada a influência mútua entre o uso e ocupação do solo e a logística urbana no desenvolvimento urbano. Dentre essas inter-relações, destacam-se: a relação da densidade de empregos com a densidade e o tipo dos movimentos da carga; a correlação do porte e perfil econômico do estabelecimento com o tempo da operação de carga e descarga; como também, a inter-relação da densidade populacional com o tempo de parada em “fila-dupla”. Verificou-se, também, que essas inter-relações são importantes para as definições urbanas de distribuição de usos do solo, de incentivos ao uso misto e de políticas de adensamento de empregos.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

10.1 RECOMENDAÇÕES PARA A CONTINUIDADE DA PESQUISA

Em continuidade à pesquisa desenvolvida, recomenda-se desenvolver os seguintes aprimoramentos:

- Obter a RAIS completa da área urbana analisada, com a discriminação detalhada de todos os estabelecimentos econômicos e comerciais e seus respectivos georreferenciamentos;
- Analisar os resultados da recente pesquisa de Origem e Destino da Carga do município de São Paulo, com o objetivo de interpretar o comportamento logístico paulistano e comparar com outras cidades, em especial, europeias. Como também, comparar com os resultados da modelagem do *Freturb* no estudo de caso de São Paulo.

Recomenda-se, também, a aplicação do *Freturb* para os seguintes casos:

- Avaliar possíveis impactos de medidas regulatórias urbanas, tais como a restrição ao trânsito de caminhões e o abastecimento noturno;
- Analisar a implantação de centros de consolidação de carga urbana;
- Gerenciar as ofertas de espaços públicos para as operações de carga e descarga;
- Avaliar o impacto urbano da movimentação da carga com possíveis mudanças de uso e ocupação do solo, sobretudo incentivos ao uso misto e geração de empregos por meio de estabelecimentos comerciais e de serviços, sobretudo escritórios e comércio de varejo.

10.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema “transporte urbano de carga” é recente e pouco abordado nos planos de mobilidade urbana e nos planos diretores estratégicos das cidades brasileiras. Como consequência, diversos impactos são percebidos diariamente na crise da mobilidade urbana, na qualidade de vida e na desestruturação da dinâmica sócio-espacial urbana. Alternativamente, alguns outros países, sobretudo europeus, tem

realizados estudos, bem como desenvolvido e aplicado ferramentas que subsidiam a análise e o planejamento do sistema urbano de carga.

A expectativa principal da dissertação era investigar modelos e, em seguida, selecionar e aplicar uma ferramenta de modelagem que interrelacionasse condicionantes e variáveis inerentes à logística e ao tráfego com aqueles utilizados no planejamento urbano, sobretudo quanto à definição do uso e ocupação do solo e densidades urbanas, já que, dessa forma, seria possível se caminhar para uma possível forma de planejamento intersetorial.

O trabalho reconhece que essa abordagem integrada tem grande importância, mas é difícil de ser colocada em prática nas cidades brasileiras. Sendo assim, a pesquisa identificou e analisou as ferramentas de modelagem utilizadas em âmbito internacional, sobretudo em cidades européias, e que têm apoiado positivamente planejadores urbanos e agentes logísticos nos processos de decisão, visando a eficiência e a eficácia do sistema urbano de carga, com melhoria da atratividade e da estruturação do território urbano e de suas atividades econômicas.

A seleção e aplicação do modelo *Freturb*, em um recorte urbano de São Paulo, proporcionou a integração e a aplicação desses condicionantes urbanos no desenvolvimento da área urbana estudada e, ainda, suportou a definição de uma lógica das interrelações das variáveis da logística e do planejamento urbano. A construção das previsões, seguindo as premissas de desenvolvimento urbano do novo Plano Diretor Estratégico de São Paulo, junto com as configurações econômicas dos recortes urbanos de Lyon e Paris, permitiram avaliar as consequências das ações tomadas pelas autoridades municipais de São Paulo e verificar as diferentes perspectivas de desenvolvimento urbano que a cidade pode trilhar.

A metodologia proposta para a configuração dos cenários e a aplicação do *Freturb* demonstraram, por meio desse exercício de modelagem, como uma ferramenta pode dar suporte às decisões de planejamento na escala municipal. Com os resultados no estudo de caso foi possível identificar não apenas premissas quantitativas, mas como as variáveis urbanas se interrelacionam e predisõem mudanças nos resultados macro urbanos. Além dos cenários apresentados e apesar do *Freturb* ser baseado no comportamento logístico francês, diversas outras previsões podem ser compostas e analisadas para outros recortes urbanos brasileiros.

Adequando e interpretando os parâmetros urbanos a cada realidade municipal, a aplicação do *Freturb* pode auxiliar, dessa forma, a identificar e a correlacionar condicionantes principais para o planejamento urbano e estimar resultados das possíveis configurações urbanas.

Por último, esse trabalho entende ser um impulso científico inédito no Brasil e ser frutífero às autoridades municipais e aos agentes da logística urbana que objetivem integrar o sistema urbano de cargas, de fato, nas políticas de desenvolvimento urbano, tornando esse sistema mais eficiente e o ambiente urbano, adequadamente, preparado para absorver e se beneficiar das suas atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALLEN, J.; ANDERSON, S.; BROWNE, M.; JONES, P. **A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/services flows.** Transport Studies Group, University of Westminster, London, England, 2000a. v.3.

ALVARENGA, A. C. e NOVAES, A. G. N. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física.** São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

AMBROSINI, C.; ROUTHIER, J. L. Objectives, Methods and Results of Survey Carried out in the Field of Urban Freight Transport: An International Comparison. **Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal**, 24:1, 57-77, 2004.

AMBROSINI, C.; GONZALEZ-FELIU, J.; TOILIER, F. A design methodology for scenario-analysis in urban freight modelling. **European Transport**, v. 54, n. 7, p. 1-21, 2013.

ARAÚJO, F. **Análise dos Padrões de Veículos na Logística Urbana de Cargas.** 113 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

BARROS, O. M. de. **O uso de faixas de tráfego estreitas em vias urbanas – análise de segurança.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

BEHRENDTS, S.; LINDHOLM, M. Challenges in urban freight transport planning – a review in the Baltic Sea Region. **Journal of Transport Geography**, n. 22, p. 129-136, 2012.

BEHRENDTS, S.; LINDHOLM, M.; WOXENIUS, J. The impact of urban freight transport: A definition of sustainability from an actor's perspective. **Transportation Planning and Technology**, London, n. 31:6, p. 693-713, 2008.

BENJELLOUN, A.; CRAINIC. Trends, challenges and perspectives in city logistics.

Buletinul AGIR, n. 4p. 45 – 51, 2009.

BERRAH, N.; FENG, F.; PRIDDLE, R.; WANG, L. **Sustainable Energy in China: The closing window of opportunity**. The World Bank, Washington, 2007.

BEZIAT, A. **French cities' urban freight surveys**. 1st Scientific and Technical Workshop, Bologna, nov. 2013.

BOERKAMPS, J., VAN BINSBERGEN, A. **Good Trip - A new approach for modelling and evaluation of urban goods distribution**. In Taniguchi E., Thompson R.G. (eds.). *City logistics I*, Institute for City Logistics, Kyoto, pp. 175-186, 1999.

BOERKAMPS, J. H. K.; BINSBERGEN, A. J.; BOVY, P. H. L. Modeling behavioral aspects of urban freight movement in supply chains. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1725, n. 1, p. 17-25, 2000.

BOLGER, F. T.; BRUCK, H. W. An Overview of Urban Goods Movement Projects and Data Sources. **Department of Transportation**, Washington, PB 224997, 1973.

BONNAFOUS, A.; GONZALEZ-FELIU, J.; ROUTHIER, J.-L. (2013) An alternative UGM paradigm to OD matrices: the FRETURB model. In: **WCTR 2013**. p. 21. 2013.

BONTEMPO, A. P., CUNHA, C. B., BOTTER, D. A., YOSHIKAZI, H. T. Y. Evaluating Restrictions on the Circulation of Freight Vehicles in Brazilian Cities. **Procedia – Social and Behavioral Sciences** 125, 275 – 283, 2014.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto de interseções**. 2.ed. - Rio de Janeiro, 2005. 528p.

BRASIL Ministério das Cidades. **Curso Gestão Integrada de Mobilidade Urbana**. Módulo II: Cidade, Cidadão e Mobilidade Urbana Sustentável. Ministério das Cidades,

Programa Nacional de Capacitação das Cidades. Brasília. Março, 2006.

BRASIL Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN. Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN. **Código de Trânsito Brasileiro**: instituído pela Lei no 9.503, de 23-9-97 - 1a edição, Brasília: DENATRAN, 2008, 708 p. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/ctb_e_legislacao_complementar.pdf>. Acesso em 30 Jan. 2015

BRASIL. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Diretoria Geral, Diretoria Executiva, Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**. Rio de Janeiro: 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos decretos-leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da consolidação das leis do trabalho (clt), aprovado pelo decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das leis nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília.

BROWNE, M., ALLEN, J., NEMOTO, T., PATIER, D., VISSER, J. Reducing social and environmental impacts of urban freight transport: a review of some major cities. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, 39, 19-33, 2012.

CAMBRIDGE SYSTEMATICS, Inc. e TIS. Consultores em Transportes, Inovação e Sistemas, S.A. **Desenvolvimento de Planejamento e Gerenciamento de Pesquisa de Origem e Destino de Cargas no Município de São Paulo**. EM FASE DE ELABORAÇÃO para: Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) e Banco Mundial. São Paulo, Junho de 2013.

CET-SP. **Companhia de Engenharia de Tráfego**. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br>>. Acesso em 25 jan. 2015.

CNAE. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas**. Disponível em: <<http://www.cnae.ibge.gov.br>>. Acesso em 05 fev. 2015.

DABLANC, L. **Entre police et service - L'action public sur le transport de mehandises en ville: le cas des métropoles de Paris et New York**. 2010. 459p. Tese (doutorado). Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés. Doctorat de l'Ecole nationale des ponts et chaussées. Spécialité : transport. TH 97 571. Thèse soutenue le 24 mars 1997 à Marne-la-Vallée.

DABLANC, L. Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize. **Transportation Research Part A** (41), p. 280–285, 2007.

DABLANC, L. **City Logistics**. Rodrigue, Ch8.indd, 2008.

DABLANC, L.; RAKOTONARIVO, D. The impacts of logistics 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** (2), pp 6087 - 6096, 2010.

DABLANC, L.; ROSS, C. Atlanta: a mega logistics center in the Piedmont Atlantic Megaregion (PAM). **Journal of Transport Geography**, 24, pp 423-442, 2012.

DEÁK, C. **À busca das categorias da produção do espaço**. Concurso de Livre Docência. Departamento de Projeto. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/c_deak/CD/3publ/01LD-categ/MC-categ-esp.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2015.

DELAÎTRE, L.; ROUTHIER, J.-L. Mixing two French tools for delivery areas scheme decision making. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 3, p. 6274-6285, 2010.

DETRAN-SP **Estatísticas de trânsito: frota de veículos em São Paulo por tipo**. Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo. Disponível em:

<<https://www.detran.sp.gov.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

DIAS, S.; FEIBER, F.; MUKAI, H., TABOADA, C. M. Logística Urbana. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2007, Foz do Iguaçu. **Anais ENGEPE**, 2007.

DUTRA, N. G. S. **O Enfoque De “City Logistics” Na Distribuição Urbana De Encomendas**. 2004. 212p. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

EUROCITIES **Eurocities welcomes the European Commission’s Green Paper: Towards a new culture for urban mobility**. Eurocities, Brussels. Eurocities Press Release 26 set. 2007.

FACHINNI, D. **Análise dos gaps de percepção dos atores envolvidos no transporte urbano de cargas em Porto Alegre**. 2006. 135 p. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FAJERSZTAJN, M. **Ruas e avenidas: contribuição à classificação viária para a cidade de São Paulo**. 2012. 197 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

FELIU, J. G. **Models and Methods for the City Logistics: The Two-Echelon Capacitated Vehicle Routing Problem**. 2008. 153 p Tese (Doutorado) – Engenharia informática e sistema, Politécnica Di Torino, 2008.

FOLHA DE SÃO PAULO. Cotidiano. **Serra espreme faixas da avenida 23 de Maio**. 11 de outubro de 2005. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1110200501.htm>> Acessado em: 31 jan. 2015.

GARDRAT, M. **Présentation du modèle Freturb**. 22 jul. 2014. Disponível em: <<https://prezi.com/uhqgy9bcakiy/freturb/>>. Acesso em outubro 2014.

GARDRAT, M.; SEROUGE, M.; TOILIER, F.; GONZALEZ-FELIU, J. Simulating the Structure and Localization of Activities for Decision Making and Freight Modelling: The SIMETAB Model. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 125, p. 147-158, 2014.

GERARDIN, B; PATIER, D.; ROUTHIER, J. L.; SEGALOU, E. **Diagnostic du transport de marchandises dans une agglomération**. Programme National “marchandises en ville” Document Technique no. 1, avril 2000.

GOLDMAN, T.; GORHAM, R. Sustainable urban transport: Four innovative directions. **Technology in Society, Elsevier**, n. 28, 2006.

GOOGLE, Google earth, Image 2016 DigitalGlobe, 2016 Google. **Mapa e foto aérea da região de Higienópolis e Santa Cecília, no município de São Paulo**. Google, 2016a. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/>> Acesso em: 17 jan. 2016.

GOOGLE, Google earth, Image 2016 DigitalGlobe, 2016 Google. **Mapa e foto aérea da quadra modelo no distrito de Santa Cecília, no município de São Paulo**. Google, 2016b. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/>> Acesso em: 17 jan. 2016.

GOOGLE, Google earth, Image 2016 DigitalGlobe, 2016 Google. **Mapa e foto aérea Do centro de Lyon, França**. Google, 2016c. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/>> Acesso em: 17 jan. 2016.

GOOGLE, Google earth, Image 2016 DigitalGlobe, 2016 Google. **Mapa e foto aérea da quarto arrondissement de Paris, França**. Google, 2016d. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/>> Acesso em: 17 jan. 2016.

GUIA DO TRC. Disponível em <<http://www.guiadotrc.com.br/lei/qresumof.asp>>. Acesso em 10 de dezembro de 2015.

GUSSON, C. S. **Efeito da densidade construída sobre o microclima urbano: construção de diferentes cenários possíveis e seus efeitos no microclima para**

a cidade de São Paulo, SP. 2014. 152p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

GUSSON, C. S. ; MADEIRA, A. H. Y. ; DUARTE, D. H. S. (2012). São Paulo: A Dense City?. In: 4TH CIB INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART AND SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENTS - SASBE 2012 Emerging Economies, 2012, São Paulo. 4th CIB International Conference on Smart and Sustainable Built Environments - SASBE 2012 Emerging Economies - Proceedings. Campinas: Fundação de Desenvolvimento da UNICAMP - Funcamp, 2012. p. 293-299.

HARVEY, D. **Los Limites del capitalismo y la Teoria Marxista.** Fondo de Cultura Econômica, Mexico, 1990.

HOLGUÍN-VERAS, J., THORSON, E. Trip length distributions in commodity-based and trip-based freight demand modeling- investigations of relationships. **Transportation Research Board**, n. 1707, pp. 37-48, 2000.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010 – Sinopse por setores.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/>>. Acesso em novembro de 2015.

ISODA, M. K. T. **Transporte sobre trilhos na Região Metropolitana de São Paulo: estudo sobre a concepção e inserção das redes de transporte de alta capacidade.** 2013. 160 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

JAUNZEMS, P.J. **Largura das Faixas de Tráfego, Largura de Pavimento, Definição de Faixas de Tráfego, Largura de Ramos.** Convênio EBTU/BIRD. Não publicado. S.d.

LINDHOLM, M.; BEHRENDTS, S. Challenges in urban freight transport planning – a review in the Baltic Sea Region. **Journal of Transport Geography**, n. 22, p. 129-136, 2012.

MA, L. Urban goods (off) loading chain. NECTAR CONFERENCE N^o 6 EUROPEAN STRATEGIES IN THE GLOBALISING MARKETS; Transport Innovations, Competitiveness and Sustainability in the Information Age, 16-18 May 2001, Helsinki, Finland, 2001.

MACÁRIO, R; FILIPE, L.N; REIS, V. **Mobilidade Urbana Sustentável: e a distribuição de mercadorias.** 2^o Congresso Luso-Brasileiro para Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Portugal: Braga, 2006.

MAGALHÃES, S. L. M. **Planejamento de transporte de um aglomerado urbano com intermodalidade por meio de transportes integrados.** 2008. Tese (Doutorado), Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MARINS, K. R. de C.C. **Proposta Metodológica para Planejamento Energético no Desenvolvimento de Áreas Urbanas. O potencial da integração de estratégias e soluções em morfologia e mobilidade urbanas, edifícios, energia e meio ambiente: o caso da operação urbana Água Branca, no município de São Paulo.** 2010. 798 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MARINS, K.R.C.C.; ROMERO, M.A. Integração de condicionantes de morfologia urbana no desenvolvimento de metodologia para planejamento energético urbano. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 57-73, out./dez. 2012.

MARRA, C. **Caracterização de Demanda de Movimentações Urbanas de Cargas.** 1999. 127 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

MEIMBRESSE, B. AND SONNTAG, H. **Modelling urban commercial traffic with the model wiver**, In: Actes des 13^emes Entretiens J. Cartier, Montréal, Etudes et Recherches LET no. 15, Lyon, October, pp. 93–106, 2001.

MENEZES, U. R. **Introdução ao planejamento de transportes urbano**. Recife, 1971.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E MINISTÉRIO DA DEFESA. **Plano Nacional de Logística e Transportes**. Relatório Executivo. Brasília: MT e MD, 2007.

MORLOK, E. K. **Introduction to transportation engineering and planning**. McGraw-Hill, US, 1978.

MUÑUZURI, J., CORTÉS, P., ONIEVA, L. E GUADIX, J. Modeling freight delivery flows: the missing link of urban transport analysis. **Journal of Urban Planning and Development**. Vol. 135, n. 3, pp. 91-99, 2009.

MVRDV **Pari(s) Plus Petit (capa-city) l'intensification**. Consultation pour le grand pari de l'agglomération parisienne. Paris, Fev. 2009. 265 p.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

NTC LOGÍSTICA. **NTC divulga estudo sobre restrições ao trânsito de caminhões nas capitais brasileiras**. Notícias, 23 dez. 2014. Disponível em: <<http://www.portalntc.org.br/rodoviario/ntc-divulga-estudo-sobre-restricoes-ao-transito-de-caminhoes-nas-capitais-brasileiras/55120>> Acesso em: 26 jan. 2015.

OLIVEIRA, L.K. **Modelagem para avaliar a viabilidade da implantação de um sistema de distribuição de pequenas encomendas dentro dos conceitos de city logistics**. 2007. 158 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

OGDEN, K. W. The distribution of truck trips and commodity flow in urban areas: a gravity model analysis. **Transp Res.**, Pergamon Press, Great Britain. Vol 12, pp. 131-137, 1978.

OGDEN, K. W. **Urban goods movement: a guide to policy and planning**. Ashgate,

London, 1992.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. London: Wiley. 2011. 4ed.

PETRANTONIO, Hugo. **Capítulo 2 – Organização do Sistema Viário**. Não publicado. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/d/ptr2437/Cap%c3%adtulo2a.pdf>> Acesso em: 30 Abr 2016.

PREFEITURA DE SÃO PAULO . Disponível em: <<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Mapa Político-Administrativo de São Paulo**. São Paulo: PMSP, 2002.

PORTAL. Inner urban freight transport and city logistics. Portal (Transport Teaching Material). Schaffeler, U. Wichser, J. (eds). 2003.

RAIS (2015). Relação Anual de Informações Sociais. Disponível em: <<http://www.rais.gov.br/sitio/index.jsf>>. Acesso em 05 mar. 2015.

RODRIGUE, J. P.; SLACK, B.; COMTOIS, C. **The Geography of Transport Systems** Routledge, 3^a. Ed., 416 p., New York. Disponível em: <http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch8en/appl8en/ch8a4en.html> . Acesso em 09 dezembro de 2013.

ROUTHIER, J. L.; TOILIER, F. **FRETURB V3, A Policy Oriented Software of Modelling Urban Goods Movement**. 11th WCTR, Berkeley, United States, Jun 2007.

ROUTHIER, J. L.; TOILIER, F. **Freturb V3.0 Diagnostic and Simulation Software for Urban Freight Transport**. Laboratory of Economy of Transport, University of Lyon, 2013.

RUSSO, F.; COMI, A. **A state of the art on urban distribution at European Scale.** França: Proceedings 8th Conference on Mobility Management, 2004.

RUSSO, F., COMI, A. **A classification of city logistics measures and connected impacts.** Procedia – Social and Behavioral Sciences, 2, 6355-6365, 2010.

SAMPA ONLINE. Disponível em:
<<http://www.sampaonline.com.br/postais/higienopolis.htm>> Acesso em: 18 nov. 2014

SANCHES JUNIOR, P. F. **Logística de Carga Urbana: uma análise da realidade brasileira.** 2008. 238 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008

SANTOS, E. C.; AGUIAR, E. M. Transporte de Cargas em Áreas Urbanas in Caixeta-Filho, J. V. e Martins, R. S. (orgs.) **Gestão Logística do Transporte de Cargas**, p 182 – 209. São Paulo: Editora Atlas, São Paulo, 2001.

SÃO PAULO (Cidade). Secretaria Municipal de Transportes. **Portaria 21/02 – DSV/SMT**, publicada no Diário Oficial do Município em 21/05/2002, p.20. São Paulo, 2002.

SÃO PAULO (Cidade) Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Lei no 13.885, de 25 /08/ 2004 - Regionais Estratégicos das Subprefeituras** - Estabelece normas complementares ao Plano Diretor Estratégico, institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras, dispõe sobre o parcelamento, disciplina e ordena o Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo, 2004.

SÃO PAULO (Cidade). Lei no. 16.050, de 31 de Julho de 2014, Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico. São Paulo: **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, 01 de agosto de 2014, ano 59, n. 140, p.1-352.

SÃO PAULO (Cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Dados Estatísticos. Disponível em:

<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento_urbano/dados_estatisticos/> Acesso em: 18 nov. 2014.

SÃO PAULO. Prefeitura do município de São Paulo. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/calçadas/index.php?p=37447>> Acesso em: 01 fev. 2015.

SÃO PAULO (Cidade). Lei no. 16.402, de 25 de Março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, ano 61, n. 54, 23 de Março de 2016.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/retratosdesp/view/index.php?indId=8&temald=1&loclId=1000>>. Acesso em 15 out. 2015.

SETCESP. Sindicato das empresas de transporte de SP. **Tráfego de caminhões tem restrição em mais de 100 cidades**. Notícias, 24 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.setcesp.org.br/servicos-operacional/trafego-de-caminhoes-tem-restricao-em-mais-de-100-cidades/22759>>. Acesso em 26 jan. 2015.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, vol. 27, pp. 379-423, 1948.

SILVA, M. R. M. **Zona de Máxima Restrição de Circulação – ZMRC Restrição ao Trânsito de Caminhões em São Paulo**. Boletim Técnico 47 – Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo. 2011, 52 p.

SIRENE. Disponível em: <<http://www.sirene.fr/sirene/public/accueil>> Acesso em: 8 fev. 2015.

SJÖSTEDT, L. A theoretical framework – from an applied engineering perspective. In **Mobility, transport and traffic: in the perspective of growth, competitiveness, employment**. Euro-case, Paris, France, 1996.

SOUZA, C. D. R. de S., D'AGOSTO, M. de A. Modelo de quatro etapas aplicado ao planejamento de transporte de carga. **Journal of Transport Literature**, Vol.7, n. 2, 207-234 p., Abril de 2013

TÁNCZOS, K.; BOKOR, Z. **Elaborating a city-logistic conception for the case of Budapest**, "Transportation and Telecommunication in the 3rd Millenium" 10th Anniversary of the Foundation of the Faculty Transportation Sciences, Praga, May 27 -27, 2003.

TANIGUCHI, E.; VAN DER HEIJDEN, R. An evaluation methodology for city logistics. **Transport Reviews**, 20, 1, p. 65-90, 2000.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R.G. **Logistics systems for sustainable cities**. Proceedings of the 3rd International Conference on City Logistics. Amsterdam: Elsevier, 2004, 484 p.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T.; DUIN, R. **City logistics: network modelling and intelligent transport systems**. Oxford: Pergamon, 2001, 252 p.

TEDESCO, G. M. I. **Metodologia para elaboração do diagnóstico de um sistema de transporte**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

UK ROUND TABLE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Defining a sustainable transport sector**. Department of the Environment, 1996, 38 p.

WOUDSMA, C. Understanding the Movement of Goods, Not People: Issues, Evidence and Potential. **Urban Studies**, Vol. 38, No. 13, p.2439–2455, 2001.

ZAMBUZI, N. **Análise do uso da microssimulação para a avaliação de medidas voltadas à distribuição urbana de cargas em megacidades: O caso de São Paulo**. Texto apresentado para o exame de qualificação. 2013. 184 p. Tese (Doutorado) – Departamento Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013. Não Publicado.

ZIONI, S. M. **Espaços de carga na região metropolitana de São Paulo**. 2009. 296 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.