

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA
LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES
LOGÍSTICAS PARA ENTREGA URBANA EM
BELO HORIZONTE**

Gabriela Pereira Lopes

Belo Horizonte

2018

Gabriela Pereira Lopes

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA
LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES
LOGÍSTICAS PARA ENTREGA URBANA EM
BELO HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geotecnia e Transportes.

Área de concentração: Transportes

Orientadora: Profa. Dra. Leise Kelli de Oliveira

Coorientadora: Profa. Dra. Renata L. M. de Oliveira

Belo Horizonte

2018

L864c Lopes, Gabriela Pereira.
Caracterização e análise da localização das instalações logísticas para entrega urbana em Belo Horizonte [manuscrito] / Gabriela Pereira Lopes. – 2018.
161 f., enc.: il.

Orientadora: Leise Kelli de Oliveira.
Coorientadora: Renata L. M. de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 118-161.

Bibliografia: f. 107-117.

1. Transportes - Teses. 2. Logística empresarial - Teses.
3. Distribuição de mercadorias - Teses. 4. Logística empresarial - Belo Horizonte (MG) - Teses. 4. Transporte de mercadorias - Teses. 5. Solo urbano - Uso - Teses. I. Oliveira, Leise Kelli de. II. Oliveira, Renata Lúcia Magalhães de. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 656(043)



FOLHA DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES
LOGÍSTICAS PARA ENTREGA URBANA EM BELO HORIZONTE

GABRIELA PEREIRA LOPES

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOTECNIA E TRANSPORTES, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOTECNIA E TRANSPORTES, área de concentração TRANSPORTES.

Aprovada em 19 de fevereiro de 2018, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Leise Kelli de Oliveira - Orientadora
UFMG

Prof(a). Renata Lucia Magalhaes de Oliveira- Coorientadora
CEFET-MG

Prof(a). Lilian dos Santos Fontes Pereira Braçarense
Universidade Federal do Tocantins

Prof. Rodrigo Afonso de Albuquerque Nobrega
UFMG

Belo Horizonte, 19 de fevereiro de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar me proporcionando uma agradável existência aqui na Terra.

À minha maravilhosa mãe, que me deu todo apoio para concluir essa difícil etapa. Nunca conseguirei te recompensar da mesma forma.

Ao meu querido pai, que me inspirou a seguir essa profissão. Vocês são meus maiores exemplos e formidáveis como pais.

Ao meu marido Silvano e aos meus maiores amores, Sofia e Samuel, pelo amor, carinho e compreensão. Vocês são tudo para mim. Compensarei cada minuto que ficamos distantes para concluir essa dissertação.

Às minhas irmãs, Juliana e Marina, e ao Arnaldo, Pedro e Juninho, pela amizade e companheirismo. À Mary, por todo apoio também. Você e a mamãe sabem que foram fundamentais.

Às Amazonas, pela amizade de sempre.

À minha cunhada Sayonara, ao Gustavo Libério, ao Victor Migliorini, ao Odirley, às equipes da GEAPI e GEDIV (especialmente Léo Martins, Cadu e Cláudia Ramos), pela disponibilidade e por todo o auxílio.

Às professoras Leise e Renata, pela orientação e pelos ensinamentos.

À Profa. LÍlian dos Santos Fontes Pereira e ao Prof. Rodrigo Affonso de Albuquerque Nóbrega, por terem gentilmente aceitado o convite de fazer parte da banca examinadora da minha dissertação.

Aos colegas da BHTRANS, em especial ao pessoal do "GEITS 4ever" e ao Adilson Daros, pelos incentivos.

À equipe do Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes, em especial à Katia, à Maristela e ao professor Leandro, por todo apoio.

" Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já têm a forma do corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos."

Fernando Teixeira Andrade *in* Medo: O Maior Gigante da Alma.

RESUMO

LOPES, Gabriela Pereira. **Caracterização e análise da localização das instalações logísticas para entrega urbana em Belo Horizonte**. 161f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

A logística urbana pode ser definida como o gerenciamento do fluxo de cargas inserido na complexidade das cidades. Uma das causas dessa complexidade é o processo de urbanização acelerado que aliado a políticas públicas insuficientes ou mal direcionadas tem gerado consequências para a mobilidade urbana. A distribuição urbana de mercadorias é indispensável para o bom funcionamento das cidades, no entanto, historicamente observa-se pouca atenção dada a essa atividade tanto na área acadêmica quanto na área política. Nesse contexto, este trabalho determinou o modelo de geração de viagens de carga, originadas a partir dos armazéns localizados em Belo Horizonte, com intuito subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas que orientem de forma mais coerente a localização destas instalações logísticas. Para tanto, utilizou-se uma pesquisa que coletou informações sobre características morfológico-funcionais e fatores que influenciam na atual localização dos armazéns. Além do modelo de geração de viagens, é analisada a correlação espacial da localização dos armazéns e destinos das entregas (i) com dados demográficos e socioeconômicos; e (ii) com o uso do solo. Os resultados apontam que 78% dos armazéns de Belo Horizonte estão localizados até 5 km do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo. Essa preferência se deve à facilidade de acesso à infraestrutura viária tanto no momento da chegada das mercadorias quanto no momento da distribuição urbana, sendo esse último o fator mais decisivo, tendo em vista que os distribuidores se ocupam prioritariamente dessa etapa. O custo das instalações tem maior impacto na localização dos armazéns se comparado com a proximidade com o mercado consumidor. Porém, a proximidade com o mercado consumidor é considerada para a definição da localização dessas instalações logísticas. Os resultados também indicam que 62% dos armazéns não internaliza completamente os impactos relacionados às operações de carga e descarga e, 83% não internaliza os impactos relativos ao estacionamento dos veículos de transporte individual atraídos para as instalações logísticas. Dessa forma, é importante que o poder público licencie esses empreendimentos, evitando microlocalizações de armazéns em locais inadequados e proporcionando, também, a adoção de projetos com internalização dos seus impactos negativos.

Palavras chave: Distribuição urbana de mercadorias; instalações logísticas; localização; geração de viagens de carga; uso do solo.

ABSTRACT

LOPES, Gabriela Pereira. **Characterization and analysis of the location of logistics facilities for urban delivery in Belo Horizonte**. 161f. Dissertation (Master in Geotechnics and Transportation) – Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

City logistics can be defined as the goods' flow management inserted in the complexity of cities. One of the causes of this complexity is the accelerated urbanization process, which, together with insufficient public policies, has made consequences for urban mobility. The urban goods distribution is essential for the functioning of the cities; however, historically low attention has been paid to this activity in academic and political areas. In this context, this work determined the warehouse freight trip generation model to support the development of public policies that guide the location of these logistics facilities. For that matter, a survey was conducted which collected information about morphological-functional characteristics and factors that influence the current position of the warehouses. Beyond the freight trip generation model, the spatial correlation of the location of warehouses and destinations of deliveries (i) with demographic and socioeconomic data being analyzed; and (ii) with land use. The results showed that 78% of the warehouses in Belo Horizonte are located up to 5 km from the Celso Mello Azevedo Highway Ring. This preference is due to the road infrastructure easy access, both at the goods time of arrival and at the of urban distribution time, the latter being the most significant factor, given that distributors are primarily concerned with this stage. The facilities costs have a more significant impact on the warehouse's location compared to the proximity to the consumer market. However, the consumer market proximity is considered for these logistics facilities location definition. The results also indicate that 62% of the warehouses do not internalise the impacts related to loading and unloading operations, and 83% do not internalise the impacts associated with the parking of the individual transport vehicles attracted to the logistics facilities. In this way, it is essential for public authorities to license these enterprises, avoiding micro-localisation of warehouses and allowing the adoption of projects with the internalization of their negative impacts.

Keywords: Urban freight transport; logistics facilities; location of logistics facilities; freight trip generation; land use.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	OBJETIVOS	19
1.2	JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES TÉCNICA E CIENTÍFICA DO ESTUDO	20
2	REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1	DISTRIBUIÇÃO URBANA DE MERCADORIAS E AS INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS.....	22
2.2	USO DO SOLO E A ENTREGA URBANA	26
2.3	A LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS	31
2.4	GERAÇÃO DE VIAGENS DE CARGA A PARTIR DE INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS	36
2.5	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICO FUNCIONAIS DOS ARMAZÉNS	42
2.6	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	47
3	ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	49
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: BELO HORIZONTE	50
3.2	CONCEPÇÃO DO QUESTIONÁRIO	51
3.2.1	<i>Características dos armazéns e da distribuição urbana.....</i>	<i>51</i>
3.2.2	<i>Fatores que influenciaram a atual localização dos armazéns.....</i>	<i>58</i>
3.2.3	<i>Geração de viagens de veículos de carga a partir dos armazéns visitados</i>	<i>61</i>
3.3	DEFINIÇÃO DAS INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS A SEREM VISITADAS.....	62
3.3.1	<i>Identificação dos armazéns localizados em Belo Horizonte</i>	<i>62</i>
3.3.2	<i>Definição do número de armazéns visitados.....</i>	<i>64</i>
3.3.3	<i>Visita aos armazéns para aplicação do questionário e coleta de informações.</i>	<i>66</i>
3.4	ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DOS ARMAZÉNS E DA DISTRIBUIÇÃO URBANA	66
3.5	ANÁLISE DA LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS	67
3.6	MODELO DE GERAÇÃO DE VIAGENS DE VEÍCULOS DE CARGA	69
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	71
4.1	CARACTERÍSTICAS DOS ARMAZÉNS E DA DISTRIBUIÇÃO URBANA	71
4.1.1	<i>Transporte dos funcionários para os armazéns.....</i>	<i>75</i>
4.1.2	<i>Operações de carga e descarga nos armazéns.....</i>	<i>76</i>
4.1.3	<i>Distribuição urbana de mercadorias a partir dos armazéns.....</i>	<i>78</i>
4.2	LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS	82
4.2.1	<i>Análise da localização dos armazéns</i>	<i>84</i>
4.3	GERAÇÃO DE VIAGENS DE CARGA.....	93
4.3.1	<i>Modelo de geração de viagens de veículos de carga a partir dos armazéns localizados em Belo Horizonte.....</i>	<i>95</i>
4.4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	101
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
	REFERÊNCIAS	107
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DA PESQUISA.....	118
	APÊNDICE B – BANCO DE DADOS	121
	APÊNDICE C – ESTUDO ESTATÍSTICO PARA O MODELO DE GERAÇÃO DE VIAGENS DE CARGA	136
	APÊNDICE D – REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	155

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Sistema centralizado de distribuição urbana de mercadorias (Adaptado de Allen <i>et al.</i> , 2000).	25
Figura 2.2: Sistema descentralizado de distribuição urbana de mercadorias (Adaptado de Allen <i>et al.</i> , 2000).	25
Figura 2.3: Sistema misto de distribuição urbana de mercadorias (Adaptado de Allen <i>et al.</i> , 2000).	25
Figura 2.4: Exemplo de galpão usado para armazenagem (ETOILE DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO, 2017).	43
Figura 2.5: Exemplo de estrutura de armazenagem horizontal (PONTA GROSSA, 2010). ...	44
Figura 2.6: Exemplo de estrutura de armazenagem vertical (GRUPO LOGÍSTICA, 2012)...	44
Figura 2.7: Exemplo de estrutura de armazenagem mista (PATEC, 2017).	44
Figura 2.8: Tipos de transpaleteiras (ALVARENGA, 2011).	45
Figura 2.9: Tipos mais comuns de paletes (ALVARENGA, 2011).	46
Figura 2.10: Plataforma niveladora de docas (REVISTA INTRA LOGÍSTICA, 2016).	47
Figura 2.11: Veículo de carga com plataforma niveladora acoplada (LOGISMARKET, 2017).	47
Figura 3.1: Abordagem metodológica.	49
Figura 3.2: Localização de Belo Horizonte.	50
Figura 3.3: Questionário – Tipologia e características morfológico-funcionais dos armazéns.	52
Figura 3.4: Questionário – Transporte dos funcionários dos armazéns.	54
Figura 3.5: Questionário – Operações de carga e descarga nos armazéns.	55
Figura 3.6: Representação dos principais corredores de tráfego de Belo Horizonte.	57
Figura 3.7: Questionário – Distribuição urbana de mercadorias.	58
Figura 3.8: Questionário - Fatores que influenciaram a atual localização dos armazéns.	61
Figura 3.9: Questionário – Geração de viagens de veículos de carga a partir dos armazéns visitados.	62
Figura 3.10: Distribuição espacial dos armazéns identificados e visitados em Belo Horizonte.	65
Figura 4.1: Estrutura de armazenagem utilizada pelo armazém.	74
Figura 4.2: Grau de automatização do armazém.	74
Figura 4.3: Modos de transporte utilizados pelos funcionários do armazém.	75
Figura 4.4: Modo de transporte mais utilizado pelos funcionários do armazém.	75
Figura 4.5: Existência de área interna destinada às operações de carga e descarga e de doca com avaliação sobre a adequação da área CD.	77
Figura 4.6: Principais destinos das entregas nas regiões administrativas de Belo Horizonte ..	80
Figura 4.7: Principais vias utilizadas para a distribuição urbana de mercadorias.	81
Figura 4.8: Principais mercadorias distribuídas pelos armazéns visitados.	82

Figura 4.9: Fatores citados (através da frase) como mais importantes na determinação da atual localização do armazém.	84
Figura 4.10: Concentração de armazéns nas principais vias de Belo Horizonte (Anel Rodoviário, Av. Antônio Carlos, Av. Pedro II/Tancredo Neves, Av. Carlos Luz, Av. Amazonas e Av. Pedro I).....	86
Figura 4.11: População por bairro de Belo Horizonte e a localização dos armazéns para distribuição urbana.....	87
Figura 4.12: Renda média domiciliar por bairro de Belo Horizonte e a localização dos armazéns para distribuição urbana.	89
Figura 4.13: Número de estabelecimentos comerciais por bairro de Belo Horizonte e a localização dos armazéns para distribuição urbana.	90
Figura 4.14: Zoneamento de Belo Horizonte segundo lei de parcelamento, ocupação e uso do solo de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2017c) e a localização dos armazéns para distribuição urbana.....	93
Figura 4.15: Gráficos fornecidos pelo <i>software</i> R para a equação do modelo de geração de viagens de carga “mlg4”.	98
Figura 4.16: Gráficos fornecidos pelo <i>software</i> R para a equação do modelo de geração de viagens de carga “mlg4a”.....	99
Figura 4.17: Gráficos fornecidos pelo <i>software</i> R para a equação do modelo de geração de viagens de carga “mlg4d”.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Vantagens e desvantagens das abordagens utilizadas em modelos de geração de viagens de carga (Adaptado de HOLGUÍN-VERAS <i>et al.</i> , 2012a e CHU, 2011).....	38
Tabela 2.2: Enquadramento das referências utilizadas aos temas tratados no Capítulo 2.	48
Tabela 4.1: Número de armazéns por tempo de instalação.....	71
Tabela 4.2: Número de armazéns por área total construída.	72
Tabela 4.3: Número de armazéns por área de armazenagem.	72
Tabela 4.4: Número de armazéns por número de funcionários.	73
Tabela 4.5: Número de armazéns por número de vagas no estacionamento interno.....	76
Tabela 4.6: Número de armazéns por área de carga e descarga.	77
Tabela 4.7: Número de armazéns e tempo médio utilizados nas operações de carga e descarga.	78
Tabela 4.8: Número de armazéns por número de entregas a clientes por dia.	79
Tabela 4.9: Sazonalidade das entregas em relação às semanas do mês.	79
Tabela 4.10: Fatores de influência na localização dos armazéns.	82
Tabela 4.11: Matriz dos coeficientes de correlação de <i>Spearman</i>	83
Tabela 4.12: População por bairro de Belo Horizonte e o número de armazéns para distribuição urbana.....	88
Tabela 4.13: Renda média domiciliar por bairro de Belo Horizonte e o número de armazéns para distribuição urbana.	88
Tabela 4.14: Número de estabelecimentos comerciais por bairro de Belo Horizonte e a localização dos armazéns para distribuição urbana.	91
Tabela 4.15: Número médio de viagens de carga geradas por armazém por dia por tipo de veículo de carga.	94
Tabela 4.16: Número de armazéns por faixa horária mais carregada em relação às entradas dos veículos de carga.....	94
Tabela 4.17: Número de armazéns por faixa horária mais carregada em relação às saídas dos veículos de carga.....	95
Tabela 4.18: Matriz dos coeficientes de correlação de <i>Pearson</i> entre as variáveis dependente e independentes mantidas para determinação do modelo de geração de viagens de carga.	96
Tabela 4.19: Modelos de geração de viagens de veículos de carga utilizando modelo linear generalizado.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- AARM:** Variável “área total armazenagem”.
- ABEP:** Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa.
- ACD:** Variável “área interna destinada à carga e descarga”.
- ACDOK:** Variável “área destinada à CD adequada”.
- ACONST:** Variável “área total construída”.
- AIC:** *Akaike's Information Criterion* ou Critério de Informação de Akaike.
- AICD:** Variável “possui área interna destinada à CD”.
- Área CD:** Área destinada às operações de carga e descarga.
- BHTRANS:** Empresa de Transportes e Transito de Belo Horizonte.
- CEP:** Código de Endereçamento Postal.
- CNAE:** Classificação Nacional de Atividades Econômicas.
- CUSTO:** Variável “custo aquisição / aluguel”.
- DF:** Variável “dias de funcionamento”.
- DOCAS:** Variável “número de docas”.
- EA:** Variável “estrutura de armazenagem”.
- EC:** Estabelecimentos comerciais
- EI:** Variável “estacionamento interno”.
- ENTDOM:** Variável “realiza entrega domiciliares”.
- ESTEXT:** Variável “local externo de estacionamento”.
- FAARM:** Variável “faixa área total armazenagem”.
- FACD:** Variável “faixa área interna destinada à CD”.
- FACONS:** Variável “faixa de área total construída”.
- FAMO:** Variável “facilidade de acesso para mão de obra”.
- FCP:** Variável “facilidade na chegada dos produtos”.
- FD:** Variável “facilidade na distribuição”.
- FDOCAS:** Variável “faixa número de docas”.
- FEFO:** *First Expired, First Out*, o primeiro produto que expira é o primeiro que sai do armazém.
- FEI:** Variável “faixa número vagas estacionamento interno”.
- FFUNC:** Variável “faixa número de funcionários”.
- FIESP:** Federação das Indústrias do Estado de São Paulo.
- FIFO:** *First In, First Out*, o primeiro produto que entra é o primeiro que sai do armazém.
- FLCWA.** *Freight and Logistics Council Western Australia.*
- FMED:** Variável “faixa média entregas/dia”.
- FMEM:** Variável “faixa média entregas/mês”.

FRASE: Variável “qual o fator mais importante na determinação da atual localização”.

FTCARGA: Variável “faixa tempo médio para carga”.

FTDESC: Variável “faixa tempo médio para descarga”.

FTO: Variável “faixa de tempo de Operação”.

FUNC: Variável “número de funcionários”.

GA: Variável “grau de automatização”.

GLM: *Generalized Linear Model* (ou MLG).

HENT: Variável “horários que mais acontecem entradas de veículos de carga”.

HF: Variável “horário de funcionamento”.

HSAI: Variável “horários que mais acontecem saídas de veículos de carga”.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INPC: Índice Nacional de Preços ao Consumidor.

ITE: *Institute of Transportation Engineers*.

IWLA: *International Warehouse Logistics Association*.

K-L: Divergência *Kullback-Leibler*

JUCEMG: Junta Comercial do Estado de Minas Gerais.

MED: Variável “média entregas/dia”.

MEM: Variável “média entregas/mês”.

MIS: Método dos Intervalos Sucessivos.

MLG: Modelo Linear Generalizado (ou GLM).

MTMC: Variável “meio de transporte mais comum”.

MTU: Variável “meios de transporte utilizados”.

NV: Variável “número viagens de veículos de carga geradas em cada um dos armazéns”.

OCD: Variável “onde as operações de CD são realizadas”.

OECD: *Organization for Economic Cooperation and Development*.

PDE: Variável “principais destinos de entrega”.

PGV-Carga: Polos geradores de viagens de carga.

PIB: Produto Interno Bruto.

PMC: Variável “proximidade com o mercado consumidor”.

PME: Variável “principais mercadorias entregues”.

PU: Variável “políticas urbanas”.

PVE: Variável “principais vias utilizadas para entrega”.

PVEIC: Variável “programação para veículos de carga”.

RCS: Variável “realiza consolidação ou separação”.

REDEVA: Variável “pertence à rede varejista ou atacadista”.

REG: Variável “região”.

RMBH: Região Metropolitana de Belo Horizonte.

SETCEMG: Sindicato das Empresas de Transportes de Carga do Estado de Minas Gerais.

SME: Variável “semana com mais entregas”.

TCARGA: Variável “tempo médio para carga em minutos”.

TCP: Variável “tipo de construção predominante”.

TDESC: Variável “tempo médio para descarga em minutos”.

TF: Transporte fretado.

TIM: Transporte individual motorizado (carros e motocicletas).

TINM: Transporte individual não motorizado (bicicleta ou a pé).

TIPO: Variável “tipo de armazém”.

TO (Anos): Variável “tempo de operação em anos”.

TPC: Transporte público coletivo.

TPCOK: Variável “bem atendido pelo transporte público coletivo”.

TPI: Transporte público individual (táxi e congêneres).

TRB: *Transportation Research Board.*

TU: Variável “tipo de unitização”.

UN-HABITAT: *United Nations Human Settlements Programme.*

VEICDC: Variável “utiliza veículo diferente de caminhão”.

VEICFCD: Variável “motivos que os veículos de carga aguardam fora da área de CD”.

VRCDC: Variável “local das vagas regulamentadas na via destinadas à CD”.

ZA: Zonas adensadas.

ZAP: Zona de adensamento preferencial.

ZAR: Zona de adensamento restrito.

ZCBH: Zona central de Belo Horizonte.

ZE: Zona de grandes equipamentos.

ZONA: Variável “zoneamento”.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de logística, apropriado à iniciativa privada, é bastante difundido e, segundo Ballou, (2009), Chopra e Meindl (2004), Novaes (2016) e Bowersox *et al.* (2013), refere-se à gestão da entrega de bens e serviços ao consumidor final, equilibrando os custos das operações e o nível de serviço, integrando as funções mercadológicas e a produção. Alinhado ao conceito de gestão da entrega, Taniguchi *et al.* (2001) propuseram o conceito de logística urbana, definido como um processo de total otimização das atividades de logística, realizadas por entidades (públicas e privadas) em áreas urbanas, considerando fatores como tráfego, congestionamento e consumo de energia na estrutura do mercado econômico. Assim, logística urbana é gerenciamento do fluxo de cargas inserido na complexidade das cidades.

Uma das principais causas da complexidade da distribuição urbana é o acelerado processo de urbanização. No Brasil, até a década de 1960, a maioria da população morava nas áreas rurais e em 2010, mais de 84% da população vivia nas áreas urbanas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010a). A população urbana praticamente dobrou em 50 anos, em termos percentuais, passando de 45% para 84%. Considerando que nesse mesmo período a população do Brasil cresceu de 71 milhões para 190,8 milhões (IBGE, 2010a), conclui-se que a população urbana quintuplicou, passando de pouco mais de 32 milhões para 160,9 milhões.

Esse crescimento pronunciado da população urbana brasileira, aliado às políticas públicas insuficientes ou mesmo mal direcionadas para acompanhar a expansão das cidades, como por exemplo, os incentivos à indústria automobilística, tornou a mobilidade urbana um dos principais desafios das grandes cidades nas últimas décadas. De acordo com Vasconcellos (2001), verifica-se ao longo dos anos um constante aumento nos tempos de deslocamento da população, confirmando que as políticas públicas voltadas para a mobilidade urbana vigentes não são eficientes para gerenciar a demanda de tráfego e as externalidades negativas causadas pelos congestionamentos, como a poluição e os acidentes de trânsito.

A mobilidade urbana no que tange o transporte de passageiros faz parte das preocupações dos gestores de planejamento urbano há pelo menos 30 anos no Brasil. Por outro lado, a mobilidade da carga nas cidades só passou a ser questionada e pesquisada, ainda que de forma tímida, a partir de 2001 (OLIVEIRA, 2013). Enquanto no Brasil ainda há pouca produção acadêmica e técnica sobre soluções de logística urbana, em termos mundiais, a primeira publicação na área foi em 1971 (WOLPERT; REUTER, 2012).

Observa-se que o transporte de passageiros possui maior apelo político. OECD (*ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT*, 2003) afirma que os políticos, que geralmente são os responsáveis por legislar sobre ou executar as políticas públicas, avaliam que a “carga não vota”. Além disso, quando há recursos limitados, prioriza-se o transporte de pessoas, pois sua falta acarreta, dentre outros fatores, a exclusão social (MUKAI *et al.*, 2007).

Devido ao modo de vida da população inserida nas regiões urbanas, o transporte de mercadorias é fundamental para subsistência das cidades. Os cidadãos, em sua grande maioria, não produzem os insumos para sua alimentação, vestuário, higiene, dentre outros. Portanto, é necessária a comercialização de diversos produtos para a manutenção desse modo de vida e os produtos essenciais precisam ser transportados pelas vias urbanas para suprimento do comércio varejista e para que as entregas domiciliares aconteçam.

Nas regiões mais desenvolvidas do mundo, como a Europa e Estados Unidos, a participação do transporte de cargas vem crescendo na composição do tráfego das cidades, não só pelo estilo de vida dos cidadãos, mas também porque grandes regiões urbanas atraem as instalações logísticas, devido à proximidade dos mercados consumidores requerida pelas cadeias de suprimento modernas (BASSOK *et al.*, 2013).

De forma mais detalhada, Giuliano *et al.* (2013) explicam os motivos pelos quais a participação do transporte de mercadorias na composição do tráfego de veículos das cidades está crescendo:

- a economia urbana exige mais transporte de mercadorias, pois o comércio varejista tem cada vez menos espaço para armazenar produtos, e a quantidade e o sortimento de bens vendidos têm aumentado. Dessa forma, os serviços de transporte expressos tornaram-se uma característica fundamental da operação das empresas de distribuição urbana de mercadorias;
- as grandes cidades tendem a atrair instalações logísticas. As cadeias de suprimentos modernas exigem proximidade aos mercados de consumo e às instalações de transbordo, onde as remessas podem ser reorganizadas e os bens são movidos de um caminhão para outro. Esses requisitos são mais facilmente atendidos em grandes áreas metropolitanas do que em cidades médias e áreas rurais;
- os armazéns e os centros de distribuição estão sendo relocados para a periferia das áreas metropolitanas, conformando o fenômeno do espriamento logístico, que acarreta um aumento da extensão percorrida pelos veículos na entrega da carga nas áreas urbanas.

No Brasil, a situação não é diferente. Enquanto a população cresceu 10 % entre 2006 e 2016 (IBGE, 2016), a frota de caminhões cresceu 52% no mesmo período (BRASIL, 2016). A média anual de crescimento da frota brasileira de caminhões, nesses 10 anos, foi próxima de 4%. Já a média anual de crescimento da população brasileira foi de 1%. Observa-se uma redução significativa do ritmo de crescimento da frota nos anos de 2015 (2,2%) e 2016 (1,4%), o que pode ser um reflexo da crise na economia do Brasil.

Além de algumas mudanças regionais e operacionais no setor da indústria, destacam-se dois fenômenos que explicam esse aumento de veículos de transporte de mercadorias no tráfego das cidades:

- 1) O espraiamento logístico (*logistics sprawl*) já citado por Giuliano *et al.* (2013), que é a tendência de realocação das instalações logísticas dos centros urbanos para áreas periféricas de uma região metropolitana (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Recentemente, esse fenômeno recebeu um crescente nível de atenção em pesquisas acadêmicas (CIDELL, 2010; DABALANC; ROSS, 2012; DIZIAIN *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2017).
- 2) O crescimento do comércio eletrônico, também conhecido por *e-commerce*. No Brasil, entre 2013 e 2016, o número de consumidores que utilizam a Internet para realizar suas compras, chamados de e-consumidores ativos, cresceu mais de 50%, passando de 31 milhões de consumidores para 48 milhões de consumidores (E-bit, 2017). Como a maioria dos produtos comercializados eletronicamente requerem entrega física, a gestão da cadeia de suprimentos tornou-se ferramenta essencial para viabilizar as vendas *online* (HESSE, 2004). O grande desafio que comércio eletrônico traz para a transporte urbano de mercadorias é a significativa diversidade dos destinos das entregas (RAO, 1999; MASON *et al.*, 2003), devido à predominância de entregas domésticas, acarretando aumento dos custos dos sistemas de distribuição (TANIGUCHI *et al.*, 2016).

O crescimento do transporte urbano de mercadorias pode ser uma das causas da maior atenção que tem sido dada nos últimos anos a esta atividade. Lindholm (2012) relata uma alteração desse cenário a partir dos anos 2000, atribuída especialmente à “descoberta” de que o transporte de mercadorias é fundamental para a viabilidade das áreas urbanas. Essa maior consideração é observada nos conceitos de mobilidade urbana definidos pelas legislações brasileira e pelo município de Belo Horizonte. Na legislação brasileira estabelece-se que a mobilidade é “a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas (grifo da autora) no espaço urbano” (BRASIL, 2012 - Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei nº12.587, Seção I, Artigo 4º). Na legislação de Belo Horizonte, mobilidade é definida como “o conjunto de

deslocamentos de pessoas e bens (grifo da autora), com base nos desejos e nas necessidades de acesso ao espaço urbano, mediante a utilização dos vários meios de transporte” (BELO HORIZONTE, 2011 - Política Municipal de Mobilidade Urbana, Lei nº 10.134, Artigo 1º). Portanto, observa-se que a palavra “bens” no conceito do município de Belo Horizonte e a palavra “cargas” na legislação brasileira demonstram que a problemática da carga urbana entrou na pauta de discussões.

Quanto à temática analisada neste estudo, considerou-se que as instalações logísticas são de fato armazéns, definidos como o espaço físico no qual acontecem as atividades de armazenagem e depósito, contemplando galpões, câmaras frigoríficas e silos e permitindo a acomodação e manuseio de todo tipo de produto, nos estados sólido, líquido e gasoso. Os produtos são armazenados sob responsabilidade de terceiros, com emissão de certificado de garantia que permite a negociação da mercadoria, inclusive de produtos agropecuários, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014).

Segundo Moura (1997, p.3), o processo de armazenagem refere-se à uma “atividade que diz respeito à custódia ordenada e a distribuição de produtos acabados dentro da fábrica ou em locais destinados a este fim, pelos fabricantes, ou através de um processo de distribuição”. Esse último é o mais comum nas regiões urbanas em que os armazéns geralmente existem para tornar mais eficiente a distribuição urbana de mercadorias. A carga é entregue nos armazéns urbanos em volumes maiores, ou seja, de maneira consolidada. Após passarem por um processo de separação, endereçamento e roteamento, as mercadorias são distribuídas a partir dessas instalações, separadas em volumes menores, com destino ao comércio varejista ou ao consumidor final.

1.1 Objetivos

O objetivo do presente trabalho é caracterizar os armazéns que realizam entrega urbana em Belo Horizonte, analisar a localização destes armazéns e desenvolver modelos de geração de viagens de carga, originadas a partir destas instalações logísticas.

Como objetivos específicos, tem-se:

- (i) identificar as características morfológico-funcionais dos armazéns;
- (ii) analisar a localização das instalações logísticas em relação às características socioeconômicas, demográficas e de uso do solo do seu entorno;

- (iii) analisar a localização dos destinos das entregas de mercadorias em relação às características socioeconômicas, demográficas e de uso do solo do seu entorno;
- (iv) analisar comparativamente os modelos de geração de viagens de cargas dos armazéns desenvolvidos para diferentes combinações de variáveis.

1.2 Justificativa e contribuições técnica e científica do estudo

Na revisão da literatura, foram identificadas importantes lacunas em relação aos estudos de transporte urbano de carga associados à localização. Segundo Andreoli *et al.* (2010, p.76), “os trabalhos que descrevem a atual geografia de armazenagem (*geography of warehousing*, em inglês) são limitados”. Ainda, Bowen Junior (2008) relata que a armazenagem recebeu pouca atenção na geografia dos transportes e exemplifica que o *Journal of Transport Geography*, entre 1993 e 2007, não havia publicado nenhum artigo com as palavras-chave: armazém, armazenagem, gerenciamento de cadeia de suprimentos e centro de distribuição, embora vários artigos tenham abordado o tema logística. De forma consistente, Rodrigue (2006) sustenta que os geógrafos dos transportes negligenciaram não só o transporte de carga, mas, em especial, o transporte urbano de mercadorias. Para Cidell (2010), apesar de muitos geógrafos dos transportes terem entendimento de que a origem e os destinos da distribuição urbana de mercadorias estão se espalhando para áreas mais periféricas, houve pouca verificação empírica dessa hipótese. Por fim, Woudsma *et al.* (2008) incentivam a realização de novos estudos que detalhem o tipo de atividade logística que está sendo instalada (armazéns, centros de distribuição, transportadora, etc.) nas áreas urbanas e as razões que motivam a escolha da localização dessas instalações.

Nesse contexto, pretende-se, por meio desta dissertação, analisar a localização das instalações logísticas, em um estudo para Belo Horizonte, juntamente com as respectivas características morfológicas e funcionais, socioeconômicas, demográficas e de uso e ocupação do solo em seu entorno. Tem-se como premissa que a distribuição urbana de mercadorias, com origem nos armazéns, impacta na mobilidade urbana de Belo Horizonte, tornando necessária a adoção de políticas públicas de planejamento urbano que orientem a localização dessas instalações de forma a reduzir as externalidades da atividade e garantir sua eficiência operacional.

Assim, busca-se responder as seguintes questões: Quais motivos acarretaram a atual localização dos armazéns de Belo Horizonte? É possível prever o número de viagens de carga geradas por

essas instalações logísticas considerando atributos referentes às respectivas características morfológico-funcionais?

Em relação à contribuição científica, propõe-se a elaboração de modelo de geração de viagens com origem em armazéns localizados no município de Belo Horizonte. Souza *et al.* (2010) relatam que na proposição de modelos desse tipo, observa-se um número bem maior de experiências internacionais do que nacionais, sendo um assunto que deve ser mais explorado no Brasil e até mesmo em escalas municipais, devido às particularidades de cada cidade e à heterogeneidade da ocupação territorial brasileira.

Um modelo de geração de viagens de carga para instalações logísticas com foco na distribuição urbana pode subsidiar a construção de políticas públicas para o setor, contribuindo para a melhoria do planejamento do transporte de carga urbana e, por conseguinte, para a melhoria da mobilidade urbana. Segundo Cherrett *et al.* (2012), observa-se uma escassez de informações sobre distribuição urbana de mercadorias. Geralmente há apenas contagens de tráfego de veículos que são relativamente pouco informativas. Por vezes, isso resulta em gestores urbanos sem amplo conhecimento das atividades de distribuição de mercadorias quando desenvolvem políticas públicas orientadas a essa atividade, comprometendo sua adequação. Assim, como contribuição técnica deste trabalho, tem-se a quantificação e análise dos elementos importantes para localização das instalações logísticas no meio urbano, subsidiando a adoção de políticas públicas e medidas de regulação urbana mais coerentes para promoção de diretrizes para a localização dos armazéns, mitigando os respectivos impactos no meio urbano.

Oliveira *et al.* (2012) e Lindholm (2012) destacam a importância de estudos relativos à distribuição urbana de mercadorias, destacando alguns dos impactos advindos dessa atividade, a saber: a poluição sonora e do ar gerada pelos fluxos dos veículos de carga; o custo das atividades de transporte, relacionados ao tempo dispendido e aos atributos operacionais, que comprometem a qualidade e eficiência na entrega de mercadorias; a eficácia das políticas direcionadas ao transporte; dentre outros. Uma melhor utilização dos veículos de carga, a automatização das operações nas instalações logísticas e um melhor planejamento das rotas de distribuição podem proporcionar mais eficiência na atividade e, portanto, reduzir os impactos negativos do transporte urbano de mercadorias.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados conceitos de distribuição urbana de mercadorias. São ainda analisados e discutidos trabalhos sobre a relação das instalações logísticas com o meio urbano, abordando as questões do uso do solo, das políticas públicas, da localização e da geração de viagens de carga.

2.1 Distribuição urbana de mercadorias e as instalações logísticas

Para Dablanc e Rakotonarivo (2010), o transporte de mercadorias é uma atividade frequente nas grandes cidades, sendo indispensável para o seu bom funcionamento. Na mesma linha, Correia *et al.* (2012) reconhecem que o transporte urbano de mercadorias é um fator fundamental para o desenvolvimento das grandes cidades com grande importância no suporte da vida dos cidadãos, desempenhando um papel importante na manutenção e conservação das atividades industriais e comerciais, mas que afeta o custo dos produtos, a eficiência econômica regional e o meio ambiente.

A distribuição urbana de mercadorias está sendo influenciada por novas tecnologias, reestruturação corporativa e um mercado em constante mudança. Com o crescimento das atividades logísticas, a demanda por instalações para distribuição dos produtos aumentou de forma significativa e contribuiu para surgimento dos armazéns como unidades autônomas (HESSE, 2004). Embora os cidadãos tenham sempre sido importantes consumidores de bens, a divisão global da produção, o surgimento de terminais intermodais, o aumento das atividades de serviços, o crescimento global, a urbanização, bem como o aumento do padrão de vida acarretaram o aumento da demanda por transporte de mercadorias nas áreas urbanas, se caracterizando por uma maior frequência de entregas e maiores quantidades de embarques de cargas nessas áreas (*UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME - UN-HABITAT*, 2013).

Um dos principais elementos estruturantes das estratégias de distribuição urbana de mercadorias são as instalações logísticas. McKinnon (2009) afirma que existem diferentes tipos de instalações logísticas e que essas demandam diferentes áreas, dependendo da categoria e do objetivo da instalação. Uma instalação logística pode ser um armazém, um centro de distribuição, um terminal intermodal ou uma estação de transbordo (McKinnon, 2009; *INTERNATIONAL WAREHOUSE LOGISTICS ASSOCIATION - IWLA*, 2014).

Em relação às instalações logísticas voltadas para a armazenagem de mercadorias, destacam-se os seguintes conceitos: (i) um armazém é um local de aprovisionamento de mercadorias e suas principais atividades incluem o recebimento de produtos, o armazenamento propriamente dito, a seleção e o envio de pedidos (HARTSHORN; LAMM, 2012); (ii) um centro de distribuição é uma instalação logística de grande porte que armazena mercadorias pendentes de distribuição para varejistas ou para entregas domiciliares, que geralmente pertencem a algum grupo (IWLA, 2014). Apesar da evolução dos centros de distribuição e das particularidades, essas instalações logísticas ainda são classificadas como armazéns (BOWEN JUNIOR, 2008).

Andreoli *et al.* (2010) consideram que os armazéns são instalações logísticas essenciais para a cadeia de suprimentos, e que não existem só como depósito de mercadorias, mas também realizam transferência das mercadorias entre veículos. As mercadorias podem ser mantidas por períodos substanciais de tempo ou por períodos muito curtos, às vezes apenas o tempo necessário para o trânsito de mercadorias pela instalação.

A gestão dos estoques é de grande importância para a indústria, uma vez que os estoques representam de 20% a 60% do total de ativos das empresas de fabricação e é fator crítico na determinação do lucro dessas empresas (GIANNOCCARO *et al.*, 2003). As empresas perceberam que uma das maneiras mais competitivas de sobreviver em um ambiente dinâmico é a flexibilidade, ou seja, a capacidade de responder efetivamente às mudanças nas necessidades do mercado. Dessa forma, as políticas de armazenagem adotadas são acompanhadas por diferentes estruturas de armazenagem. Tradicionalmente, o fabricante tem três opções: investir em instalações e operações de armazenagem, terceirizar essa operação específica ou adotar a terceirização flexível. Na terceirização flexível, o fabricante faz o investimento inicial necessário, aluga o armazém a uma empresa especializada e incorpora uma opção para terceirizar a operação específica ou para adquirir a empresa de armazenagem para obter expertise e capital humano especializado (SKINTZI *et al.*, 2008).

Consequentemente, os armazéns são diferentes em relação à forma, à complexidade de operação e ao tamanho e podem adotar diferentes estratégias para atender a demanda de seus clientes. Um armazém tradicional contém mercadorias armazenadas com antecedência da demanda real (estratégia *push*) e as chegadas e saídas de mercadorias são realizadas através de cargas volumosas e eventuais. O controle das mercadorias armazenadas é manual, com mínima automação. Já os centros de distribuição operam para que as pequenas remessas sejam entregues de forma frequente e programada (estratégia *pull*). O uso intensivo da tecnologia da informação

e automação maximizam a produtividade, muitas vezes permitindo que mercadorias que chegam em um veículo de carga sejam consolidadas com outras mercadorias para um destino final compartilhado (BOWEN JUNIOR, 2008). As estratégias diferentes de gerenciamento de estoque possuem diferentes funções de custo de retenção e uma extensão diferente de controle sobre as instalações e operações do armazém (SKINTZI *et al.*, 2008).

Em relação ao arranjo interno dos armazéns, alguns têm estrutura vertical com várias estantes para maximizar o volume de mercadorias armazenado, outros tem estrutura horizontal, pois o empilhamento elevado reduz a velocidade do processo de armazenagem. Esse último modelo é utilizado em armazéns com alto giro de mercadorias, cuja transferência ocorre um dia ou em algumas horas. O tamanho e a organização operacional de um armazém também refletem o valor agregado das mercadorias armazenadas (BELMONTE, 2004 *apud* BOWEN JUNIOR, 2008).

Os controles das mercadorias dentro de um armazém seguem, fundamentalmente, duas regras (IWLA, 2014):

- *First Expired, First Out* (FEFO), indicando que os primeiros itens que expiram, mais próximos da data de validade, são os primeiros a saírem do armazém. O FEFO pode ser usado para qualquer produto, mas é usado com mais frequência para armazenamento de mercadorias perecíveis;
- *First In, First Out* (FIFO), indicando que os primeiros itens armazenados são os primeiros a saírem do armazém.

Para Allen *et al.* (2000), o padrão dos fluxos de mercadorias em uma área urbana é fortemente influenciado pelos canais de comercialização e pela organização dos sistemas de distribuição física utilizados para transportar as mercadorias. Esses determinam o número de pontos de abastecimento que cada armazém irá atender. São três tipos de sistemas de distribuição urbana de mercadorias usados pelos armazéns:

- Sistema centralizado de distribuição urbana de mercadorias, quando há apenas um armazém, nesse caso geralmente um centro de distribuição, que atende todos os clientes urbanos (Figura 2.1):



Figura 2.1: Sistema centralizado de distribuição urbana de mercadorias (Adaptado de Allen *et al.*, 2000).

- Sistema descentralizado de distribuição urbana de mercadorias, quando vários armazéns atendem os clientes urbanos (Figura 2.2):



Figura 2.2: Sistema descentralizado de distribuição urbana de mercadorias (Adaptado de Allen *et al.*, 2000).

- Sistema misto de distribuição urbana de mercadorias, quando uma proporção significativa das mercadorias que abastecem os clientes urbanos vem de um único armazém, nesse caso geralmente um centro de distribuição, e o restante provém de diversos armazéns (Figura 2.3).

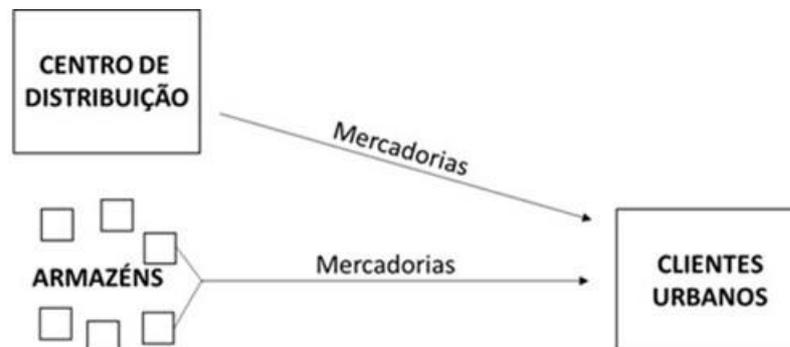


Figura 2.3: Sistema misto de distribuição urbana de mercadorias (Adaptado de Allen *et al.*, 2000).

Os clientes urbanos de maior porte são geralmente atendidos por meio de sistemas centralizados de distribuição (Figura 2.1). Esses sistemas utilizam um número menor de veículos de carga, apesar de serem veículos de maior capacidade. Além disso, realizam a distribuição de forma mais organizada seguindo uma programação de dias e horários para cada entrega. Já os clientes urbanos de menor porte podem ser responsáveis por um considerável fluxo de veículos de carga, geralmente de menor capacidade. Sendo assim, não se deve assumir, necessariamente, que os grandes varejistas são os maiores geradores de viagens de carga (CHERRETT *et al.*, 2012).

2.2 Uso do solo e a entrega urbana

Para Woudsma *et al.* (2008), o transporte e uso do solo são elementos-chave para entender as cidades. No entanto, a inter-relação entre esses dois elementos da estrutura urbana ainda não é totalmente conhecida, isto porque dada a complexidade geral dos sistemas das cidades, as tentativas de compreensão desses sistemas tendem a ser igualmente complexas. O transporte de mercadorias e o uso do solo também estão intimamente interligados (RYAN, 1999; ERICKSSON JUNIOR, 2001; XING *et al.*, 2010). O tipo de uso do solo influencia não só o número de viagens de veículos de distribuição de mercadorias em uma determinada localidade, mas também o tipo de mercadorias que precisam ser entregues e coletados (ALLEN *et al.*, 2000). Portanto, a distribuição tem o papel primordial na formação da organização territorial (HESSE, 2004). No entanto, o planejamento do uso do solo dentro das áreas urbanas muitas vezes negligencia as questões da distribuição urbana de mercadorias. Existe a necessidade de desenvolver procedimentos de modelagem para prever os impactos relacionados ao transporte de mercadorias nos futuros padrões de uso do solo (TANIGUCHI *et al.*, 2016).

O planejamento do uso do solo tem sido tratado de forma muito local (municipal), mesmo em cidades inseridas em regiões metropolitanas com vários municípios conurbados, que funcionam na prática como uma só unidade urbana. Desta forma, as decisões sobre o uso do solo e as licenças de construção são bastante fragmentadas, dificultando a promoção de uma estratégia de desenvolvimento regional coerente (DABLANC; RAKOTONARIVO, 2010; WAGNER, 2010). Para Pellegram (2001), existe uma desconexão entre as políticas para transporte de mercadorias e uso do solo, uma má compreensão dos requisitos para planejamento do uso do solo e um desencontro entre políticas locais, regionais e nacionais.

O planejamento de uso do solo, para fins logísticos, pelos gestores urbanos deve ser mais proativo e dinâmico para não se concentrar apenas nas exigências de localização das instalações logísticas, mas também nas relações espaciais entre os principais centros de distribuição e a rede de transporte (*FREIGHT AND LOGISTICS COUNCIL WESTERN AUSTRALIA - FLCWA*, 2013). Além disso, é necessário preservar o uso do solo industrial em áreas urbanas para evitar o espraiamento das cidades (HARTSHORN; LAMM, 2012). A inclusão do planejamento da distribuição urbana de mercadorias permitiria aumentar a eficiência das cadeias de suprimento através de uma melhor coordenação do planejamento de infraestrutura e decisões de uso do solo (DABLANC; ROSS, 2012).

Há uma crescente conscientização que o uso do solo e as atividades logísticas devem ser mais coordenadas. No entanto, o desafio é coordenar o transporte de mercadorias e as atividades de planejamento do uso do solo para garantir que as instalações logísticas sejam compatíveis com os usos do solo adjacentes ou que as decisões sobre esses sejam consistentes com a mobilidade do transporte de mercadorias e as necessidades operacionais (HARTSHORN; LAMM, 2012). O aumento da concorrência por espaço para atividades logísticas em um local contribui para o aumento do uso do solo para essa finalidade. A especulação imobiliária e a terceirização de instalações mobilizam não apenas os fluxos de mercadorias, mas também a infraestrutura logística e afetam o desenvolvimento urbano e regional (HESSE, 2004).

A avaliação do impacto no trânsito com base em parâmetros de planejamento específicos para o uso logístico do solo fornece uma ferramenta de planejamento para que sejam estimados os impactos locais e uma ferramenta de apoio à decisão para as autoridades regionais visando um desenvolvimento espacial que reduza o impacto do tráfego regional (WAGNER, 2010). As autoridades locais podem usar o planejamento do uso do solo para estabelecer políticas e diretrizes para incorporar medidas de licenciamento urbano que objetivem mitigar os impactos negativos da distribuição urbana de mercadorias (GIULIANO *et al.*, 2013).

Políticas coerentes para transporte urbano de mercadorias não foram desenvolvidas na mesma medida que as políticas para o transporte de passageiros. No entanto, muitas autoridades urbanas começaram a concentrar uma atenção muito maior na eficiência e sustentabilidade do transporte de mercadorias devido à sua importância econômica. Isso permitiu o desenvolvimento de estratégias e planos de transporte de mercadorias em algumas cidades (CHERRETT *et al.*, 2012).

A concentração de atividades de logística em grandes áreas metropolitanas (DABLANC; ROSS, 2012) é um grande desafio para a adoção de políticas públicas que orientem a distribuição urbana de mercadorias de forma eficaz e que sejam coerentes com os principais objetivos do poder público: proporcionar qualidade de vida aos cidadãos e desenvolvimento econômico para a cidade. Essa nova configuração espacial das atividades logísticas exige novas estruturas institucionais, de âmbito regional, que agora são vistas como o elemento crítico na gestão do desenvolvimento urbano moderno (HEALEY, 2006; SALET *et al.*, 2003). O ideal é que haja uma estratégia regional e que as autoridades locais estejam de acordo com essa proposta (WAGNER, 2010). Uma maior coordenação entre as várias autoridades públicas metropolitanas contribui para promover o desenvolvimento de uma política única, permitindo

que o conjunto de tomada de decisão relacionada com as localizações das instalações logísticas e suporte para redes logísticas críticas incluem partilha de receitas e utilização compartilhada de infraestrutura (DABLANC; ROSS, 2012).

No entanto, os governos municipais competem por empregos e atividades que geram receitas fiscais, e a logística tornou-se assim um recurso significativo para muitas áreas urbanas (ROSS, 2009), apesar de seus impactos adversos nas comunidades. A dinâmica competitiva entre os municípios não tem permitido a definição de padrões. Quanto mais especulativa é a natureza do desenvolvimento, mais o planejamento urbano será circunstancial (HESSE, 2004). As autoridades públicas que atuam nas regiões metropolitanas não trabalham em conjunto para o desenvolvimento de estratégias de planejamento regional e cooperativo no que diz respeito ao zoneamento e à localização dos polos industriais e de logística (DABLANC; ROSS, 2012). A infraestrutura e as instalações que constituem as redes de transporte estão sendo construídas de forma municipalizada, estando ou não inseridos em regiões metropolitanas, sob seus próprios objetivos e restrições (CIDELL, 2011).

Assim, para proporcionar qualidade de vida aos cidadãos e desenvolvimento econômico para a cidade, são necessárias políticas públicas que equilibrem interesses que, em muitos momentos, podem ser antagônicos. O espaço urbano torna-se um lugar que cristaliza as tensões entre seus vários atores que têm pontos de vista diferentes. Neste contexto, as autoridades devem implementar políticas públicas para intervir no campo da distribuição urbana de mercadorias (DIZIAIN *et al.*, 2013).

Em relação à qualidade de vida dos cidadãos, Cidell (2011) relata que nas cidades secundárias das regiões metropolitanas, a localização das instalações logísticas está sendo definida de forma inadequada devido à pressão pelo desenvolvimento a qualquer custo. A paisagem resultante é fortemente segregada entre os usos do solo residencial e comercial e Hesse (2006 *apud* WAGNER, 2010) expõe que as autoridades locais e regionais muitas vezes visam a criação de emprego e a geração de tributos ao licenciar e desenvolver áreas para o uso do solo relacionado à logística e negligenciam os impactos negativos gerados por essas instalações no ambiente urbano e regional.

Em relação ao desenvolvimento econômico, Giuliano *et al.* (2013) advertem que os planejadores urbanos precisam ter cuidado ao implementar estratégias e políticas para a redução

do número de veículos de carga nas áreas urbana, pois deve ser mantida a eficiência dos fluxos de mercadorias, necessários para sustentação da vida urbana.

Alguns autores (GUYON *et al.*, 2012; TANIGUCHI *et al.*, 2016; BROWNE *et al.*, 2012; JANJEVIC; NDIAYE, 2014) defendem que as políticas públicas devem incentivar a localização de instalações logísticas utilizadas na distribuição urbana de mercadorias nos núcleos das regiões metropolitanas, como forma de desestimular o espraiamento logístico e reduzir a distância percorrida pelos veículos de transporte de mercadorias. A elevação das densidades urbanas é considerada como uma opção válida para o futuro desenvolvimento econômico dos municípios (DABLANC; ROSS, 2012).

Taniguchi *et al.* (2016) propõem que, para a centralização das instalações logísticas, deve-se projetá-las de forma diferente da atual, atentando para melhor qualidade arquitetônica (intrusão visual) e de isolamento (poluição sonora) para facilitar a reintegração nas regiões centrais da cidade. Dablanc e Rakotonarivo (2010) informam que existem soluções arquitetônicas para reintroduzir os terminais logísticos dentro das áreas mais urbanas de uma região metropolitana, especialmente quando têm área entre 1.000 a 10.000 m² e são projetados podem acomodar uma ampla gama de veículos e tipos de mercadorias enquanto estão localizados perto de áreas comerciais ou mesmo residenciais.

Browne *et al.* (2012) e Janjevic e Ndiaye (2014) recomendam que essas instalações logísticas localizadas nas regiões centrais da cidade atuem como centros de transbordo ou separação de mercadorias, recebendo mercadorias de centros de distribuição suburbanos e entregando dentro da área central da cidade por meio de veículos de transporte mais leves e sustentáveis. Essas instalações melhoram as condições ambientais e de mobilidade das áreas urbanas resultando na redução do número de veículos de carga e do uso de veículos menos poluentes, inclusive bicicletas.

Há vários tipos de políticas públicas que têm sido sugeridas e aplicadas para o controle da atividade de distribuição urbana de mercadorias, Stathopoulos *et al.* (2012) propõem a seguinte classificação para essas políticas: (i) medidas de regulamentação que afetam as operações de distribuição como exemplo as restrições de acesso; (ii) medidas de planejamento do uso do solo para incentivar iniciativas como a consolidação de carga; (iii) medidas de infraestrutura que visam incentivar a transferência modal para veículos mais sustentáveis; (iv) medidas relacionadas à informação que incentivem o intercâmbio de dados específicos entre agentes de

empresas logísticas, como exemplo as informações de localização e roteirização de veículos para auxiliar o controle de tráfego e o gerenciamento de áreas de carga e descarga; e (v) medidas de gestão, que incentivam uma maior colaboração nas operações de trabalho entre provedores de logística.

É fundamental ter métodos e modelos para permitir uma avaliação dessas políticas e medidas que podem ser implementadas pelos administradores urbanos, a fim de tornar a mobilidade da carga mais sustentável. Essa abordagem precisa de informações para fornecer uma compreensão sistêmica das operações de distribuição de mercadorias e obter dados para serem usados em modelos de previsão de viagens de carga, permitindo o monitoramento dos efeitos das medidas políticas. A existência de modelos de previsão possibilita a estimativa do número de viagens geradas através de dados secundários, mesmo antes do licenciamento dos empreendimentos. Portanto, os dados são essenciais para ajudar gestores do setor público e privado a garantir que o transporte urbano de mercadorias seja eficiente e sustentável (IBEAS *et al.*, 2012).

Os meios de ação para influenciar a organização do transporte de mercadorias nas cidades são numerosos. No entanto, as autoridades locais não costumam implementar as soluções mais simples, que trariam grandes melhorias por custos moderados como a localização estratégica dos espaços de entrega, a coerência entre os horários de entrega e tamanho dos veículos e a integração dos espaços de entrega nos grandes empreendimentos imobiliários (DIZIAIN *et al.*, 2013).

De forma geral, as políticas públicas e a legislação que direcionam e regulamentam o licenciamento das atividades logísticas devem considerar o impacto de seus padrões de localização em relação às viagens geradas e às emissões de CO₂ (DABLANC; RAKOTONARIVO, 2010).

Para proteger as áreas adjacentes às instalações logísticas, as autoridades locais devem exigir certas normas de conformidade ambiental ou otimização de trânsito antes de fornecer a licença de construção para uma nova instalação logística (HESSE, 2004), impondo a internalização dos impactos negativos gerados por essas instalações de distribuição (GUY, 2002 *apud* HESSE, 2004). As áreas no entorno dos centros de distribuição tornaram-se congestionadas, pois as vias adjacentes passaram a funcionar como estacionamento de máquinas e veículos utilizados por essas instalações logísticas (CIDELL, 2011). Os impactos gerados no tráfego precisam ser

considerados tanto nos picos do tráfego de veículos, assim como em relação àqueles estacionados nas vias adjacentes às instalações logísticas, avaliando e mitigando as externalidades (WAGNER, 2010).

Em relação ao licenciamento do horário para a atividade de distribuição urbana de mercadorias, a pesquisa de Allen *et al.* (2000), realizada em Norwich e Londres (Inglaterra), identificou que uma proporção significativa dessa atividade ocorre durante a manhã, coincidindo com o pico do tráfego. Ao operar nesse horário, as atividades de distribuição são simultaneamente somadas aos problemas do trânsito usual e estão sujeitas aos seus efeitos negativos. A eficiência dessas operações é dificultada pela baixa velocidade média do tráfego urbano durante os horários de pico. No entanto, essas operações ocorrem neste momento, devido aos requisitos dos destinatários, que desejam receber mercadorias no início do dia. A negociação e a comunicação entre as autoridades locais, os destinatários das mercadorias e os embarcadores são, portanto, necessárias para que a distribuição urbana de mercadorias seja realizada da maneira mais eficiente e com o menor impacto possível sobre o meio ambiente (ALLEN *et al.*, 2000). Da mesma forma, as medidas relativas ao estabelecimento de novas instalações, como um centro de consolidação urbana, necessitam do emprego de estratégias que garantam a aceitação dos varejistas porque é um atributo essencial para que seja possível atingir os objetivos econômicos e ambientais (CORREIA *et al.*, 2012).

2.3 A localização das instalações logísticas

As instalações logísticas têm uma dimensão espacial muito significativa e fundamental, pois além de ocupar muito espaço físico territorial, sua localização deve ser conectada aos portos, aeroportos e ferrovias e/ou redes de transporte rodoviário locais, e, portanto, devem fazer parte do planejamento do uso do solo das regiões que estão instaladas (FLCWA, 2013).

Anderson *et al.* (2005) consideram a importância da localização das instalações logísticas, indicando esse como um dos principais fatores que determinam os fluxos de veículos de carga nas áreas urbanas, somados aos custos de transporte, ao preço da terra, às políticas públicas que regem o transporte de mercadorias e o uso do solo. Assim, para reduzir os impactos da distribuição urbana de mercadorias, é necessário influenciar alguns desses fatores, e não só atender para a circulação dos veículos de mercadorias. Essa forma limitada de gestão da distribuição urbana de mercadorias é também criticada por Magalhães (2010), que afirma que o foco principal dos gestores urbanos, em Belo Horizonte, é o transporte de pessoas e as

políticas públicas para o transporte de mercadorias atentam-se apenas para a restrição da circulação de veículos de carga em algumas vias e de horários para acesso e execução das operações de carga e descarga.

As várias estruturas urbanas para uso em atividades logísticas podem ser centralizadas, descentralizadas, agrupadas ou dispersas e isso têm um efeito direto sobre a distribuição urbana de mercadorias (UN-HABITAT, 2013). Allen *et al.* (2012) destacam que os fatores espaciais e de uso do solo têm influência importante na distribuição de mercadorias. Os padrões de uso do solo e a localização da área urbana em relação a outros centros de produção e consumo, bem como a localização das instalações de armazenagem afetam as distâncias que as mercadorias precisam ser transportadas, dificultando o processo de distribuição urbana. Lindsey *et al.* (2014) e Taniguchi *et al.* (2014) sustentam que a localização das instalações logísticas impacta as condições ambientais e a mobilidade urbana.

Historicamente, o armazenamento de mercadorias era geograficamente descentralizado em várias instalações logísticas posicionadas em toda a cadeia de suprimentos, desde o local de fabricação, até a região receptora, com armazéns intermediários entre esses dois locais (ALLEN *et al.*, 2012; DABLANC; ROSS, 2012). A maioria desses armazéns era menor e localizada em áreas urbanas na proximidade de áreas industriais, estaleiros ferroviários e zonas portuárias (DABLANC; RAKOTONARIVO, 2010; HESSE, 2004; EATON, 1982).

As mudanças regionais e operacionais ocorridas na indústria a partir da década de 1980, assim como a expansão do comércio global, o surgimento do comércio eletrônico, o *just-in-time* e o uso de contêineres, desempenharam um papel determinante na reestruturação e transformação do setor de logística (HESSE; RODRIGUE, 2004; MCKINNON, 2009; BOWEN JUNIOR, 2008; CIDELL; 2011; DABLANC; ROSS, 2012). Algumas dessas alterações reduziram os custos de transporte de forma significativa e permitiram que as empresas mudassem os locais de produção para minimizar custos e mão de obra (CIDELL, 2011). Como resultado, a fabricação das mercadorias passou a ser realizada através de longas cadeias de produção globais, dividindo o processo produtivo para minimizar os custos em cada etapa, beneficiando-se das características de cada localidade onde é realizada cada fase da produção. Isto só foi possível porque o custo do transporte de um produto semifinalizado foi reduzido de forma significativa (HESSE, 2006).

Como resultado deste processo, o volume de negociações no comércio internacional aumentou consideravelmente à medida que as linhas de montagem se tornavam globalizadas. Assim, as instalações logísticas que compõem os sistemas urbanos de distribuição de mercadorias passaram a fazer parte de uma estrutura mais abrangente, ao invés de compor apenas sistemas de distribuição locais. No caso americano, o congestionamento das cidades portuárias tradicionais estimulou a instalação de novos terminais ao longo da costa e no interior do continente (BOWEN JUNIOR, 2008; CIDELL, 2010).

Essas mudanças na indústria também contribuíram para os novos requisitos de operação das instalações logísticas (O'CONNOR, 2010; ALLEN *et al.*, 2012), fazendo com que as instalações de armazenagem mais antigas, menores e com menos docas de carregamento, fossem consideradas ineficientes e incapazes de atender às novas exigências operacionais (LEIGH e HOELZEL, 2012). A relocação de instalações logísticas mais antigas foi realizada por pequenos ajustes no seu arranjo espacial, com a conversão das instalações existentes para outros usos e o estabelecimento de novas e amplas instalações em áreas suburbanas (CIDELL, 2010; UN-HABITAT, 2013).

A mudança do perfil funcional das novas instalações implica novos requisitos de localização. Seguindo os imperativos modelos de mobilidade e acessibilidade, as empresas de distribuição preferem locais que oferecem melhores condições de transporte e menores custos de aquisição ou aluguel para instalações cada vez maiores (HESSE, 2004). As decisões da localização final das instalações logísticas levam em consideração o número de centros de distribuição e o tamanho dos mercados a serem atendidos (DASKIN; OWEN, 1999).

Dessa forma, a indústria de armazenagem sofreu uma grande reestruturação, transformando-a em uma indústria de distribuição que atende grandes importadores e varejistas, com acesso direto aos mercados de consumo (CHRISTOPHERSON; BELZER, 2009 *apud* DABLANC; ROSS, 2012). Essa nova indústria depende de redes eficientes de distribuição de mercadorias, cada vez mais globalizadas, baseadas em um sistema em que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata (HESSE; RODRIGUE, 2004). Esta reestruturação reduziu o estoque de produtos e aumentou o número de centros de distribuição (LAVASSANI *et al.*, 2008). Entre 1998 e 2005, nos Estados Unidos, o número de centros de distribuição com mais de 100 funcionários aumentou duas vezes mais rápido que as pequenas instalações (ANDREOLI *et al.*, 2010).

As cadeias de suprimentos globais exigem mais instalações logísticas e a forma como essas instalações estão organizadas espacialmente tornou-se uma característica fundamental de uma rede eficiente de distribuição de mercadorias. As tendências de localização dos estabelecimentos de armazenagem refletem tendências mais amplas de gerenciamento das cadeias de suprimentos, pois seu objetivo é acelerar a circulação de mercadorias e, simultaneamente, reduzir o custo do transporte (BOWEN JUNIOR, 2008). Fornecedores e revendedores são muitas vezes obrigados a estabelecer vários armazéns ou centros de distribuição em grandes áreas metropolitanas para permitir entregas frequentes e confiáveis de bens aos clientes (TANIGUCHI *et al.*, 2016).

O aumento do número de centros de distribuição e suas características atuais são diretamente responsáveis pela concentração das instalações logísticas de armazenagem nas regiões metropolitanas (DABLANC; ROSS, 2012). Para as empresas de logística, a localização das instalações logísticas tem implicações consideráveis nos custos totais de transporte e na eficiência de suas operações (LINDSEY *et al.*, 2014). Quando as instalações logísticas são estrategicamente localizadas fazem com que as entregas sejam realizadas com uma velocidade e frequência proporcional à demanda (OLIVEIRA, 2007; BOWEN JUNIOR, 2008) e as condições do tráfego influenciam de forma significativa na seleção da localização de uma instalação logística (OGDEN, 1991; BEAGAN; GRENZEBACK, 2002).

Para Lasserre (2004) e Rodrigue (2006), a localização das instalações logísticas envolvidas na atividade de distribuição de mercadorias ocorre de acordo com uma lógica própria. O acesso à infraestrutura viária e a necessidade de espaço, por exemplo, tem maior influência na localização dos armazéns do que a proximidade de clientes ou fornecedores. Já para Glasmeier e Kibler (1996 *apud* CIDELL, 2011), os principais fatores determinantes da localização das instalações de armazenagem são a proximidade com o mercado consumidor, custos para aquisição/aluguel da instalação, facilidade de acesso à infraestrutura viária e facilidade de acesso para mão de obra.

Medidas relacionadas ao controle do uso do solo e ao planejamento urbano contribuíram significativamente para o fenômeno do espraiamento logístico (DABLANC; ROSS, 2012), ou seja, para uma mudança na localização das instalações logísticas, que estão atualmente localizadas principalmente nas áreas suburbanas das regiões metropolitanas, próximas a redes rodoviárias, aeroportos principais e portos marítimos (HESSE, 2002; WOUDSMA *et al.*, 2008,

CIDELL, 2011; LEIGH; HOELZEL, 2012; ALLEN *et al.*, 2012; HESSE; RODRIGUE, 2004; BOWEN JUNIOR, 2008; DABLANC; ROSS, 2012; GIULIANO *et al.*, 2013).

O espraiamento logístico é um fenômeno verificado em várias partes do mundo. Cidell (2010) mostra que em 94% das maiores áreas metropolitanas dos Estados Unidos ocorreu uma descentralização das atividades de carga entre 1986 e 2005. Dablanc e Ross (2012) verificaram que em Atlanta (EUA), no período entre 1998 e 2008, os armazéns foram realocados, afastando-se do centro geográfico original. Dablanc e Rakotonarivo (2010) também verificaram que as empresas de transporte de encomendas realocaram suas instalações em relação ao seu centro geográfico de 1975.

No entanto, há alguns estudos que mostram que relocação gradual das instalações logísticas, a partir dos núcleos urbanos, para as regiões suburbanas nem sempre ocorre. Oliveira *et al.* (2017) avaliaram a localização das instalações logísticas em Belo Horizonte, entre 1995 e 2015, e não observaram esse fenômeno.

Locais suburbanos oferecem terrenos industriais mais acessíveis que poderiam ser acessados a preços competitivos com instalações superiores e integração mais harmoniosa com outros usuários comerciais e industriais similares (HESSE, 2008; ALLEN *et al.*, 2012; WOUDSMA *et al.*, 2008), além disso proporcionam operação e acesso mais eficientes aos mercados regionais, fazendo com que as novas instalações localizadas nesses locais atendam áreas geográficas muito maiores, pois a acessibilidade rodoviária é um fator de influência na localização muito importante (ANDREOLI *et al.*, 2010).

A proliferação e expansão de armazéns e sua predileção para locais suburbanos de acesso fácil estão sendo impulsionadas pela facilidade de ligações de longa distância (BOWEN JUNIOR, 2008). Hesse (2004) afirma que as atividades logísticas são preferencialmente instaladas em locais distantes por muitas razões, algumas das quais são específicas para essa indústria, enquanto outras se aplicam a muitos setores econômicos. As empresas procuram esses locais mais afastados para evitar o congestionamento do tráfego e políticas públicas mais rígidas. Cidell (2011) alerta que a localização das instalações logísticas afeta a paisagem geral, o uso de recursos, bem como a estrutura econômica e social dessas áreas suburbanas que estão sendo ocupadas.

O espraiamento das instalações logísticas tem efeitos negativos, porque provoca o aumento do comprimento do final da cadeia de suprimento e nessa última etapa, o transporte das

mercadorias é realizado por modos rodoviários - que são modos de transporte menos eficientes em relação ao custo e ao consumo energético. Essa localização dos armazéns aumenta a exposição da cadeia de suprimentos aos riscos relacionados com os preços crescentes dos combustíveis (ANDREOLI *et al.*, 2010).

Para Giuliano *et al.* (2013), existem duas tendências principais na localização de instalações logísticas: descentralização e consolidação. As instalações logísticas estão se afastando da cidade central, pois os locais periféricos oferecem terrenos baratos e maiores, o que permite que empresas logísticas construam instalações cada vez maiores e consolidando a atividade em um único ponto. Já para Dablanc e Ross (2012), há também duas tendências importantes na geografia do setor de logística: o espraiamento logístico, ou seja, a desconcentração espacial de instalações logísticas, da mesma forma que Giuliano *et al.* (2013) afirmam, e a polarização de atividades logísticas, ou seja, a concentração de atividades de logística em grandes áreas metropolitanas.

2.4 Geração de viagens de carga a partir de instalações logísticas

Jaller *et al.* (2015) definem os polos geradores de viagens de carga (PGV-Carga) como instalações que produzem e atraem uma grande quantidade de viagens diárias de veículos de carga. O termo "geração" é usado para se referir a atração e produção de viagens (ORTUZAR; WILLUMSEN, 2011). Armazéns atuam como produtores e atratores da atividade de distribuição urbana de mercadorias e sua localização determina a origem ou o destino de uma grande proporção de veículos de carga (ANDREOLI *et al.*, 2010). Nesse contexto, armazéns podem ser considerados PGV-Carga.

A informação sobre a geração de viagens de carga é vital para uma gestão eficaz da infraestrutura de transporte. Enquanto a distribuição de mercadorias desempenha um importante papel na economia nacional e regional, os veículos de carga, principalmente os caminhões, também são responsáveis pela maior parte do dano do pavimento e uma parcela considerável da poluição do ar (*TRANSPORTATION RESEARCH BOARD - TRB*, 2002). No entanto, segundo Jong *et al.* (2004), os modelos de geração de viagem de carga para o transporte de mercadorias para os níveis urbano e regional ainda não estão adequadamente desenvolvidos, principalmente quando comparados com os modelos elaborados em escalas nacional e internacional.

A análise da geração de viagem de carga fornece aos planejadores de transporte e às agências públicas informações fundamentais e úteis para as decisões relativas ao gerenciamento do transporte (KAWAMURA *et al.*, 2008). Para uma boa avaliação do impacto do tráfego, são necessárias informações sobre a geração de viagens de instalações logísticas, como centros de distribuição e armazéns. No entanto, a geração de viagens não é um critério de decisão importante para a seleção e desenvolvimento de áreas para as atividades logísticas, pois em regiões onde o espaço é escasso, encontrar locais adequados é difícil e o incremento das viagens no seu entorno é percebido como um problema secundário (WAGNER, 2010).

A geração de viagens de carga é um processo que não foi explorado no mesmo grau que a previsão da demanda de viagens para veículos de passageiros (IDING *et al.*, 2002). Para auxiliar no processo de planejamento de transporte, são necessários modelos eficientes e confiáveis para a previsão da demanda, nos curto e longo prazos. Esses modelos devem ainda contemplar o impacto das operações da rede de transporte e a interação entre veículos de transporte carga e de pessoas (DOUSTMOHAMMADI *et al.*, 2016). Mesmo assim, segundo Sanchez-Díaz *et al.* (2016), a quantidade estudos sobre geração de viagens de carga ainda é pequena e restrita a alguns setores.

Para Souza *et al.* (2010), a modelagem da demanda de transporte de carga é complexa, pois há necessidade de se considerar a existência de diversas dimensões, como: (i) as cargas são diferentes em volume, peso, possibilidade de agrupamento e empilhamento, dentre outras características; e (ii) os veículos de transporte de carga também são diferentes em tipo, tamanho, capacidade de carga, dentre outras características.

Ao modelar a demanda por viagens de carga, comumente são utilizados modelos baseados em volume de viagens e modelos baseados em volume de carga (CHU, 2011), sendo que o primeiro reduz a complexidade da modelagem, pois pressupõe que a seleção do modo de transporte já foi realizada e, portanto, não é necessário passar pelas etapas de divisão modal e carregamento dos veículos que são etapas do segundo modelo. A abordagem baseada em volume de carga centra-se na quantidade de mercadorias a ser transportada por vários tipos de veículos, enquanto a abordagem baseada em volume de viagens centra-se na quantidade de veículos de carga a serem utilizados (GARRIDO, 2001). Há uma terceira abordagem que tem sido considerada em estudos mais recentes que é baseada no volume de entregas. Na Tabela 2.1 a seguir são apresentadas as vantagens e desvantagens de cada tipo de abordagem citada.

Tabela 2.1: Vantagens e desvantagens das abordagens utilizadas em modelos de geração de viagens de carga (Adaptado de HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2012a e CHU, 2011).

Abordagem	Vantagem	Desvantagem
Volume de viagens	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidade na coleta dos dados; - Fornecimento direto do número de viagens a serem atribuídas na rede; - Modelagem de viagens vazias e carregadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em capturar mudanças políticas e características econômicas das cargas; - Aplicação inadequada aos sistemas de transporte de mercadorias multimodais no processo de escolha de modo e seleção de veículos.
Volume de carga	<ul style="list-style-type: none"> - Ser sensível às políticas do movimento das cargas; - Capturar as características econômicas das cargas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em coletar dados suficientes sobre as cargas; - Exigir um fator de carga útil do caminhão; - Não modelar viagens vazias; - Dificuldade na calibração e validação do modelo.
Volume de entregas	Facilidade na coleta dos dados.	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em capturar questões econômicas; - Não modelar viagens vazias.

Souza *et al.* (2010) realizaram uma revisão bibliográfica nacional e internacional sobre modelos de geração de viagens aplicados à PGV-Carga, verificando que mais de 90% dos estudos foram feitos utilizando modelos baseados em volume de viagens e que a maioria desses estudos não se preocupou em determinar o número de viagens de carga por tipo de veículo, ou seja, foi determinado o número de viagens de veículos de carga independente de qual veículo estava realizando cada viagem.

De acordo com o estudo de Chu (2011) e Shin e Kawamura (2005), há vários métodos para cálculo da geração de viagens de carga, dentre eles citam-se regressão linear simples e múltipla, séries temporais (modelo auto regressivo integrado), rede neural artificial, taxa de viagem, estimativa da matriz de viagem e abordagem comportamental. No entanto, Doustmohammadi *et al.* (2016) alertam que a existência de uma ampla gama de métricas usadas para quantificar o tráfego de mercadorias aumenta a complexidade de determinar com precisão a geração de viagens de carga. A maioria dos estudos analisados no artigo de Souza *et al.* (2010), utilizaram regressão linear simples ou múltipla para obtenção das equações de geração de viagens. Os autores alertam que a adequada escolha de uma variável independente pode ter maior contribuição para um bom resultado do que o uso de modelos excessivamente elaborados ou que utilizam muitas variáveis independentes, pois, mesmo modelos mais simples apresentam bons resultados, predominando valores para o coeficiente estatístico R^2 maiores ou iguais a 0,7. Iding *et al.* (2002) já haviam observado a mesma tendência de Souza *et al.* (2010) e que os estudos geralmente relacionam a medida de uma das áreas das instalações ou o número de

funcionários (variáveis independentes) com número de viagens (variável dependente). No entanto, Iding *et al.* (2002) observaram que a força dessa relação varia consideravelmente, apresentando diversos valores para o coeficiente de determinação R^2 .

A principal conclusão de Holguín-Veras *et al.* (2012b) é que a precisão dos modelos de geração viagens de carga depende da consistência entre a estrutura do modelo e os padrões reais e da adequação do procedimento de agregação espacial usado para obter as estimativas desejadas. Os autores também alertam que, antes de tentar o desenvolvimento do modelo e os esforços de coleta de dados, é preciso tentar obter o máximo de conhecimento possível sobre o sistema em estudo.

Os modelos utilizando regressão linear têm como objetivo obter uma equação que melhor relacione linearmente uma variável dependente a uma ou várias variáveis independentes, obtendo a menor soma de erros quadrados para todos os dados. Ao analisar uma relação entre uma variável dependente y , e uma variável independente x , para diferentes intervalos de x , ocorrem relações lineares diferentes. Nesses casos, um modelo linear único pode não fornecer uma descrição adequada para a relação entre x e y (AL-SOBKY; RAMADAN, 2015).

Nesse contexto, Nelder e Wedderburn (1972) propuseram os Modelos Lineares Generalizados (MLGs), que são uma extensão dos modelos lineares tradicionais. A ideia básica consiste em diversificar as opções para a distribuição da variável dependente, permitindo que a mesma pertença à família exponencial de distribuições. Assim, “um MLG é definido por uma distribuição de probabilidade para a variável dependente, um conjunto de variáveis independentes descrevendo a estrutura linear do modelo e uma função de ligação entre a média da variável resposta e a estrutura linear” (CORDEIRO; DEMÉTRIO, 2008 p.25).

Em relação as distribuições utilizadas nos MLGs, citam-se: (i) a distribuição de Poisson, que é utilizada para modelar dados de contagem (discretos), como é o caso da geração de viagens de carga. A vantagem dessa regressão é o não surgimento de resultados negativos; (ii) a distribuição binomial, que é empregada na modelagem de fenômenos que podem ser resumidos em uma variável binária; (iii) a distribuição normal, que é utilizada para modelar dados contínuos que têm uma distribuição simétrica.

Para Dobson (2002), a classe de MLGs é uma ferramenta que supera as limitações dos modelos de regressão linear e possibilita a resolução de muitos problemas, das mais diversas áreas do conhecimento. Al-Sobky e Ramadan (2015) confirmam que o modelo linear generalizado é

simples, preciso e confiável, e pode ser utilizado em estudos sobre geração de viagens, apresentando melhores resultados se comparado com outros. Da mesma forma, Zhukovskaya (2007) afirma que modelos lineares generalizados fornecem melhores resultados para a previsão da demanda em comparação com modelos de regressão linear tradicional (ML). Já Baumer *et al.* (2000) afirmam que, em comparação com outros métodos estatísticos, os MLGs facilitam a incorporação dos resultados são mais flexíveis quando comparados a modelos lineares tradicionais.

Para análise da modelagem proposta nos MLGs utiliza-se o *Akaike's Information Criterion* (AIC ou Critério de Informação de Akaike) Segundo Bozdogan (1987), o critério AIC promove o reconhecimento de uma boa modelagem estatística, baseado no máximo da função de verossimilhança. O AIC admite a existência de um modelo desconhecido que descreve os dados e tenta escolher, dentre um grupo de modelos avaliados, o que minimiza a divergência de Kullback-Leibler (K-L). Esta divergência está relacionada à informação perdida por se usar um modelo aproximado e não um modelo real. A estimativa do AIC para um determinado modelo é dada por:

$$AIC = -2L + 2K$$

L = máximo do logaritmo natural da função de verossimilhança;
K = o número de variáveis independentes consideradas no modelo.

O modelo com menor valor e AIC é considerado o modelo de melhor ajuste. Utilizando-se o AIC admite-se que dentre os modelos avaliados nenhum é considerado o que realmente descreve a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes e, portanto, tenta-se escolher o modelo que minimize a divergência (K-L).

Para análise do ajuste dos MLGs aos dados de entrada utiliza-se os gráficos de análise de resíduos. Esses gráficos exprimem as diferenças entre o valor predito e o valor real da variável dependente e podem revelar padrões não explicados pelo modelo ajustado. Para os gráficos “*Residuals vs Fitted*” e “*Scale-Location*”, um modelo bem ajustado deve apresentar a distribuição dos resíduos em torno de zero e a linha plotada deve ser próxima de uma linha horizontal. O gráfico “*Normal Q-Q*” mostra se os resíduos são normalmente distribuídos, para esse gráfico, um modelo bem ajustado apresenta os resíduos ordenados seguindo a linha tracejada ascendente. Já o gráfico “*Residuals vs Leverage*” verifica a influência de pontos

isolados na determinação da linha de regressão. Os pontos considerados influentes são aqueles que aparecem fora dos limites da linha tracejada (KIM, 2015).

As variáveis independentes empregadas nos modelos de geração de viagens de carga variam bastante, utiliza-se: as áreas (total ou construída), número de empregados, clientes, número de docas, entre outras. Ortuzar e Willumsen (2011) identificaram quatro variáveis principais que influenciam a geração de viagens de carga a partir de polos geradores: o volume de negócios, a área ocupada, a localização geográfica e o número de funcionários, sendo o primeiro difícil de ser obtido devido a razões de confidencialidade das empresas. Holguín-Veras *et al.* (2012a) acrescentam como variáveis, o uso da terra, a atividade econômica na área de estudo, o segmento da indústria e o tipo de mercadoria transportada. Wagner (2010) testou a área total construída e a área total armazenagem como variáveis independentes para a geração de viagens de carga, mas as equações resultantes tinham um coeficiente de determinação (R^2) muito baixo.

Cheu *et al.* (2013) e Iding *et al.* (2002) recomendam que sejam coletados dados detalhados sobre o tipo de indústria e o número de funcionários para desenvolver modelos de geração de viagens de carga com melhor precisão, pois essas variáveis têm apresentado melhores resultados quando são utilizadas nesses modelos. Entretanto, Kawamura *et al.* (2008) consideram que os dados sobre a localização e os tipos das instalações são características físicas facilmente observáveis, enquanto a identificação de atributos, como a área construída, o número de funcionários ou o volume de vendas, é mais difícil de se obter.

Holguín-Veras *et al.* (2012a) consideram que a geração de viagens de carga é fortemente influenciada pela escolha do veículo e relatam as seguintes tendências: (i) pequenas empresas tendem a produzir proporcionalmente mais viagens do que grandes empresas, por utilizarem veículos diferentes. As pequenas usam veículos menores e as de maior porte consolidam a carga em veículos maiores, desta forma o número de viagens não aumenta proporcionalmente com o tamanho da empresa; (ii) as variáveis segmento da indústria, número de funcionários, volume de vendas, tipo de mercadoria e área da empresa influenciam na geração de viagens de carga; (iii) o uso do solo e a geração de viagens de carga são variáveis que possuem uma forte correlação.

Asuncion *et al.* (2012) sustentam que as características de geração de viagem de carga a partir polos geradores são resultado de decisões complexas em diferentes níveis da cadeia de suprimentos. Shin e Kawamura (2005) e Kawamura *et al.* (2008) argumentam que a geração da

viagem de carga deve ser estimada no nível individual da instalação, pois a geração de viagens de carga é o resultado de uma série de decisões empresariais, em que estratégias são aplicadas para maximizar a eficiência e o lucro ao minimizar os custos. Apesar disso, Chow *et al.* (2010) relatam que os modelos geração de viagens de carga fazem uso de abordagens que são insensíveis a essas decisões e estratégias.

Novak *et al.* (2011) e Sanchez-Díaz *et al.* (2016) relatam que modelos podem ser estimados para geração de viagens de carga usando dados socioeconômicos disponíveis, no entanto, esses modelos apresentam resíduos espacialmente correlacionados. A aplicação de técnicas de modelagem de regressão espacial pode melhorar o ajuste do modelo e eliminar problemas associados à autocorrelação espacial.

Como exemplo específico de um estudo de geração de viagens de carga a partir de armazéns, cita-se o estudo do ITE (*INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS - ITE*, 2016) que analisou a geração de viagem a partir de 106 armazéns localizados na costa sul americana agrupando essas instalações logísticas em cinco diferentes tipos: atacados, centros de consolidação, câmaras frigoríficas, instalações de transbordo e instalações de armazenamento de curto prazo. A regressão linear simples foi o método utilizado para definição dos modelos, utilizando a área de construção como variável independente. Cada um desses tipos de armazéns apresentou comportamento consideravelmente diferente em relação às taxas de geração de viagens calculadas.

2.5 Características morfológico funcionais dos armazéns

Essa seção da revisão da literatura se refere à fundamentação teórica utilizada na construção do questionário concebido para coletar informações sobre as características morfológico funcionais dos armazéns visitados para a realização das análises e dos estudos propostos nesse estudo.

De acordo com a classificação do CNAE, armazéns são empresas que compreendem as atividades de armazenamento e depósito, inclusive em câmaras frigoríficas e silos. De acordo com Chagas (2007, p. 1), “uma câmara frigorífica é qualquer espaço de armazenagem, que tenha as suas condições internas controladas por um sistema de refrigeração”. Já um silo é reservatório para armazenamento de materiais granulados como cereais, cimento, dentre outros (WEISZFLOG, 2015). Depósitos são os demais tipos de locais de armazenamento que não se enquadram em câmara frigorífica ou silo.

Em relação aos tipos de construção que um armazém pode utilizar, cita-se:

- edificação convencional: A construção é uma estrutura semelhante a uma casa ou um prédio, feita de alvenaria;
- galpão: A edificação é uma estrutura “em que predominam os grandes vãos livres, para ocupação interna. Normalmente são estruturas sem pavimentos intermediários, protegidos por coberturas com telhas com suportes metálicos ou de concreto” (MELO, 2004, p. 12), como apresentado na Figura 2.4;



Figura 2.4: Exemplo de galpão usado para armazenagem (ETOILE DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO, 2017).

- contêiner: A construção que abriga o armazém é uma caixa de grandes dimensões, de madeira ou metal, que geralmente é utilizada para acondicionar carga para transporte (WEISZFLOG, 2015). A estrutura de construção utilizando contêineres tem sido utilizada, recentemente, tanto como moradia quanto nas atividades comerciais;
- pátio: Quando os produtos armazenados não são protegidos por uma edificação. A armazenagem é feita em uma área ao ar livre;

Em relação aos tipos de estrutura de armazenagem utilizadas, cita-se:

- horizontal (ou *flat storage*): Estrutura de armazenagem cuja configuração se caracteriza pelo arranjo por blocagem, ou seja, caixa sobre caixa (Figura 2.5). Não são utilizadas estantes, porém é comum a utilização de plataformas, geralmente páletes para evitar o contato das embalagens que armazenam as mercadorias com o chão do armazém. A altura desse tipo de estrutura não deve ultrapassar 1,5 m, considerada a altura máxima da visão humana (RIGATTO; VILLANOVA, 2006);



Figura 2.5: Exemplo de estrutura de armazenagem horizontal (PONTA GROSSA, 2010).

- vertical: Estrutura de armazenagem cuja configuração se caracteriza pela utilização de estantes. Geralmente, utiliza-se de prateleiras industriais que podem agrupar produtos em locais altos, sendo alcançados com o auxílio de empilhadeiras (Figura 2.6);



Figura 2.6: Exemplo de estrutura de armazenagem vertical (GRUPO LOGÍSTICA, 2012).

- mista: Quando a estrutura de armazenagem mescla naturezas horizontal e vertical (Figura 2.7);



Figura 2.7: Exemplo de estrutura de armazenagem mista (PATEC, 2017).

A unitização da carga tem como principais objetivos facilitar a sua movimentação e armazenagem. Trata-se da organização de um conjunto de mercadorias em uma única unidade com dimensões padronizadas. Não consiste propriamente em uma embalagem, é um acessório para o deslocamento ou transporte de carga (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP, 2017). Para tanto, consideraram-se as seguintes opções:

- embalagens: Quando as mercadorias acessam o armazém em caixas de papelão, madeira, plástico, dentre outros materiais que agrupam em seu interior um maior número de produtos;
- paletização: Quando as mercadorias chegam ao armazém em uma plataforma destinada a suportar carga utilizada para a unitização de diversos tipos de produtos, chamada palete. Os paletes são movimentados por equipamentos conhecidos como transpaleteiras, que podem ser manuais ou elétricas (Figura 2.8). Há quatro tipos de paletes mais utilizados (Figura 2.9):
 - descartáveis: possui baixo peso e custo. São construídos em madeira de qualidade inferior, geralmente pinus, e projetados a partir de peça que será movimentada. Não são reutilizados após o primeiro uso;
 - comuns: possuem maior resistência e capacidade de carga se comparados com os descartáveis, são fabricados de acordo com as dimensões exigidas pelo cliente;
 - Padrão PBR: é o modelo com medida padrão de 1,00 x 1,20m. Esse padrão foi criado para facilitar a comercialização futura dos paletes;
 - plástico: alternativa ao palete de madeira, feito de plástico. Este tipo é de uso obrigatório em armazéns de medicamentos por questões sanitárias (ALVARENGA, 2011).



Figura 2.8: Tipos de transpaleteiras (ALVARENGA, 2011).



Figura 2.9: Tipos mais comuns de paletes (ALVARENGA, 2011).

- contêinerização: Neste tipo de unitização, as mercadorias acessam o armazém em contêineres, sendo mais comum no transporte internacional de cargas por via marítima;

Há outros tipos de unitização de carga utilizadas como as *slings* que são cintas de material sintético, que formam uma rede, com dimensões padronizadas, geralmente utilizadas para sacaria, e as *big-bags* que são sacos de material sintético, com fundo geralmente circular ou quadrado, utilizados frequentemente para produtos industrializados em grãos e pós, substituindo a sacaria (FIESP, 2017).

Os armazéns têm como principal objetivo tornar mais eficiente a distribuição urbana de mercadorias. Para tanto, a carga é entregue nos armazéns urbanos em volumes maiores, e após passarem por um processo de desconsolidação, endereçamento e roteirização, as mercadorias saem dessas instalações separadas em volumes menores com destino ao comércio varejista ou ao consumidor final. Há também a possibilidade de que as mercadorias sejam entregues nos armazéns em volumes fracionados, sendo consolidadas em um único volume para atender à solicitação de algum cliente.

Quanto aos graus de automatização que um armazém pode apresentar, cita-se:

- totalmente automatizado: Quando todos os processos relativos à operação do armazém são realizados por máquinas com pouca ação manual;
- parcialmente automatizado: Quando alguns processos relativos à operação do armazém são realizados por máquinas e outros processos são realizados manualmente;
- não automatizado: Quando todos os processos do armazém são realizados manualmente, sem a utilização de máquinas.

A doca é uma área que tem como principal finalidade facilitar o carregamento e descarregamento da carga. Usualmente possui uma plataforma niveladora (Figura 2.10) que se

ajusta aos diversos tipos de veículos de carga que podem acessá-la. Alguns veículos de carga possuem esse mecanismo de nivelamento já acoplado em sua estrutura (Figura 2.11).



Figura 2.10: Plataforma niveladora de docas (REVISTA INTRA LOGÍSTICA, 2016).



Figura 2.11: Veículo de carga com plataforma niveladora acoplada (LOGISMARKET, 2017).

2.6 Conclusão do capítulo

No presente capítulo, a problemática da distribuição de mercadorias nas áreas urbanas e as modificações ocorridas na atividade acarretadas por diversos fatores, com destaque para a globalização e o crescimento do comércio eletrônico, foi discutida. As instalações logísticas, essenciais para a atividade de distribuição de mercadorias, foram afetadas por essas modificações e, para se tornarem mais competitivas, alteraram sua forma de operação. Essa nova forma acarretou um aumento da área necessária para as instalações dos armazéns e, conseqüentemente um aumento nos custos dessas instalações, motivando a alteração da localização dos armazéns dos núcleos dos centros urbanos para as regiões suburbanas, com preferência para locais próximos a redes rodoviárias, aeroportos e portos marítimos. Dessa forma, o uso do solo das áreas urbanas foi alterado.

No entanto, políticas públicas voltadas para o planejamento do uso do solo têm negligenciado as questões relativas à distribuição urbana de mercadorias e o planejamento urbano tem sido realizado de forma municipalizada, apesar da metropolização dos centros urbanos. Portanto, torna-se necessário que os gestores urbanos criem processos efetivos para o licenciamento das instalações logísticas com intuito de orientar sua localização, além de implementar medidas que mitiguem seus impactos negativos no meio urbano. Dessa forma, conhecer o número de viagens geradas a partir dos armazéns é importante para a definição das políticas públicas a serem adotadas e para avaliação dos impactos das instalações logísticas na mobilidade urbana.

Na Tabela 2.2 é apresentado um resumo das referências abordadas nesse capítulo.

Tabela 2.2: Enquadramento das referências utilizadas aos temas tratados no Capítulo 2.

Temas abordados	Referências bibliográficas
Distribuição Urbana de Mercadorias	Correia <i>et al.</i> (2012); Dablanc e Rakotonarivo (2010); Diziain <i>et al.</i> (2013); Hesse (2004); UN-HABITAT (2013)
Instalações logísticas	Allen <i>et al.</i> (2000); Andreoli <i>et al.</i> (2010); Belmonte (2004); Bowen Junior (2008); Cherrett <i>et al.</i> (2012); Giannocaró <i>et al.</i> (2003); Hartshorn e Lamm (2012); IWLA (2014); McKinnon (2009); Skintzi <i>et al.</i> (2008).
Uso do solo e a entrega urbana	Allen <i>et al.</i> (2000); Dablanc e Rakotonarivo (2010); Dablanc e Ross (2012); Erickson Junior (2001); FLCWA (2013); Giuliano <i>et al.</i> (2013); Hartshorn e Lamm (2012); Hesse (2004); Pellegram (2001); Ryan (1999); Taniguchi <i>et al.</i> (2016); Wagner (2010); Woudsma <i>et al.</i> (2008); Xing <i>et al.</i> (2010).
Políticas públicas	Allen <i>et al.</i> (2000); Browne <i>et al.</i> (2012); Cherrett <i>et al.</i> (2012); Cidell (2011); Correia <i>et al.</i> (2012); Dablanc e Rakotonarivo (2010); Dablanc e Ross (2012); Diziain <i>et al.</i> (2013); Giuliano <i>et al.</i> (2013); Guy (2002); Guyon <i>et al.</i> (2012); Healey (2006); Hesse (2004); Hesse (2006); Ibeas <i>et al.</i> (2012); Janjevic e Ndiaye (2014); Ross (2009); Salet <i>et al.</i> (2003); Stathopoulos <i>et al.</i> (2012); Taniguchi <i>et al.</i> (2016); Wagner (2010).
A localização das instalações logísticas	Allen <i>et al.</i> (2012); Anderson <i>et al.</i> (2005); Andreoli <i>et al.</i> (2010); Beagan e Grenzeback (2002); Bowen Junior (2008); Christopherson e Belzer (2009); Cidell (2010); Cidell (2011); Dablanc e Rakotonarivo (2010); Dablanc e Ross (2012); Daskin e Owen (1999); Eaton (1982); FLCWA (2013); Giuliano <i>et al.</i> (2013); Glasmeier e Kibler (1996); Hesse (2002); Hesse (2004); Hesse (2006); Hesse (2008); Hesse e Rodrigue (2004); Lasserre (2004); Lavassani <i>et al.</i> (2008); Leigh e Hoelzel (2012); Lindsey <i>et al.</i> (2014); Magalhães (2010); McKinnon (2009); O'Connor (2010); Ogden (1991); Oliveira (2007); Oliveira <i>et al.</i> (2017); Rodrigue (2006); Taniguchi <i>et al.</i> (2014); Taniguchi <i>et al.</i> (2016); UN-HABITAT (2013); Woudsma <i>et al.</i> (2008).
Geração de viagens de carga a partir de instalações logísticas	Al-Sobky e Ramadan (2015); Andreoli <i>et al.</i> (2010); Asuncion <i>et al.</i> (2012); Baumer <i>et al.</i> (2000); Bozdogan (1987); Cheu <i>et al.</i> (2013); Chow <i>et al.</i> (2010); Chu (2011); Cordeiro e Demétrio (2008); Dobson (2002); Doustmohammadi <i>et al.</i> (2016); Garrido (2001); Holguín-Veras <i>et al.</i> (2012a); Holguín-Veras <i>et al.</i> (2012b); Iding <i>et al.</i> (2002); ITE (2016); Jaller <i>et al.</i> (2015); Jong <i>et al.</i> (2004); Kawamura <i>et al.</i> (2008); Kim (2015); Nelder e Wedderburn (1972); Novak <i>et al.</i> (2011); Ortuzar e Willumsen (2011); Sanchez-Díaz <i>et al.</i> (2016); Shin e Kawamura (2005); Souza <i>et al.</i> (2010); TRB (2002); Wagner (2010); Zhukovskaya (2007).
Fundamentação teórica do questionário	Alvarenga (2011); Chagas (2007); Etoile Desenvolvimento Imobiliário (2017); FIESP (2017); Grupo Logística (2012); Logismarket (2017); Melo (2004); PATEC (2017); Ponta Grossa (2010); Revista Intra Logística (2016); Rigatto e Villanova (2006); Weiszflog (2015).

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A ideia central deste trabalho é identificar os fatores que motivaram a atual localização dos armazéns que realizam entrega urbana em Belo Horizonte (MG) e modelar a geração de viagens de veículos de carga com origem nesses estabelecimentos. Para atingir esses objetivos foi elaborado um questionário estruturado, desenvolvido à luz da literatura científica, para obtenção de dados para as análises. A abordagem metodológica deste estudo está apresentada na Figura 3.1, cujas etapas estão detalhadas a longo deste capítulo.

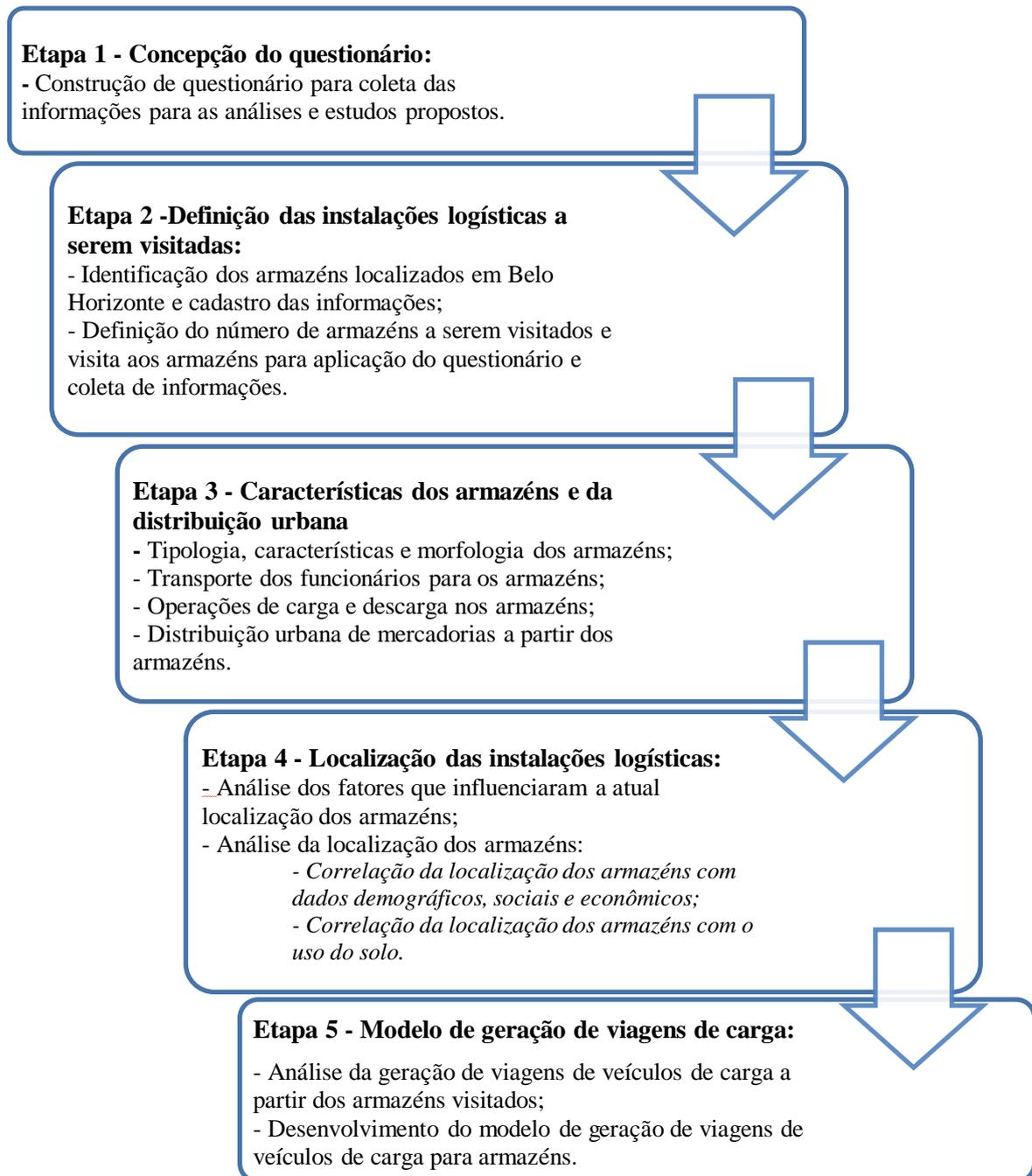


Figura 3.1: Abordagem metodológica.

3.1 Caracterização da área de estudo: Belo Horizonte

Belo Horizonte é a capital do Estado de Minas Gerais, com população de 2,51 milhões de habitantes distribuídos em uma área de 331 km² e Produto Interno Bruto (PIB) de 88,7 bilhões (BELO HORIZONTE, 2017a). O município é capital da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), em conjunto com mais 33 municípios com cerca 5,4 milhões de habitantes (IBGE, 2010b), sendo a terceira maior região metropolitana do Brasil em termos populacionais. Na Figura 3.2 é representada a localização de Belo Horizonte em relação à RMBH, dessa em relação ao Estado de Minas Gerais, e em relação ao Brasil.

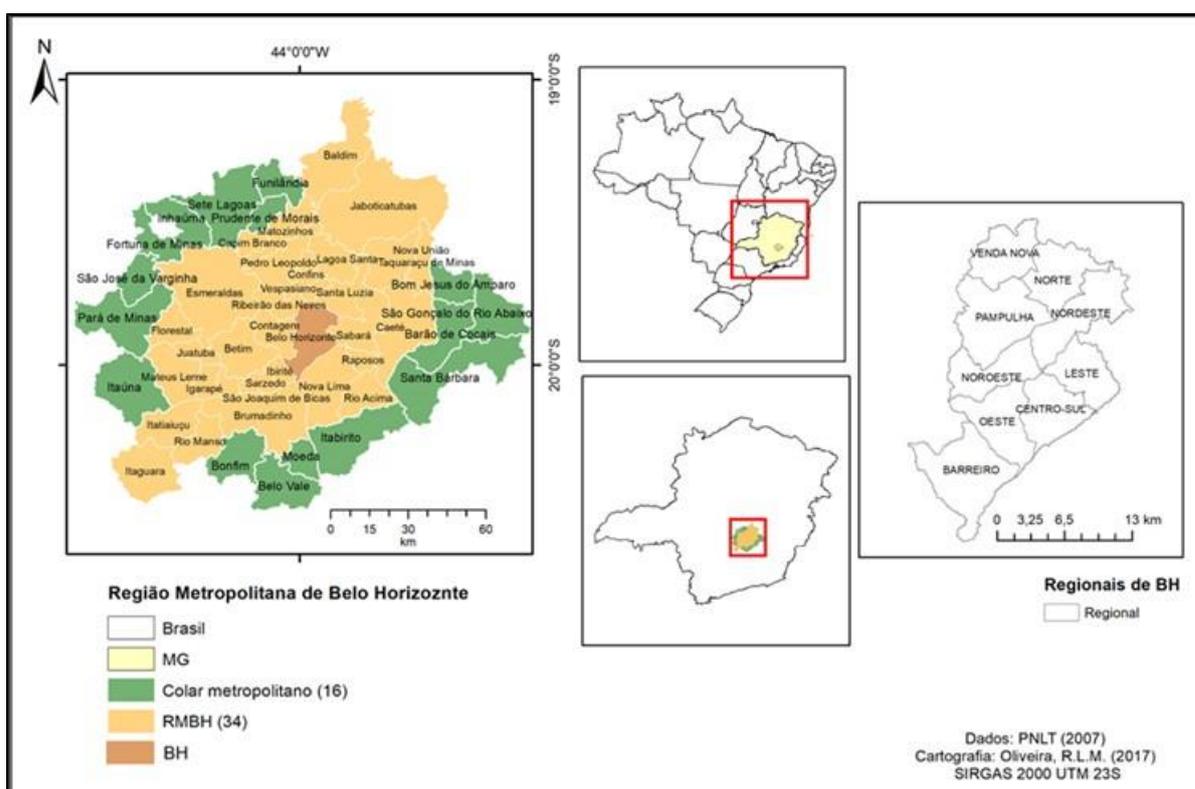


Figura 3.2: Localização de Belo Horizonte.

O Estado de Minas Gerais está inserido na região Sudeste do Brasil. Sua posição geográfica é estratégica em relação à infraestrutura de transportes, sendo importante na interligação dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro (os dois maiores em PIB do Brasil) e a região Nordeste, que é a segunda maior região brasileira em população (IBGE, 2010b). Não menos importante, Minas Gerais também interliga esses dois grandes Estados à Brasília (capital federal), que além de sua importância política possui a quarta maior população do Brasil.

Já a RMBH ocupa a porção central do Estado. Belo Horizonte, por sua vez, também ocupa a porção central da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Devido à centralidade geográfica

de Belo Horizonte e sua importância política para o Estado, rodovias que realizam essas importantes interligações citadas no parágrafo anterior passam pela capital mineira, como as BR-040 e BR-381. A posição geográfica de Belo Horizonte em relação à RMBH também é estratégica para a distribuição de mercadorias. Um armazém localizado nesse município consegue distribuir com mais facilidade para todos os demais municípios que compõe a RMBH quando se considera a distância a ser percorrida.

3.2 Conceção do questionário

O questionário idealizado para este estudo (Ver Apêndice A) considera fatores locais, tipologia e características morfológico-funcionais do armazém, estruturas de armazenagem, operações de carga e descarga, entregas e outros elementos detalhados a seguir.

3.2.1 Características dos armazéns e da distribuição urbana

As informações coletadas pelas questões inseridas no questionário e descritas nessa subseção se destinam às análises propostas para a terceira etapa da abordagem metodológica (Figura 3.1).

3.2.1.1 Tipologia e características morfológico-funcionais dos armazéns

A caracterização do tipo de armazém (depósito, câmara frigorífica ou silo) foi obtida através de uma questão de múltipla escolha inserida no questionário proposto. Foram também coletadas informações sobre os dias e horários de funcionamento de cada armazém e tempo de instalação no endereço. Caso fosse uma instalação recente, era perguntado se a empresa já havia funcionado em outro endereço, com intuito de entender os motivos da mudança de localização.

Obteve-se informações sobre a área construída e área de armazenagem de cada instalação e o número de colaboradores/funcionários. Além disso, obteve-se informações se a empresa pertence a alguma rede varejista ou atacadista e o tipo de veículo utilizado para distribuição urbana de mercadorias. Esta última informação tem por objetivo captar os impactos das portarias nº 138/2009 (BELO HORIZONTE, 2009) e nº 077/2014 (BELO HORIZONTE, 2014) que restringem a circulação de caminhões médios e grandes (com capacidade de carga acima de 5 toneladas ou comprimento superior a 6,5 metros) e carretas na Área Central e nos principais corredores de tráfego do município.

A identificação da morfologia dos armazéns localizados em Belo Horizonte é um dos objetivos desse trabalho. Para tanto foram consideradas no questionário, questões sobre a estrutura desse

tipo de instalação logística. A primeira questão desse subitem buscou conhecer em que tipo de construção o armazém está inserido. Em relação ao tipo de estrutura de armazenagem consideraram-se as seguintes alternativas: horizontal (ou *flat storage*), vertical e mista.

Para compreender como as mercadorias no armazém eram agrupadas, inseriu-se no questionário uma questão sobre o grau de unitização da carga manuseada e outra questão para confirmar se o armazém visitado realiza o processo de separação e/ou consolidação da carga.

Por fim, nessa subseção sobre a estrutura do armazém, foi incorporado ao questionário uma questão sobre o grau de automatização. Na Figura 3.3 é apresentada a consolidação dessa parte do questionário - Tipologia e características morfológico-funcionais dos armazéns.

Tipologia e características do armazém											
TIPO DE ARMAZÉM:	<input type="checkbox"/>	Depósito	<input type="checkbox"/>	Câmara frigorífica	<input type="checkbox"/>	Silo					
01	Há quanto tempo o armazém encontra-se em operação neste local?	<input type="text"/>									
02	Quais dias da semana o armazém funciona?	<input type="checkbox"/>	Dias Úteis	<input type="checkbox"/>	Sábado	<input type="checkbox"/>	Domingo				
03	Qual o horário de funcionamento?	<input type="text"/>									
04	Área total construída:	<input type="text"/>				m ²					
05	Área total armazenagem:	<input type="text"/>				m ²					
06	Pertence a alguma rede varejista ou atacadista?	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	Qual?: <input type="text"/>					
07	Na distribuição urbana utiliza veículo diferente de caminhão?	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	Qual?: <input type="text"/>					
08	Número de colaboradores/funcionários:	<input type="text"/>									
Morfologia do armazém											
09	Tipo de construção:	<input type="checkbox"/>	Edificação Convencional	<input type="checkbox"/>	Galpão	<input type="checkbox"/>	Contêiner	<input type="checkbox"/>	Pátio	<input type="checkbox"/>	Outro: qual? <input type="text"/>
10	Estrutura de armazenagem:	<input type="checkbox"/>	Horizontal	<input type="checkbox"/>	Vertical	<input type="checkbox"/>	Mista	<input type="checkbox"/>	Outra: qual? <input type="text"/>		
11	Grau de unitização da carga manuseada: (pode marcar mais de uma opção)	<input type="checkbox"/>	Embalagens	<input type="checkbox"/>	Paletização	<input type="checkbox"/>	Conteinerização	<input type="checkbox"/>	Outro: Qual? <input type="text"/>		
12	Realiza processo de consolidação e/ou separação da carga?	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não						
13	Grau de automatização:	<input type="checkbox"/>	Totalmente automatizado	<input type="checkbox"/>	Parcialmente automatizado	<input type="checkbox"/>	Não automatizado				

Figura 3.3: Questionário – Tipologia e características morfológico-funcionais dos armazéns.

3.2.1.2 Transporte dos funcionários para os armazéns

No contexto desta dissertação, para verificar como são realizados os deslocamentos casa-trabalho dos funcionários dos armazéns visitados foi inserida uma subseção com o tema “transporte dos funcionários/colaboradores” no questionário (Figura 3.4). Ressalta-se que este não é o foco principal deste estudo, mas pretende-se coletar dados para exploração da ideia.

A primeira pergunta aborda o modo de transporte utilizado pelos empregados. Como podem ser utilizados diferentes de modos de transporte, foi permitida a marcação de uma ou mais opções. Lembrando que a área de estudo é o município de Belo Horizonte, portanto, foram apresentados para escolha apenas os modos existentes nessa cidade.

Considerando a variedade de perfis socioeconômicos dos empregados de um armazém, era esperado que fosse sempre apontado mais de um modo de transporte. Com intuito de indicar o modo mais utilizado pelos funcionários, foi incluída uma questão com essa finalidade. Observa-se que o fenômeno do espraiamento logístico além de aumentar o deslocamento residência-trabalho, pode torná-lo mais difícil, se a região para onde a instalação logística está implantada não possuir uma boa acessibilidade¹. Sendo assim, questionou-se se a empresa estava localizada em uma área bem atendida pelo transporte público.

Tendo em vista que se pretendem discutir políticas públicas para o licenciamento de armazéns em áreas urbanas, faz-se necessário conhecer os impactos negativos da localização dos armazéns em suas vizinhanças. Nesse contexto, inseriu-se questões para obter informações sobre o local de estacionamento de automóveis e motocicletas de funcionários, visitantes e clientes que utilizam esse modo de transporte para acessar o armazém.

Um dos problemas da utilização do modo de transporte individual motorizado é a questão do estacionamento dos veículos quando não estão sendo utilizados. Dessa forma, foi questionado se havia estacionamento interno à instalação logística e se esse estacionamento atendia à demanda, ou se veículos de passeio atraídos pelo armazém utilizavam as vias adjacentes ou outro local como estacionamento. Segundo o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana elaborado pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2007, p. 107), empreendimentos públicos e privados devem ser condicionados a “internalizar e minimizar os impactos sobre o ambiente urbano, trânsito e transporte”.

¹ Apesar do termo “acessibilidade” possuir definições diversas, neste trabalho acessibilidade está relacionada à facilidade de alcançar um determinado local (SATHISAN; SRINIVASAN, 1998 *apud* CARDOSO, 2007).

Transporte dos funcionários do armazém			
14	Como os funcionários/colaboradores acessam o armazém? (pode marcar mais de uma opção)	<input type="checkbox"/> 1 Transporte Público Coletivo: Ônibus, Metrô.	<input type="checkbox"/> 2 Transporte Público Individual: Taxi ou Uber
	<input type="checkbox"/> 3 Transporte Individual Motorizado: Automóvel, Moto	<input type="checkbox"/> 4 Transporte Individual não Motorizado: Bicicleta, a pé	<input type="checkbox"/> 5 Transporte Fretado
	<input type="checkbox"/> Qual é o mais comum?	<input type="checkbox"/> Outro: qual?	
15	O armazém está localizado em uma área bem atendida pelo transporte público coletivo?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Desconheço
16	Há estacionamento para funcionários/colaboradores/visitantes/clientes?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
17	Se SIM. Quantas vagas internas para veículos e motos de funcionários/colaboradores/visitantes/clientes são disponibilizadas pelo armazém?	<input type="checkbox"/> Veículos	<input type="checkbox"/> Motos
18	Se NÃO. Onde os funcionários/colaboradores/visitantes/clientes estacionam?	<input type="checkbox"/> Na via	<input type="checkbox"/> Outro

Figura 3.4: Questionário – Transporte dos funcionários dos armazéns.

3.2.1.3 Operações de carga e descarga nos armazéns

Para obter informações que subsidiem a análise da internalização dos impactos dos armazéns em suas vizinhanças, foi acrescentada uma subseção sobre como eram realizadas as operações de carga e descarga nessas instalações logísticas (Figura 3.5). Foi perguntado se havia área interna ao armazém destinada a esse tipo de operação. Além disso, também foram indagadas as dimensões dessa área e se possuía docas de carregamento.

Nesta subseção também foi perguntado se essa área interna ao armazém destinada às operações de carga e descarga atendia de forma adequada aos veículos de carga atraídos pela instalação logística. O objetivo dessa indagação era verificar se a internalização dos impactos dessa atividade era total, na hipótese de todos os veículos de carga acessarem o armazém para carregar ou descarregar as mercadorias, ou se a internalização era parcial, caso de nem todos os veículos de carga atraídos acessarem a instalação logística. Essa situação pode ocorrer quando a área destinada às operações de carga e descarga existe, porém nem todos os veículos conseguem acessá-la por algum motivo. Carretas, por exemplo, podem ter dificuldade em termos de raio de giro para acesso ao armazém (rua estreita) ou em relação ao tamanho da área interna destinada à carga e à descarga.

A questão seguinte tinha como objetivo identificar a existência de vagas regulamentadas destinadas às operações de carga e descarga nas vias adjacentes ao armazém. Se houvesse esse tipo de vaga nas proximidades era perguntada a respectiva localização. Se tal regulamentação não existisse, era confirmado novamente se todas as operações de carga e descarga eram realizadas no interior do armazém ou se mesmo sem a sinalização as operações eram realizadas na via pública.

Questionou-se também se os veículos de carga que atendem ao armazém costumam aguardar fora da área destinada às operações de carga e descarga. Se tal fato ocorria era indagado sobre as razões. Mais uma vez, a pergunta teve como objetivo coletar informações sobre a internalização ou não dos impactos que a localização do armazém pode gerar na mobilidade urbana. Por último, neste subitem, foi perguntado sobre o tempo médio das operações de carga e descarga, em minutos. Essa questão foi do tipo aberta e o entrevistado podia indicar um tempo médio para as operações de carga e outro para descarga.

Operações de carga e descarga no armazém			
19	Existe área interna ao armazém destinada às operações de carga e descarga?	<input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/> Não
20	Metragem dessa área: <input type="text"/> m ²	21	Número de Docas: <input type="text"/>
22	A área existente atende de forma adequada às operações de carga e descarga?	<input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/> Não
23	Existem vagas regulamentadas na via destinadas à carga/descarga do armazém	<input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/> Não
24	Se SIM, em que locais? <input type="text"/> Em frente	<input type="checkbox"/>	Na mesma rua <input type="checkbox"/> No quarteirão
25	Se NÃO, onde as operações de carga e descarga são realizadas?	<input type="checkbox"/>	Dentro da área do armazém <input type="checkbox"/> Na via pública <input type="checkbox"/> Outro: Lote, terreno, etc.
26	Os veículos de carga, que atendem ao armazém, costumam aguardar fora da área destinadas às operações de carga e descarga?	<input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/> Não
27	Se SIM, por que? <input type="text"/> Vagas Insuficientes	<input type="checkbox"/>	Não chegou no horário especificado <input type="text"/> Outro, Qual? _____
28	Qual o tempo médio das operações de carga e descarga, em minutos?	<input type="text"/>	

Figura 3.5: Questionário – Operações de carga e descarga nos armazéns.

3.2.1.4 Distribuição urbana de mercadorias a partir dos armazéns

Essa subseção do questionário foi iniciada com a pergunta sobre a realização de entregas domiciliares (Figura 3.7). O crescimento do *e-commerce* trouxe incrementos importantes para essa modalidade de entrega. Também foi questionada a média de entregas realizadas a clientes por dia e por mês. São informações que ajudam a compreender melhor o porte do armazém, bem como o grau de unitização da carga manuseada, pois quanto maior o número de clientes atendidos indica que mais fracionada é a carga.

Foi inserido, no questionário, um item sobre a sazonalidade das remessas. Dessa forma questionou-se se havia alguma semana do mês com maior número de entregas. Os dados relativos aos horários em que ocorrem mais entradas e saídas de veículos de carga e qual semana do mês apresenta maior demanda de entregas auxiliarão na análise dos impactos da localização dos armazéns na mobilidade urbana. Caso a chegada e a saída dos veículos atraídos por essas instalações logísticas ocorram prioritariamente nos horários fora pico do transporte urbano de pessoas é sinal que os impactos acarretados pelos armazéns podem ser menores, considerando somente os eventuais problemas relativos ao tráfego. Também é observada uma sazonalidade

no transporte urbano de pessoas em relação às semanas do mês. Se as semanas com maior volume de entregas coincidirem com as semanas de maior volume de tráfego é indício que os impactos acarretados pelos armazéns podem ser maiores.

A antepenúltima questão dessa subseção se refere aos principais destinos das entregas apresentando como opções todas as nove regiões administrativas de Belo Horizonte e a Região Metropolitana de Belo Horizonte (ver Figura 3.2 na seção 3.1). Era permitido marcar uma ou mais opções de destinos de entrega.

Em seguida, foi solicitado que o entrevistado informasse as principais vias utilizadas para as entregas (Figura 3.6). As vias citadas no questionário são corredores de tráfego importantes para cada uma das regiões administrativas de Belo Horizonte. A capital mineira foi planejada para ter sua zona urbana delimitada pela Av. do Contorno. No entanto, a cidade cresceu muito além do seu plano inicial, mas manteve a área circunscrita por aquela avenida como sua centralidade mais destacada. A Figura 3.6 mostra a posição de cada uma das vias apresentadas como alternativas para utilização nas entregas, destacando todas as citadas exceto as vias internas à Av. do Contorno, e demonstra a característica radioconcêntrica do sistema viário belo-horizontino.

Distribuição urbana de mercadorias			
29	Realiza entregas domiciliares?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
30	Média de entregas a clientes realizadas, dia:	<input type="text"/>	31 Média de entregas a clientes realizadas, mês: <input type="text"/>
32	Semana do mês com maior número de entregas:	<input type="checkbox"/> 1ª Semana	<input type="checkbox"/> 2ª Semana
		<input type="checkbox"/> 3ª Semana	<input type="checkbox"/> Última Semana
33	Quais principais destinos das entregas? (pode marcar mais de uma opção)	<input type="checkbox"/> Região Centro-Sul	<input type="checkbox"/> Região Oeste
	<input type="checkbox"/> Região da Pampulha	<input type="checkbox"/> Região de Venda Nova	<input type="checkbox"/> Região do Barreiro
		<input type="checkbox"/> Região Norte	<input type="checkbox"/> Região Nordeste
			<input type="checkbox"/> Região Leste
			<input type="checkbox"/> Região Metropolitana
34	Quais principais vias utilizadas para as entregas? (pode marcar mais de uma opção)	<input type="checkbox"/> Vias internas à Av. do Contorno	<input type="checkbox"/> Av. do Contorno e Av. dos Andradas
	<input type="checkbox"/> Av. Afonso Pena	<input type="checkbox"/> Prudente de Moraes, Raja Gabaglia e Nossa Senhora do Carmo	<input type="checkbox"/> Amazonas, Tereza Cristina e Via Expressa
	<input type="checkbox"/> Padre Eustáquio, Pedro II e Abílio Machado	<input type="checkbox"/> Antônio Carlos, Pedro I e Carlos Luz	<input type="checkbox"/> Vilarinho e Padre Pedro Pinto
	<input type="checkbox"/> Cristiano Machado, Silvano Brandão e José Cândido da Silveira	<input type="checkbox"/> Anel Rodoviário	<input type="checkbox"/> Outras: Quais? _____
35	Principais mercadorias entregues: (pode marcar mais de uma opção)	<input type="checkbox"/> Alimentos e Bebidas para supermercados e afins	<input type="checkbox"/> Eletrônicos
	<input type="checkbox"/> Eletrodomésticos	<input type="checkbox"/> Moda e acessórios	<input type="checkbox"/> Livros, CDs e DVDs
	<input type="checkbox"/> Equipamentos e suprimentos de informática	<input type="checkbox"/> Casa e Decoração	<input type="checkbox"/> Esporte e Lazer
	<input type="checkbox"/> Móveis	<input type="checkbox"/> Cosméticos, Perfumaria, cuidados pessoais e saúde	<input type="checkbox"/> Telefonia e Celulares
	<input type="checkbox"/> Brinquedos e Jogos	<input type="checkbox"/> Alimentos e Bebidas para bares e restaurantes	<input type="checkbox"/> Outras: Quais? _____

Figura 3.7: Questionário – Distribuição urbana de mercadorias.

3.2.2 Fatores que influenciaram a atual localização dos armazéns

As informações coletadas pelas questões inseridas no questionário descritas nessa subseção se destinam às análises propostas para a quarta etapa da metodologia (Figura 3.1).

Para Hesse e Rodrigue (2004), os armazéns têm migrado das áreas próximas às indústrias para locais próximos aos pontos de escoamento, como: portos, aeroportos e cruzamento de rodovias. Essa mudança se deve à busca pelo aumento da competitividade das empresas, pois nessa localização é possível atender aos clientes de forma rápida eficiente, melhorando os níveis de serviços e a imagem da corporação no mercado (CALAZANS, 2001). Nesse contexto, avaliou-se a importância de seis fatores que podem influenciar a escolha da atual localização do armazém, sendo:

- facilidade de acesso dos funcionários: Os custos dos sistemas de transporte coletivo nas grandes cidades têm aumentado muito nas últimas décadas. Carvalho e Pereira (2011, p. 7) afirmaram que, entre 1995 e 2008, “as tarifas dos sistemas de ônibus urbanos tiveram um aumento de cerca de 60% acima da inflação medida pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC)”. Esse incremento foi acarretado não só pelo aumento nos combustíveis, mas também pela redução da produtividade dos sistemas de transporte

provocada pelo aumento dos congestionamentos nas regiões urbanas. Este último determinado pelo aumento da frota de veículos de transporte individual motorizado (RESENDE; SOUSA, 2009). Dessa forma, a despesa com o transporte dos colaboradores de uma empresa é um fator que pode influenciar na escolha da localização de um armazém, já que tem ficado cada vez mais dispendioso transportar os empregados via transporte público coletivo;

- facilidade de acesso à infraestrutura viária na chegada dos produtos e para distribuição urbana de mercadorias: Em um armazém ocorrem quatro atividades básicas: recebimento, armazenagem, administração de pedidos e expedição (FERNANDES; CORREIA, 2012). Sendo assim, a facilidade de acesso à infraestrutura viária tanto para receber os produtos que serão armazenados quanto para distribuir essas mercadorias no meio urbano é um fator que pode intervir na escolha da localização do armazém;
- proximidade com o mercado consumidor: De acordo com Laseter e Shapiro (2003), os custos econômicos da distribuição urbana de mercadorias são condicionados, dentre outros fatores, à média de distância de viagem por entrega por veículo, função da densidade populacional da área de entrega. Portanto, além da facilidade de acesso, a proximidade com o mercado consumidor também pode ser um motivo a ser considerado no processo de tomada de decisão para a definição da localização de um armazém;
- custo para aquisição/aluguel da instalação (lote, área construída e benfeitorias necessárias): Esse fator impacta o capital investido, e quanto maior for a instalação, mais importante se torna esse custo na definição da localização do armazém. Portanto, quanto maior for o capital investido nas instalações maior deverá ser o valor de retorno esperado, aumentando o risco econômico da empresa;
- incentivos e restrições definidos pelas políticas urbanas: Armazéns funcionam, geralmente, em galpões que ocupam áreas maiores não verticalizadas. Dessa forma, a Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo de um município tem influência na localização dessas instalações pois áreas onde são construídos esses tipos de estrutura, em regiões urbanas, são aquelas em que o adensamento populacional não é priorizado ou mesmo restrito. Além disso, é cada vez mais comum o poder público restringir circulação de veículos de carga em determinadas regiões e vias da cidade. Tal realidade

pode influenciar na escolha da localização do armazém ou mesmo determinar uma mudança de endereço.

Para constatar a importância desses fatores para definição da localização de cada armazém visitado, utilizou-se a escala psicométrica do tipo *Likert*. Os entrevistados classificaram cada fator em cinco categorias, de “irrelevante” a “decisivamente importante”, passando por três categorias intermediárias incrementais.

Para análise dos resultados utilizou-se estatística descritiva calculando-se a mediana, a moda, o primeiro e o terceiro quartis. Além disso, obteve-se a classificação dos fatores a partir do método dos intervalos sucessivos (MIS) para classificar os fatores considerando as percepções dos respondentes. De acordo com Providelo e Sanches (2011), o MIS estima a importância relativa entre as características das opiniões individuais e permite demonstrar que a distância entre as categorias possui diferenças, sendo possível verificar a falta de exatidão na atribuição de valores originais (1 a 5) para categorias. O produto final do método é a escala de 0-1 que fornece a estimativa da importância relativa das características que descrevem as variáveis analisadas. Providelo e Sanches (2011) fornecem informações sobre o método e Cordeiro (2017) detalha sua aplicabilidade. Ainda, foi calculada a matriz dos coeficientes de *Spearman* para análise da correlação entre os 6 fatores propostos. O coeficiente de correlação pode variar em termos de valor de -1 a +1. Quanto maior for o valor absoluto do coeficiente, mais forte é a relação entre as variáveis (ZHANG *et al.*,2016).

Com intuito de elucidar dúvidas inerentes à utilização desse tipo de escala, foi acrescida ao questionário uma pergunta que solicitava ao respondente que em uma palavra ou frase, definisse o fator mais importante na determinação da atual localização do armazém (Figura 3.8).

Fatores que influenciaram a atual localização do armazém						
Marque, de acordo com a escala, a relevância de cada fator na escolha da atual localização do armazém						
36	Facilidade de acesso para mão de obra (Transporte público/Custo):	<input type="checkbox"/>				
		Decisivamente importante	Importante	Indiferente	Pouco importante	Irrelevante
37	Facilidade de acesso à infraestrutura viária na chegada dos produtos:	<input type="checkbox"/>				
		Decisivamente importante	Importante	Indiferente	Pouco importante	Irrelevante
38	Facilidade de acesso à infraestrutura viária para distribuição urbana de mercadorias:	<input type="checkbox"/>				
		Decisivamente importante	Importante	Indiferente	Pouco importante	Irrelevante
39	Proximidade com o mercado consumidor:	<input type="checkbox"/>				
		Decisivamente importante	Importante	Indiferente	Pouco importante	Irrelevante
40	Custo para aquisição/aluguel da instalação (Lote, área construída e benfeitorias necessárias):	<input type="checkbox"/>				
		Decisivamente importante	Importante	Indiferente	Pouco importante	Irrelevante
41	Incentivos e restrições definidos pelas políticas urbanas (Ex. Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo e Restrição à circulação de veículos de carga):	<input type="checkbox"/>				
		Decisivamente importante	Importante	Indiferente	Pouco importante	Irrelevante
42	Em uma palavra ou frase, qual o fator mais importante na determinação da atual localização:					

Figura 3.8: Questionário - Fatores que influenciaram a atual localização dos armazéns.

3.2.3 Geração de viagens de veículos de carga a partir dos armazéns visitados

As informações coletadas pelas questões inseridas no questionário descritas nessa subseção se destinam às análises propostas para a quinta etapa da metodologia (Figura 3.1).

Essa seção do questionário (Figura 3.9) tratou de assuntos relativos à geração de viagens de veículos de carga a partir dos armazéns. Primeiro, indagou-se quais tipos de veículos são atraídos pelo armazém. Em seguida, solicitou-se que o entrevistado indicasse quantos veículos de cada tipo citado acessavam o armazém em cada dia da semana, o que possibilitou a determinação do número de viagens de veículos de carga geradas em cada armazém.

As indagações seguintes apuraram se havia no armazém uma programação de dias e horários determinados para a entrada e saída dos veículos de carga. Tal informação permite saber se há um horário preferencial para carga e para descarga ou se o armazém trabalha com base na demanda de fornecedores e clientes, sem um planejamento. Com intuito de depreender em quais horários acontecem mais entradas e saídas de veículos de carga do armazém, foram realizadas duas perguntas com essas finalidades, apresentando como opções várias faixas horárias (Ver Figura 3.9).

Geração de viagens de veículos de carga a partir do armazém

43 Quais tipos de veículos são atraídos pelo armazém? 1 Caminhonetes (Pick-ups) 2 Camionetas (Vans e furgões) 3 Caminhões pequenos: até 6,5m e 5t 4 Caminhões maiores: + 6,5m e 5t 5 Carretas 6 Outro: qual? _____

44 Quantos veículos de carga, em média, acessam o armazém por dia da semana em meses normais e de pico?

Dia da Semana	Nº de veículos	Tipos de veículo
2ª		
3ª		
4ª		
5ª		
6ª		
Sab		
Dom		

45 Existe uma programação de dias e horários determinados para a entrada e saída desses veículos de carga? Sim Não

46 Em quais horários acontecem mais entradas de veículos de carga? De 06h00 as 08h00 De 08h00 as 11h00 De 11h00 as 14h00 De 14h00 as 16h00 De 16h00 as 19h00 De 19h00 as 00h00 De 00h00 as 06h00

47 Em quais horários acontecem mais saídas de veículos de carga? De 06h00 as 08h00 De 08h00 as 11h00 De 11h00 as 14h00 De 14h00 as 16h00 De 16h00 as 19h00 De 19h00 as 00h00 De 00h00 as 06h00

Figura 3.9: Questionário – Geração de viagens de veículos de carga a partir dos armazéns visitados.

3.3 Definição das instalações logísticas a serem visitadas

A segunda etapa da metodologia consistiu na definição dos armazéns a serem visitados. Para essa etapa foi necessário identificar armazéns localizados em Belo Horizonte e definir o número de armazéns a serem visitados.

3.3.1 Identificação dos armazéns localizados em Belo Horizonte

Inicialmente, utilizaram-se os dados da pesquisa de Oliveira *et al.* (2017), que avaliaram o espraiamento logístico na RMBH e identificaram 158 locais de armazenagem localizados em Belo Horizonte. No entanto, durante o processo de análise dos dados, observou-se que nove endereços eram duplicados, um local estava localizado no município de Contagem e oito empresas não foram encontrados telefones para contato. Além disso, foi decidido que a Empresa de Correios e Telégrafos, por sua especificidade, não seria pesquisada, suprimindo outros vinte locais da base de estudo. Então, foi verificado se as empresas eram armazéns pelas características externas da construção. Para isto, utilizando a ferramenta *Google Street View*, identificou-se que 21 locais não tinham tais características e foram excluídos da base de dados.

Assim, dos 158 locais da base de dados de Oliveira *et al.* (2017), restaram 99 empresas (63%) para identificação daquelas que realizavam armazenagem para distribuição urbana de mercadorias. Por meio de contato telefônico, constatou-se que apenas 15 empresas se adequavam no perfil de armazém investigado. As demais empresas eram: estabelecimentos cujo telefone encontrado não atendia ou estava errado, indicando que a empresa pode ter fechado e impossibilitando contato (34 casos); estabelecimentos que realizam atividades como transporte por ônibus, mudanças, guarda móveis, agenciamento de carga, logística aduaneira, transporte de valores, lojas, dentre outras (33 casos); estabelecimentos que fazem apenas a distribuição, mas não armazenam mercadorias (12 casos); estabelecimentos que fazem armazenagem, porém não é para distribuição urbana de mercadorias – como empresas siderúrgicas (5 casos).

Importante destacar que a base de dados utilizada da Junta Comercial do Estado de Minas Gerais (JUCEMG), utilizada por Oliveira *et al.* (2017), indica se a empresas exercem atividade de armazenagem e a verificação daquelas que realizavam entrega urbana não era foco do estudo. Apesar disto, tal problema já fazia parte das preocupações de Santos (2017), que menciona que “as empresas, no ato da sua constituição, escolhem um código da CNAE para utilização, de acordo com o ramo de atuação. No entanto, por desinformação ou mesmo por adequação ao mercado, essas empresas podem estar classificadas de forma equivocada.” (SANTOS, 2017, p. 77).

Com intuito de ampliar a amostra, realizou-se pesquisa no site de busca *Google* utilizando as seguintes palavras-chaves: (i) empresa armazenagem carga Belo Horizonte e (ii) empresa transporte carga Belo Horizonte. Muitas das empresas que foram encontradas nessas pesquisas só faziam distribuição e não possuíam armazenagem (contato telefônico foi realizado para confirmar a atividade realizada). O fato é que o termo em inglês para o tipo de estabelecimento que se tentava encontrar é *warehouse* que traduzindo para o português é armazém. No entanto, no Brasil, ou pelo menos em Belo Horizonte, o termo armazém não é muito utilizado para identificar empresas que fazem armazenamento de mercadorias para distribuição urbana, que é comumente identificado como distribuidora. Portanto, foi realizada nova pesquisa no site de busca *Google* utilizando as seguintes palavras: Distribuidora Belo Horizonte, obtendo novas empresas diferentes da base original.

Após a verificação dos endereços e das características de armazém, foram identificadas outras 168 empresas. Por meio também de contato telefônico, identificaram-se 67 empresas que realizavam armazenagem para distribuição urbana de mercadorias. As demais empresas eram:

estabelecimentos que o telefone encontrado não atendia ou estava errado, indicando que a empresa pode ter fechado (35 casos); estabelecimentos que realizam atividades como transporte por ônibus, mudanças, guarda móveis, agenciamento de carga, logística aduaneira, transporte de valores, lojas, dentre outras (34 casos); estabelecimentos que fazem apenas a distribuição, mas não armazenam mercadorias (29 casos); e estabelecimentos que mudaram de endereço e não estão localizados em Belo Horizonte (3 casos). Assim, após este processo, identificou-se 82 instalações logísticas que fazem armazenagem e distribuição urbana de mercadorias (Figura 3.10).

Para possibilitar a correlação entre a localização dos armazéns com dados demográficos, sociais, econômicos e de uso do solo, registrou-se o endereço de cada armazém visitado. Foi pesquisado no site da Empresa de Correios e Telégrafos, na seção “Busca CEP – Endereço” (BRASIL, 2017), o código de endereçamento postal (CEP) de cada logradouro. No site da Prefeitura de Belo Horizonte, no mapa da seção “Estatísticas e Indicadores - Regional” (BELO HORIZONTE, 2017b) e no mapa consolidado da Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo (BELO HORIZONTE, 2017c), foram obtidos o bairro, a região do município e o zoneamento em que o armazém está localizado (Ver Apêndice A – Questionário da pesquisa – Seção: Identificação e localização do armazém). Tais informações são importantes para viabilizar a espacialização da informação e realizar as análises propostas sobre o posicionamento dos armazéns. Além disso, a utilização da informação do CEP possibilita a definição das distâncias entre os logradouros e um determinado ponto de referência de forma mais precisa do que utilizar como orientação o centroide do bairro, por exemplo.

3.3.2 Definição do número de armazéns visitados

A definição do número de armazéns que seriam visitados para aplicação do questionário foi baseada em dois critérios: (i) disponibilidade para participação na pesquisa; e (ii) manutenção da mesma proporção de armazéns identificados por região administrativa de Belo Horizonte. Foram realizadas 42 visitas, 51% dos 82 armazéns identificados foram pesquisados (Figura 3.10). Ressalta-se que a distribuição espacial dos armazéns visitados ficou bem próxima da distribuição espacial dos armazéns.

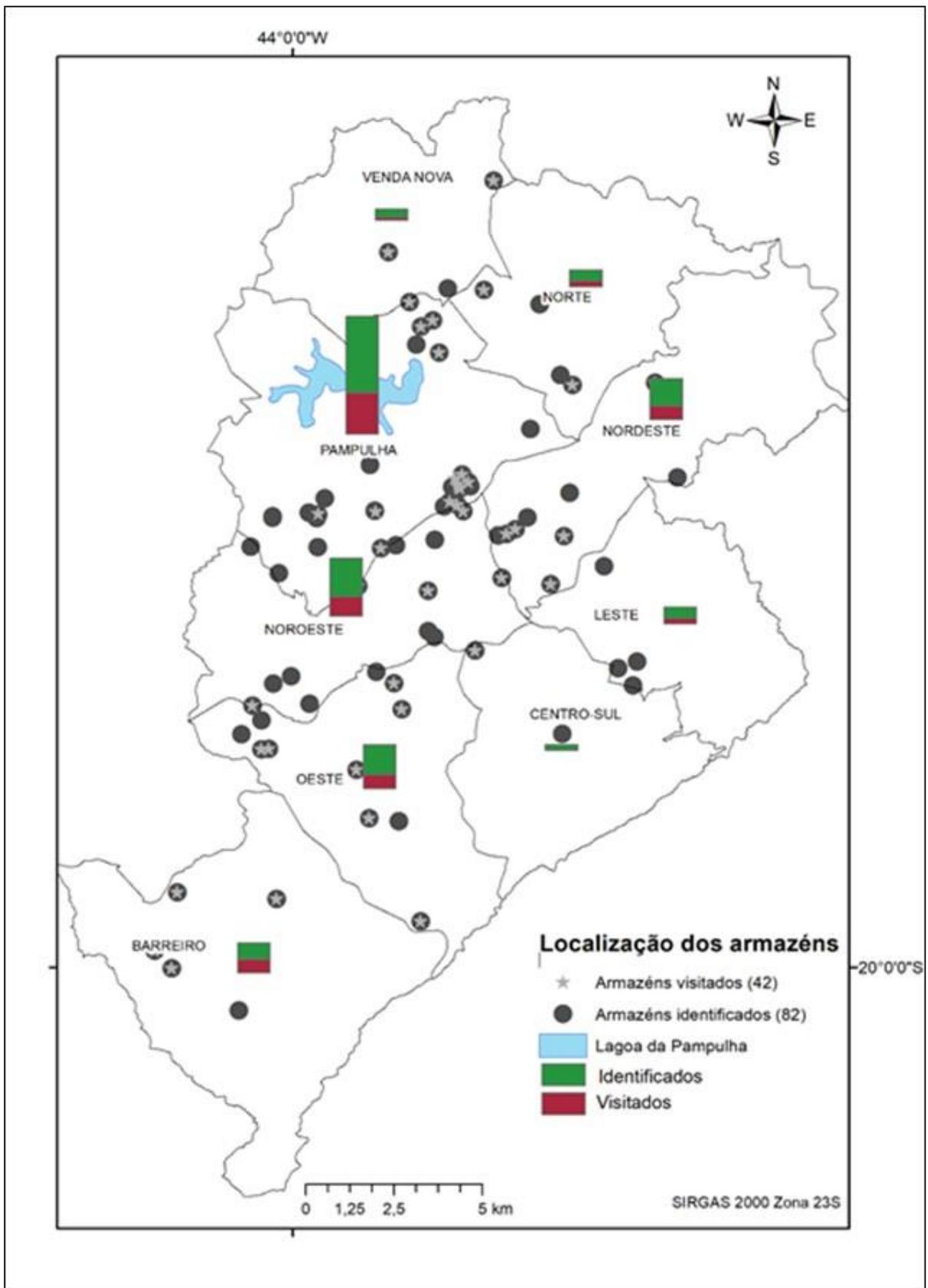


Figura 3.10: Distribuição espacial dos armazéns identificados e visitados em Belo Horizonte.

3.3.3 Visita aos armazéns para aplicação do questionário e coleta de informações.

O processo das visitas aos armazéns foi demorado devido à necessidade das pesquisas serem realizadas em dias úteis e em horário comercial. Procurou-se adotar uma rota de visitas. No entanto, esse planejamento era alterado constantemente devido à disponibilidade dos entrevistados. Desta forma, foram dispendidos 2,5 meses nessa atividade, pois havia dificuldade em conseguir agendamento de armazéns próximos em horários subsequentes, gerando muitos deslocamentos improdutivos e esperas.

Ao final de cada entrevista era solicitado que a área de armazenagem da instalação logística fosse visitada e que houvesse registro fotográfico. No entanto, 19 entrevistados (45%) não permitiram a realização desse tipo de registro em suas empresas. O registro fotográfico tanto das instalações quanto do maquinário referente a 23 armazéns está apresentado no Apêndice D.

3.4 Análise das características dos armazéns e da distribuição urbana

Os dados coletados durante as visitas aos armazéns relativas às suas características e sobre a distribuição urbana de mercadorias foram analisados utilizando estatística descritiva. As informações foram resumidas utilizando medidas de posição como moda, média e percentis. Para questões que apresentavam inúmeras possibilidades de respostas (questões do tipo aberta) como número de funcionários, áreas dos armazéns, número de entregas, dentre outras, foram definidas faixas para a classificação dos armazéns segundo a ordem de magnitude, possibilitando a análise dessas informações, utilizando, da mesma forma, estatística descritiva.

Em relação às informações sobre a distribuição urbana de mercadorias foram também utilizados mapas para análise espacial da informação a respeito dos principais destinos das entregas e das principais vias utilizadas para as entregas. Os dados sobre os principais destinos das entregas foram correlacionados com a concentração de estabelecimentos comerciais, com a renda média da população residente e com uso do solo predominante (Itens 4.2.1.1 e 4.2.1.2). Já as informações sobre as principais vias utilizadas para as entregas foram correlacionadas com as concentrações observadas na análise da localização dos armazéns (Subseção 4.2.1).

Além dos mapas, para organização e representação dos dados, utilizaram-se tabelas de frequência e gráficos de barra (Seção 4.1).

3.5 Análise da localização das instalações logísticas

Para o desenvolvimento dessa parte da pesquisa, foram empregados métodos de análise espacial e aplicadas técnicas de geoprocessamento, englobando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) e o Sistema de Posicionamento Global (GPS). Outras técnicas utilizadas relacionam-se ao Sistema de Gerenciamento de Bancos de Dados Geográficos. Este conjunto métodos e técnicas facilita e torna mais precisa as análises do espaço, bem como dos fenômenos que nele ocorrem. A partir dos dados primários sobre os armazéns que foram obtidos durante as visitas a essas instalações foram construídos quatro mapas temáticos que correlacionam a localização dos 82 armazéns identificados: (i) com a população residente (no ano de 2010) do município de Belo Horizonte, por bairros (BELO HORIZONTE, 2017d)². O objetivo dessa análise foi avaliar se armazéns estão prioritariamente localizados em bairros mais populosos ou mais despovoados, ou seja, se a concentração populacional atrai ou repele essas instalações logísticas; (ii) com a renda média domiciliar (no ano de 2010) dos bairros de Belo Horizonte. Estes dados são oriundos dos dados amostrais do Censo 2010 realizado pelo IBGE³. O objetivo dessa análise foi avaliar se armazéns estão prioritariamente localizados em bairros onde a renda média é mais alta ou mais baixa, ou seja, se o valor da terra atrai ou repele essas instalações logísticas; (iii) com o número de estabelecimentos comerciais do município de Belo Horizonte em cada bairro, obtido a partir do Cadastro Municipal de Contribuintes (dados de novembro de 2017)⁴. O objetivo dessa análise foi avaliar se armazéns estão prioritariamente localizados em bairros onde a atividade econômica é mais intensa ou menos intensa, ou seja, se a proximidade com o mercado consumidor é um fator que influencia na localização desses armazéns; (iii) com o zoneamento conforme a Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo (BELO HORIZONTE, 2017c). O objetivo dessa análise foi avaliar o tipo de uso do solo que atraem mais instalações logísticas, ou seja, a existência de uma correlação entre o uso do solo definido pelas políticas públicas e a localização desses armazéns.

Além desses dados, foram necessárias para a realização dos diversos mapeamentos, bases cartográficas de diversos temas do município de Belo Horizonte (MG), tais como: limite municipal (BELO HORIZONTE, 2017b), divisão intramunicipal em regiões administrativas

² Os dados foram acessados no *site* da Prefeitura de Belo Horizonte, porém tem como origem o Censo Demográfico de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

³ Não há como referenciar a origem desses dados, pois eles foram gentilmente disponibilizados à autora via correio eletrônico.

⁴ Idem.

(BELO HORIZONTE, 2017b) e divisão intramunicipal em bairros (BELO HORIZONTE, 2017e). Todas essas bases cartográficas foram obtidas no *site* do Portal de Gestão Compartilhada da Prefeitura de Belo Horizonte.

Também se utilizaram os seguintes softwares: *Google Earth*, para análises exploratórias e georreferenciamento dos endereços dos armazéns; SIG ArcGIS 10.5 para tratamento e modelagem dos dados, análise espacial e representação cartográfica; e planilha eletrônica para a estruturação inicial do banco de dados geográficos.

Em termos de procedimentos metodológicos, a primeira etapa consistiu no georreferenciamento do banco de dados contendo os registros dos endereços dos armazéns de Belo Horizonte. A partir do endereço dos armazéns foram levantados os pares de coordenadas geográficas utilizando-se o *software Google Earth*. Em seguida, utilizando-se o *software ArcGIS*, foi realizada a geocodificação e a construção do arquivo *shapefile* com os pontos onde foram apurados cada um dos armazéns no município de Belo Horizonte. Na segunda etapa, a partir da base cartográfica de bairros de Belo Horizonte, organizou-se o banco de dados geográficos com os seguintes atributos: população residente, renda média domiciliar, número de estabelecimentos comerciais e zoneamento (Lei de Uso e Ocupação do Solo). Na terceira etapa, elaborou-se mapas da distribuição espacial (de pontos) dos armazéns com base nas correlações propostas nessa seção. Por fim, utilizou-se ferramentas de consulta e seleção ao banco de dados geográficos para realização das análises estatísticas das informações sobre a localização dos armazéns.

A distribuição espacial dos armazéns localizados no município de Belo Horizonte foi analisada considerando que a localização dessas instalações é um fenômeno expresso através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, denominados processos pontuais (CÂMARA; CARVALHO, 2002). Um dos principais objetivos ao analisar padrões espaciais de pontos em um mapa está em determinar se a distribuição observada é aleatória, aglomerada ou regularmente distribuída (BAILEY; GATRELL, 1995). Como a literatura indica que armazéns estão geralmente instalados nas áreas suburbanas das regiões metropolitanas, próximas a entroncamento de redes rodoviárias, aeroportos e portos. Por meio da determinação da densidade de armazéns em cada pixel da representação espacial de Belo Horizonte, considerando um raio específico para cálculo dessa densidade, avaliou-se a concentração dessas instalações logísticas em relação à localização de pontos e áreas de interesse citadas na literatura.

Analisou-se, também as áreas com maior densidade de instalações logísticas em estudo. Essa análise foi realizada por meio da aplicação da funcionalidade “densidade de *Kernel*” (disponível no *software* ArcGis 10.3), calculada com base no número de pontos de um local, portanto, quanto maior for o número de pontos agrupados, maior será a percepção da densidade. O modelo de *Kernel* tem dois parâmetros básicos: (i) o raio de influência, que define a vizinhança do ponto a ser interpolado e controla o aspecto da superfície gerada: um raio muito pequeno irá gerar uma superfície muito descontínua e um raio muito grande produzirá uma superfície muito regular, que dificultará a análise da concentração; (ii) uma função de estimação com propriedades de suavização do fenômeno (CÂMARA; CARVALHO, 2002).

A informação sobre as densidades foi representada e espacialmente relacionada com a localização da infraestrutura de transportes e das características socioeconômicas e demográficas de cada porção do território belorizontino.

3.6 Modelo de geração de viagens de veículos de carga

Conforme discutido na seção de revisão da literatura, os modelos de geração para o transporte de carga podem ser baseados em volume de viagens ou em volume de carga. Para este estudo, os modelos relativos aos armazéns localizados em Belo Horizonte foram fundamentados em quantidade de viagens em um período de tempo, denominadas “viagens de veículos de carga”.

Após a realização da pesquisa nos armazéns, todas as informações e dados coletados foram tabulados para compor o banco de dados destinado às análises propostas na estrutura metodológica e ao desenvolvimento do modelo de geração de viagens de carga. Os empreendimentos visitados foram identificados por numeração de 1 a 42 e os nomes reais foram omitidos para preservar o anonimato das empresas. Para possibilitar a análise estatística, os dados tabulados foram categorizados, ou seja, todas as informações não numéricas foram transformadas em numéricas. Essa planilha encontra-se no Apêndice B. Também nesse apêndice é possível verificar a classificação proposta para a categorização dos dados não numéricos.

A tabulação e a categorização dos dados coletados durante a pesquisa nos armazéns geraram uma planilha com 72 variáveis. Para a construção do modelo de geração de viagens apurou-se quais dessas variáveis possuem maior correlação com a variável que representa o número viagens de veículos de carga geradas em cada um dos armazéns que foi definida como a variável dependente.

Para este estudo, foram consideradas, visando a determinação do modelo de geração de viagens de veículos de carga, as variáveis independentes que possuem coeficiente de correlação de *Pearson* com a variável dependente com valor de módulo maior ou igual a 0,5.

Os coeficientes de correlação de *Pearson* entre variáveis independentes que foram consideradas correlacionadas com a variável dependente foram verificados para identificar se havia correlação entre essas variáveis independentes (colinearidade). Após essa verificação, as variáveis independentes foram combinadas de todas as formas possíveis para produzir diversas equações para determinação do modelo de geração de viagens de carga. Essas combinações foram elaboradas evitando que as variáveis que apresentaram colinearidade entre si estejam no mesmo modelo.

Na determinação do modelo de geração de viagens de carga a partir dos de armazéns localizados em Belo Horizonte utilizou-se modelo linear generalizado com distribuição de *Poisson*, pois a variável dependente é uma variável contábil discreta. Para verificar a validade de cada equação utilizou-se o teste-z (disponível nas análises oferecidas pelo *software R*) considerando um nível de confiança de 95%, portanto os valores devem ser maiores que 1,96 para esse teste. Considerando o *Akaike's Information Criterion* (AIC ou Critério de Informação de Akaike), também disponível nas análises oferecidas pelo *software R*, identificou-se, dentre as equações testadas, a de melhor ajuste ao modelo de geração de viagens de carga a partir dos armazéns localizados em Belo Horizonte. Por fim, foi realizada a análise dos gráficos de resíduos, também fornecidos pelo *software R*, para verificar a adequação do modelo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos a partir do processo de identificação dos armazéns de Belo Horizonte, das pesquisas realizadas em 42 estabelecimentos e das análises propostas no capítulo anterior.

4.1 Características dos armazéns e da distribuição urbana

Foram visitados 40 armazéns do tipo depósito (95%) e 2 do tipo câmara frigorífica (5%). O tipo depósito é o mais comum por possibilitar o armazenamento de uma grande diversidade de mercadorias. Alguns dos armazéns do tipo depósito possuem câmaras frias para armazenagem de produtos especiais, como por exemplo medicamentos e vacinas. Na base de dados (82 armazéns), havia uma empresa cimenteira com silo que não aceitou participar da pesquisa. Sobre os entrevistados, 48% ocupavam cargos de gerência em suas empresas, os demais eram proprietários ou diretores (19%), responsáveis pela logística (12%) e outras ocupações diversas (21%).

O tempo médio de instalação na localização atual é de 12,3 anos, sendo que a empresa com menor tempo tem 6 meses de instalação e a com maior, 51 anos. A maior concentração (28%) está entre 1 e 5 anos de instalação. No entanto, observa-se que há uma concentração semelhante (Tabela 4.1) nas faixas entre 6 e 10 anos (26%) e acima de 20 anos (24%).

Tabela 4.1: Número de armazéns por tempo de instalação.

Tempo de instalação	Número de armazéns	Percentual
Até 1 ano	2	5%
Entre 1 e 5 anos	12	28%
Entre 6 e 10 anos	11	26%
Entre 10 e 20 anos	7	17%
Acima de 20 anos	10	24%
Total	42	100%

A maioria dos armazéns visitados (76%) funciona apenas nos dias úteis, de segunda a sexta-feira, 22% funcionam também aos sábados. Apenas 1 armazém funciona todos os dias da semana. Em relação ao horário de funcionamento, 76% dos armazéns operam em horário comercial nos dias úteis, iniciando suas atividades entre 7h e 9h da manhã e finalizando entre 16h45 e 19h30. Os demais funcionam em horários mais alongados iniciando suas práticas antes das 7h da manhã e/ou estendendo para após às 19h30. O único armazém que abre suas portas aos domingos, funciona todos os dias entre 6h e 18h.

A média da área total construída entre todos os armazéns é de 5.273 m², sendo que a empresa com a menor área tem 300 m² (uma pequena distribuidora localizada na região de Venda Nova) e a maior tem 58.000 m² (um grande armazém localizado na região do Barreiro, que fornece insumos para a Companhia Energética de Minas Gerais e suas empreiteiras). A maioria dos armazéns (72%) possui área construída de até 2.000 m². No entanto, observa-se que não há nenhuma instalação logística enquadrada na faixa entre 10.001 e 20.000 m² e quatro enquadradas acima de 20.000 m² (9%). Observa-se também que a faixa com maior concentração de armazéns visitados (31%) é a entre 1.001 e 2.000 m² de área construída (Tabela 4.2).

Tabela 4.2: Número de armazéns por área total construída.

Área construída	Número de armazéns	Percentual
Até 500 m ²	7	17%
Entre 501 e 1.000 m ²	10	24%
Entre 1.001 e 2.000 m ²	13	31%
Entre 2.001 e 5.000 m ²	6	14%
Entre 5.001 e 10.000 m ²	2	5%
Entre 10.001 e 20.000 m ²	0	0%
Acima de 20.000 m ²	4	9%
Total	42	100%

Em relação à área de armazenagem, em média, os armazéns têm 1.786 m², sendo que a menor área de armazenagem tem apenas 30 m² (um pequeno estabelecimento localizado na região da Pampulha) e a maior tem 20.000 m² (o mesmo grande armazém que possui a maior área total construída dentre os pesquisados). A maioria das empresas pesquisadas (71%) possui área de armazenagem de até 1.000 m², sendo que 18 (43%) empresas tem até 500 m² e 12 (28%) tem entre 501 m² e 1.000 m². Observa-se também que há apenas 5 armazéns (12%) que possuem acima de 2.000 m² de área de armazenagem (Tabela 4.3).

Tabela 4.3: Número de armazéns por área de armazenagem.

Área de armazenagem	Número de armazéns	Percentual
Até 500 m ²	18	43%
Entre 501 e 1.000 m ²	12	28%
Entre 1.001 e 2.000 m ²	7	17%
Entre 2.001 e 5.000 m ²	2	5%
Entre 5.001 e 10.000 m ²	1	2%
Acima de 10.000 m ²	2	5%
Total	42	100%

A maioria dos armazéns (86%) não faz parte de nenhuma rede varejista ou atacadista, que é uma característica inerente aos centros de distribuição. Portanto, pode-se concluir, que os armazéns são, geralmente, empresas de menor porte que trabalham de forma independente em

relação aos grandes grupos de varejo e atacado, atendendo a vários clientes diferentes, inclusive consumidor final.

Ainda, 71% dos armazéns (30) também geram viagens de veículos como caminhonetes e camionetas, além de viagens de caminhões e carretas. Esse resultado é coerente com o tipo de armazém encontrado em Belo Horizonte citado no parágrafo anterior – empresas de menor porte com diversos clientes e fornecedores.

A média do número de funcionários entre os armazéns visitados é de 51 pessoas, sendo que a empresa que possui menor número de funcionários tem 6 (um pequeno armazém localizado na região do Barreiro) e a que possui maior número tem 360 funcionários (uma grande distribuidora localizada no bairro Olhos D'água, na Região Oeste). A maioria dos armazéns pesquisados (55%) tem entre 11 e 50 funcionários, sendo que 10 empresas (24%) possuem entre 11 e 20 funcionários e 13 (31%) entre 20 e 50. Apenas 19% dispõe de até 10 funcionários e 7 estabelecimentos (17%) tem mais de 100 funcionários. Um dos entrevistados não soube informar o número de funcionários de sua empresa (Tabela 4.4).

Tabela 4.4: Número de armazéns por número de funcionários.

Número de funcionários	Número de armazéns	Percentual
Até 10 funcionários	8	19%
De 11 a 20 funcionários	10	24%
De 20 a 50 funcionários	13	31%
De 51 a 100 funcionários	3	7%
De 100 a 200 funcionários	5	12%
Acima de 200 funcionários	2	5%
Não informado	1	2%
Total	42	100%

O tipo de construção que abriga a grande maioria dos armazéns é o galpão (95%). Há apenas um armazém de livros que utiliza uma edificação convencional e outro armazém (o de maior área de armazenagem) que utiliza uma estrutura mista com vários galpões e pátios.

A estrutura de armazenagem mais utilizada é a mista, sendo que 55% das empresas utilizam esse tipo de estrutura. A estrutura de armazenagem mista é caracterizada pela coexistência da estrutura horizontal e vertical no mesmo armazém. Sendo assim, foi observado se havia uma predominância de estrutura vertical ou horizontal, nesses casos. Em 38% predomina a estrutura vertical e em 17% a horizontal. Empresas que possuem apenas estrutura horizontal representam 31% dos armazéns e, 14% possuem somente estrutura vertical. A vantagem da estrutura de armazenagem vertical é a maior capacidade de armazenamento (Figura 4.1).

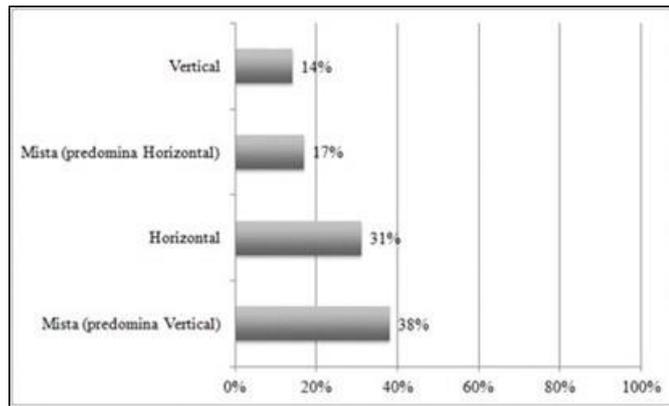


Figura 4.1: Estrutura de armazenagem utilizada pelo armazém.

Em relação ao grau de unitização da carga manuseada no armazém, a maioria (81%) utiliza embalagens (23 armazéns) e/ou paletização (27 armazéns). Outros tipos de unitização, como bobinas, cilindros, caixaria, containerização, lacres, bombonas, sacaria e amarrações são utilizados cada um por no máximo 2 armazéns visitados. Na pesquisa realizada, foi verificado que todas as empresas visitadas realizam processo de consolidação e ou separação da carga. Esse resultado era esperado tendo em vista que essa é uma das principais atividades de um armazém.

Os armazéns de Belo Horizonte apresentam um baixo grau de automatização, não sendo observado estabelecimento totalmente automatizado. Do total, 36% operam de forma totalmente não automatizada, isto é, sem nenhum maquinário. Os demais armazéns são parcialmente automatizados, sendo que 28% possuem apenas empilhadeira, 24% possuem somente empilhadeira e transpaleteira e apenas 12% apresentam outros equipamentos (carrinhos elétricos, máquinas para embalar, elevadores de carga e esteiras). Importa ressaltar que apenas 1 armazém possui esteiras e máquinas modernas que remetem a uma instalação parcialmente automatizada. Nos demais estabelecimentos, a presença dos equipamentos é pontual e a maioria dos processos realizada de forma manual (Figura 4.2).

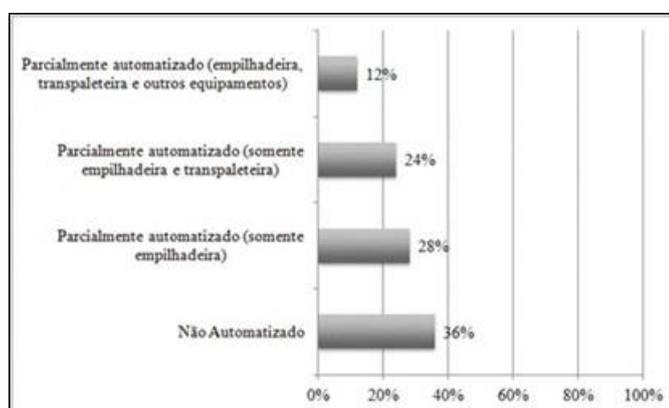


Figura 4.2: Grau de automatização do armazém.

4.1.1 Transporte dos funcionários para os armazéns

Os modos de transporte mais utilizados pelos funcionários dos armazéns pesquisados em seus deslocamentos ao trabalho são: o transporte público coletivo (TPC), principalmente ônibus e transporte individual motorizado (TIM), como carros e motocicletas. Em todos armazéns pesquisados, os funcionários utilizam transporte público coletivo e/ou transporte individual motorizado. Em 50% das empresas pesquisadas, os empregados também utilizam o transporte individual não motorizado (TINM) – bicicleta ou a pé. Já o transporte fretado (TF) é utilizado em apenas 10% dos armazéns, todos esses que utilizam o transporte fretado são grandes empresas com mais de 100 funcionários e localizados em regiões que foram consideradas pelos entrevistados mal atendidas pelo transporte público coletivo (Figura 4.3). Nenhum entrevistado citou o uso de transporte público individual (TPI) – táxi e congêneres – pelos funcionários de sua empresa.

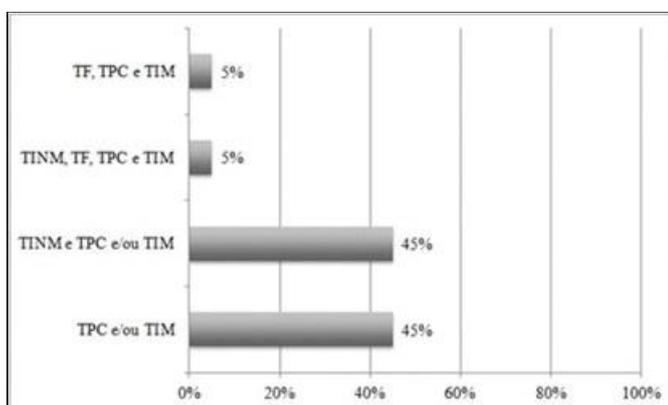


Figura 4.3: Modos de transporte utilizados pelos funcionários do armazém.

Em 93% dos armazéns visitados existe mais de um modo de transporte utilizado sendo que em 48% prevalece o transporte individual motorizado e o transporte público prevalece como principal modo para os funcionários de 38% dos armazéns (Figura 4.4).

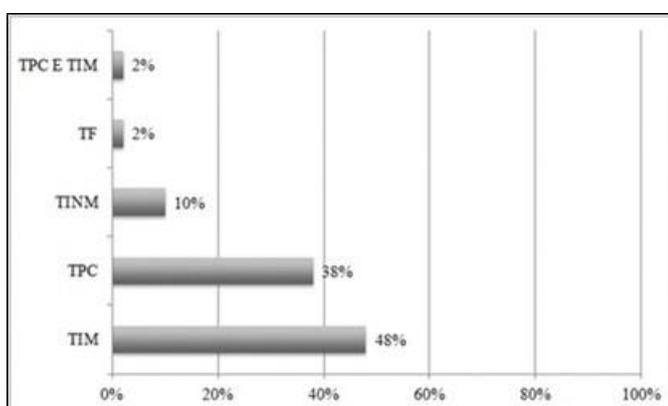


Figura 4.4: Modo de transporte mais utilizado pelos funcionários do armazém.

Em geral, os entrevistados consideram que a empresa é bem atendida pelo transporte público coletivo (86%), apesar da maioria dos funcionários utilizarem o carro ou moto em seus deslocamentos. Apesar desse alto índice, 6 entrevistados consideram que a localização dos armazéns é mal atendida pelo transporte público coletivo, estando essas instalações logísticas localizadas nos bairros: Califórnia (Região Noroeste), Canaã (Região de Venda Nova), Castelo e Engenho Nogueira (Região da Pampulha) e Olhos D'água (Região Oeste). Quatro desses seis armazéns utilizam transporte fretado. Em relação à existência de área de estacionamento interna ao armazém para funcionários e clientes, a maioria (62%) possui esse recurso (Tabela 4.5).

Tabela 4.5: Número de armazéns por número de vagas no estacionamento interno.

Número de vagas no estacionamento interno	Número de armazéns	Percentual
Não possui estacionamento interno (0 vagas)	16	38%
Até 5 vagas	5	12%
De 6 a 10 vagas	8	19%
De 11 a 20 vagas	5	12%
De 21 a 49 vagas	4	9,5%
Acima de 50 vagas	4	9,5%
Total	42	100%

38% dos armazéns visitados não possuem estacionamento interno, dessa forma os funcionários e clientes dessas instalações utilizam a via pública para estacionamento de seus veículos. Além disso, em 45% dos armazéns pesquisados, apesar da existência do estacionamento interno, esse não possui capacidade suficiente para abrigar todos os veículos de transporte individual utilizados por funcionários, clientes e visitantes, portanto nesses locais a via pública também é utilizada para estacionamento. Portanto, a maioria das empresas pesquisadas (83%) não internalizam os impactos em suas vizinhanças relativos ao estacionamento dos veículos de transporte individual.

4.1.2 Operações de carga e descarga nos armazéns

A maioria dos armazéns visitados (95%) possui área interna destinada às operações de carga e descarga. No entanto, somente 26% conta com docas de carregamento e apenas 1 possui plataforma niveladora. Apesar de grande parte das áreas destinadas à operação de carga e descarga serem muito simples e desprovidas de equipamentos, em 62% das empresas pesquisadas o entrevistado considerou que essa área era adequada (Figura 4.5).

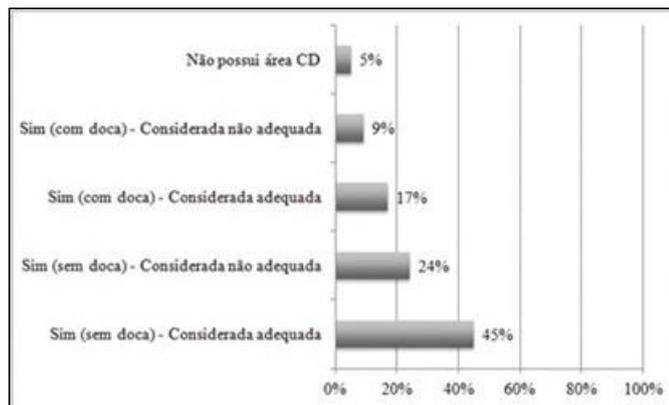


Figura 4.5: Existência de área interna destinada às operações de carga e descarga e de doca com avaliação sobre a adequação da área CD.

A área média destinada às operações de carga e descarga (área CD) entre todos os armazéns é de 584 m², sendo que 81% dos armazéns pesquisados possui área interna destinada à carga e descarga de até 500m². Observa-se também que a faixa com maior concentração de armazéns visitados (33%) é a entre 51 e 200 m² de área (Tabela 4.6).

Tabela 4.6: Número de armazéns por área de carga e descarga.

Área de carga e descarga	Número de armazéns	Percentual
Não possui área de CD	2	5%
Até 50 m ²	8	19%
Entre 51 e 200 m ²	14	33%
Entre 201 e 500 m ²	10	24%
Entre 501 e 999 m ²	4	9,5%
Acima de 1000 m ²	4	9,5%
Total	42	100%

Em 86% das instalações logísticas pesquisadas não há vagas de carga e descarga nas vias adjacentes. Presume-se que a inexistência desse tipo de vaga nas vizinhanças dos armazéns de Belo Horizonte seja consequência do fato da maioria empreendimentos não terem passado por processo de licenciamento urbano e ambiental. Segundo informações obtidas na Gerência de Diretrizes Viárias da BHTRANS, apenas 4 das 42 instalações logísticas pesquisadas passaram por processo de licenciamento.

Ainda, 81% dos armazéns pesquisados utilizam somente sua área interna destinada à carga e descarga para esse tipo de operação. Alguns respondentes disseram que essa prática é determinada por questões de segurança. Em 14% das empresas visitadas, parte das operações de carga e descarga são realizadas dentro do armazém e parte em via pública. Isto ocorre porque alguns tipos de veículos de maior porte não conseguem acessar a área interna da instalação logística, devido a raio de giro reduzido (via estreita) ou espaço insuficiente na área interna

destinada às operações de carga e descarga. Há dois armazéns (5%) que realizam estritamente na via essas operações, pois não possuem área interna destinada a esse fim.

No entanto, em 53% das empresas visitadas que utilizam somente sua área interna destinada à carga e descarga para esse tipo de operação, os veículos de carga aguardam em via pública antes de ingressarem na instalação logística. Isso ocorre por alguns motivos, dentre eles cita-se o fato dos veículos de carga não chegarem no horário especificado, o excesso de demanda e vagas insuficientes na área interna destinada às operações de carga e descarga. Portanto, 62% dos armazéns não internalizam completamente os impactos relacionados às operações de carga e descarga.

O tempo médio gasto nas operações de carga é de 46 minutos e nas operações de descarga, 93 minutos. Essa diferença entre os tempos consumidos nas operações de carga e de descarga é explicada pelo porte dos veículos. Na chegada dos produtos no armazém (descarga), geralmente são utilizados veículos de maior porte com maior volume de carga. Na saída dos produtos do armazém para distribuição (carga), geralmente são utilizados veículos menores. 84% dos armazéns gastam até 60 minutos nas operações de carga e 59% consomem esse mesmo tempo nas operações de descarga (Tabela 4.7).

Tabela 4.7: Número de armazéns e tempo médio utilizados nas operações de carga e descarga.

Tempo médio	Operação de Carga		Operação de Descarga	
	Número de armazéns	Percentual	Número de armazéns	Percentual
Até 30 minutos	20	48%	14	33%
Entre 30 e 60 minutos	15	36%	11	26%
Entre 1 e 2 horas	6	14%	10	24%
Mais de 2 horas	1	2%	7	17%
Total	42	100%	42	100%

4.1.3 Distribuição urbana de mercadorias a partir dos armazéns

As entregas domiciliares são realizadas por 48% das instalações logísticas visitadas. Sendo assim, a maioria das empresas pesquisadas (52%) não realiza entregas em domicílio. O número médio de entregas a clientes por dia, tendo em vista todos os armazéns visitados, é de 47 entregas. Dada a diversidade de empresas visitadas, considerando tamanho e mercadorias distribuídas, observou-se uma grande variação de número de entregas aos clientes. A faixa que concentra maior número de armazéns é a entre 31 e 60 entregas a clientes por dia (29%) e a maioria das empresas realiza entre 11 e 60 entregas por dia (67%). Apenas 7% das empresas visitadas realizam mais de 100 entregas (Tabela 4.8).

Tabela 4.8: Número de armazéns por número de entregas a clientes por dia.

Número de entregas a clientes por dia	Número de armazéns	Percentual
Até 10 entregas	6	14%
Entre 11 e 30 entregas	12	29%
Entre 31 e 60 entregas	16	38%
Entre 61 e 100 entregas	4	10%
Acima de 100 entregas	3	7%
Não informado	1	2%
Total	42	100%

A maioria dos respondentes (60%) observa a existência de sazonalidade nas entregas em relação às semanas do mês. O período que foi apontado como o de maior número de entregas é a primeira semana do mês, 15 entrevistados indicaram essa semana. Para 10 entrevistados, o pico de entregas acontece na última semana do mês. Na Tabela 4.9 estão apresentados os resultados desta questão sobre a sazonalidade das entregas. O número total supera os 42 armazéns pesquisados porque era permitido marcar mais de uma opção de semana como a de maior número de entregas.

Tabela 4.9: Sazonalidade das entregas em relação às semanas do mês.

Sazonalidade (Entregas)	Número de armazéns	Percentual
Sem sazonalidade	17	40%
Sazonalidade na 1ª Semana / 1ª Semana e 2ª ou Última Semana	15	60%
Sazonalidade na 2ª Semana / 2ª Semana e 1ª ou 3ª Semana	6	
Sazonalidade na 3ª Semana / 3ª e 2ª Semanas	2	
Sazonalidade na última Semana / 1ª ou 3ª Semana e Última Semana	10	
Total	-	100%

Os armazéns fazem distribuição de mercadorias em todas as regiões administrativas de Belo Horizonte, sendo que 86% dos entrevistados indicaram a região Centro-Sul como um destino principal de entregas. As outras oito regiões administrativas foram apontadas como destinos importantes de entregas para um número inferior de entrevistados - percentuais que variaram entre 43% a 55%. A intensidade das cores das regiões administrativas varia de acordo com o percentual de armazéns que consideram a região como um principal destino de entrega (Figura 4.6). Observa-se que, apesar de possuir apenas dois armazéns, a região Centro-Sul é a mais destacada como destino das entregas, fato que pode ser explicado pela concentração de população (Figura 4.11), de bairros com maior renda média domiciliar nessa região da cidade (Figura 4.12), de estabelecimentos comerciais (Figura 4.13), e pelo uso do solo predominante caracterizado por zonas adensadas em termos populacionais (Figura 4.14). As figuras 4.11 a 4.13 podem ser visualizadas no item 4.2.1.1 e a figura 4.14 no item 4.2.1.2.

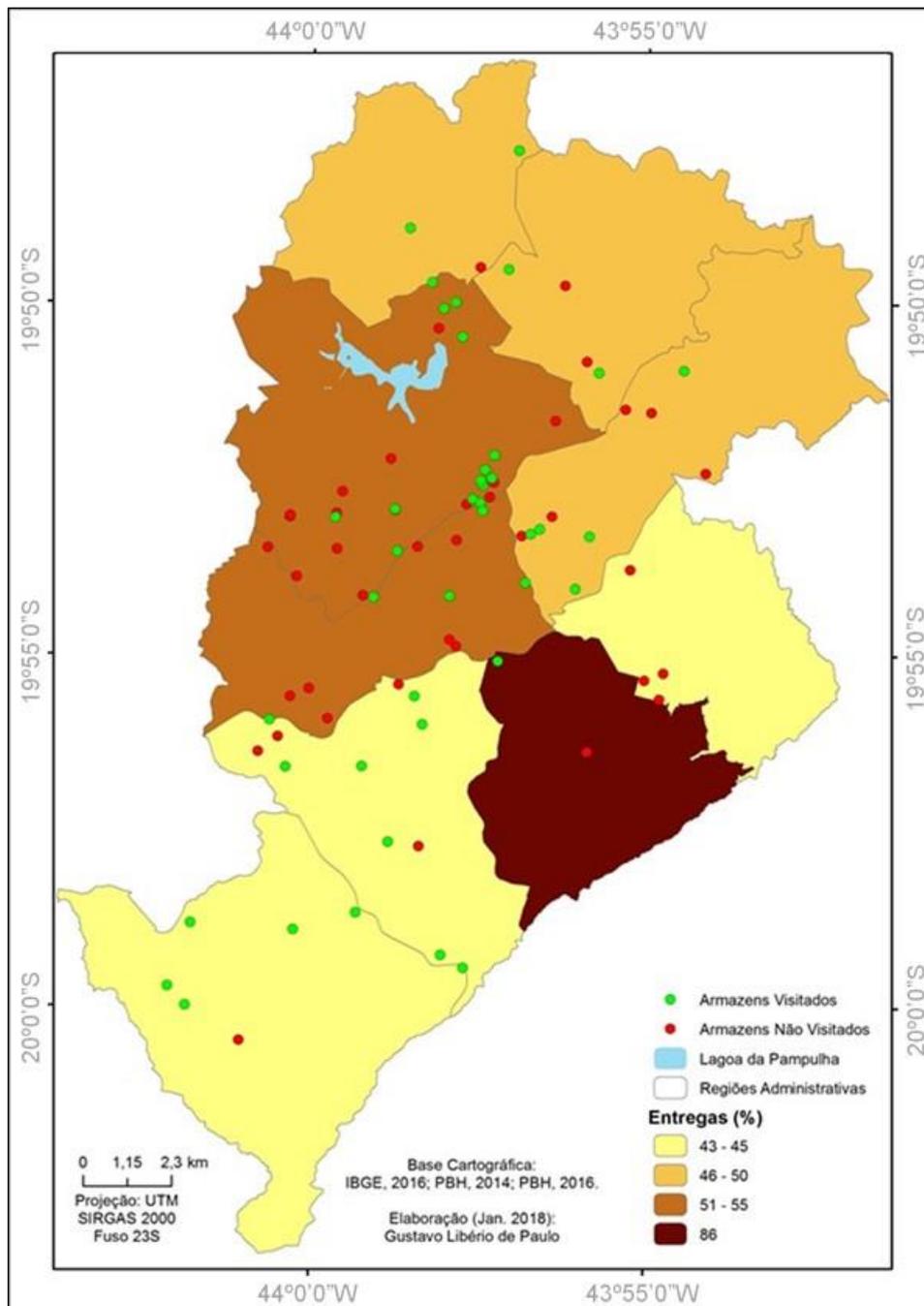


Figura 4.6: Principais destinos das entregas nas regiões administrativas de Belo Horizonte

Dentre as principais vias utilizadas para a distribuição urbana de mercadorias destaca-se o Anel Rodoviário (90%). As avenidas Cristiano Machado, Antônio Carlos e Amazonas, principais corredores de tráfego de Belo Horizonte fora da Área Central, e as vias internas à Av. do Contorno foram citadas por mais de 70% dos entrevistados como vias importantes utilizadas na distribuição urbana de mercadorias. Ainda a Av. do Contorno foi mencionada por 57% dos respondentes e as demais vias foram indicadas por 40% ou menos das empresas pesquisadas. A espessura e a cor das linhas que representam as principais vias de Belo Horizonte variam de acordo com o percentual de armazéns que informaram que utilizam a via para a realizar a

atividade de distribuição de mercadorias (Figura 4.7). A intensa utilização do Anel Rodoviário pode ser explicada pela concentração dessas instalações logísticas no entorno dessa via, pois 78% dos armazéns identificados estão localizados nas adjacências do Anel Rodoviário (Ver subseção 4.2.1). A preferência para utilização das avenidas Antônio Carlos, Pedro I, Amazonas e Via Expressa pode ser explicada pelas concentrações 1, 3 e 4 de armazéns (ver subseção 4.2.1). Já a preferência pelas vias internas à Av. do Contorno pode ser explicada pelo fato da Região Centro-Sul ser apontada como o principal destino das entregas por 86% dos pesquisados.

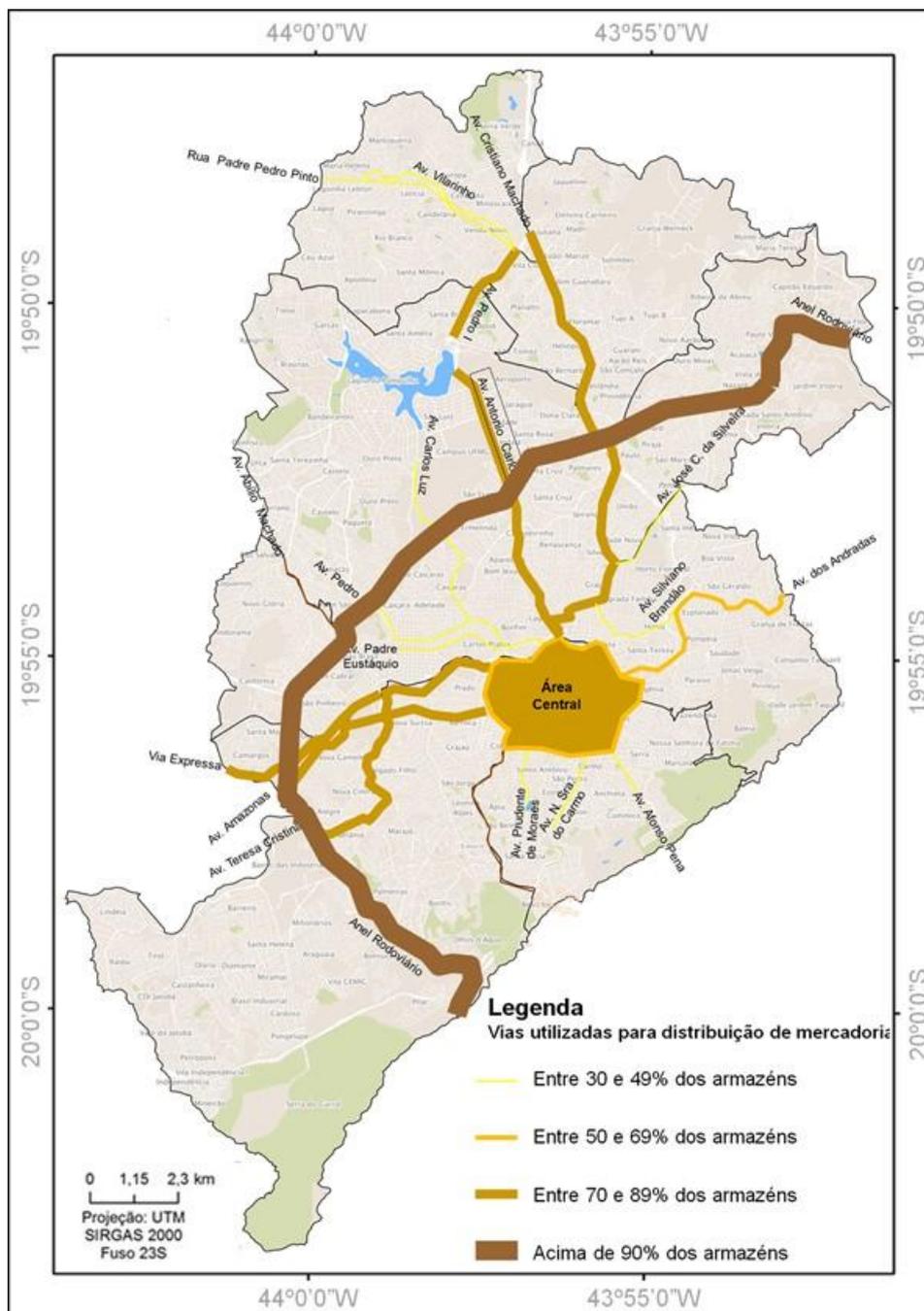


Figura 4.7: Principais vias utilizadas para a distribuição urbana de mercadorias.

Em relação ao tipo de mercadoria, observou-se uma grande variedade de produtos: Alimentos e bebidas, tanto para supermercados quanto para bares e restaurantes (21%); Materiais para a construção civil e produtos automotivos (21%); Livros, papéis, material gráfico, material de escritório e embalagens (19%); Medicamentos e produtos para cuidados pessoais (12%); dentre outras mercadorias. Armazéns de mercadorias diversas são aqueles que distribuem vários tipos de produtos de categorias diferentes e armazéns de mercadorias específicas são aqueles que distribuem produtos singulares exclusivos para determinados clientes (Figura 4.8).

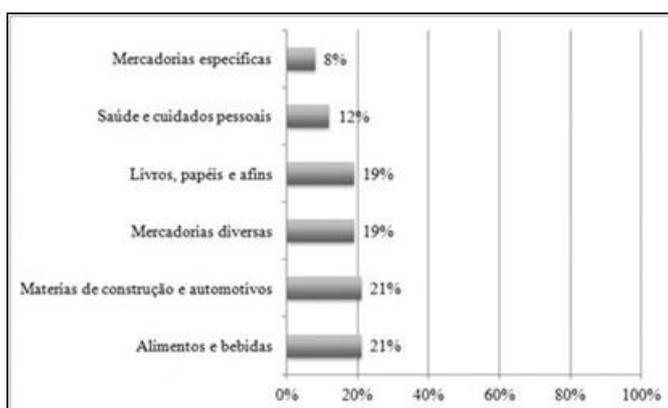


Figura 4.8: Principais mercadorias distribuídas pelos armazéns visitados.

4.2 Localização das instalações logísticas

A Tabela 4.10 apresenta as estatísticas (a mediana, a moda, o primeiro quartil, o terceiro quartil) das percepções dos entrevistados e a classificação da importância, utilizando o método dos intervalos sucessivos (MIS), em relação aos fatores que influenciaram a localização do armazém.

Tabela 4.10: Fatores de influência na localização dos armazéns.

Fator	Mediana	Moda	1º quartil	3º quartil	MIS
Facilidade de acesso para mão de obra	3	4	2	4	0,17
Facilidade na chegada dos produtos	4	4	4	5	0,80
Facilidade na distribuição	4	5	4	5	1,00
Proximidade com o mercado consumidor	4	4	3	4	0,48
Custo aquisição/aluguel	4	5	4	5	0,94
Políticas urbanas	3	1	1	4	0,00

Os fatores “Facilidade na chegada dos produtos”, “Facilidade na distribuição”, “Proximidade com o mercado consumidor” e “Custo aquisição/aluguel” apresentaram valores para a moda e a mediana entre de 4 e 5, indicando que a maioria dos respondentes consideram esses fatores importantes (4) ou decisivamente importantes (5) na definição da atual localização dos armazéns. Analisando o ranking obtido por meio da aplicação do MIS, verificou-se que a facilidade de acesso para a distribuição urbana de mercadorias foi o fator de maior relevância

(MIS = 1,00), sendo considerado como atributo prioritário pelos gestores dos armazéns, seguido pelo custo para aquisição/aluguel da instalação. Os incentivos ou restrições definidas pelas políticas urbanas é a variável menos importante para essa definição, dentre as analisadas.

A matriz de correlação de *Spearman* foi calculada para os fatores propostos que influenciam a atual localização dos armazéns. Os resultados indicam que a proximidade com o mercado consumidor tem correlação positiva com a facilidade de acesso dos funcionários e facilidade na distribuição. A facilidade na distribuição tem correlação positiva com a facilidade de chegada dos produtos (Tabela 4.11).

Tabela 4.11: Matriz dos coeficientes de correlação de *Spearman*.

	Facilidade de acesso para mão de obra	Facilidade na chegada dos produtos	Facilidade na distribuição	Proximidade com o mercado consumidor	Custo aquisição / aluguel	Políticas urbanas
Facilidade de acesso para mão de obra	1					
Facilidade na chegada dos produtos	0,281	1				
Facilidade na distribuição	0,223	0,582	1			
Proximidade com o mercado consumidor	0,404	0,101	0,407	1		
Custo aquisição / aluguel	0,139	-0,141	-0,232	-0,128	1	
Políticas Urbanas	0,326	0,289	0,14	0,022	-0,058	1

Ainda, o custo para aquisição/aluguel da instalação tem correlação negativa com a facilidade de chegada dos produtos e com a proximidade com o mercado consumidor, indicando que quanto mais próximo, maior o custo. Finalmente, observa-se uma correlação negativa das políticas públicas em relação ao custo para aquisição/aluguel da instalação, indicando que as políticas públicas podem influenciar o valor da terra.

A partir da solicitação ao respondente que, em uma palavra ou frase, definisse o fator mais importante na determinação da atual localização do armazém, foi verificado que proximidade com o sistema viário e o custo das instalações são os fatores que mais influenciam a atual

localização, confirmando os resultados da Tabela 4.10. 50% dos entrevistados citaram de alguma forma a facilidade na distribuição como o fator preponderante na determinação da atual localização (Figura 4.9), 22% apontaram o custo do aluguel ou para a aquisição das instalações e 14% indicaram a proximidade com o mercado consumidor.

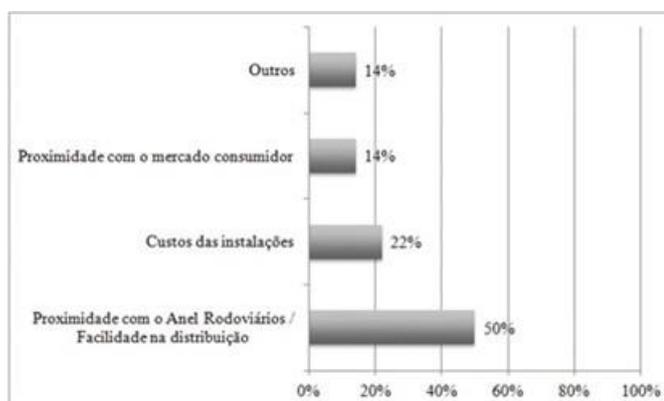


Figura 4.9: Fatores citados (através da frase) como mais importantes na determinação da atual localização do armazém.

4.2.1 Análise da localização dos armazéns

Após a análise do mapa de localização dos 82 armazéns identificados, verifica-se que 78% deste tipo de instalação logística estão localizadas nas adjacências do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, considerando uma distância real de até 5 km (Figura 4.10). De acordo com a literatura, os armazéns têm migrado para locais próximos aos pontos de escoamento, como portos, aeroportos e cruzamento de rodovias. O Anel Rodoviário de Belo Horizonte é uma via com vários entroncamentos de rodovias, como a BR-381 e a BR-040. A primeira conecta Belo Horizonte a São Paulo e a segunda conecta ao Rio de Janeiro e à Brasília. Outras áreas com maior densidade de armazéns identificados podem ser observadas na Figura 4.10, a saber:

- **Concentração 1** (concentração de 20% dos armazéns identificados): No entroncamento do Anel Rodoviário com a Av. Antônio, nos bairros: Cachoeirinha e Renascença (Região Nordeste), Nova Cachoeirinha (Região Noroeste), e São Francisco (Pampulha);
- **Concentração 2** (concentração de 16% dos armazéns identificados): No entorno do Anel Rodoviário entre avenidas Pedro II/Tancredo Neves e Carlos Luz, nos bairros: Caiçaras e Jardim Montanhês (Região Norte) e Castelo, Engenho Nogueira e Paquetá (Região da Pampulha);
- **Concentração 3** (concentração de 10% dos armazéns identificados): No entroncamento do Anel Rodoviário com a Av. Amazonas, nos bairros: Califórnia e João

Pinheiro (Região Noroeste), Camargos, Jardinópolis, Santa Maria e Vila Oeste (Região Oeste);

- **Concentração 4** (concentração de 9% dos armazéns identificados): No entorno da Av. Pedro I, nos bairros: Itapoã e Santa Branca (Região da Pampulha), Santa Monica (Região de Venda Nova) e Vila Clóris (Região Norte).

As avenidas Antônio Carlos, Pedro II, Carlos Luz, Pedro I e Amazonas são vias de grande importância para a mobilidade urbana de Belo Horizonte conectando bairros das regiões Pampulha, Noroeste, Nordeste, Norte, Venda Nova, e Oeste à área central da cidade (Figura 3.6). Observa-se que 55% dos armazéns identificados se concentram nas quatro áreas citadas e que as concentrações 1, 2 e 3 estão interligadas no mapa apresentado na Figura 4.10 por uma grande mancha que engloba 54 dos 64 armazéns localizados nas adjacências do Anel Rodoviário.

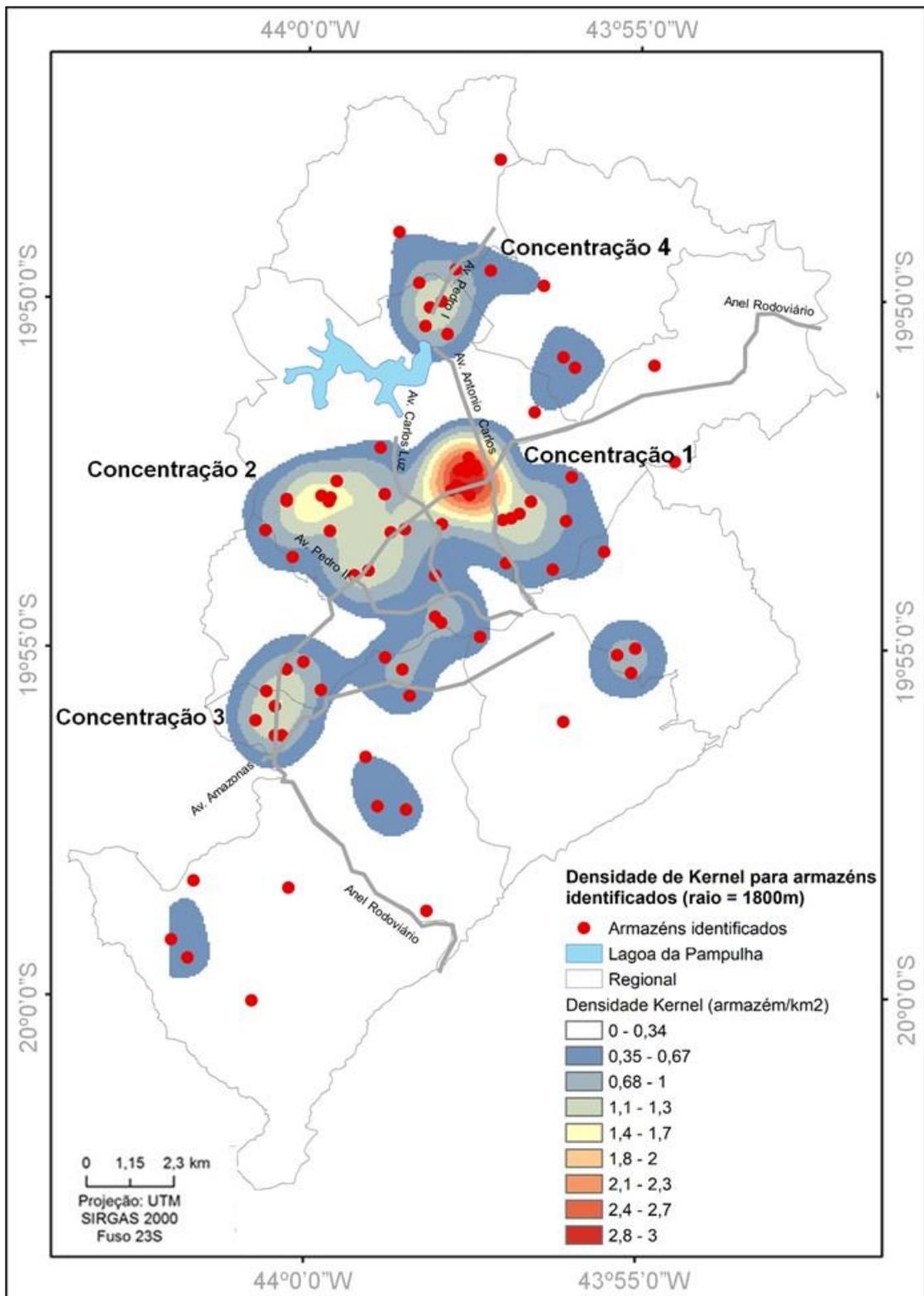


Figura 4.10: Concentração de armazéns nas principais vias de Belo Horizonte (Anel Rodoviário, Av. Antônio Carlos, Av. Pedro II/Tancredo Neves, Av. Carlos Luz, Av. Amazonas e Av. Pedro I).

4.2.1.1 Relação da localização dos armazéns com dados demográficos, sociais e econômicos

Considerando o tamanho da população, 71% dos armazéns de Belo Horizonte estão localizados em bairros menos populosos (com até 10.000 habitantes) e 2% em bairros mais populosos

(acima de 20.000). A faixa que concentra mais armazéns é a de bairros com população entre 5.000 e 10.000 habitantes (39%). A correlação da localização dos armazéns com a população por bairro está espacializada na Figura 4.11 e detalhada na Tabela 4.12.

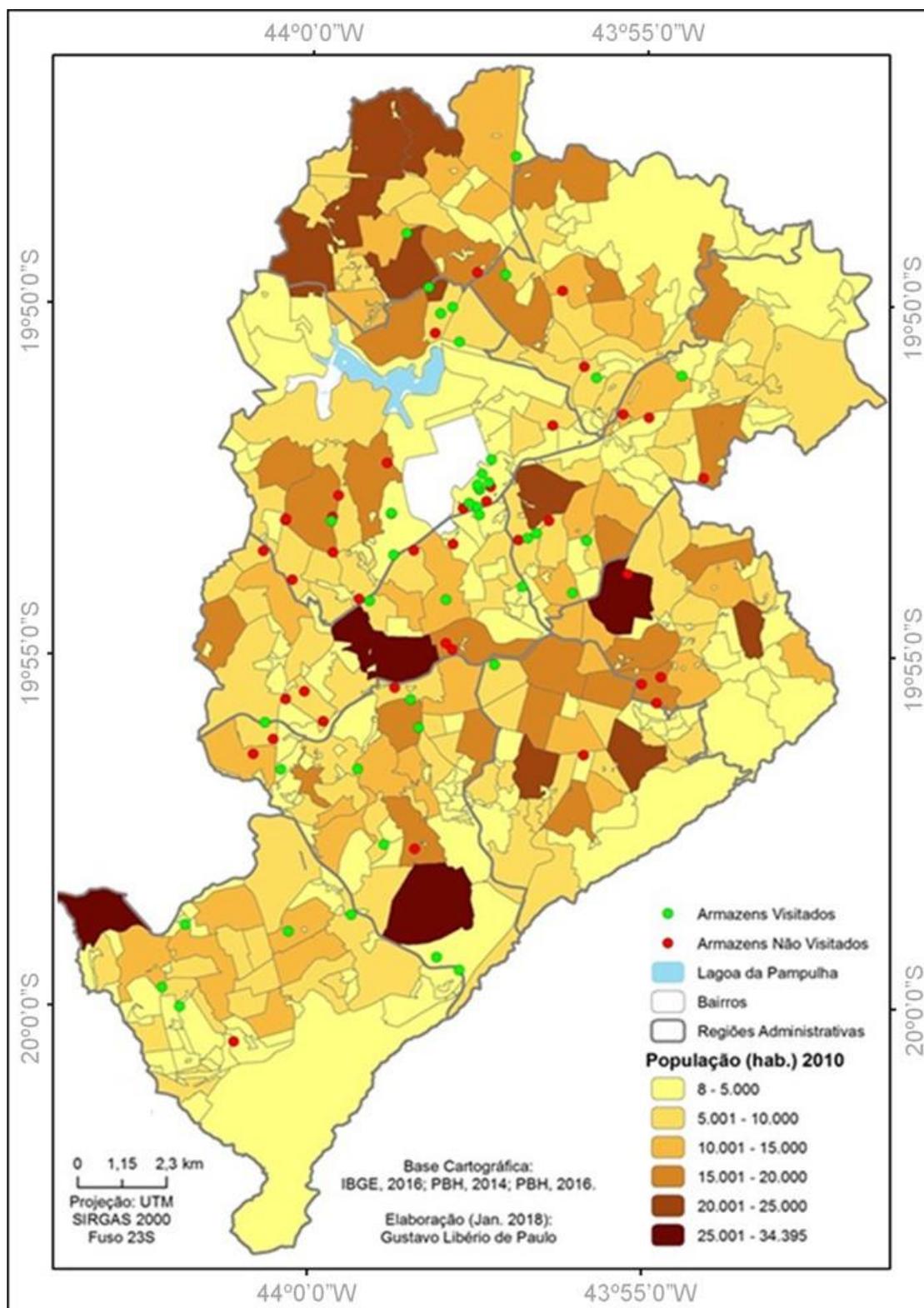


Figura 4.11: População por bairro de Belo Horizonte e a localização dos armazéns para distribuição urbana.

Tabela 4.12: População por bairro de Belo Horizonte e o número de armazéns para distribuição urbana.

População residente no bairro	Número de armazéns	Percentual
Sem dados	1	1%
Até 5.000	26	32%
Entre 5.000 e 10.000	32	39%
Entre 10.000 e 15.000	8	10%
Entre 15.000 e 20.000	13	16%
Entre 20.000 e 25.000	1	1%
Acima de 25.000	1	1%
Total	82	100%

Considerando a renda média, 78% dos armazéns de Belo Horizonte estão localizados em bairros em que a renda média domiciliar está entre R\$1.485 e R\$ 4.681 (faixa baixa média e média)⁵. Não foi identificado nenhum armazém em bairros com renda média domiciliar nas faixas: extremamente baixa, baixa ou alta. O fato de 43% dos armazéns estarem instalados em bairros cuja renda domiciliar está entre R\$ 2.675 e R\$ 4.681 (faixa média) pode ser considerada uma tendência, pois apenas 14% dos bairros de Belo Horizonte estão nessa faixa de renda (Tabela 4.13 e Figura 4.12).

Tabela 4.13: Renda média domiciliar por bairro de Belo Horizonte e o número de armazéns para distribuição urbana.

Renda média domiciliar no bairro	Número de armazéns	Percentual
Sem dados	3	4%
Extremamente baixa (até R\$ 854)	0	0%
Baixa (entre R\$ 855 e R\$ 1.484)	0	0%
Baixa média (entre R\$ 1.485 e R\$ 2.674)	29	35%
Média (entre R\$ 2.675 e R\$ 4.681)	35	43%
Alta média (entre R\$ 4.682 e R\$ 9.897)	15	18%
Alta (acima de R\$ 9.898)	0	0%
Total	82	100%

⁵ O critério para estabelecimento das faixas de renda familiar foi o utilizado, em 2014, pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (APEB), com a união das faixas “pobre” e “vulnerável” em uma só faixa: “pobre”.

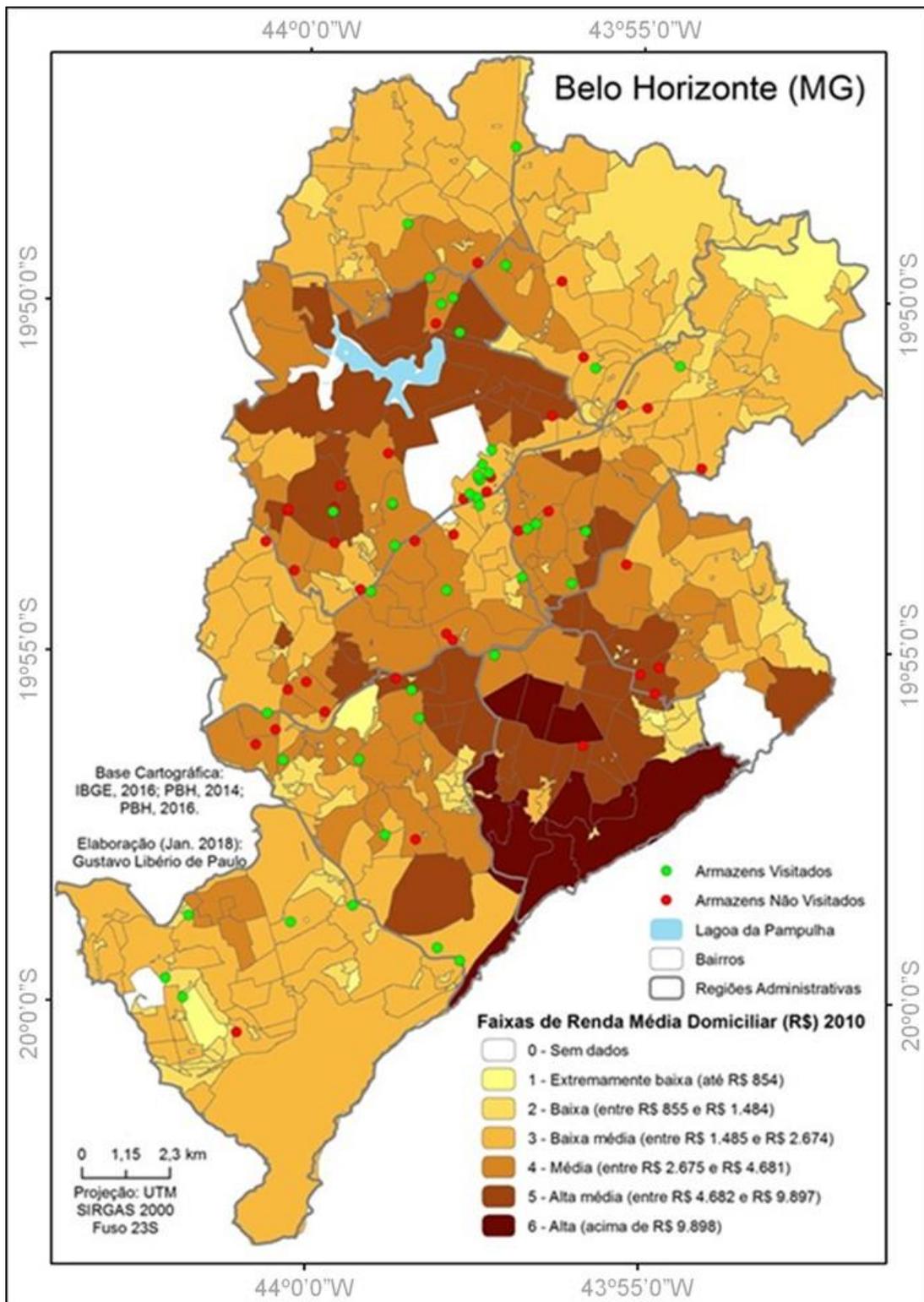


Figura 4.12: Renda média domiciliar por bairro de Belo Horizonte e a localização dos armazéns para distribuição urbana.

Considerando o número de estabelecimentos comerciais (EC), a maioria dos armazéns de Belo Horizonte (55%) estão localizados em bairros em que esse número está entre 701 e 2.000 EC. 23% dos armazéns estão em bairros que possuem entre 51 e 700 EC. Não foi identificado nenhum armazém em bairros com até 50 EC. O fato de 55% e 21% dos armazéns estarem

instalados em bairros cujo número de estabelecimentos comerciais está entre 701 e 2.000 e acima de 2.001, respectivamente, pode ser considerada uma tendência, pois apenas 21% dos bairros de Belo Horizonte estão na faixa de 701 e 2.000 EC e 7% na faixa acima de 2.001 EC (Figura 4.13 e Tabela 4.14).

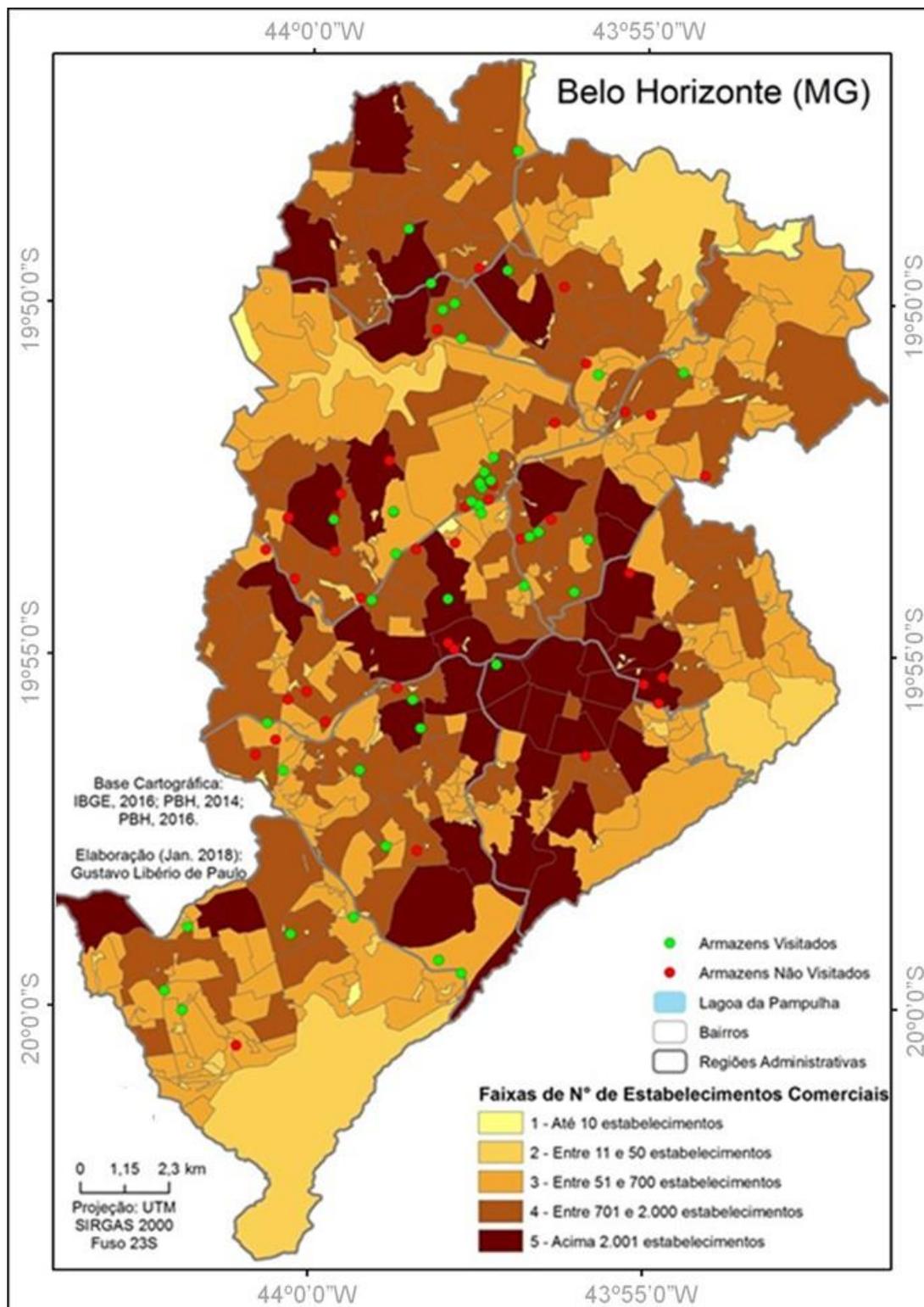


Figura 4.13: Número de estabelecimentos comerciais por bairro de Belo Horizonte e a localização dos armazéns para distribuição urbana.

Tabela 4.14: Número de estabelecimentos comerciais por bairro de Belo Horizonte e a localização dos armazéns para distribuição urbana.

Número de estabelecimentos comerciais no bairro ⁶	Número de armazéns	Percentual
Sem dados	1	1%
Até 10 estabelecimentos	0	0%
Entre 11 e 50 estabelecimentos	0	0%
Entre 51 e 700 estabelecimentos	19	23%
Entre 701 e 2.000 estabelecimentos	45	55%
Acima 2.001 estabelecimentos	17	21%
Total	82	100%

4.2.1.2 Relação da localização dos armazéns com o uso o solo

A distribuição espacial dos armazéns apresenta uma consistente distribuição geográfica em relação ao uso do solo de cada região administrativa de Belo Horizonte. A partir da análise da lei de parcelamento, ocupação e uso do solo de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2017c), constata-se que o território do município de Belo Horizonte foi dividido em oito tipos de zonas, de acordo com as diretrizes estabelecidas no Plano Diretor. A seguir destacam-se os tipos de zonas nas quais os 82 armazéns identificados estão instalados.

- Zonas de adensamento restrito (ZARs) são as regiões em que a ocupação é desestimulada, em razão da ausência ou deficiência de infraestrutura, de precariedade ou saturação da articulação viária interna ou externa ou de adversidade das condições topográficas, subdividindo-se em duas categorias ZAR-1 e ZAR-2: (i) ZAR-1 são as regiões com articulação viária precária ou saturada, em que se faz necessário manter baixa densidade demográfica; e (ii) ZAR-2 são as regiões em que as condições de infraestrutura e as topográficas ou de articulação viária exigem restrição da ocupação. Nessas zonas foram identificados 26 armazéns (32%);
- Zonas de grandes equipamentos (ZEs) são as regiões ocupadas ou destinadas a usos de especial relevância na estrutura urbana, como áreas industriais, áreas destinadas às Estações de transporte público e outros equipamentos, nas quais é vedado o uso residencial. Nessas zonas foram identificados 24 armazéns (29%);

⁶ Os intervalos foram definidos considerando uma distribuição normal a partir do número de estabelecimentos comerciais considerando todos os bairros de Belo Horizonte. O bairro que possui maior número de estabelecimentos é o Centro com 20.121 pontos comerciais.

- Zonas de adensamento preferencial (ZAPs) são as regiões passíveis de adensamento, em decorrência de condições favoráveis de infraestrutura e de topografia. Nessas zonas foram identificados 25 armazéns (30%);
- Zonas adensadas (ZAs) são as regiões em que o adensamento deve ser contido, por apresentarem alta densidade demográfica e intensa utilização da infraestrutura urbana, resultando, sobretudo, problemas de fluidez do tráfego, principalmente nos corredores viários. Nessas zonas foram identificados 6 armazéns (7%);
- A Zona central de Belo Horizonte – ZCBH é a área interna ao perímetro da Avenida do Contorno, via que delimita o núcleo da cidade, com exceção do Hipercentro e Bairro Floresta. Nessa zona foi identificado 1 armazém (1%).

Observa-se que 61% dos armazéns identificados estão localizados em zonas de grandes equipamentos (ZEs) e de adensamento restrito (ZARs). Desta forma, conclui-se que a localização predominante dos armazéns nestes dois tipos de áreas é coerente com o porte que uma construção precisa ter para abrigar este tipo de instalação logística (Figura 4.14).

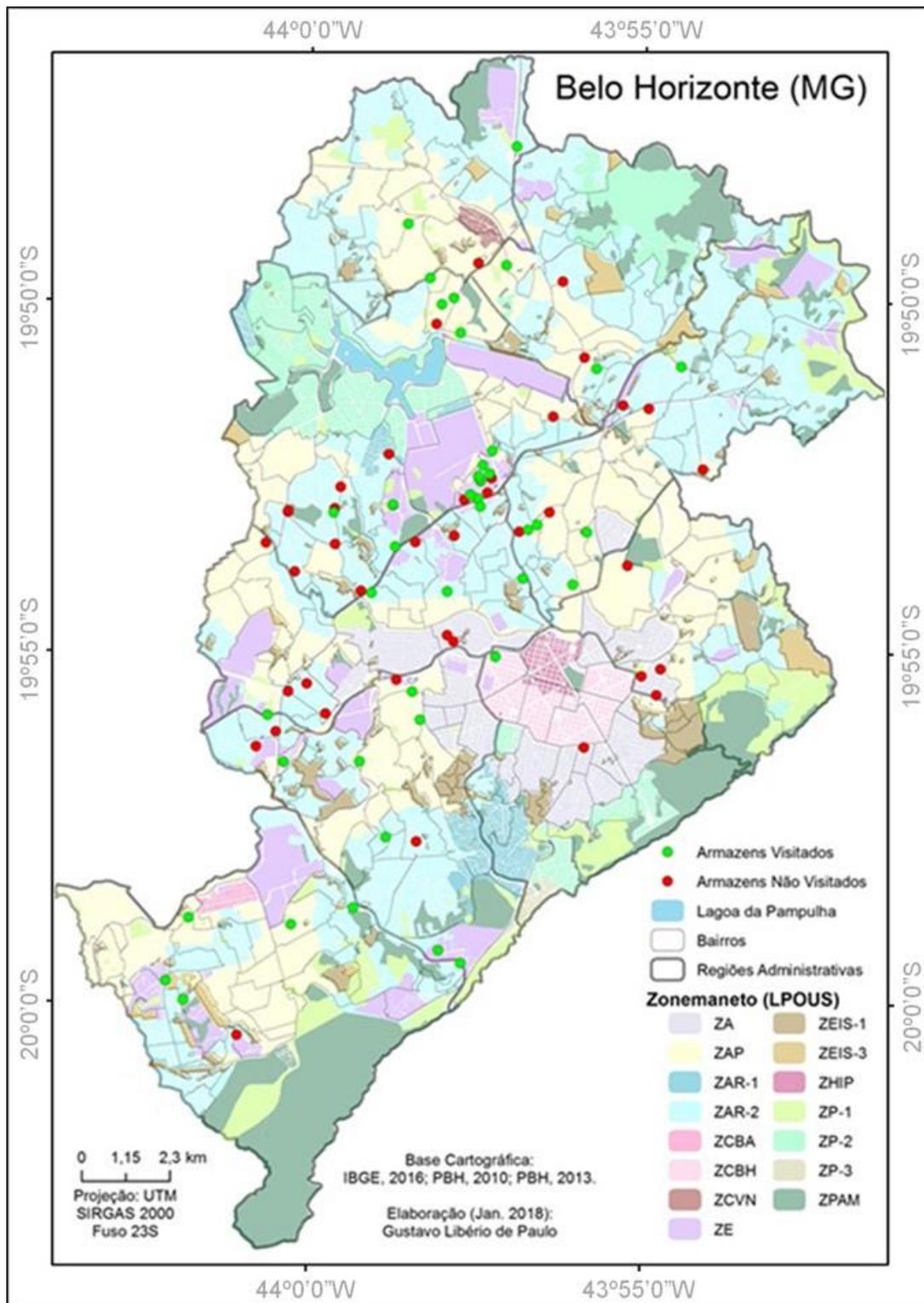


Figura 4.14: Zoneamento de Belo Horizonte segundo lei de parcelamento, ocupação e uso do solo de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2017c) e a localização dos armazéns para distribuição urbana.

4.3 Geração de viagens de carga

O tipo de veículo de carga que é mais utilizado – considerando tanto as atividades de carga quanto de descarga – é o caminhão pequeno (com até 6,5 metros de comprimento e 5 toneladas

de peso). São geradas (produzidas mais atraídas) por dia, em média, 4,2 viagens de veículos desse tipo. Na Tabela 4.15 estão listados o número médio de viagens de veículos de carga geradas por armazém por dia para cada tipo de veículo.

Tabela 4.15: Número médio de viagens de carga geradas por armazém por dia por tipo de veículo de carga.

Tipo de veículo de carga	Número médio de viagens de veículos de carga geradas por armazém por dia	Desvio Padrão
Caminhonetes (Pick-ups)	3,0	5,3
Camionetas (Vans e furgões)	3,3	4,6
Caminhões pequenos (até 6,5m e 5t)	4,2	4,2
Caminhões maiores (acima de 6,5m e 5t)	3,6	6,7
Carretas	1,0	2,8
Outros veículos	1,2	4,3

Considerando somente os veículos que tradicionalmente são utilizados como veículos de carga (caminhonetes, camionetas, caminhões e carretas) apenas 5 armazéns (12%) utilizam todos os veículos de carga: 52% não geram viagens de caminhonetes, e as camionetas são utilizadas por 64% das empresas pesquisadas, 86% das empresas geram viagens de caminhões pequenos e 93% caminhões maiores. 40% das instalações logísticas visitadas geram viagens de carretas e 21% geram viagens de outros veículos como carros de passeio e motocicletas. Em relação à existência de uma programação de dias e horários determinados para a entrada e saída desses veículos de carga, 57% dos armazéns pesquisados não realiza tal planejamento.

Nos armazéns pesquisados, a faixa de horário em que acontece mais entradas e saídas de veículos de carga é de 08h00 às 11h00 (fora pico manhã) – 48% das empresas informaram esse horário como o mais carregado para as entradas e, 40% para saídas (Tabela 4.16 e Tabela 4.17).

Tabela 4.16: Número de armazéns por faixa horária mais carregada em relação às entradas dos veículos de carga.

Horários acontecem mais entradas de veículos de carga	Número de armazéns	Percentual
De 06h00 as 08h00	6	14%
De 08h00 as 11h00	20	48%
De 11h00 as 14h00	7	17%
De 14h00 as 16h00	6	14%
De 16h00 as 19h00	3	7%
De 19h00 as 00h00	0	0%
De 00h00 as 06h00	0	0%
Total	42	100%

Tabela 4.17: Número de armazéns por faixa horária mais carregada em relação às saídas dos veículos de carga.

Horários acontecem mais saídas de veículos de carga	Número de armazéns	Percentual **
De 06h00 as 08h00	8	19%
De 08h00 as 11h00	17	40%
De 11h00 as 14h00	4	10%
De 14h00 as 16h00	9	21%
De 16h00 as 19h00	7	17%
De 19h00 as 00h00	3	7%
De 00h00 as 06h00	0	0%
Total	48*	-
<p>(*) O número foi superior ao número de armazéns porque era possível citar mais de uma faixa horária.</p> <p>(**) A soma dos percentuais é superior aos 100% porque era possível citar mais de uma faixa horária.</p>		

4.3.1 Modelo de geração de viagens de veículos de carga a partir dos armazéns localizados em Belo Horizonte

Após a tabulação e categorização dos dados e informações coletadas nos armazéns foi construída uma planilha com 72 variáveis (Apêndice B). A variável dependente escolhida para o modelo de geração de viagens de carga foi a que representa “o número viagens de veículos de carga geradas em cada um dos armazéns” (NV). Esse número foi definido pela soma do número viagens por tipo de veículo de carga geradas em cada um dos armazéns. Portanto, para o cálculo da matriz de correlação de *Pearson* entre todas as variáveis, as variáveis que representam “o número viagens por tipo de veículo de carga geradas em cada um dos armazéns” e as definidas por essas foram eliminadas (12 variáveis). Além disso, a variável “faixa do número viagens de veículos de carga geradas em cada um dos armazéns” foi eliminada por ser definida pela variável dependente. Dessa forma, foi calculada a matriz de correlação de *Pearson* entre 59 variáveis, sendo 1 variável dependente e 58 independentes (Apêndice C).

A Tabela 4.18 mostra a matriz de correlação de *Pearson* considerando somente a variável dependente e as variáveis independentes que apresentaram módulo do coeficiente de correlação com a variável dependente maior ou igual a 0,5.

Tabela 4.18: Matriz dos coeficientes de correlação de *Pearson* entre as variáveis dependente e independentes mantidas para determinação do modelo de geração de viagens de carga.

Matriz de Correlação de <i>Pearson</i>		Variável Dependente	Variáveis independentes										
		Número viagens veículos carga geradas por dia pelo armazém	Número funcionários	Área armazenagem	Faixa área armazenagem	Área construída	Faixa número funcionários	Faixa vagas estacionamento interno	Faixa área construída	Bem atendido pelo transporte público	Área carga e descarga	Número docas	
Variável dependente	Número viagens veículos carga geradas por dia pelo armazém	1,00											
Variáveis independentes	Número funcionários	0,71	1,00										
	Área armazenagem	0,66	0,42	1,00									
	Faixa área armazenagem	0,65	0,47	0,84	1,00								
	Área construída	0,64	0,44	0,95	0,83	1,00							
	Faixa número funcionários	0,64	0,83	0,46	0,50	0,51	1,00						
	Faixa vagas estacionamento interno	0,59	0,53	0,55	0,60	0,61	0,46	1,00					
	Faixa área construída	0,58	0,46	0,67	0,85	0,71	0,51	0,70	1,00				
	Bem atendido pelo transporte público	-0,56	-0,58	-0,24	-0,38	-0,33	-0,44	-0,47	-0,30	1,00			
	Área carga e descarga	0,53	0,19	0,79	0,57	0,72	0,32	0,41	0,47	-0,02	1,00		
	Número docas	0,51	0,32	0,84	0,73	0,81	0,38	0,46	0,56	-0,23	0,42	1,00	

No entanto, algumas dessas variáveis representam a mesma informação de formas diferentes, portanto definiu-se pela eliminação das variáveis que representavam a faixa de magnitude de variáveis que foram mantidas. Dessa forma, foram eliminadas as seguintes variáveis independentes da determinação do modelo:

- Faixa área armazenagem (FAARM);
- Faixa número funcionários (FFUNC);
- Faixa área construída (FACONS).

Também, foi definida a eliminação da variável independente “Bem atendido pelo transporte público” (TPCOK), pelo seu grau de subjetividade, pois essa variável exprimia a opinião do respondente em relação ao local do armazém ser ou não bem atendido pelo transporte público coletivo (0 - Não; 1- Sim). Por fim, definiu-se pela eliminação das variáveis: “Faixa vagas estacionamento interno” (FEI), “Área carga e descarga” (ACD), e “Número docas” (DOCAS), pois essas são áreas e equipamentos que, geralmente têm suas dimensões e quantitativos definidos pelo número de viagens de carga geradas pelo armazém, portanto não devem ser utilizadas como variáveis independentes.

Sendo assim, as três variáveis independentes que foram consideradas para a determinação do modelo de geração de viagens de carga a partir dos armazéns localizados em Belo Horizonte são:

- **Número funcionários (FUNC):** Número de funcionários que trabalham no armazém;
- **Área armazenagem (AARM):** Medida em m² da área de armazenagem das mercadorias no armazém;
- **Área construída (ACONST):** Medida em m² da área total de construção do armazém;

Os coeficientes de correlação de *Pearson* destacados em cinza na Tabela 4.18 são das variáveis que apresentaram colinearidade entre si. Conforme estabelecido na seção 3.6, as variáveis foram combinadas de todas as formas possíveis para produzir diversas equações para determinação do modelo de geração de viagens de carga, essas combinações foram elaboradas evitando que aquelas variáveis independentes que apresentam colinearidade entre si estejam no mesmo modelo. A Tabela 4.19 apresenta, para cada combinação de variáveis, o valor do intercepto e dos coeficientes de cada variável independente que compõe o modelo.

Tabela 4.19: Modelos de geração de viagens de veículos de carga utilizando modelo linear generalizado.

Modelo	Variável dependente	Variável independente	Valor do intercepto	Valor do coeficiente	teste-z: Intercepto	teste-z: Variável independente	AIC
mlg1	Número de viagens de veículos de carga geradas por dia pelo armazém	Número de funcionários	2,4087	0,005496	48,20	16,23	460,55
mlg2		Área total armazenagem (m ²)	2,5500	0,000086	56,51	14,86	494,31
mlg3		Área total construída (m ²)	2,5570	0,000028	56,66	14,51	497,25
mlg4		Número de funcionários	2,3210	0,004382	43,90	11,21	397,31
		Área total armazenagem (m ²)		0,000058		8,84	
mlg5		Número de funcionários	2,3230	0,004526	43,75	11,40	400,01
		Área total construída (m ²)		0,000018		8,46	

Na Tabela 4.19 observa-se que todas as equações foram consideradas válidas pelo teste-z (módulo > 1,96). A equação apontada como mais apropriada para representar o modelo de geração de viagens de carga a partir dos armazéns localizados em Belo Horizonte, considerando o valor de AIC (menor valor), é a equação do modelo “mlg4” (destacada em cinza na Tabela

4.19), que relacionou o “Número de viagens de veículos de carga geradas por dia pelo armazém” (NV) com as duas variáveis independentes: “Número de funcionários” (FUNC) e “Área total armazenagem em m² (AARM)”, obtendo a equação (1):

$$NV = e^{(2,3210 + 0,004382 \times FUNC + 0,000058 \times AARM)}$$

Equação 1

A Figura 4.15 mostra os gráficos gerados pelo *software* R para a equação do modelo de geração de viagens de carga “mlg4”.

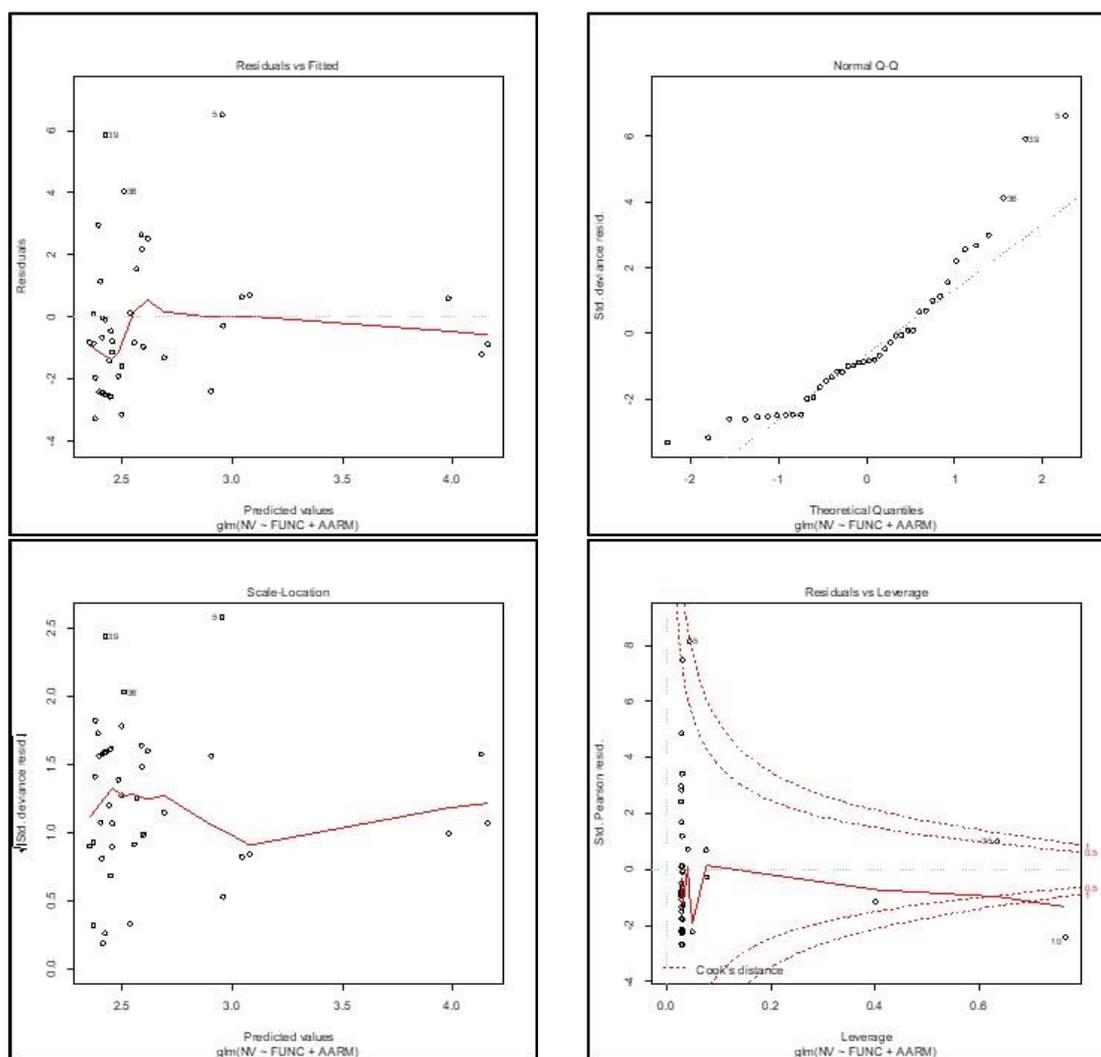


Figura 4.15: Gráficos fornecidos pelo *software* R para a equação do modelo de geração de viagens de carga “mlg4”.

Os gráficos “*Residuals vs Fitted*” e “*Scale-Location*” indicam que os resíduos relativos à equação do modelo “mlg4” apresentam padrão próximo ao de uma linha horizontal e distribuição dos resíduos em torno de zero (entre -4 e 6). O gráfico “*Normal Q-Q*” aponta que os resíduos são normalmente distribuídos. O gráfico “*Residuals vs Leverage*” mostra que o ponto de número 10 da amostra é influente na determinação da linha de regressão e não segue

o padrão dos demais. Portanto, a equação do modelo “mlg4” apresenta um bom ajuste, porém para melhorá-la, o ponto de número 10 deve ser excluído da amostra. Após a exclusão desse ponto, a equação do modelo “mlg4a” apresenta valor de AIC de 385,68, portanto essa nova equação (do modelo “mlg4a”) é melhor ajustada se comparada com a anterior (modelo “mlg4”). Considerando os resultados fornecidos pelo *software* R, apresenta-se a equação 1a e os gráficos de resíduos para o modelo de geração de viagens de carga “mlg4a” (Figura 4.16):

$$NV = e^{(2,272 + 0,00592 \times FUNC + 0,00004771 \times AARM)} \quad \text{Equação 1a}$$

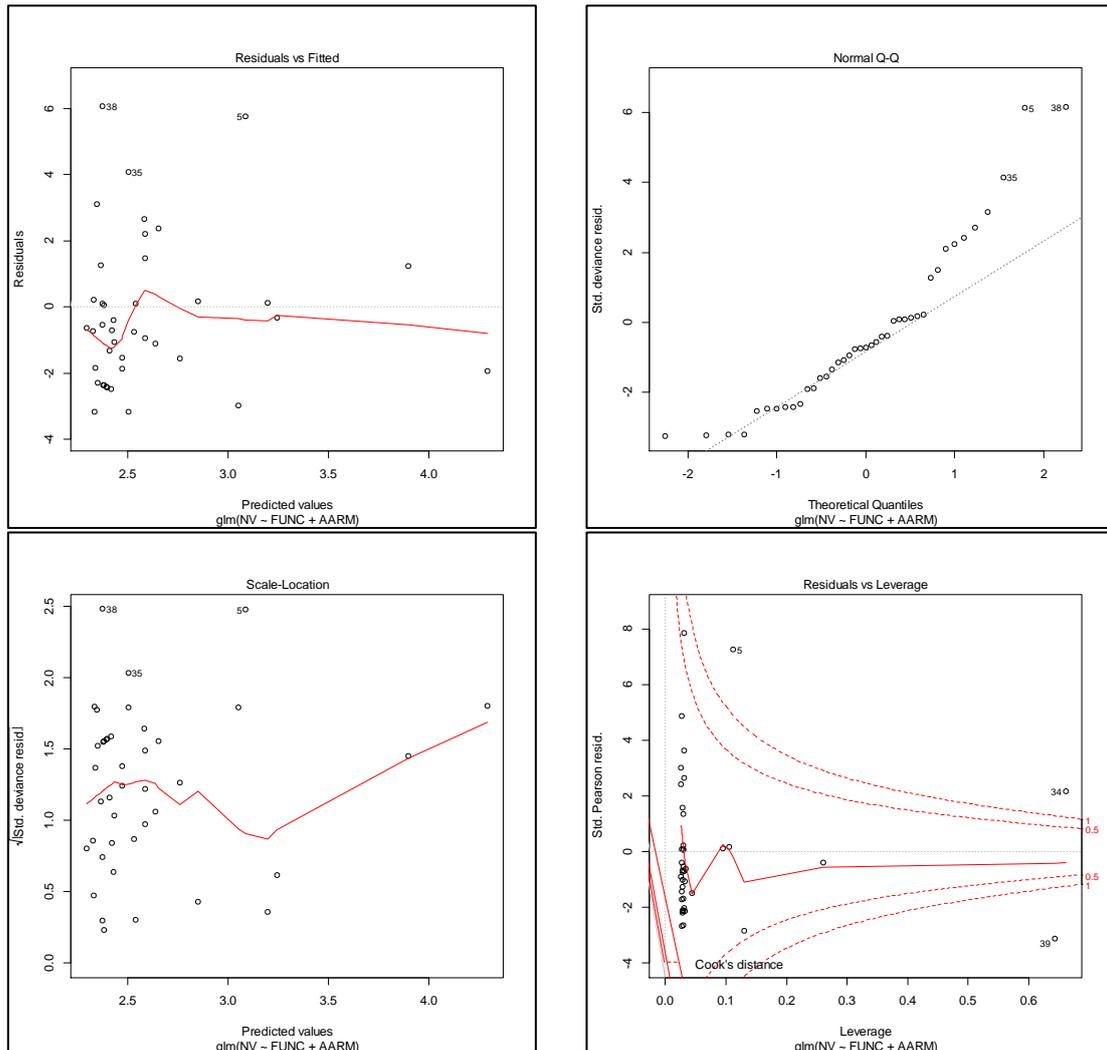


Figura 4.16: Gráficos fornecidos pelo *software* R para a equação do modelo de geração de viagens de carga “mlg4a”.

Os gráficos “*Residuals vs Fitted*” também indicam que os resíduos relativos à equação do modelo “mlg4a” apresentam padrão próximo ao de uma linha horizontal e distribuição dos resíduos em torno de zero (entre -4 e 6). Porém, o gráfico “*Scale-Location*” apresentou um padrão menos linear e horizontal se comparado com o mesmo gráfico da equação “mlg4”. O gráfico “*Normal Q-Q*” aponta que os resíduos são normalmente distribuídos. O gráfico

“Residuals vs Leverage” mostra que 3 pontos da amostra são influentes na determinação da linha de regressão e não seguem o padrão dos demais. Portanto, a equação do modelo “mlg4a” apresenta um bom ajuste, porém para melhorá-la, esses 3 pontos devem ser excluídos da amostra. Após a realização desse mesmo processo por mais 3 vezes e após a exclusão de 6 pontos no total da matriz original (5, 7, 9, 10, 35 e 40), a equação “mlg4d” apresenta valor de AIC de 307,66, portanto essa nova equação (do modelo “mlg4d”) é melhor ajustada se comparada com os anteriores (modelos “mlg4” e “mlg4a”). Considerando os resultados fornecidos pelo *software* R, apresenta-se a equação 1d e os gráficos de resíduos para o modelo de geração de viagens de carga “mlg4d” (Figura 4.17).

$$NV = e^{(1,9851301 + 0,0062226 \times FUNC + 0,0003778 \times AARM)}$$

Equação 1d

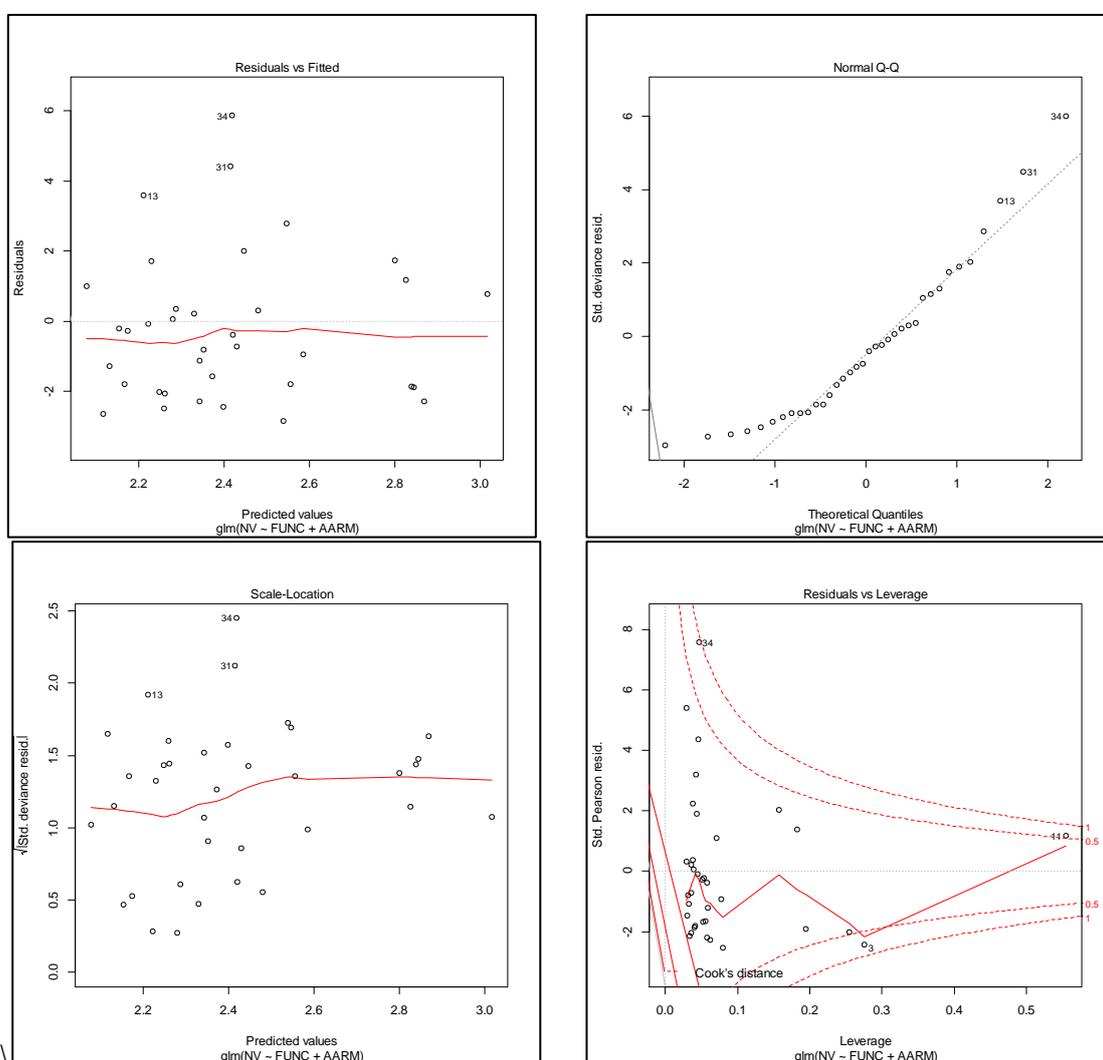


Figura 4.17: Gráficos fornecidos pelo *software* R para a equação do modelo de geração de viagens de carga “mlg4d”.

Todos os quatro gráficos da Figura 4.17 mostram o melhor ajuste desse modelo de geração de viagens de carga (“mlg4d”) se comparados com os modelos “mlg4” e “mlg4a”: as linhas dos gráficos “*Residuals vs Fitted*” e “*Scale-Location*” são bem mais próximas da horizontal e distribuição dos resíduos está mais próxima de zero (entre -2 e 6). O gráfico “Normal Q-Q” aponta que os resíduos são normalmente distribuídos. O gráfico “*Residuals vs Leverage*” não mostra pontos influentes na determinação da linha de regressão que não seguem o padrão dos demais.

Os pontos excluídos da amostra para a determinação da equação “mlg4d” representam as informações de 6 dos 7 armazéns que possuem as maiores áreas construídas. Todas as instalações logísticas com mais de 20.000 m² de área construída (4) tiveram suas informações excluídas da amostra, indicando que o modelo proposto não se ajustou bem para essa faixa de área. Portanto, o modelo “mlg4d” é adequado para a determinação da geração de viagens de carga para armazéns até 10.000 m², tendo em vista que não se visitou nenhum armazém com área construída entre 10.000 e 20.000 m² e todos os armazéns visitados com área construída acima de 20.000 m² tiveram suas informações eliminadas.

Os gráficos das demais equações dos modelos de geração de viagens de carga (“mlg1”, “mlg2”, “mlg3”, “mlg5”, “mlg4b”, “mlg4c”) podem ser visualizados no Apêndice C.

4.4 Discussão dos Resultados

A partir da análise dos resultados desse estudo, conclui-se que a maioria das instalações logísticas para entrega urbana de Belo Horizonte se enquadra no tipo armazém tradicional, portanto são instalações logísticas de provisionamento de mercadorias e suas principais atividades incluem o recebimento de produtos, o armazenamento propriamente dito, a seleção e o envio de pedidos (HARTSHORN; LAMM, 2012). São, em sua maioria, instalações de pequeno porte com: área construída ≤ 2.000 m², área de armazenagem ≤ 1.000 m², área de carga e descarga ≤ 500 m² e até 50 funcionários. Atuam como unidades autônomas (HESSE, 2004) dentro da cadeia de abastecimento, logo não fazem parte de redes varejistas ou atacadistas e nem operam no interior de fábricas ou indústrias (SKINTZI *et al.*, 2008). Utilizam a estratégia do tipo *push*, ou sejam, as chegadas e saídas de mercadorias são realizadas através de cargas volumosas e eventuais. O controle das mercadorias armazenadas é manual, com mínima automação (BOWEN JUNIOR, 2008). As instalações são simples e desprovidas de equipamentos como docas e plataformas niveladoras. O sistema de distribuição urbana de

mercadorias é do tipo descentralizado e são frequentemente utilizados veículos de pequeno porte como camionetas e caminhões de até 5 toneladas (Allen *et al.*, 2000).

Os resultados apontam que a maioria dos armazéns de Belo Horizonte está localizada nos entroncamentos entre o Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo e os corredores de tráfego mais importantes como as avenidas Amazonas e Antônio Carlos. Esse resultado é coerente com o que a literatura indica sobre a localização das instalações logísticas (HESSE, 2002; WOUDSMA *et al.*, 2008, CIDELL, 2011; LEIGH; HOELZEL, 2012; ALLEN *et al.*, 2012; HESSE; RODRIGUE, 2004; BOWEN JUNIOR, 2008; DABLANC; ROSS, 2012; GIULIANO *et al.*, 2013). Os fatores que mais influenciam a atual localização dos armazéns de Belo Horizonte, segundo a percepção dos entrevistados: facilidade na distribuição e custos das instalações, também confirmam o que a literatura indica (LASSERRE, 2004 e RODRIGUE, 2006).

Para proteger as áreas adjacentes das instalações logísticas, as autoridades locais devem exigir certas normas de conformidade ambiental ou otimização de trânsito antes de fornecer a licença de construção para uma nova instalação logística (HESSE, 2004), impondo a internalização dos impactos negativos gerados por essas instalações de distribuição (GUY, 2002 *apud* HESSE, 2004; WAGNER, 2010). Apesar disso, apenas 10% das instalações logísticas visitadas passaram por licenciamento urbano e ambiental. Essa realidade gera repercussão negativa nas vizinhanças dos armazéns, pois as vias adjacentes passaram a funcionar como estacionamento de máquinas e veículos utilizados por essas instalações logísticas (CIDELL, 2011). Algumas dessas vias são estreitas e de mão dupla, o que agrava ainda mais os impactos negativos nas vizinhanças dessas instalações logísticas, pois o estacionamento de veículos de grande porte e as manobras que são realizadas por esses veículos geram congestionamento pontuais e ruídos. Portanto, conclui-se que é importante que políticas públicas sejam direcionadas para solução desses problemas e que se passe a licenciar esses empreendimentos, com intuito de controlar as microlocalizações dos armazéns, evitando locais inadequados, e de submeter a adoção de projetos com internalização dos seus impactos negativos.

O horário de pico para entradas e saída dos veículos de carga nos armazéns (fora pico manhã) não coincide com o horário de pico do tráfego diferentemente da pesquisa de Allen *et al.* (2000). Ao não operar prioritariamente no horário de pico, as atividades de distribuição não se somam ao problema do trânsito de forma tão incisiva. No entanto a semana com maior número de entregas (1ª semana do mês) coincide com a semana de maior volume de tráfego. Porém, esse

aumento no volume de tráfego na primeira semana é muito discreto. Segundo os dados de contagens volumétricas de veículos oriundos dos equipamentos de fiscalização eletrônica e disponibilizados pela BHTRANS, a primeira semana do mês apresenta volume de veículos apenas 1% maior em relação às demais semanas do mês.

Os armazéns estão localizados, prioritariamente, em áreas onde o adensamento populacional não é priorizado pela lei de uso e ocupação do solo de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2017c): zonas de adensamento restrito e de equipamentos especiais. Dessa forma, a maioria se localiza em bairros menos populosos (até 10.000 habitantes). Portanto, apesar dos gestores dos armazéns não perceberem a influência das políticas públicas na definição da localização dessas instalações logísticas, essas políticas atuam nessa definição.

A renda média domiciliar da maioria dos bairros que recebem os armazéns é baixa média e média (entre R\$1.485 e R\$ 4.681), e, observa-se uma preferência para instalação dessas empresas em bairros com renda média (entre R\$2.675 e R\$ 4.681). Nesses bairros o número de estabelecimento comerciais é maior se comparado com a média de estabelecimento comerciais de todos os bairros de Belo Horizonte. Já as entregas são realizadas, prioritariamente, em bairros adensados populacionalmente, com maior renda (alta média e alta - acima de R\$ 4.682) e com maior número de estabelecimentos comerciais, se comparados com aqueles que abrigam os armazéns. Tais fatos confirmam que o custo da terra (custo das instalações) tem maior impacto na localização dos armazéns se comparado com a proximidade com o mercado consumidor, partindo do pressuposto que bairros com maior renda média domiciliar apresentam maior custo da terra. Essa afirmativa deve ser confirmada por meio de pesquisa adicional. Porém, a proximidade com o mercado consumidor é considerada para a definição da localização dos armazéns.

As variáveis utilizadas na determinação do modelo de geração de viagens de carga a partir dos armazéns de Belo Horizonte: número viagens de veículos de carga geradas (variável dependente) e número de funcionários, área total armazenagem e área total construída (variáveis independentes) são geralmente as utilizadas em estudo desse tipo (IDING *et al.*, 2002 e ORTUZAR; WILLUMSEN, 2011) e apresentam bons resultados na determinação do volume de viagens geradas. A literatura indica que o modelo linear generalizado é mais recomendado que o linear tradicional para a modelagem de geração de viagens de carga (AL-SOBKY; RAMADAN, 2015; ZHUKOVSKAYA, 2007; BAUMER *et al.*, 2000).

Conforme recomendação da literatura e mesmo com toda dificuldade para o acesso às informações, foram coletados dados detalhados sobre o tipo de armazém, número de funcionários, área construída dentre outras variáveis para o desenvolvimento do modelo de geração de viagens de carga com melhor precisão (CHEU *et al.*, 2013; IDING *et al.*, 2002; KAWAMURA *et al.*, 2008). Comparando os resultados obtidos nesse estudo com a 9ª edição do manual de geração de viagens do ITE (ITE, 2016), observa-se que para 1.000 m² de área construída são geradas cerca de 13 viagens de carga (no presente estudo – “mlg3”) e 18 viagens de carga pelo manual americano.

No entanto, o modelo de geração de viagens proposto “mlg4d” não apresentou um bom ajuste para instalações logísticas com áreas construídas acima de 20.000 m² e como não foi visitado nenhum armazém com área construída entre 10.000 e 20.000 m², é recomendável que esse modelo (“mlg4d”) seja aplicado para a previsão de viagens de carga de instalações logísticas de até 10.000 m² de área construída.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como proposta central analisar a localização dos armazéns em Belo Horizonte e modelar a geração de viagens de carga a partir dessas instalações envolvidas na atividade de distribuição urbana de mercadorias. A aplicação da estrutura metodológica foi realizada em diversas etapas, sendo elas (i) concepção do questionário; (ii) definição das instalações logísticas a serem visitadas através da identificação dos armazéns localizados em Belo Horizonte e da definição da amostra; (iii) aplicação da pesquisa e tabulação dos dados; (iv) análise das características dos armazéns e da distribuição urbana: tipologia, morfologia, transporte dos funcionários e operações de carga e descarga nos armazéns; (v) análise da localização das instalações logísticas e dos fatores que influenciaram a atual localização dos armazéns; (vi) determinação do modelo de geração de viagens de carga a partir dos armazéns.

Foram identificados 82 armazéns localizados no município de Belo Horizonte e foram visitadas 42 dessas instalações logísticas com base em dois critérios: (i) disponibilidade para participação na pesquisa; e (ii) manutenção da mesma proporção de armazéns identificados por região administrativa de Belo Horizonte. Os dados coletados durante as visitas aos armazéns relativas às suas características e sobre a distribuição urbana de mercadorias foram analisados utilizando estatística descritiva. Para avaliação de quais fatores mais influenciaram a escolha da atual localização do armazém utilizou-se a escala *Likert*. Para análise da localização dos armazéns foram aplicadas ferramentas do *software* ArcGis. Por fim, para a modelagem da geração de viagens de carga empregou-se recursos do *software* R.

Os fatores que mais influenciam a atual localização dos armazéns, segundo a percepção dos respondentes, é a facilidade na distribuição e o custo da instalação (aquisição/aluguel). No entanto, a partir da análise espacial da localização das instalações logísticas para entrega urbana, observa-se que as políticas públicas e a proximidade com o mercado consumidor também são fatores relevantes.

Os armazéns de Belo Horizonte geram impactos em suas vizinhanças tornando necessária a aplicação de políticas para públicas de licenciamento urbano e ambiental que definam principalmente: o tamanho de sua área de estacionamento interno para abrigo dos veículos de transporte individual atraídos e o tamanho de sua área de carga e descarga, bem como o número de docas, para recepção dos diversos tipos de veículos de transporte de carga atraídos para essas instalações logísticas.

O horário em que se concentram as entradas e saídas de veículos de carga dos armazéns (fora pico manhã) indicam que as viagens de carga geradas pelos armazéns podem não produzir impacto significativo ao tráfego urbano de Belo Horizonte, mesmo considerando que a semana com maior volume de entregas coincide com a semana de maior volume de tráfego urbano, pois ainda se observa uma considerável diferença entre as condições do tráfego nos horários de pico (pior) e fora pico (melhor) e uma pequena diferença entre os volumes de tráfego nas semanas mais e menos carregadas.

Todavia, as conclusões desse estudo se limitam aos armazéns localizados no município de Belo Horizonte. Considerando que a cidade está inserida em uma região metropolitana com população duas vezes maior que a sua, é preciso que haja uma estratégia regional com uma maior coordenação entre as várias autoridades públicas metropolitanas. No entanto, a legislação brasileira define que gerenciamento do transporte, incluindo o de carga, seja realizado no âmbito municipal, dessa forma, o relacionamento institucional entre os municípios da RMBH, no que tange as questões relativas à mobilidade urbana, tem sido complexo. A dinâmica competitiva entre os municípios não tem permitido a definição de padrões e as autoridades públicas não têm trabalhado em conjunto para o desenvolvimento de estratégias de planejamento regional. A infraestrutura e as instalações que constituem as redes de transporte estão sendo construídas de forma municipalizada com objetivos e restrições próprias de cada município. Portanto, é necessário que essa realidade seja modificada para promover o desenvolvimento de uma política única, permitindo que o conjunto de tomada de decisão relacionada com a atividade de distribuição de mercadorias seja mais eficaz, proporcionando qualidade de vida aos cidadãos e desenvolvimento econômico para as cidades.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, J.; ANDERSON, S.; BROWNE, M.; JONES, P. *A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows - Report 2: Current goods and service operations in urban areas*. Londres: Transport Studies Group of University of Westminster, 2000. 137 p. Relatório. Disponível em: <https://goo.gl/kM1eSd>. Acessado em: 12.11.2017.
- ALLEN, J.; BROWNE, M.; CHERRETT, T. Investigating relationships between road freight transport, facility location, logistics management and urban form. *Journal of Transport Geography*, v. 24, p. 42-57, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.06.010>
- AL-SOBKY, A-S. A.; RAMADAN, I.M.I. A Generalized Piecewise Regression for Transportation Models. *International Journal of Computer Applications*, Vol. 129, No.17, p. 16-22. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5120/ijca2015907139>
- ALVARENGA, R.L. Universo da Logística. 2011. Disponível em: <https://goo.gl/Gq2V7E>. Acessado em 21.05.2017.
- ANDERSON, S.; ALLEN, J.; BROWNE, M. Urban logistics—how can it meet policy makers’ sustainability objectives? *Journal of Transport Geography*, v. 13, p. 71-81. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.11.002>
- ANDREOLI, D.; GOODCHILD, A.; VITASEK, K. The rise of mega distribution centers and the impact on logistical uncertainty. *Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research*, p. 75-88, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.3328/TL.2010.02.02.75-88>
- ASUNCION, J.; PAGE, S.; MURRAY, R.; KRUMDIECK, S. Analysis of the truck trip generation characteristics of supermarkets and convenience stores. *UC Research Repository*. 2012. Disponível em: <https://goo.gl/XGX65D>. Acessado em: 06.01.2018.
- BAILEY, T.C.; GATRELL, A.C. *Interactive Spatial Data Analysis*. Longman Scientific & Technical; J. Wiley, Harlow Essex, England. 1995.
- BALLOU, R.H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial*. Bookman Editora, 2009.
- BASSOK, A.; JOHNSON, C.; KITCHEN, M.; MASKIN, R.; OVERBY, K.; CARLSON, D.; GOODCHILD, A.; MCCORMACK, E.; WYGONIK, E. *Smart Growth and Urban Goods Movement*. National Cooperative Freight Research Program – NCFRP (TRB), Report 24, 95p. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.17226/22522>
- BAUMER, M.; HAUTZINGER, H; HEIDEMANN, D. Generalized linear models for analyses of kilometrage and accident data. *Traffic and Transportation Studies - Second International Conference (ICTTS)*. p. 58-65. 2000. DOI: [https://doi.org/10.1061/40503\(277\)9](https://doi.org/10.1061/40503(277)9)
- BEAGAN, D.; GRENZEBACK, L. *Freight Impacts on Ohio’s Roadway System*. Massachusetts: Cambridge, 2002. 368 p. Relatório. Disponível em: <https://goo.gl/iavbV7>. Acessado em 20.11.2017.

BELMONTE, L. Implications for building demand, design, and location. In: Margery al Chalabi (ed.). *Just-In-Time Real Estate: How Trends in Logistics Are Driving Industrial Development*, Washington, DC: Urban Land Institute, 2004, p. 55–80.

BELO HORIZONTE. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. BHTRANS. Portaria BHTRANS DPR N.º 138/2009. 2009. Disponível em: <https://goo.gl/hz3NUG>. Acessado em 07.05.2017.

BELO HORIZONTE. Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte. BHTRANS. Política Municipal de Mobilidade Urbana. Lei nº 10.134. 2011. Disponível em: <https://goo.gl/cS6BFS>. Acessado em 09.04.2017.

BELO HORIZONTE. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. BHTRANS. Portaria BHTRANS DPR N.º 077/2014. 2014. Disponível em: <https://goo.gl/WZdDD6>. Acessado em 07.05.2017.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Estatísticas e Indicadores. 2017a. Disponível em: <https://goo.gl/Z9wqfy>. Acessado em 09.04.2017

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Gestão Compartilhada. Estatísticas e Indicadores - Regional. 2017b. Disponível em: <https://goo.gl/JNvZux>. Acessado em 16.06.2017

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Planejamento Urbano. Mapas e Estatísticas. Zoneamento. 2017c. Disponível em: <https://goo.gl/LJDHCK>. Acessado em 09.04.2017.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Gestão Compartilhada. Mapas e Estatísticas. Censo 2010. População Residente e Densidade Demográfica por Bairro, Território de Gestão Compartilhada e Regional. 2017d. Disponível em: <https://goo.gl/3TWFjo>. Acessado em 10.11.2017.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Gestão Compartilhada. Estatísticas e Indicadores – Bairros Populares. 2017e. Disponível em: <https://goo.gl/JW3jHn>. Acessado em 10.11.2017.

BOWEN JUNIOR, J.T. Moving places: the geography of warehousing in the US. *Journal of Transport Geography*, v. 16, n. 6, p. 379-387, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.03.001>

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.; BOWERSOX, J. C. Gestão logística da cadeia de suprimentos. AMGH Editora, 2013.

BOZDOGAN, H. Model selection and Akaike's Information Criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*, v. 52, n. 3, p. 345-370. 1987. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02294361>

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. 2007.

BRASIL. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Lei n.º 12.587. 2012. Disponível em: <https://goo.gl/xJhZY8>. Acessado em 09.04.2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Departamento Nacional de Trânsito. 2016. Disponível em: <https://goo.gl/9wgkmk>. Acessado em 09.06.2017.

BRASIL. Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos. 2017. Disponível em: <https://goo.gl/Ejepe9>. Acessado em 07.05.2017.

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*, v. 39, p. 19-33. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.088>

CALAZANS, F. Centros de distribuição. *Gazeta Mercantil*. Agosto, 2001.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M.S. *Análise espacial de eventos*. Análise espacial de dados geográficos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. São José dos Campos, SP, Brasil. 2002. Disponível em: <https://goo.gl/URU19z>. Acessado em 14.01.18.

CARDOSO, L. *Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na região metropolitana de Belo Horizonte*. 2007. 218f. Tese. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <https://goo.gl/ZuSkku>. Acessado em: 09.04.2017.

CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M. *Efeitos da variação da tarifa e da renda da população sobre a demanda de transporte público coletivo urbano no Brasil*. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4237/transportes.v20i1.464>

CHAGAS, J. A. C. *Projeto e construção de câmaras frigoríficas*. Joinville: York Refrigeration, 2007. 14 p. Relatório. Disponível em: <https://goo.gl/7AF7u3>. Acessado em 03.06.2017.

CHERRETT, T.; ALLEN, J.; MCLEOD, F.; MAYNARD, S.; HICKFORD, A.; BROWNE, M. Understanding urban freight activity – key issues for freight planning. *Journal of Transport Geography*, v. 24, p. 22-32, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.05.008>

CHEU, R.L; HERNANDEZ, S.; MIRAMONTES, J.; COLMENERO, Y.; BALAL, E. *Warehouse Location and Freight Attraction in the Greater El Paso Region*. Center for Transportation Infrastructure Systems. The University of Texas at El Paso. 2013. Disponível em: <https://goo.gl/ggiPFk>. Acessado em 26.11.2017.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Supply chain management: strategy, planning and operation*. 2nd ed. Upper Saddle River: Pearson, 2004.

CHOW, J.Y.J; YANG, C.H.; REGAN, A.C. State-of-the art of freight forecast modeling: lessons learned and the road ahead. *Transportation*, vol. 37, p. 1011–1030. 2010. DOI <https://doi.org/10.1007/s11116-010-9281-1>

CHRISTOPHERSON, S.; BELZER, M. The next move: metropolitan regions and the transformation of the freight transport and distribution system. In: *Pindus, N., Wial, H., Wolman, H.* (Eds.), *Urban and Regional Policy and its Effects*, vol. 2. Brookings, Washington, DC, 2009. p. 194–222.

CHU, H-C. Empirical Method for Predicting Internal-External Truck Trips at a Major Port. *Journal of transportation engineering*, v. 137, n. 7 p. 496-509, 2011. DOI: <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29TE.1943-5436.0000233>

CIDELL, J. Concentration and decentralization: the new geography of freight distribution in US metropolitan areas. *Journal of Transport Geography*, v. 18, n. 3, p. 363–371, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.06.017>

CIDELL, J. Distribution Centers among the Rooftops: The Global Logistics Network Meets the Suburban Spatial Imaginary. *International Journal of Urban and Regional Research*, v. 35, n. 4, p. 832-851, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2427.2010.00973.x>

CORDEIRO, C.H.O.L. Estudo exploratório da relação entre o perfil de motociclistas que transitam em Belo Horizonte e a ocorrência de acidentes. Dissertação. UFMG, Belo Horizonte. 2017. Disponível em: <https://goo.gl/coZhHs>. Acessado em: 15.12.2017.

CORDEIRO, G.D; DEMÉTRIO, C.G.B. *Modelos Lineares Generalizados e Extensões*. Piracicaba. 2008. Disponível em: <https://goo.gl/4B3jmf>. Acessado em 02.01.2018.

CORREIA, V.A.; OLIVEIRA, L.K.; GUERRA, A.L. Economical and environmental analysis of an urban consolidation center for Belo Horizonte city (Brazil). *Procedia Social and Behavioral Sciences*, v. 39, p. 770-782, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.146>

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*, v. 2, n. 3, p. 6087-6096, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.021>

DABLANC, L.; ROSS, C. Atlanta: a mega logistics center in the Piedmont Atlantic Megaregion (PAM). *Journal of Transport Geography*, v. 24, p. 432-442, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.05.001>

DASKIN, M.S.; OWEN, S.H. Location Models in Transportation. In: R.W. Hall, (ed.). *Handbook of Transportation Science*. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1999. cap. 10, p. 311–360. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/0-306-48058-1_10

DIZIAIN, D.; GARDRAT, M.; ROUTHIER, J.L. Far from the Capitals: what are the relevant city logistics public policies? In: *13th World Conference on Transport Research, 2013, Rio de Janeiro*. Disponível em: <https://goo.gl/YXfhvd>. Acessado em: 16.01.2017.

DOBSON, A.J. *An introduction to generalized linear models*. New York: CRC Press. 2002.

DOUSTMOHAMMADI, E; SISIOPIKU, V.P.; ANDERSON, M.D.; DOUSTMOHAMMADI, M.; SULLIVAN, A. Comparison of Freight Demand Forecasting Models. *International Journal of Traffic and Transportation Engineering*, vol. 5, p. 19-26. 2016. DOI: [10.5923/j.ijtte.20160501.03](https://doi.org/10.5923/j.ijtte.20160501.03)

EATON, L.K. 1982. Warehouses and warehouse districts in mid-American cities. *Urban History Review*, v. 11, n. 1, p. 17–26, 1982. DOI: <http://dx.doi.org/10.7202/1019064ar>

- E-BIT. Relatório WebShoppers. 35ª edição. 2017. Avaliação 360° do e-commerce em 2016. Disponível em: <http://www.ebit.com.br/webshoppers>. Acessado em 21.04.2017.
- ERICKSON JUNIOR, T.F. Urban freight economics: A new rail paradigm for large lots. *Transportation Journal*, v. 40, n 3, p. 5-15, 2001.
- ETOILE DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO. BA 51 Condomínio Camaçari. 2017. Disponível em: <https://goo.gl/UPSjZr>. Acessado em 13.05.2017.
- FERNANDES, A.; CORREIA, J. Processo de Armazenagem e Distribuição Física de Produtos do Gênero Alimentício. In: *VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, 2012, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://goo.gl/KV98Xh>. Acessado em 22.05.2017.
- FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Equipamentos de movimentação. 2017. Disponível em: <https://goo.gl/eijv1Y>. Acessado em 21.05.2017.
- FLCWA. Freight and Logistics Council Western Australia. The Freight and Logistics Industry and Urban Planning - An Emerging Challenge. 2013. Disponível em: <https://goo.gl/deTkdM>. Acessado em 15.11.2017.
- GARRIDO, R.A. Insights on Freight and Commercial Vehicle Data Needs. In International Conference on Transport Survey Quality and Innovation, Kruger National Park, South Africa. 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/9781786359551-024>
- GIANNOCCARO, I.; PONTRANDOLFO, P.; SCOZZI, B. A fuzzy echelon approach for inventory management in supply chains. *European Journal of Operational Research*, v. 149, n. 1, p.185-196. 2003. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00441-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00441-1)
- GIULIANO, G.; O'BRIEN, T.; DABLANC, L.; HOLLIDAY, K. *Synthesis of Freight Research in Urban Transportation Planning*. National Cooperative Freight Research Program – NCFRP (TRB), REPORT 23, 90 p. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.17226/22573>
- GLASMEIER, A.; KIBLER, J. Power shift: the rising control of distributors and retailers in the supply chain for manufactured goods. *Urban Geography*, v. 17, n. 8, p. 740-757, 1996. DOI: <http://dx.doi.org/10.2747/0272-3638.17.8.740>
- GRUPO LOGÍSTICA. Conhecimentos da armazenagem. Estrutura porta pálete. 2012. Disponível em: <https://goo.gl/EHd1kd>. Acessado em 13.05.2017.
- GUY, S. Developing Interests: Environmental Innovation and the Social Organisation of the Property Business. In: S. Guy & J. Henneberry ed, *Development and Developers Perspectives on Property, Real Estate Issues Series*. Oxford/UK, Malden/MA: Blackwell Science, 2002. p. 247–266. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470757192>
- GUYON, O.; ABSI, N.; FEILLET, S.; GARAIX, T. A modeling approach for locating logistics platforms for fast parcels delivery in urban areas. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 39, p. 360-368. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.114>
- HARTSHORN, S.; LAMM, C. *Freight and Land Use Handbook*. Washington: Federal Highway Administration - U.S Department of Transportation, 2012. 138 p. Relatório. Disponível em: <https://goo.gl/qwqmnL>. Acessado em: 19.11.2017.

HEALEY, P. Transforming governance: Challenges of institutional adaptation and a new politics of space. *European Planning Studies*, v. 14, n. 3, p. 299-320. 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09654310500420792>

HESSE, M. Location matters. *Transportation Research at the University of California*. v. 21, p. 22–26. 2002. Disponível em: <https://goo.gl/qLynyo>. Acessado em: 15.11.2017.

HESSE, M. Land for logistics: Locational dynamics, real estate markets and political regulation of regional distribution complexes. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, v. 95, p. 162-173, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.0040-747X.2004.t01-1-00298.x>

HESSE, M. Global Chain, Local Pain: Regional Implications of Global Distribution Networks in the German North Rang. *Growth and Chang*, v. 37, n. 4, p. 570-596, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2257.2006.00341.x>

HESSE, M. *The City as a Terminal: The Urban Context of Logistics and Freight Transport*. Ashgate Publishing Company, Hampshire, England. 2008.

HESSE, M.; RODRIGUE, J.P. The transport geography of logistics and freight distribution. *Journal of Transport Geography*, v. 12, p. 171-184, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.12.004>

HOLGUÍN-VERAS, J.; JALLER, M.; SANCHEZ-DIAZ, I.; WOJTOWICZ, J.; CAMPBELL, S.; LEVINSON, H.; LAWSON, C.; POWERS, E.L.; TAVASSZY, L. Freight Trip Generation and Land Use. *National Cooperative Freight Research Program - NCFRP REPORT 19*. 2012a. DOI: <http://dx.doi.org/10.17226/22659>

HOLGUÍN-VERAS, J.; JALLER, M.; DESTRO, L.; BAN, X.; LAWSON, C.; LEVINSON, H.S. Freight generation, freight trip generation, and the perils of using constant trip rates. *Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2224, p. 68-81. 2012b. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/2224-09>

IBEAS, A; MOURA, J.L; NUZZOLO, A; COMI, A. Urban freight transport demand: transferability of survey results analysis and models. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 54, p. 1068-1079. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.822>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010. 2010a. Disponível em: <https://goo.gl/hWWKm4>. Acessado em 11.12.2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. 2010b. Disponível em: <https://goo.gl/KmNAsC>. Acessado em 23.04.2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Comissão Nacional de Classificação. Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE. 2014. Disponível em: <https://goo.gl/Kq6o6Z>. Acessado em 09.04.2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação. 2016. Disponível em: <https://goo.gl/STCQtS>. Acessado em 09.06.2017.

IDING, M.H.E.; MEESTER, W.J.; TAVASSZY, L.A. Freight trip generation by firms. In 42nd European Congress of the Regional Science Association. Dortmund. 2002. Disponível em: <https://goo.gl/S7pvkQ>. Acessado em 16.12.2017.

ITE. INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS. High-cube warehouse vehicle trip generation analysis. *Trip Generation, 10th Edition*. ITE Washington, DC. 2016. Disponível em: <https://goo.gl/5LYXoT>. Acessado em 22.12.2017.

IWLA. International Warehouse Logistics Association. *Supply Chain and Logistics Terms and Glossary*. 2014. Disponível em: <https://goo.gl/qocx8m>. Acessado em 21.11.2017.

JALLER, M.; WAN, X.; HOLGUÍN-VERAS, J. Large urban freight traffic generators: opportunities for city logistics initiatives. *The journal of transport and land use*, vol. 8 no. 1, p. 51– 67. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5198/jtlu.2015.406>

JANJEVIC, M.; NDIAYE, A.B. Development and Application of a Transferability Framework for Micro-Consolidation Schemes in Urban Freight Transport. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p. 284-296. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1474>

JONG, G.; GUNN, H.F.; WALKER, W. National and international freight transport models: an overview and ideas for further development. *Transport Reviews*, vol. 24, p.103-124. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/0144164032000080494>

KAWAMURA, K.; SHIN, H-S.; MCNEIL, S.; OGARD, L. Business and Site Specific Trip Generation Methodology for Truck Trips. MRUTC 05-03, University of Wisconsin-Madison, Madison. 2008. Disponível em: <https://goo.gl/eRNtRs>. Acessado em 15.12.2017.

KIM, B. Understanding Diagnostic Plots for Linear Regression Analysis. University of Virginia Library. 2015. Disponível em: <https://goo.gl/oYQWHT>. Acessado em 01.02.2018.

LASETER, T.M.; SHAPIRO, R.D. *eShip-4U*. Harvard Business School. 2003.

LASSERRE, F. Logistics and the Internet: transportation and location issues are crucial in the logistics chain. *Journal of Transport Geography*, v. 12, n. 1, p. 73-84, 2004. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(03\)00027-9](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(03)00027-9)

LAVASSANI, K.; MOVAHEDI, B.; KUMAR, V. Transition to B2B e-Marketplace Enabled Supply Chain: Readiness Assessment and Success Factors. In: *International Conference on Information Resources Management (CONF-IRM)*, 2008, Ontario. Disponível em: <https://goo.gl/K6t5Ta>. Acessado em 22.10.2017.

LEIGH, N.G.; HOELZEL, N.Z. Smart growth's blind side: Sustainable cities need productive urban industrial land. *Journal of the American Planning Association*, v. 78, n. 1, p. 87-103. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944363.2011.645274>

LINDHOLM, M. How local authority decision makers address freight transport in the urban area. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, v. 39, p. 134-145. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.096>

LINDSEY, C.; MAHMASSANI, H.S.; MULLARKEY, M.; NASH, T.; ROTHBERG, S. Industrial space demand and freight transportation activity: exploring the connection. *Journal of Transport Geography*, v. 37, p. 93-101, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.04.009>

LOGISMARKET. Plataforma elevatória de carga veicular. 2017. Disponível em: <https://goo.gl/Uq3MxA>. Acessado em 03.06.2017.

MAGALHÃES, D.J.A.V. Urban freight transport in a metropolitan context: The Belo Horizonte city case study. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, v. 2, p. 6072-6086. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.020>

MASON, S.J.; RIBERA, P.M.; KIRK, R.G.; FARRIS, J. Integrating the warehousing and transportation functions of the supply chain. *Transportation Research E*, v. 39, n. 2, p. 141-159, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(02\)00043-1](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(02)00043-1)

MCKINNON, A. The present and future land requirements of logistical activities. *Land Use Policy*, v. 26, p. S293-S301, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.08.014>

MELO, C. E. E. *Manual munte de projetos em pré-fabricados de concreto*. ed. Pini, 2004. 540p.

MOURA, R. A. *Manual de Logística: armazenagem e distribuição física*. ed. IMAN, 1997. 343p.

MUKAI, H.; DIAS, C. S.; SCHULER, D.; FEIBER, F. N.; FEIBER, S. D.; & DIAS, S. I. S. Logística Urbana: a proposta brasileira. In: *Anais: XII ANPUR - Encontro da associação de pós-graduação e pesquisa em planejamento urbano e regional*, 2007, Belém (Brasil). Disponível em: <https://goo.gl/4S1CVJ>. Acessado em: 13.02.2017

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R.W.M. Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society*, A, 135, p. 370–384. 1972. Disponível em: <https://goo.gl/C1qt8A>. Acessado em: 8.12.2017.

NOVAES, A. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. Elsevier Brasil, 2016.

NOVAK, D.C.; HODGDON, C.; GUO, F.; AULTMAN-HALL, L. Nationwide Freight Generation Models: A Spatial Regression Approach. *Networks and Spatial Economic*, vol. 11, p. 23–41. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11067-008-9079-2>

O'CONNOR, K. Global city regions and the location of logistics activity. *Journal of Transport Geography*, v. 18, n. 3, p. 354-362, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.06.015>

OECD – *Organization for Economic Cooperation and Development*. *Delivering the goods: 21st century challenges to urban goods transports*. Paris: OECD Publishing, 2003. 160 p. Disponível em: <https://goo.gl/5NjMXn>. Acessado em: 13.02.2017.

OGDEN, K. W. Truck Movement and Access in Urban Areas. *Journal of transportation engineering*, v. 117, n. 1 p. 71-90. 1991. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(1991\)117:1\(71\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(1991)117:1(71))

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. 158f.

Tese. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2007. Disponível em: <https://goo.gl/nW6DtL>. Acessado em: 27.03.2017.

OLIVEIRA, L.K.; DUTRA, N.G.S.; CORREIA, V.A.; PEREIRA NETO, W.A.; GUERRA, A.L. Adoption assessment by carriers and retailers to use an urban consolidation center - A case study in Brazil. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, v. 39, p. 783-795, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.147>

OLIVEIRA, L. K. Uma revisão sistemática da literatura científica em logística urbana no Brasil. In: *XXVII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte*. ANPET, 2013, Belém (Brasil).

OLIVEIRA, L. K.; SANTOS, O. R.; NÓBREGA, R. A. A.; OLIVEIRA, R. L. M.; DABLANC, L. Análise do espraiamento logístico: Um estudo para a região metropolitana de Belo Horizonte. *Transportes*, v. 25, n. 4, pp. 42-56, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14295/transportes.v25i4.1214>

ORTUZAR, J. D.; WILLUMSEN, L.G. Trip Generation Modelling. *Modelling Transport*, Fourth Edition, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119993308.ch4>

PATEC. Grupo de Empresas. 2017. Disponível em: <https://goo.gl/F3NVDE>. Acessado em 13.05.2017.

PELLEGRAM, A. Strategic land use planning for freight: the experience of the Port of London Authority, 1994-1999. *Transport Policy*, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(00\)00032-9](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(00)00032-9)

PONTA GROSSA. Prefeitura de Ponta Grossa. CAF garante armazenamento seguro para os medicamentos. 2010 Disponível em: <https://goo.gl/gb67cq>. Acessado em 13.05.2017.

PROVIDELO, J. K.; SANCHES, S. P. Roadway and traffic characteristics for bicycling. *Transportation*, v. 38, p. 765-777. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9353-x>

RAO, B. The Internet and the revolution in distribution: a cross-industry examination. *Technology in Society*, v. 21, n. 3, p. 287-306, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0160-791X\(99\)00018-4](https://doi.org/10.1016/S0160-791X(99)00018-4)

RESENDE, P. T. V.; SOUSA, P. R. Mobilidade urbana nas grandes cidades brasileiras: um estudo sobre os impactos do congestionamento. Caderno de ideias - CI0910, Fundação Dom Cabral, 2009. Disponível em: <https://goo.gl/EwvLj1>. Acessado em: 30.05.17.

REVISTA INTRA LOGÍSTICA. Niveladoras de docas. 2016. Disponível em: <https://goo.gl/8felA4>. Acessado em 03.06.2017.

RIGATTO, C.E.; VILLANOVA, G. R. Experiência de Implantação de Conceitos de Lean Manufacturing em um Almoxarifado Fabril. In: *XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, 2006, Fortaleza. Disponível em: <https://goo.gl/JLk6Pb>. Acessado em: 26.02.2017.

RODRIGUE, J.P. Transportation and the Geographical and Functional Integration of Global Production Networks. *Growth and Change*, v. 37, n. 4, p. 510-525, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2006.00338.x>

ROSS, C. *Megaregions, Planning for Global Competitiveness*. Island Press, Washington, DC, 2009. 307p.

RYAN, S. Property Values and Transportation Facilities: Finding the Transportation-Land Use Connection. *Journal of planning literature*, v. 13, n. 4, p. 412-427, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1177/08854129922092487>

SALET, W; THORNLEY, A; KREUKELS, A. *Metropolitan governance and spatial planning: comparative case studies of European city-regions*. Spon Press, New York, 2003. 411p.

SANCHEZ-DIAZ, I.; HOLGUÍN-VERAS, J.; WANG, X. An exploratory analysis of spatial effects on freight trip attraction. *Transportation*, vol. 43, p. 77-196. 2016. DOI <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9570-1>

SANTOS, O. R. *Influência da localização de instalações logísticas na região metropolitana de Belo Horizonte*. 2017. 171f. Dissertação. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://goo.gl/eEuVk9>. Acessado em: 18.04.2017.

SATHISAN, S. K.; SRINIVASAN, N. Evaluation of accessibility of urban transportation networks. *Transportation Research Record*, v. 1617, 78-83, 1998. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/1617-11>

SHIN, H-S.; KAWAMURA, K. Framework for a Disaggregate Truck Trip Generation Model Based on a Survey of Retail Businesses. In 46th Transportation Research Forum Annual Transportation Research Forum, Washington, D.C., March 6-8. 2005. Disponível em: <https://goo.gl/st16Jp>. Acessado em: 05.01.2018.

SKINTZI, G.; IOANNOU, G.; PRASTACOS, G. Investigating warehousing policies. *Int. J. Production Economics*, v. 112, p. 955-970, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.08.004>

SOUZA, C. D. R.; SILVA, S. D.; D'AGOSTO, M. A. Modelos de geração de viagem para polos geradores de viagens de cargas. *Revista Transportes*, v. 18, p. 46-57, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/transportes.v18i1.396>

STATHOPOULOS, A; VALERI, E; MARCUCCI, E. Stakeholder reactions to urban freight policy innovation. *Journal of Transport Geography*, v. 22, p. 34-45, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.11.017>

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T.; VAN DUIN, R. *City Logistics: Network modelling and intelligent transport systems*. Pergamon Press, Oxford. Elsevier, 2001.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T. Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p. 4-14, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1451>

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T. New opportunities and challenges for city logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 12, p. 5-13, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.004>

TRB. TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. *Regulating Weights, Lengths, and Widths of Commercial Motor Vehicles* (Special Report 267). Washington, D.C.: TRB, National Research Council. 2002. DOI: <https://doi.org/10.17226/10382>

UN-HABITAT - United Nations Human Settlements Programme. *Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements*. Routledge, New York, NY. 2013.

VASCONCELLOS, E. A. *Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas*. ed. Annablume, 2001. 218p.

WAGNER, T. Regional traffic impacts of logistics-related land use. *Transport Policy*, v. 17, p. 224-229, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.01.012>

WEISZFLOG, W. Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. São Paulo: Ed. Melhoramentos, 2015 Disponível em: <https://goo.gl/Qui58o> (Verbetes Silo) e <https://goo.gl/YTq1dR> (Verbetes Contêiner). Acessado em 07.05.2017.

WOLPERT, S.; REUTER, C. Status quo of city logistics in scientific literature systematic review. *Transportation Research Record*, n. 2269, p. 110-116, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/2269-13>

WOUDSMA, C.; JENSEN, J. F.; KANAROGLOU, P.; MAOH, H. Logistics land use and the city: A spatial-temporal modeling approach. *Transportation Research, Part E* 44, p. 277-297, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2007.07.006>

XING, Y; GRANT, D. B; MCKINNON, A.C; FERNIE, J. Physical distribution service quality in online retailing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 40, n. 5, p. 415-432, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600031011052859>

ZHUKOVSKAYA, C. Use of the generalized linear model in forecasting the air passengers' conveyances from EU countries. *Computer Modelling and New Technologies*, Vol.11, No.1, p. 62-72. 2007. Disponível em: <https://goo.gl/Moj44p>. Acessado em 20.12.2017

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

UF m G Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia		Pesquisa sobre movimentação de cargas em armazéns de Belo Horizonte		 TransLog City <small>Grupo de Pesquisa em Transportes e Logística Urbana</small>		
Identificação e localização do armazém						
CÓDIGO DO ARMAZÉM: (ID) _____						
A	Nome da Empresa:	_____				
B	Endereço com CEP:	_____				
C	Bairro / Região / Zoneamento:	_____				
D	Entrevistado: <i>(Não é obrigatório informar)</i>	_____				
E	Função: <i>(Não é obrigatório informar)</i>	_____				
	Telefone:	_____				
F	E-mail: <i>(Não é obrigatório informar)</i>	_____				
Tipologia e características do armazém						
TIPO DE ARMAZÉM: <input type="checkbox"/> Depósito <input type="checkbox"/> Câmara frigorífica <input type="checkbox"/> Silo						
01	Há quanto tempo o armazém encontra-se em operação neste local?	_____				
02	Quais dias da semana o armazém funciona?	<input type="checkbox"/> Dias Úteis	<input type="checkbox"/> Sábado	<input type="checkbox"/> Domingo		
03	Qual o horário de funcionamento?	_____				
04	Área total construída:	_____			m ²	
05	Área total armazenagem:	_____			m ²	
06	Pertence a alguma rede varejista ou atacadista?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	Qual?: _____		
07	Na distribuição urbana utiliza veículo diferente de caminhão?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	Qual?: _____		
08	Número de colaboradores/funcionários:	_____				
Morfologia do armazém						
09	Tipo de construção:	<input type="checkbox"/> Edificação Convencional	<input type="checkbox"/> Galpão	<input type="checkbox"/> Contêiner	<input type="checkbox"/> Pátio	<input type="checkbox"/> Outro: qual? _____
10	Estrutura de armazenagem:	<input type="checkbox"/> Horizontal	<input type="checkbox"/> Vertical	<input type="checkbox"/> Mista	<input type="checkbox"/> Outra: qual? _____	
11	Grau de unitização da carga manuseada: <i>(pode marcar mais de uma opção)</i>	<input type="checkbox"/> Embalagens	<input type="checkbox"/> Paletização	<input type="checkbox"/> Conteneurização <input type="checkbox"/> Outro: Qual? _____		
12	Realiza processo de consolidação e/ou separação da carga?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			
13	Grau de automatização:	<input type="checkbox"/> Totalmente automatizado	<input type="checkbox"/> Parcialmente automatizado	<input type="checkbox"/> Não automatizado		

Transporte dos funcionários do armazém

- 14 Como os funcionários/colaboradores acessam o armazém? (pode marcar mais de uma opção)
- | | | | |
|----------------------------|---|----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 1 | Transporte Público Coletivo: Ônibus, Metrô. | <input type="checkbox"/> 2 | Transporte Público Individual: Taxi ou Uber |
| <input type="checkbox"/> 3 | Transporte Individual Motorizado: Automóvel, Moto | <input type="checkbox"/> 4 | Transporte Individual não Motorizado: Bicicleta, a pé |
| <input type="checkbox"/> | Qual é o mais comum? | <input type="checkbox"/> | Outro: qual? _____ |
- 15 O armazém está localizado em uma área bem atendida pelo transporte público coletivo? Sim Não Desconheço
- 16 Há estacionamento para funcionários/colaboradores/visitantes/clientes? Sim Não
- 17 Se SIM. Quantas vagas internas para veículos e motos de funcionários/colaboradores/visitantes/clientes são disponibilizadas pelo armazém? Veículos Motos
- 18 Se NÃO. Onde os funcionários/colaboradores/visitantes/clientes estacionam? Na via Outro

Operações de carga e descarga no armazém

- 19 Existe área interna ao armazém destinada às operações de carga e descarga? Sim Não
- 20 Metragem dessa área: m² 21 Número de Docas:
- 22 A área existente atende de forma adequada às operações de carga e descarga? Sim Não
- 23 Existem vagas regulamentadas na via destinadas à carga/descarga do armazém Sim Não
- 24 Se SIM, em que locais? Em frente Na mesma rua No quarteirão
- 25 Se NÃO, onde as operações de carga e descarga são realizadas? Dentro da área do armazém Na via pública Outro: Lote, terreno, etc.
- 26 Os veículos de carga, que atendem ao armazém, costumam aguardar fora da área destinadas às operações de carga e descarga? Sim Não
- 27 Se SIM, por que? Vagas Insuficientes Não chegou no horário especificado Outro: Qual? _____
- 28 Qual o tempo médio das operações de carga e descarga, em minutos?

Distribuição urbana de mercadorias

- 29 Realiza entregas domiciliares? Sim Não
- 30 Média de entregas a clientes realizadas, dia: 31 Média de entregas a clientes realizadas, mês:
- 32 Semana do mês com maior número de entregas: 1ª Semana 2ª Semana 3ª Semana Última Semana
- 33 Quais principais destinos das entregas? (pode marcar mais de uma opção)
- | | | | | | |
|---|---|--|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Região da Pampulha | <input type="checkbox"/> Região de Venda Nova | <input type="checkbox"/> Região Centro-Sul | <input type="checkbox"/> Região Oeste | <input type="checkbox"/> Região do Barreiro | <input type="checkbox"/> Região Noroeste |
| <input type="checkbox"/> Região Norte | <input type="checkbox"/> Região Nordeste | <input type="checkbox"/> Região Leste | <input type="checkbox"/> Região Metropolitana | | |
- 34 Quais principais vias utilizadas para as entregas? (pode marcar mais de uma opção)
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Vias internas à Av. do Contorno | <input type="checkbox"/> Av. do Contorno e Av. dos Andradas |
| <input type="checkbox"/> Av. Afonso Pena | <input type="checkbox"/> Prudente de Moraes, Raja Gabaglia e Nossa Senhora do Carmo |
| <input type="checkbox"/> Padre Eustáquio, Pedro II e Abílio Machado | <input type="checkbox"/> Amazonas, Tereza Cristina e Via Expressa |
| <input type="checkbox"/> Cristiano Machado, Silviano Brandão e José Candido da Silveira | <input type="checkbox"/> Antônio Carlos, Pedro I e Carlos Luz |
| <input type="checkbox"/> Anel Rodoviário | <input type="checkbox"/> Vilarinho e Padre Pedro Pinto |
| <input type="checkbox"/> Outras: Quais? _____ | |
- 35 Principais mercadorias entregues: (pode marcar mais de uma opção)
- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Eletrodomésticos | <input type="checkbox"/> Alimentos e Bebidas para supermercados e afins | <input type="checkbox"/> Eletrônicos |
| <input type="checkbox"/> Equipamentos e suprimentos de informática | <input type="checkbox"/> Moda e acessórios | <input type="checkbox"/> Livros, CDs e DVDs |
| <input type="checkbox"/> Móveis | <input type="checkbox"/> Casa e Decoração | <input type="checkbox"/> Esporte e Lazer |
| <input type="checkbox"/> Brinquedos e Jogos | <input type="checkbox"/> Cosméticos, Perfumaria, cuidados pessoais e saúde | <input type="checkbox"/> Telefonia e Celulares |
| | <input type="checkbox"/> Alimentos e Bebidas para bares e restaurantes | <input type="checkbox"/> Outras: Quais? _____ |

Fatores que influenciaram a atual localização do armazém

Marque, de acordo com a escala, a relevância de cada fator na escolha da atual localização do armazém

- 36 Facilidade de acesso para mão de obra (Transporte público/Custo):
- Decisivamente importante Importante Indiferente Pouco importante Irrelevante
- 37 Facilidade de acesso à infraestrutura viária na chegada dos produtos:
- Decisivamente importante Importante Indiferente Pouco importante Irrelevante
- 38 Facilidade de acesso à infraestrutura viária para distribuição urbana de mercadorias:
- Decisivamente importante Importante Indiferente Pouco importante Irrelevante
- 39 Proximidade com o mercado consumidor:
- Decisivamente importante Importante Indiferente Pouco importante Irrelevante
- 40 Custo para aquisição/aluguel da instalação (Lote, área construída e benfeitorias necessárias):
- Decisivamente importante Importante Indiferente Pouco importante Irrelevante
- 41 Incentivos e restrições definidos pelas políticas urbanas (Ex. Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo e Restrição à circulação de veículos de carga):
- Decisivamente importante Importante Indiferente Pouco importante Irrelevante
- 42 Em uma palavra ou frase, qual o fator mais importante na determinação da atual localização:

Geração de viagens de veículos de carga a partir do armazém

- 43 Quais tipos de veículos são atraídos pelo armazém?
- 1 Caminhonetes (Pick-ups) 2 Camionetas (Vans e furgões) 3 Caminhões pequenos: até 6,5m e 5t
- 4 Caminhões maiores: + 6,5m e 5t 5 Carretas 6 Outro: qual? _____

- 44 Quantos veículos de carga, em média, acessam o armazém por dia da semana em meses normais e de pico?

Dia da Semana	Nº de veículos	Tipos de veículo
2ª		
3ª		
4ª		
5ª		
6ª		
Sab		
Dom		

- 45 Existe uma programação de dias e horários determinados para a entrada e saída desses veículos de carga?
- Sim Não
- 46 Em quais horários acontecem mais entradas de veículos de carga?
- De 06h00 as 08h00 De 08h00 as 11h00 De 11h00 as 14h00 De 14h00 as 16h00
- De 16h00 as 19h00 De 19h00 as 00h00 De 00h00 as 06h00
- 47 Em quais horários acontecem mais saídas de veículos de carga?
- De 06h00 as 08h00 De 08h00 as 11h00 De 11h00 as 14h00 De 14h00 as 16h00
- De 16h00 as 19h00 De 19h00 as 00h00 De 00h00 as 06h00

APÊNDICE B – BANCO DE DADOS

As informações coletadas durante as visitas aos armazéns através da aplicação do questionário apresentado no apêndice A são apresentadas neste apêndice B. Os nomes dos estabelecimentos foram omitidos para preservar o sigilo das informações disponibilizadas pelas empresas pesquisadas. Os dados não numéricos coletados foram categorizados e transformados em dados numéricos. A classificação proposta para possibilitar a categorização desses dados está apresentada após as tabelas, no final desse apêndice.

Cadastramento das informações sobre a localização dos armazéns				
ID	ADDRESS - CEP	BAIRRO	REGIAO	ZONEAMENTO
1	AVENIDA PRESIDENTE CARLOS LUZ, 670 - 31230010	CAICARAS	4	2
2	RUA ALENTEJO, 1345 - 31255110	SAO FRANCISCO	7	4
3	RUA CALDAS DA RAINHA, 1430 - 31255180	SAO FRANCISCO	7	4
4	ANEL RODOVIARIO CELSO MELLO AZEVEDO, 13900 - 30750002	JARDIM MONTANHES	4	2
5	RUA ROMUALDO CANÇADO NETTO, 198 - 30855420	CALIFORNIA	4	1
6	ANEL RODOVIARIO CELSO MELLO AZEVEDO, 3693 - 30622213	BONSUCESO	1	2
7	RUA SERRA DO ROLA MOCA, 315 - 30668271	CDI JATOBA	1	4
8	RUA AVEIRO, 98 - 31255060	SAO FRANCISCO	7	4
9	RUA HENRIQUETO CARDINALI, 280 - 30390082	OLHOS DAGUA	6	4
10	ANEL RODOVIARIO CELSO MELLO AZEVEDO, 500 - 30390085	OLHOS DAGUA	6	4
11	AVENIDA SENADOR LEVINDO COELHO, 830 - 30664006	CDI JATOBA	1	4
12	RUA NINA SANZI, 91 - 30411480	CALAFATE	6	1
13	AVENIDA TERESA CRISTINA, 6801 - 30550390	BETANIA	6	1
14	RUA SOMALIA, 98 - 31749040	CANAA	8	2
15	RUA DOUTOR ALVARO CAMARGOS, 2481 - 31565312	SANTA BRANCA	7	1
16	RUA ERICO VERISSIMO, 1495 - 31520395	SANTA MONICA	8	1
17	RUA SAO MIGUEL, 356 - 31710350	ITAPOA	7	1
18	PRACA NOSSA SENHORA APARECIDA, 80 - 3620260	MILIONARIOS	1	1
19	RUA UBARI, 11 - 30421210	NOVA SUICA	6	1
20	RUA ARTEMISIAS, 690 - 30570440	CINQUENTENARIO	6	2
21	RUA CALDAS DA RAINHA, 1101 - 31255180	SAO FRANCISCO	7	4
22	RUA MARIA JOSE ASSUNPCAO, 442 - 30532190	JARDINOPOLIS	6	4
23	RUA CALDAS DA RAINHA, 1889 - 31255180	SAO FRANCISCO	7	4
24	RUA ESTORIL, 1227 - 31255190	SAO FRANCISCO	7	4
25	RUA ALGARVE, 836 - 31255090	SAO FRANCISCO	7	4
26	RUA ALCOBAÇA, 256 - 31255210	SAO FRANCISCO	7	1
27	RUA TENENTE BRITO MELO, 93 - 30180070	BARRO PRETO	2	3
28	AVENIDA DOUTOR CRISTIANO GUIMARAES, 501 - 31744144	VILA CLORIS	5	1
29	RUA KLAUS VIANA, 64 - 31812160	MINASLANDIA	5	2
30	RUA CUBATAO, 780 - 31130630	RENASCENÇA	3	1
31	RUA SANTA LEOPOLDINA, 30 - 31870190	OURO MINAS	3	2
32	RUA SIMAO TAMM, 257 - 31130250	CACHOEIRINHA	3	2
33	RUA CARLOS TURNER, 374 - 31140520	SILVEIRA	3	1
34	RUA IGUASSU, 745 - 31110600	CONCORDIA	3	1
35	AVENIDA AFONSO VAZ DE MELO, 1936 - 30640070	BARREIRO	1	1
36	AVENIDA PRESIDENTE TANCREDO NEVES, 3269 - 31330430	CASTELO	7	2
37	RUA CONSELHEIRO PENA, 39 - 30710150	ITAPOA	7	2
38	RUA MONTESE, 887 - 31565150	SANTA BRANCA	7	1
39	RUA PROFESSOR JOSE VIEIRA DE MENDONÇA, 1121 - 31310260	ENGENHO NOGUEIRA	7	4
40	RUA PROFESSOR JOSE VIEIRA DE MENDONÇA, 11 - 31310260	ENGENHO NOGUEIRA	7	4
41	AVENIDA PRESIDENTE ANTONIO CARLOS, 1377 - 31235015	LAGOINHA	4	2
42	RUA PORTUGAL E CASTRO, 590 - 31250630	NOVA CACHOEIRINHA	4	4

Tipologia e características dos armazéns							
ID	Tipo de armazém	Tempo de operação no local (em anos)	Faixa de tempo de operação no local	Dias de funcionamento	Horário de funcionamento	Área total construída (m ²)	Faixa de área total construída
1	1	40	5	3	2	1072	3
2	2	1,5	2	1	1	750	2
3	2	26	5	2	2	1700	3
4	1	20	5	1	1	1400	3
5	2	3	2	1	2	4000	4
6	2	30	5	1	1	8500	5
7	2	21	5	1	2	22000	6
8	2	3	2	1	2	500	1
9	2	9	3	1	1	30000	6
10	2	30	5	1	1	6000	5
11	2	22	5	1	1	3760	4
12	2	11	4	1	1	560	2
13	2	15	4	2	1	840	2
14	2	0,5	1	1	1	360	1
15	2	6	3	1	1	420	1
16	2	16	4	1	1	300	1
17	2	1	1	1	1	1000	3
18	2	4	2	1	1	400	1
19	2	8	3	1	1	810	2
20	2	8	3	2	1	1536	3
21	2	6	3	1	1	2000	3
22	2	3	2	1	1	600	2
23	2	8	3	1	1	2000	3
24	2	31	5	1	2	500	1
25	2	3	2	1	1	2200	4
26	2	7	3	2	1	1350	3
27	2	20	5	2	1	900	2
28	2	5	2	1	1	2000	3
29	2	8	3	2	1	720	2
30	2	12	4	1	2	1000	3
31	2	11	4	1	1	470	1
32	2	7	3	1	2	2200	4
33	2	51	5	1	1	1100	3
34	2	4	2	1	1	540	2
35	2	4	2	1	1	58000	6
36	2	4	2	1	1	720	2
37	2	16	4	1	1	1200	3
38	2	8	3	2	1	1000	3
39	2	3	2	1	1	2700	4
40	2	18	4	2	2	50000	6
41	2	3	2	2	1	720	2
42	2	8	3	1	2	3650	4

Tipologia e características dos armazéns						
ID	Área total armazenagem (m ²)	Faixa área total armazenagem	Pertence à rede varejista ou atacadista	Utiliza veículo diferente de caminhão	Número de funcionários	Faixa número de funcionários
1	164	1	0	0	60	4
2	600	2	0	3	8	1
3	200	1	0	0	130	5
4	500	1	0	2	0	0
5	1200	3	0	0	128	5
6	1600	3	0	0	40	3
7	9000	5	0	2	25	3
8	100	1	0	2	9	1
9	3200	4	0	1	130	5
10	4000	4	0	2	360	6
11	1100	3	0	4	25	3
12	400	1	0	4	14	2
13	650	2	0	3	18	2
14	200	1	1	2	9	1
15	30	1	0	4	164	5
16	240	1	0	2	9	1
17	450	1	0	0	9	1
18	350	1	0	4	6	1
19	610	2	0	0	22	3
20	880	2	0	4	18	2
21	1500	3	0	0	40	3
22	400	1	0	2	18	2
23	1300	3	0	2	10	1
24	400	1	0	0	23	3
25	1800	3	1	3	29	3
26	400	1	0	4	50	3
27	600	2	0	2	12	2
28	650	2	1	5	40	3
29	450	1	0	0	12	2
30	270	1	1	5	80	4
31	220	1	0	1	16	2
32	800	2	0	3	18	2
33	550	2	1	5	29	3
34	100	1	0	0	38	3
35	20000	6	0	3	113	5
36	580	2	0	0	34	3
37	750	2	0	4	12	2
38	700	2	0	1	13	2
39	1000	2	0	0	9	1
40	15000	6	1	2	220	6
41	500	1	0	4	60	4
42	1570	3	0	2	40	3

Morfologia dos armazéns					
ID	Tipo de construção predominante	Estrutura de armazenagem	Tipo de unitização	Realiza consolidação ou separação	Grau de automatização
1	1	1	5	1	0
2	1	1	5	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	0	1	1
6	1	1	0	1	0
7	1	4	3	1	0
8	1	1	4	1	0
9	1	4	2	1	0
10	1	3	2	1	0
11	1	4	1	1	1
12	1	2	5	0	0
13	1	2	1	1	1
14	1	1	5	1	1
15	1	3	2	1	0
16	1	4	2	1	0
17	1	2	5	1	0
18	1	3	3	1	1
19	1	2	3	1	1
20	1	4	3	1	0
21	1	4	4	1	1
22	1	3	3	1	1
23	1	1	4	1	1
24	1	1	0	1	1
25	1	2	3	1	0
26	1	1	4	1	0
27	1	4	3	1	1
28	1	4	1	1	0
29	1	1	4	1	1
30	1	4	1	1	1
31	1	3	3	1	1
32	1	4	1	1	0
33	2	4	3	1	1
34	1	2	2	1	1
35	3	4	4	1	1
36	1	4	3	1	1
37	1	4	1	1	1
38	1	3	2	1	1
39	1	1	1	1	1
40	1	4	4	1	1
41	1	3	3	1	1
42	1	4	2	1	1

Transporte dos funcionários dos armazéns						
ID	Meios de transporte utilizados	Qual meio é o mais comum	Bem atendido pelo TPC	Estacionamento interno	Faixa numero vagas estacionamento interno	Local externo de estacionamento
1	2	1	1	1	2	1
2	1	1	1	0	0	0
3	3	1	1	1	3	0
4	2	1	1	1	4	1
5	3	1	0	1	4	1
6	2	1	1	1	4	1
7	2	1	1	1	4	1
8	4	2	1	1	2	1
9	3	2	0	1	5	1
10	3	4	0	1	5	1
11	5	2	1	1	3	1
12	2	2	1	1	1	1
13	3	4	1	1	2	1
14	2	1	0	1	1	1
15	3	2	1	1	1	0
16	3	3	1	0	0	1
17	2	2	1	1	2	1
18	2	2	1	0	0	1
19	2	1	1	1	2	1
20	3	2	1	0	0	3
21	2	1	1	0	0	1
22	3	1	1	1	3	1
23	2	2	1	0	0	1
24	3	1	1	0	0	1
25	3	2	1	0	0	1
26	2	1	1	0	0	1
27	2	2	1	0	0	1
28	3	2	1	0	0	1
29	5	3	1	0	0	0
30	3	1	1	0	0	1
31	3	3	1	0	0	1
32	3	1	1	1	2	1
33	2	1	1	1	3	0
34	3	2	1	0	0	0
35	3	3	1	1	5	2
36	3	2	0	1	2	2
37	2	2	1	0	0	1
38	4	2	1	1	2	0
39	2	2	1	1	3	0
40	3	2	0	1	5	0
41	3	2	1	1	1	1
42	3	2	1	1	1	0

Operações de carga e descarga nos armazéns						
ID	Área interna destinada à CD	Área de CD (m ²)	Faixa área interna destinada à CD	Numero de Docas	Faixa número de docas	Área destinada à CD adequada
1	1	250	3	0	0	1
2	1	110	2	0	0	1
3	1	250	3	0	0	1
4	1	500	4	0	0	2
5	1	2400	5	0	0	1
6	1	185	5	0	0	1
7	1	2500	5	12	2	1
8	1	300	3	0	0	1
9	1	600	4	0	0	1
10	1	250	3	0	0	1
11	1	380	3	4	1	1
12	0	0	0	0	0	0
13	1	150	2	0	0	1
14	1	50	1	0	0	2
15	1	120	2	0	0	1
16	1	90	2	0	0	2
17	1	200	2	0	0	1
18	0	0	0	0	0	0
19	1	50	1	2	1	2
20	1	300	3	0	0	1
21	1	200	2	0	0	1
22	1	100	2	0	0	2
23	1	20	1	1	1	1
24	1	50	1	1	1	2
25	1	200	2	0	0	2
26	1	250	3	0	0	2
27	1	20	1	0	0	2
28	1	800	4	0	0	1
29	1	200	2	2	1	2
30	1	550	4	0	0	1
31	1	16	1	0	0	1
32	1	150	2	1	1	1
33	1	100	2	0	0	1
34	1	12	1	0	0	2
35	1	10000	5	10	2	1
36	1	30	1	0	0	2
37	1	200	2	0	0	1
38	1	150	2	0	0	1
39	1	250	3	1	1	1
40	1	440	3	22	2	2
41	1	80	2	0	0	2
42	1	380	3	2	1	1

Operações de carga e descarga nos armazéns							
ID	Local das vagas regulamentadas na via destinadas à CD	Onde as operações de CD são realizadas	Motivos que os veículos de carga aguardam fora da área de CD	Tempo médio para carga (em minutos)	Faixa tempo médio para carga	Tempo médio para descarga (em minutos)	Faixa tempo médio para descarga
1	0	1	0	35	2	35	2
2	0	1	2	25	1	360	4
3	0	3	3	165	4	165	4
4	0	1	0	40	2	40	2
5	0	1	0	30	1	30	1
6	0	1	0	60	2	60	2
7	0	1	0	20	1	50	2
8	2	1	4	25	1	25	1
9	0	1	2	40	2	90	3
10	0	1	0	20	1	20	1
11	0	1	0	60	2	360	4
12	0	2	5	20	1	20	1
13	0	1	4	60	2	60	2
14	0	1	0	40	2	30	1
15	0	1	4	25	1	40	2
16	0	3	3	30	1	15	1
17	0	1	2	20	1	60	2
18	0	2	5	30	1	75	3
19	0	3	3	15	1	15	1
20	1	1	4	120	3	90	3
21	0	1	2	25	1	30	1
22	0	3	0	60	2	60	2
23	0	3	3	50	2	50	2
24	0	3	2	120	3	40	2
25	1	3	0	12	1	120	3
26	0	1	0	20	1	20	1
27	1	3	3	90	3	30	1
28	0	1	0	70	3	70	3
29	0	1	2	40	2	120	3
30	2	1	2	90	3	90	3
31	0	3	0	15	1	15	1
32	0	1	4	40	2	360	4
33	1	3	1	15	1	300	4
34	0	3	3	45	2	180	4
35	0	1	0	120	3	120	3
36	0	3	3	10	1	120	3
37	0	1	0	30	1	300	4
38	0	3	1	25	1	25	1
39	0	1	4	40	2	40	2
40	0	1	0	60	2	120	3
41	0	3	2	45	2	20	1
42	0	1	4	20	1	30	1

Distribuição urbana de mercadorias									
ID	Realiza entregas domiciliares	Média entregas/dia	Faixa média entregas/dia	Média entregas/mês	Faixa média entregas/mês	Semana com mais entregas	Principais destinos de entrega	Principais vias utilizadas para entrega	Principais mercadorias entregues
1	1	10	1	300	2	1	1	1	1
2	0	40	3	880	3	4	2	1	1
3	1	60	3	1350	4	0	2	1	2
4	1	0	0	0	0	4	1	1	1
5	0	80	4	1760	4	4	0	1	2
6	1	40	3	880	3	0	0	1	6
7	0	30	2	660	3	2	0	1	2
8	1	50	3	1300	4	0	1	1	2
9	1	15	2	330	2	0	3	1	3
10	0	30	2	660	3	4	2	1	6
11	0	30	2	660	3	4	0	1	6
12	1	7	1	154	1	0	0	2	3
13	1	50	3	1300	4	0	1	2	1
14	0	40	3	880	3	1	3	1	7
15	1	70	4	1540	4	5	3	1	2
16	0	50	3	1100	4	0	0	1	6
17	1	25	2	550	2	0	0	1	6
18	0	10	1	220	1	1	6	1	1
19	1	45	3	990	3	1	4	2	3
20	0	25	2	650	3	5	0	1	3
21	1	75	4	1650	4	6	0	1	3
22	0	40	3	880	3	0	4	1	1
23	0	9	1	198	1	0	3	1	2
24	1	70	4	1540	4	0	4	1	2
25	0	10	1	220	1	6	0	1	8
26	1	40	3	880	3	0	0	1	6
27	1	20	2	520	2	5	0	1	3
28	0	45	3	990	3	5	6	2	1
29	1	35	3	770	3	0	4	1	2
30	0	60	3	1320	4	7	5	1	1
31	0	6	1	132	1	1	0	1	5
32	0	200	5	4400	5	4	0	1	4
33	1	15	2	330	2	1	4	1	3
34	0	20	2	440	2	8	4	1	5
35	0	40	3	960	3	0	3	1	8
36	0	220	5	4840	5	1	3	1	4
37	1	18	2	396	2	0	0	1	6
38	1	25	2	650	3	0	6	1	6
39	0	30	2	660	3	1	0	1	3
40	1	120	5	3120	5	1	4	1	6
41	0	56	3	1390	4	0	5	1	1
42	0	50	3	1100	4	4	4	1	4

Fatores que influenciaram a atual localização dos armazéns							
ID	Facilidade de acesso para mão de obra	Facilidade na chegada dos produtos	Facilidade na distribuição	Proximidade com o mercado consumidor	Custo aquisição / aluguel	Políticas urbanas	Qual o fator mais importante na determinação da atual localização
1	-	-	-	-	-	-	4
2	4	4	4	4	2	4	1
3	4	4	4	4	4	4	5
4	4	5	5	4	3	1	1
5	2	4	4	4	4	4	1
6	2	5	4	1	3	3	1
7	4	4	4	2	5	4	3
8	2	5	5	4	3	5	1
9	2	4	4	2	5	1	2
10	3	4	4	4	5	3	2
11	4	4	4	4	5	3	2
12	5	5	5	4	5	3	3
13	3	4	4	4	5	1	2
14	1	4	5	5	4	1	3
15	3	3	5	3	4	3	3
16	4	4	4	4	5	3	5
17	3	4	4	3	2	3	5
18	3	1	3	3	5	1	5
19	3	4	5	4	5	4	3
20	3	5	5	3	4	1	1
21	1	4	4	1	4	1	1
22	5	5	5	5	5	3	5
23	4	5	5	4	5	3	1
24	3	5	5	4	4	4	1
25	4	5	5	3	4	4	1
26	4	4	4	4	3	4	1
27	3	4	5	5	3	2	4
28	4	4	4	5	4	4	4
29	4	4	5	4	4	4	3
30	4	4	4	5	4	3	4
31	3	3	3	3	5	4	2
32	4	3	5	4	4	3	1
33	3	4	4	2	5	1	2
34	4	4	4	5	4	1	4
35	1	1	1	1	1	1	5
36	1	4	3	1	5	4	2
37	1	1	1	1	5	1	2
38	2	3	4	4	5	1	2
39	2	5	5	4	3	1	1
40	3	5	5	3	4	4	1
41	1	3	5	5	3	1	4
42	3	5	5	3	4	5	1

Geração de viagens de carga a partir dos armazéns								
ID	Viagens de camionetes geradas pelo armazém	Faixa viagens de camionetes geradas pelo armazém	Viagens de camionetas geradas pelo armazém	Faixa viagens de camionetas geradas pelo armazém	Viagens de caminhões até 5t geradas pelo armazém	Faixa viagens de caminhões até 5t geradas pelo armazém	Viagens de caminhões acima de 5t geradas pelo armazém	Faixa viagens de caminhões acima de 5t geradas pelo armazém
1	0	0	0	0	8	2	1	1
2	0	0	1	1	3	1	0	0
3	4	1	1	1	3	1	1	1
4	0	0	0	0	7	2	1	1
5	15	2	0	0	15	2	20	2
6	0	0	0	0	5	1	5	1
7	4	1	4	1	4	1	3	1
8	0	0	4	1	6	2	1	1
9	6	2	8	2	4	1	4	1
10	20	2	10	2	2	1	1	1
11	0	0	0	0	5	1	1	1
12	2	1	2	1	3	1	1	1
13	0	0	0	0	5	1	1	1
14	0	0	0	0	1	1	1	1
15	16	2	6	2	2	1	0	0
16	2	1	1	1	1	1	1	1
17	20	2	0	0	0	0	2	1
18	2	1	2	1	3	1	1	1
19	0	0	6	2	1	1	1	1
20	3	1	1	1	3	1	0	0
21	8	2	13	2	2	1	1	1
22	0	0	2	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1
24	0	0	0	0	7	2	3	1
25	0	0	5	1	3	1	2	1
26	0	0	0	0	7	2	10	2
27	0	0	9	2	1	1	1	1
28	0	0	0	0	11	2	1	1
29	6	2	1	1	6	2	2	1
30	0	0	0	0	0	0	10	2
31	1	1	1	1	0	0	0	0
32	0	0	3	1	0	0	1	1
33	3	1	2	1	1	1	0	0
34	0	0	2	1	0	0	0	0
35	0	0	0	0	8	2	35	2
36	0	0	20	2	4	1	5	1
37	3	1	0	0	0	0	1	1
38	2	1	3	1	3	1	2	1
39	5	1	4	1	5	1	2	1
40	5	1	10	2	10	2	20	2
41	0	0	0	0	20	2	4	1
42	0	0	15	2	5	1	2	1

Geração de viagens de carga a partir dos armazéns									
ID	Viagens de carretas geradas pelo armazém	Faixa viagens de carretas geradas pelo armazém	Viagens de Outros veículos geradas pelo armazém	Faixa viagens de outros veículos geradas pelo armazém	Número de viagens de veículos de carga geradas pelo armazém	Faixa número de viagens de veículos de carga gerados pelo armazém	Programação para veículos de carga	Horários que mais acontecem entradas	Horários que mais acontecem saídas
1	1	1	0	0	10	2	0	0	0
2	0	0	0	0	4	1	1	1	1
3	0	0	0	0	9	2	1	1	2
4	0	0	0	0	8	2	0	7	7
5	4	1	0	0	54	5	1	7	12
6	0	0	0	0	10	2	0	7	7
7	3	1	0	0	18	3	1	8	4
8	0	0	0	0	11	3	1	2	5
9	3	1	0	0	25	4	1	0	4
10	0	0	20	2	53	5	1	2	4
11	1	1	0	0	7	2	0	4	2
12	0	0	1	1	9	2	0	4	4
13	1	1	0	0	7	2	0	2	2
14	0	0	0	0	2	1	0	5	2
15	0	0	0	0	24	4	1	2	5
16	0	0	0	0	5	1	0	5	3
17	0	0	0	0	22	4	0	0	0
18	0	0	0	0	8	2	0	2	3
19	0	0	0	0	8	2	0	9	8
20	0	0	2	1	9	2	0	2	2
21	0	0	0	0	24	4	0	8	2
22	0	0	0	0	4	1	1	10	10
23	0	0	0	0	4	1	0	2	2
24	0	0	0	0	10	2	0	3	10
25	0	0	0	0	10	2	1	2	4
26	2	1	0	0	19	3	0	0	0
27	0	0	0	0	11	3	0	0	1
28	1	1	0	0	13	3	1	3	7
29	0	0	0	0	15	3	0	2	8
30	0	0	0	0	10	2	1	4	7
31	0	0	2	1	4	1	0	0	0
32	0	0	0	0	4	1	1	2	6
33	0	0	0	0	6	2	0	3	5
34	0	0	1	1	3	1	1	5	1
35	15	2	0	0	58	5	1	2	11
36	0	0	0	0	29	4	1	2	5
37	0	0	0	0	4	1	0	0	5
38	0	0	1	1	11	3	0	0	0
39	0	0	20	2	36	4	0	4	4
40	10	2	2	1	57	5	1	7	5
41	0	0	0	0	24	4	0	3	2
42	0	0	0	0	22	4	1	2	6

Classificação proposta para a categorização dos dados não numéricos

Região

- 1: Barreiro
- 2: Centro-Sul
- 3: Nordeste
- 4: Noroeste
- 5: Norte
- 6: Oeste
- 7: Pampulha
- 8: Venda Nova

ZONEAMENTO

- 1: ZAP – Zona de adensamento preferencial
- 2: ZAR-2 - Zona de adensamento restrito 2
- 3: ZCBH – Zona Central de Belo Horizonte
- 4: ZE - Zonas de grandes equipamentos

Tipo de armazém

- 1: Câmara Frigorífica
- 2: Depósito

Faixa de tempo de operação no local em anos

- 1: Até 1 ano
- 2: Entre 1 e 5 anos
- 3: Entre 6 e 10 anos
- 4: Entre 10 e 20 anos
- 5: Acima de 20 anos

Dias de funcionamento

- 1: Dias úteis
- 2: Segunda a Sábado
- 3: Todos os dias

Horário de funcionamento

- 1: Comercial
- 2: Alongado

Faixa de área total construída

- 1: Até 500 m²
- 2: Entre 501 e 1000m²
- 3: Entre 1001 e 2000m²
- 4: Entre 2001 e 5000m²
- 5: Entre 5001 e 10000m²
- 6: Acima de 20.000 m²

Pertence à rede varejista ou atacadista

- 0: Não
- 1: Sim

Faixa área total armazenagem

- 1: Até 500 m²
- 2: Entre 501 e 1000m²
- 3: Entre 1001 e 2000m²
- 4: Entre 2001 e 5000m²
- 5: Entre 5001 e 10000m²
- 6: Acima de 10.000 m²

Utiliza veículo diferente de caminhão

- 0: Não
- 1: Só caminhonetes
- 2: Caminhonetes e Camionetas
- 3: Caminhonetes, Camionetas e outros
- 4: Só Camionetas
- 5: Camionetas e Carros Particulares e/ou Motos

Faixa número de funcionários

- 0: Número de funcionários não informado
- 1: Até 10 funcionários
- 2: De 11 a 20 funcionários
- 3: De 20 a 50 funcionários
- 4: De 50 a 100 funcionários
- 5: De 100 a 200 funcionários
- 6: Acima de 200 funcionários

Tipo de construção predominante

- 1: Galpão
- 2: Edificação Convencional
- 3: Galpão / Pátio

Estrutura de armazenagem

- 1: Horizontal
- 2: Vertical
- 3: Mista (predomina horizontal)
- 4: Mista (predomina vertical)

Tipo de unitização

- 0: Carga fracionada
- 1: Paletização
- 2: Embalagens
- 3: Embalagens / Paletização
- 4: Vários tipos (Paletização / Embalagens e outros)
- 5: Outros (Sacaria, Bobinas, Cilindros e amarrações)

Realiza consolidação ou separação

- 0: Não
- 1: Sim

Grau de automatização

- 0: Não Automatizado
- 1: Parcialmente Automatizado

Meios de transporte utilizados

- 1: TPC
- 2: TPC e TIM
- 3: TPC, TIM e outros
- 4: TIM
- 5: Outras combinações

Qual meio é o mais comum

- 1: TPC
- 2: TIM
- 3: TINM
- 4: Outras respostas

Bem atendido pelo TPC

- 0: Não
- 1: Sim

Estacionamento interno

- 0: Não
- 1: Sim

Faixa número vagas estacionamento interno

- 0: Não tem estacionamento interno
- 1: Até 5 vagas
- 2: Entre 6 e 10 vagas
- 3: Entre 11 e 20 vagas
- 4: De 21 a 49 vagas
- 5: Mais de 50 vagas

Local externo de estacionamento

- 0: Todos estacionam no interior do armazém
- 1: Na via
- 2: Na via e outro
- 3: Estacionamento pago particular

Área interna destinada à CD

- 0: Não
- 1: Sim

Faixa área interna destinada à CD

- 0: Não possui área interna de CD
- 1: Até 50 m²
- 2: Entre 51 e 200 m²
- 3: Entre 201 e 500 m²
- 4: Entre 501 e 999 m²
- 5: Acima de 1000 m²

Faixa número de docas

- 0: Não possui docas
- 1: Até 5 docas
- 2: Acima de 5 docas

Área destinada à CD adequada

- 0: Não possui área interna de CD
- 1: Sim
- 2: Não

Local das vagas regulamentadas na via destinadas à CD

- 0: Não possui vagas regulamentadas para CD na via
- 1: Em frente

- 2: Na mesma via, mas não é utilizada

Onde as operações de CD são realizadas

- 1: Dentro do armazém
- 2: Na via pública
- 3: Ambos

Motivos que os veículos de carga aguardam fora da área de CD

- 0: Não aguardam fora da área de CD
- 1: A via pública é utilizada também como área de CD
- 2: Vagas de CD insuficientes para a demanda / Excesso de demanda
- 3: Alguns tipos de veículos não conseguem acessar a área de CD
- 4: Alguns transportadores não chegam no horário especificado
- 5: Não há área de CD

Faixa tempo médio para carga

- 1: Até 30 minutos
- 2: Entre 30 e 60 minutos
- 3: Entre 1 e 2 horas
- 4: Mais de 2 horas

Faixa tempo médio para descarga

- 1: Até 30 minutos
- 2: Entre 30 e 60 minutos
- 3: Entre 1 e 2 horas
- 4: Mais de 2 horas

Realiza entregas domiciliares

- 0: Não
- 1: Sim

Faixa média entregas/dia

- 0: Não informado
- 1: Até 10 entregas
- 2: De 11 a 30 entregas
- 3: De 31 a 60 entregas
- 4: De 61 a 100 entregas
- 5: Acima de 100 entregas

Faixa média entregas/mês

- 0: Não informado
- 1: Até 250 entregas
- 2: De 251 a 600 entregas
- 3: De 601 a 1000 entregas
- 4: De 1001 a 2000 entregas
- 5: Acima de 2000 entregas

Semana com mais entregas

- 0: Não há sazonalidade
- 1: 1ª Semana
- 2: 2ª Semana
- 3: 3ª Semana
- 4: Última Semana
- 5: 1ª e 2ª Semanas
- 6: 1ª e última semanas
- 7: 2ª e 3ª Semanas
- 8: 3ª e Última Semanas

Principais destinos de entrega

- 0: Todos
- 1: Região Centro-Sul
- 2: Região Metropolitana de Belo Horizonte
- 3: Região Centro-Sul e Região Metropolitana de Belo Horizonte
- 4: Região Centro-Sul, Região Metropolitana de Belo Horizonte e outras
- 5: Região Centro-Sul e outras (Sem Região Metropolitana de Belo Horizonte)
- 6: Região Metropolitana de Belo Horizonte e outras (Sem Região Centro-Sul)

Principais vias utilizadas para entrega

- 1: Anel Rodoviário e outras
- 2: Outras vias (Sem Anel Rodoviário)

Principais mercadorias entregues

- 1: Alimentos e Bebidas
- 2: Mercadorias Diversas
- 3: Livros, material gráfico e de escritório, papéis e descartáveis
- 4: Saúde e cuidados pessoais
- 5: Materiais de construção e produtos automotivos
- 6: Mercadorias Específicas

Escala Likert utilizada para os fatores: “Facilidade de acesso para mão de obra”, “Facilidade na chegada dos produtos”, “Facilidade na distribuição”, “Proximidade com o mercado consumidor”, “Custo aquisição / aluguel” e “Políticas urbanas”

- 1: Irrelevante
- 2: Pouco importante
- 3: Indiferente
- 4: Importante
- 5: Decisivamente importante

Qual o fator mais importante na determinação da atual localização

- 1: Proximidade com Anel Rodoviário
- 2: Custo
- 3: Facilidade de distribuição não relacionada com a proximidade com o Anel Rodoviário
- 4: Proximidade com o mercado consumidor
- 5: Outros fatores

Faixa viagens de caminhonetes geradas pelo armazém

- 0: Não geram caminhonetes
- 1: Geram até 5 caminhonetes
- 2: Geram mais de 5 caminhonetes

Faixa viagens de camionetas geradas pelo armazém

- 0: Não geram camionetas
- 1: Geram até 5 camionetas
- 2: Geram mais de 5 camionetas

Faixa viagens de caminhões até 5t geradas pelo armazém

- 0: Não geram caminhões até 5t
- 1: Geram até 5 caminhões até 5t
- 2: Geram mais de 5 caminhões até 5t

Faixa viagens de caminhões acima de 5t geradas pelo armazém

- 0: Não geram caminhões acima de 5t
- 1: Geram até 5 caminhões acima de 5t
- 2: Geram mais de 5 caminhões acima de 5t

Faixa viagens de carretas geradas pelo armazém

- 0: Não geram carretas
- 1: Geram até 5 carretas
- 2: Geram mais de 5 carretas

Faixa viagens de outros veículos (carros e motos) geradas pelo armazém

- 0: Não geram outros veículos (carros e motos)
- 1: Geram até 5 outros veículos (carros e motos)
- 2: Geram mais de 5 outros veículos (carros e motos)

Faixa número de viagens de veículos de carga geradas pelo armazém

- 1: Até 5 viagens de veículos de carga geradas
- 2: Entre 6 e 10 viagens de veículos de carga geradas
- 3: Entre 11 e 20 viagens de veículos de carga geradas
- 4: Entre 21 e 50 viagens de veículos de carga geradas
- 5: Acima de 50 viagens de veículos de carga geradas

Programação para veículos de carga

0: Não

1: Sim

Horários que mais acontecem entradas de veículos de carga

- 0: Não há um horário preferencial para as entradas
- 1: De 06h00 às 08h00
- 2: De 08h00 às 11h00
- 3: De 11h00 às 14h00
- 4: De 14h00 às 16h00
- 5: De 16h00 às 19h00
- 6: De 19h00 às 00h00
- 7: Toda a manhã (De 06h00 às 11h00)
- 8: Parte da manhã e horário de almoço (De 08h00 às 14h00)
- 9: Horário de almoço e parte da tarde (De 11h às 16h00)
- 10: Nos fora-picos manhã e tarde (De 08h00 às 11h00 e de 14h00 às 16h00)

Horários que mais acontecem saídas de veículos de carga

- 0: Não há um horário preferencial para as saídas
- 1: De 06h00 às 08h00
- 2: De 08h00 às 11h00
- 3: De 11h00 às 14h00
- 4: De 14h00 às 16h00
- 5: De 16h00 às 19h00
- 6: De 19h00 às 00h00
- 7: Toda a manhã (De 06h00 às 11h00)
- 8: Parte da manhã e horário de almoço (De 08h00 às 14h00)
- 9: Horário de almoço e parte da tarde (De 11h às 16h00)
- 10: Nos fora-picos manhã e tarde (De 08h00 às 11h00 e de 14h00 às 16h00)
- 11: Toda tarde e início da noite (De 14h00 às 19h00)
- 12: Vários

APÊNDICE C – ESTUDO ESTATÍSTICO PARA O MODELO DE GERAÇÃO DE VIAGENS DE CARGA

Nesse apêndice é apresentada a matriz de correlação resultante da análise estatística de 59 variáveis que representam os dados coletados nos armazéns visitados. Os valores destacados em cinza são os coeficientes de correlação em relação à variável “Número de viagens de veículos de carga geradas pelo armazém (NV)” com módulo $> 0,5$, portanto das variáveis independentes que foram escolhidas para a determinação do modelo de geração de viagens. Após a apresentação da matriz, são indicados o significado de cada abreviatura utilizada. São mostrados os comandos realizados no *software* R para determinação das equações propostas para o modelo de geração de viagens de carga e também as análises estatísticas feitas pelo *software*. Por fim, são apresentados os gráficos fornecidos pelo *software* R, não apresentados na seção 4.4.1, das equações dos modelos geração de viagens de carga.

Comandos realizados no software R para determinação das equações propostas para o modelo de geração de viagens de carga e análises estatísticas feitas pelo *software*

```
> matriz <- read.table("geracao11.csv",header=T,sep=" ",dec=".")
```

```
> matriz
```

```
  ID NV ACONST  AARM FUNC
1  1 10  1072  164  60
2  2  4   750  600   8
3  3  9  1700  200 130
4  4  8  1400  500   0
5  5 54  4000 1200 128
6  6 10  8500 1600  40
7  7 18 22000 9000  25
8  8 11   500  100   9
9  9 25 30000 3200 130
10 10 53  6000 4000 360
11 11  7  3760 1100  25
12 12  9   560  400  14
13 13  7   840  650  18
14 14  2   360  200   9
15 15 24   420   30 164
16 16  5   300  240   9
17 17 22  1000  450   9
18 18  8   400  350   6
19 19  8   810  610  22
20 20  9  1536  880  18
21 21 24  2000 1500  40
22 22  4   600  400  18
23 23  4  2000 1300  10
24 24 10   500  400  23
25 25 10  2200 1800  29
26 26 19  1350  400  50
27 27 11   900  600  12
28 28 13  2000  650  40
29 29 15   720  450  12
30 30 10  1000  270  80
31 31  4   470  220  16
32 32  4  2200  800  18
```

```
33 33 6 1100 550 29
34 34 3 540 100 38
35 35 58 58000 20000 113
36 36 29 720 580 34
37 37 4 1200 750 12
38 38 11 1000 700 13
39 39 36 2700 1000 9
40 40 57 50000 15000 220
41 41 24 720 500 60
42 42 22 3650 1570 40
```

```
> glm1=glm(NV~FUNC,matriz,family=poisson)
> glm2=glm(NV~AARM,matriz,family=poisson)
> glm3=glm(NV~ACONST,matriz,family=poisson)
> glm4=glm(NV~FUNC+AARM,matriz,family=poisson)
> glm5=glm(NV~FUNC+ACONST,matriz,family=poisson)
> summary(glm1)
```

Call:

```
glm(formula = NV ~ FUNC, family = poisson, data = matriz)
```

Deviance Residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-3.5081 -2.2025 -0.9455 1.0350 6.7040
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) 2.4087203 0.0499782 48.20 <2e-16 ***
FUNC 0.0054959 0.0003387 16.23 <2e-16 ***
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 471.95 on 41 degrees of freedom

Residual deviance: 276.51 on 40 degrees of freedom

AIC: 460.55

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```
> summary(glm2)
```

Call:

```
glm(formula = NV ~ AARM, family = poisson, data = matriz)
```

Deviance Residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-3.817 -2.060 -1.213 1.514 8.042
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) 2.550e+00 4.513e-02 56.51 <2e-16 ***
```

AARM 8.557e-05 5.760e-06 14.86 <2e-16 ***
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)
Null deviance: 471.95 on 41 degrees of freedom
Residual deviance: 310.28 on 40 degrees of freedom
AIC: 494.31

Number of Fisher Scoring iterations: 5

> summary(glm3)

Call:

glm(formula = NV ~ ACONST, family = poisson, data = matriz)

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.8143	-2.0773	-0.9959	0.7219	7.9731

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.557e+00	4.513e-02	56.66	<2e-16 ***
ACONST	2.758e-05	1.901e-06	14.51	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)
Null deviance: 471.95 on 41 degrees of freedom
Residual deviance: 313.22 on 40 degrees of freedom

AIC: 497.25

Number of Fisher Scoring iterations: 5

> summary(glm4)

Call:

glm(formula = NV ~ FUNC + AARM, family = poisson, data = matriz)

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.2752	-1.8279	-0.8144	0.6404	6.5030

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.321e+00	5.288e-02	43.898	<2e-16 ***
FUNC	4.382e-03	3.910e-04	11.206	<2e-16 ***
AARM	5.821e-05	6.584e-06	8.842	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)
Null deviance: 471.95 on 41 degrees of freedom
Residual deviance: 211.27 on 39 degrees of freedom

AIC: 397.31

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```
> summary(glm5)
```

```
Call:
```

```
glm(formula = NV ~ FUNC + ACONST, family = poisson, data = matriz)
```

Deviance Residuals:

```
   Min     1Q  Median     3Q      Max
-3.2690 -1.8190 -0.7632  0.4461  6.3872
```

Coefficients:

```
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) 2.323e+00  5.309e-02  43.753 <2e-16 ***
FUNC        4.526e-03  3.968e-04  11.404 <2e-16 ***
ACONST      1.785e-05  2.109e-06   8.462 <2e-16 ***
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)
```

```
Null deviance: 471.95 on 41 degrees of freedom
```

```
Residual deviance: 213.98 on 39 degrees of freedom
```

AIC: 400.01

```
Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

```
> matriz <- read.table("geracao12.csv",header=T,sep=" ",dec=".")
```

```
> matriz
```

```
  ID NV ACONST  AARM FUNC FEI  ACD DOCAS
1  1 10  1072  164  60  2  250  0
2  2  4   750  600   8  0  110  0
3  3  9  1700  200 130  3  250  0
4  4  8  1400  500   0  4  500  0
5  5 54  4000 1200 128  4 2400  0
6  6 10  8500 1600  40  4  185  0
7  7 18 22000 9000  25  4 2500 12
8  8 11   500  100   9  2  300  0
9  9 25 30000 3200 130  5  600  0
10 11  7  3760 1100  25  3  380  4
11 12  9   560  400  14  1   0  0
12 13  7   840  650  18  2  150  0
13 14  2   360  200   9  1   50  0
14 15 24   420  30 164  1  120  0
15 16  5   300  240   9  0   90  0
16 17 22  1000  450   9  2  200  0
17 18  8   400  350   6  0   0  0
18 19  8   810  610  22  2   50  2
19 20  9  1536  880  18  0  300  0
20 21 24  2000 1500  40  0  200  0
```

```

21 22 4 600 400 18 3 100 0
22 23 4 2000 1300 10 0 20 1
23 24 10 500 400 23 0 50 1
24 25 10 2200 1800 29 0 200 0
25 26 19 1350 400 50 0 250 0
26 27 11 900 600 12 0 20 0
27 28 13 2000 650 40 0 800 0
28 29 15 720 450 12 0 200 2
29 30 10 1000 270 80 0 550 0
30 31 4 470 220 16 0 16 0
31 32 4 2200 800 18 2 150 1
32 33 6 1100 550 29 3 100 0
33 34 3 540 100 38 0 12 0
34 35 58 58000 20000 113 5 10000 10
35 36 29 720 580 34 2 30 0
36 37 4 1200 750 12 0 200 0
37 38 11 1000 700 13 2 150 0
38 39 36 2700 1000 9 3 250 1
39 40 57 50000 15000 220 5 440 22
40 41 24 720 500 60 1 80 0
41 42 22 3650 1570 40 1 380 2

```

```
> glm4a=glm(NV~FUNC+AARM,matriz,family=poisson)
```

```
> summary(glm4a)
```

Call:

```
glm(formula = NV ~ FUNC + AARM, family = poisson, data = matriz)
```

Deviance Residuals:

```

    Min      1Q  Median      3Q     Max
-3.1755 -1.8713 -0.6949  0.2234  6.0524

```

Coefficients:

```

            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) 2.272e+00  5.720e-02  39.716 < 2e-16 ***
FUNC        5.920e-03  7.417e-04  7.982 1.44e-15 ***
AARM        4.771e-05  7.948e-06  6.003 1.94e-09 ***

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 417.90 on 40 degrees of freedom

Residual deviance: 205.46 on 38 degrees of freedom

AIC: 385.68

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```
> matriz <- read.table("geracao13.csv",header=T,sep=";",dec=".")
```

> matriz

```
ID NV ACONST AARM FUNC FEI ACD DOCAS
1 1 10 1072 164 60 2 250 0
2 2 4 750 600 8 0 110 0
3 3 9 1700 200 130 3 250 0
4 4 8 1400 500 0 4 500 0
5 6 10 8500 1600 40 4 185 0
6 7 18 22000 9000 25 4 2500 12
7 8 11 500 100 9 2 300 0
8 9 25 30000 3200 130 5 600 0
9 11 7 3760 1100 25 3 380 4
10 12 9 560 400 14 1 0 0
11 13 7 840 650 18 2 150 0
12 14 2 360 200 9 1 50 0
13 15 24 420 30 164 1 120 0
14 16 5 300 240 9 0 90 0
15 17 22 1000 450 9 2 200 0
16 18 8 400 350 6 0 0 0
17 19 8 810 610 22 2 50 2
18 20 9 1536 880 18 0 300 0
19 21 24 2000 1500 40 0 200 0
20 22 4 600 400 18 3 100 0
21 23 4 2000 1300 10 0 20 1
22 24 10 500 400 23 0 50 1
23 25 10 2200 1800 29 0 200 0
24 26 19 1350 400 50 0 250 0
25 27 11 900 600 12 0 20 0
26 28 13 2000 650 40 0 800 0
27 29 15 720 450 12 0 200 2
28 30 10 1000 270 80 0 550 0
29 31 4 470 220 16 0 16 0
30 32 4 2200 800 18 2 150 1
31 33 6 1100 550 29 3 100 0
32 34 3 540 100 38 0 12 0
33 36 29 720 580 34 2 30 0
34 37 4 1200 750 12 0 200 0
35 38 11 1000 700 13 2 150 0
36 39 36 2700 1000 9 3 250 1
37 41 24 720 500 60 1 80 0
38 42 22 3650 1570 40 1 380 2
```

```
> glm4b=glm(NV~FUNC+AARM,matriz,family=poisson)
```

```
> summary(glm4b)
```

Call:

```
glm(formula = NV ~ FUNC + AARM, family = poisson, data = matriz)
```

Deviance Residuals:

```
   Min     1Q  Median     3Q    Max
-3.0092 -1.6742 -0.6093  0.4090  6.2071
```

Coefficients:

```
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) 2.206e+00 7.091e-02 31.105 < 2e-16 ***
FUNC        5.363e-03 1.063e-03  5.047 4.5e-07 ***
AARM        8.153e-05 2.471e-05  3.299 0.000969 ***
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 195.59 on 37 degrees of freedom

Residual deviance: 163.58 on 35 degrees of freedom

AIC: 326.19

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```
> matriz <- read.table("geracao14.csv",header=T,sep="," ,dec=".")
```

```
> matriz
```

```
  ID NV ACONST AARM FUNC FEI ACD DOCAS
1  1 10 1072 164  60  2 250  0
2  2  4  750 600  8  0 110  0
3  3  9 1700 200 130  3 250  0
4  4  8 1400 500  0  4 500  0
5  6 10 8500 1600 40  4 185  0
6  8 11  500 100  9  2 300  0
7  9 25 30000 3200 130  5 600  0
8 11  7 3760 1100 25  3 380  4
9 12  9  560 400 14  1  0  0
10 13  7  840 650 18  2 150  0
11 14  2  360 200  9  1  50  0
12 15 24  420 30 164  1 120  0
13 16  5  300 240  9  0  90  0
14 17 22 1000 450  9  2 200  0
15 18  8  400 350  6  0  0  0
16 19  8  810 610 22  2  50  2
17 20  9 1536 880 18  0 300  0
18 21 24 2000 1500 40  0 200  0
19 22  4  600 400 18  3 100  0
```

```

20 23 4 2000 1300 10 0 20 1
21 24 10 500 400 23 0 50 1
22 25 10 2200 1800 29 0 200 0
23 26 19 1350 400 50 0 250 0
24 27 11 900 600 12 0 20 0
25 28 13 2000 650 40 0 800 0
26 29 15 720 450 12 0 200 2
27 30 10 1000 270 80 0 550 0
28 31 4 470 220 16 0 16 0
29 32 4 2200 800 18 2 150 1
30 33 6 1100 550 29 3 100 0
31 34 3 540 100 38 0 12 0
32 36 29 720 580 34 2 30 0
33 37 4 1200 750 12 0 200 0
34 38 11 1000 700 13 2 150 0
35 39 36 2700 1000 9 3 250 1
36 41 24 720 500 60 1 80 0
37 42 22 3650 1570 40 1 380 2

```

```
> glm4c=glm(NV~FUNC+AARM,matriz,family=poisson)
```

```
> summary(glm4c)
```

Call:

```
glm(formula = NV ~ FUNC + AARM, family = poisson, data = matriz)
```

Deviance Residuals:

```

      Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.8959 -1.6350 -0.6537  0.6198  5.9839

```

Coefficients:

```

            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) 2.142e+00  7.637e-02  28.042 < 2e-16 ***
FUNC         4.776e-03  1.123e-03   4.254 2.1e-05 ***
AARM         2.045e-04  6.259e-05   3.267 0.00109 **

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 192.99 on 36 degrees of freedom

Residual deviance: 159.16 on 34 degrees of freedom

AIC: 317.03

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```
> matriz <- read.table("geracao15.csv",header=T,sep=" ",dec=".")
```

```
> matriz
```

```

  ID NV ACONST AARM FUNC FEI ACD DOCAS
1  1 10 1072 164  60  2 250  0

```

```

2 2 4 750 600 8 0 110 0
3 3 9 1700 200 130 3 250 0
4 4 8 1400 500 0 4 500 0
5 6 10 8500 1600 40 4 185 0
6 8 11 500 100 9 2 300 0
7 11 7 3760 1100 25 3 380 4
8 12 9 560 400 14 1 0 0
9 13 7 840 650 18 2 150 0
10 14 2 360 200 9 1 50 0
11 15 24 420 30 164 1 120 0
12 16 5 300 240 9 0 90 0
13 17 22 1000 450 9 2 200 0
14 18 8 400 350 6 0 0 0
15 19 8 810 610 22 2 50 2
16 20 9 1536 880 18 0 300 0
17 21 24 2000 1500 40 0 200 0
18 22 4 600 400 18 3 100 0
19 23 4 2000 1300 10 0 20 1
20 24 10 500 400 23 0 50 1
21 25 10 2200 1800 29 0 200 0
22 26 19 1350 400 50 0 250 0
23 27 11 900 600 12 0 20 0
24 28 13 2000 650 40 0 800 0
25 29 15 720 450 12 0 200 2
26 30 10 1000 270 80 0 550 0
27 31 4 470 220 16 0 16 0
28 32 4 2200 800 18 2 150 1
29 33 6 1100 550 29 3 100 0
30 34 3 540 100 38 0 12 0
31 36 29 720 580 34 2 30 0
32 37 4 1200 750 12 0 200 0
33 38 11 1000 700 13 2 150 0
34 39 36 2700 1000 9 3 250 1
35 41 24 720 500 60 1 80 0
36 42 22 3650 1570 40 1 380 2

```

```
> glm4d=glm(NV~FUNC+AARM,matriz,family=poisson)
```

```
> summary(glm4d)
```

Call:

```
glm(formula = NV ~ FUNC + AARM, family = poisson, data = matriz)
```

Deviance Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
 -2.8465 -1.8672 -0.5526 0.8275 5.8583

Coefficients:

Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
 (Intercept) 1.9851301 0.1090135 18.210 < 2e-16 ***
 FUNC 0.0062226 0.0013018 4.780 1.75e-06 ***
 AARM 0.0003778 0.0001025 3.684 0.000229 ***
 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 181.71 on 35 degrees of freedom

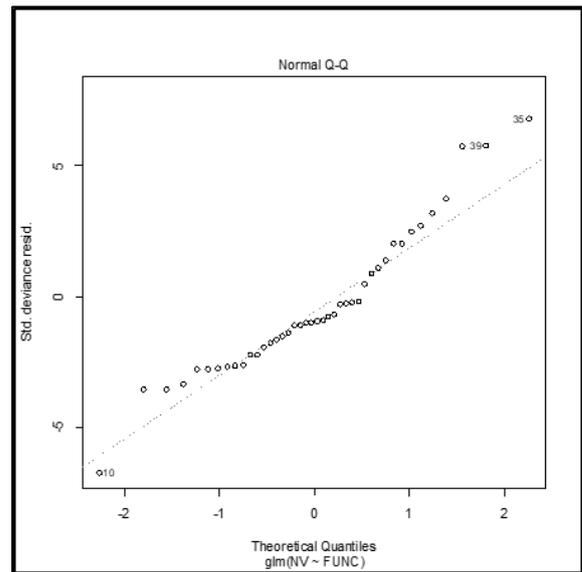
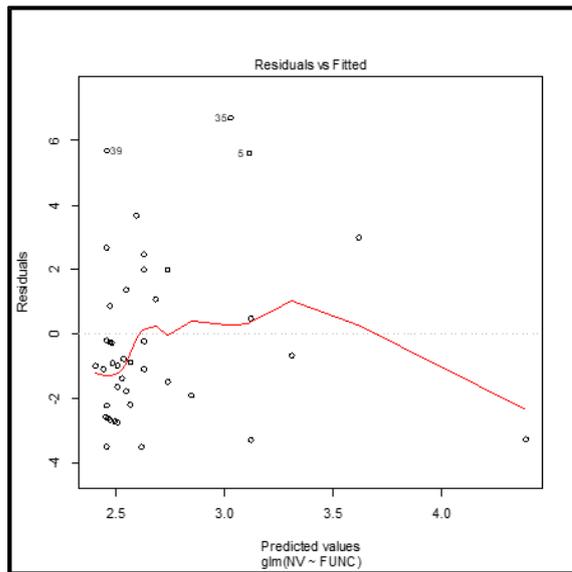
Residual deviance: 154.85 on 33 degrees of freedom

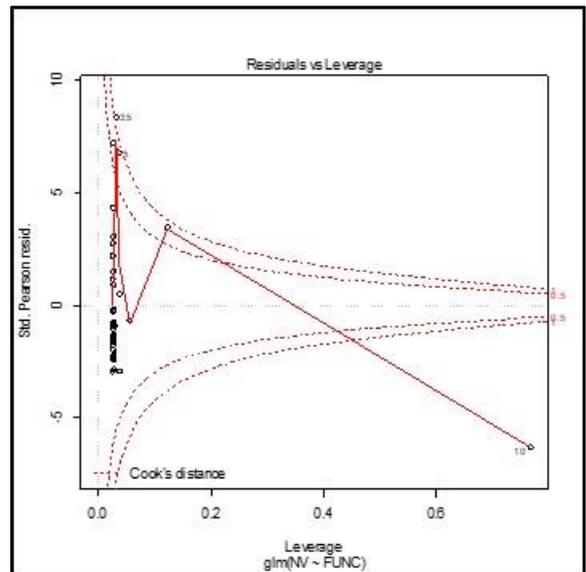
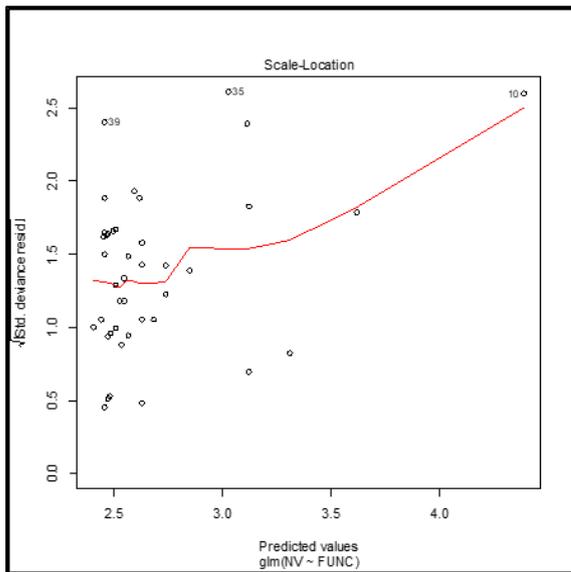
AIC: 307.66

Number of Fisher Scoring iterations: 5

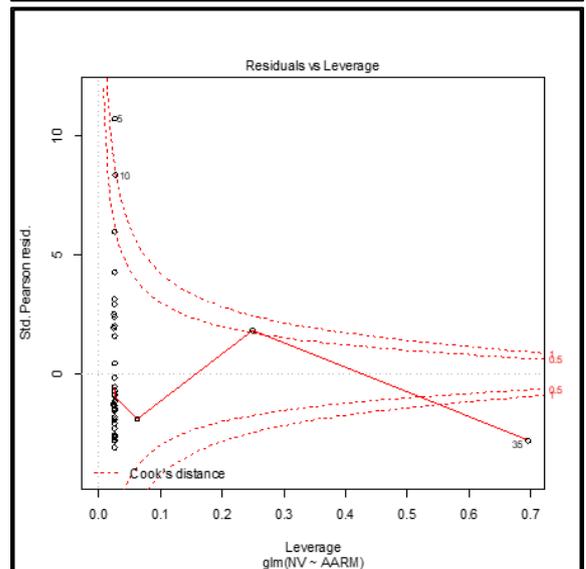
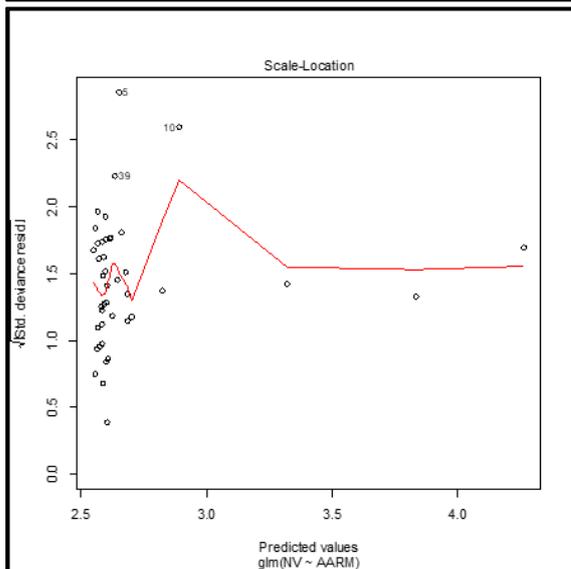
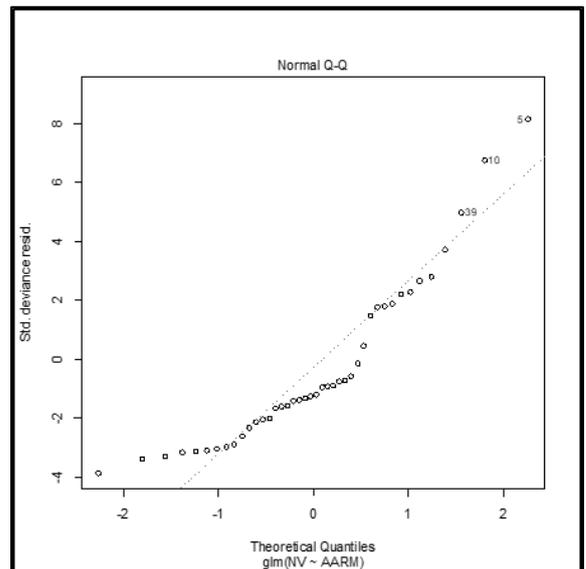
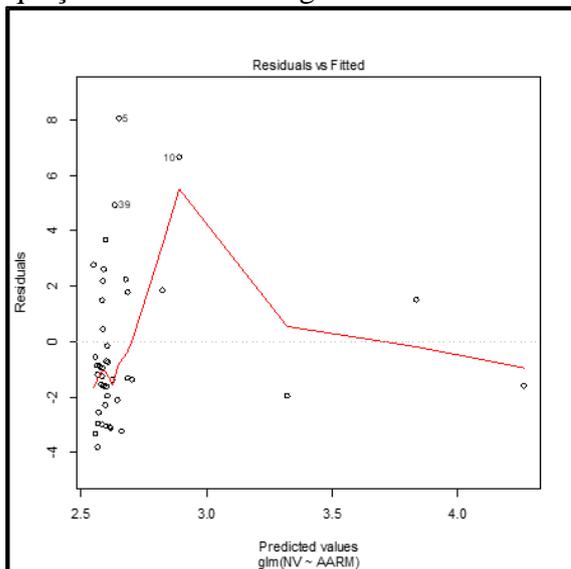
Gráficos fornecidos pelo software R, não apresentados na seção 4.4.1, das equações dos modelos geração de viagens de carga.

Equação do modelo “mlg1”:

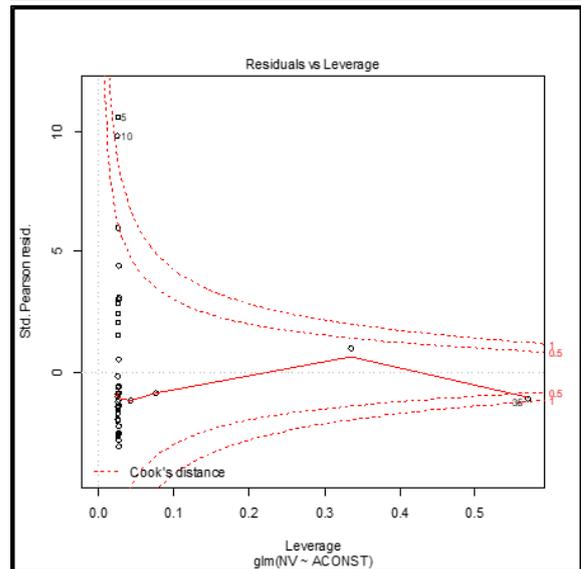
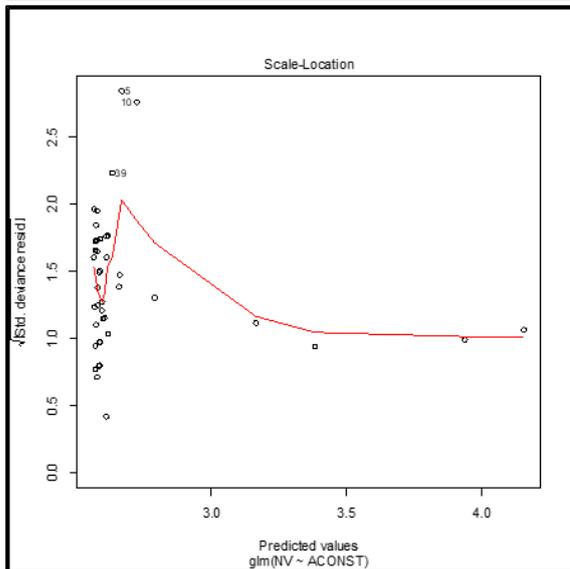
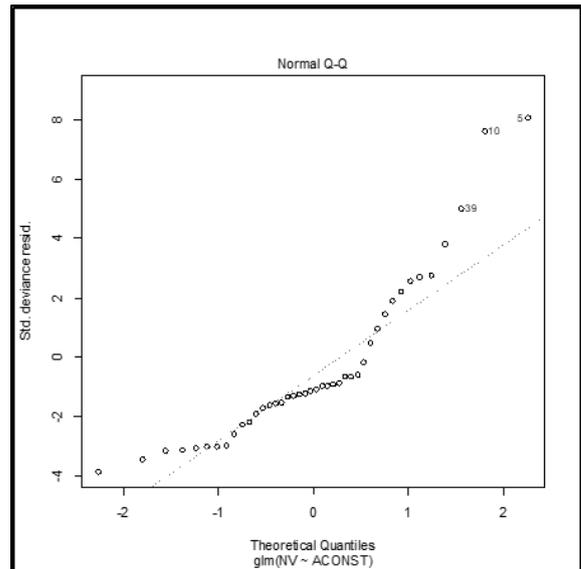
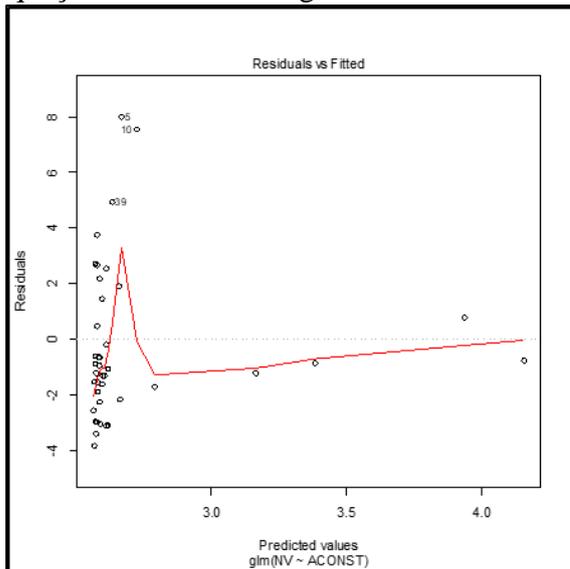




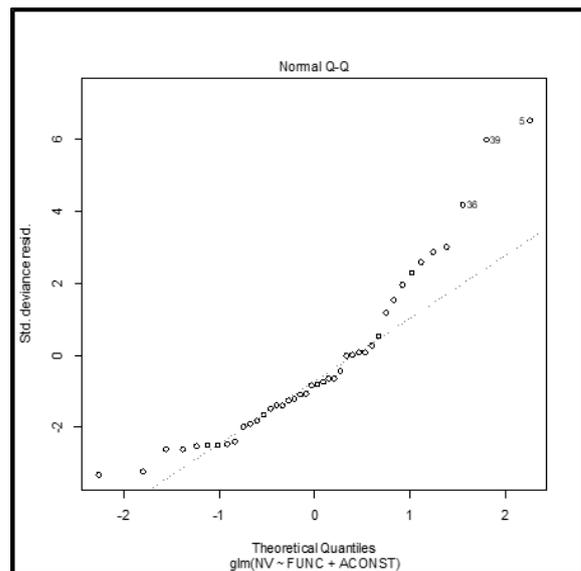
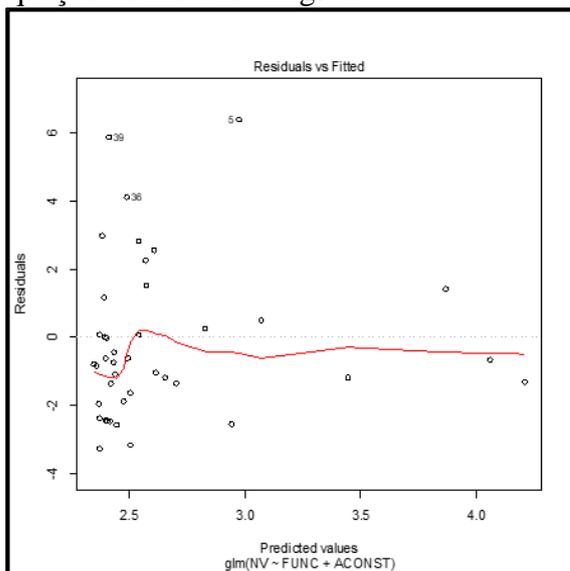
Equação do modelo “mlg2”:

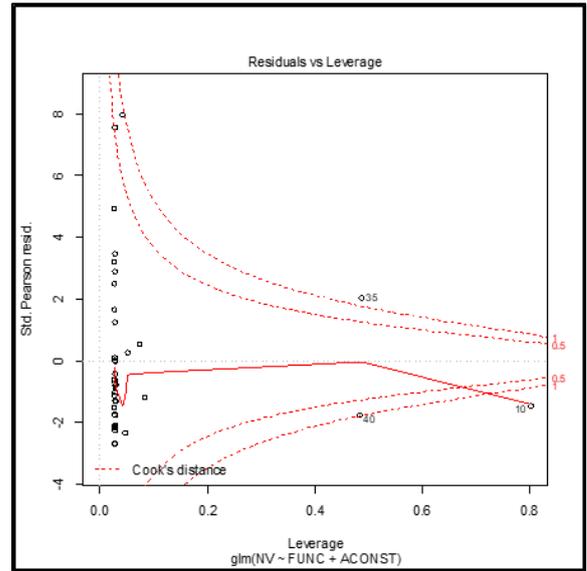
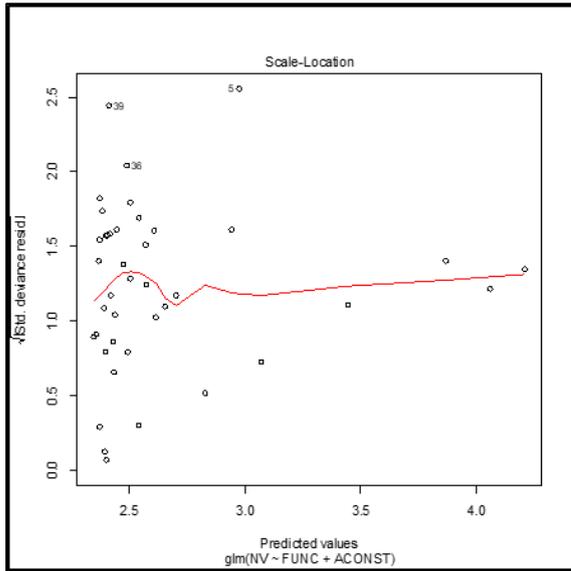


Equação do modelo “mlg3”:

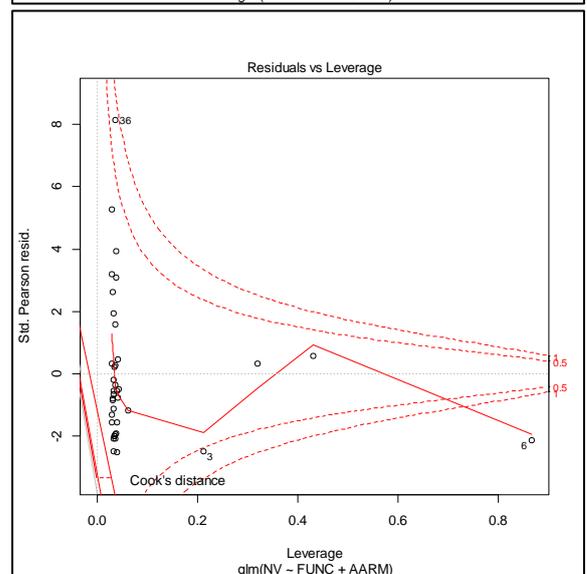
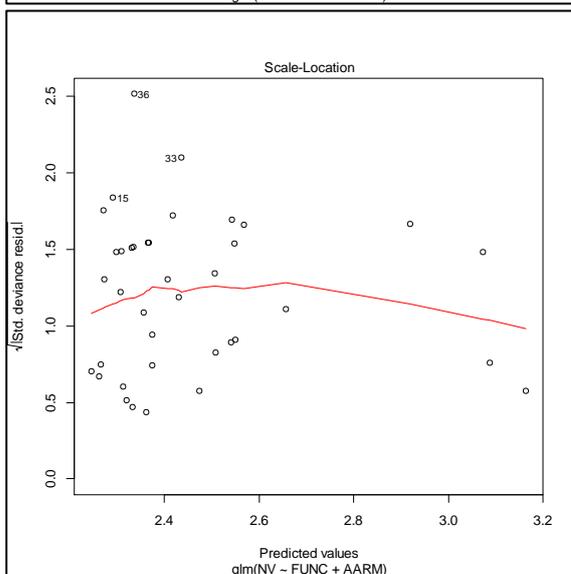
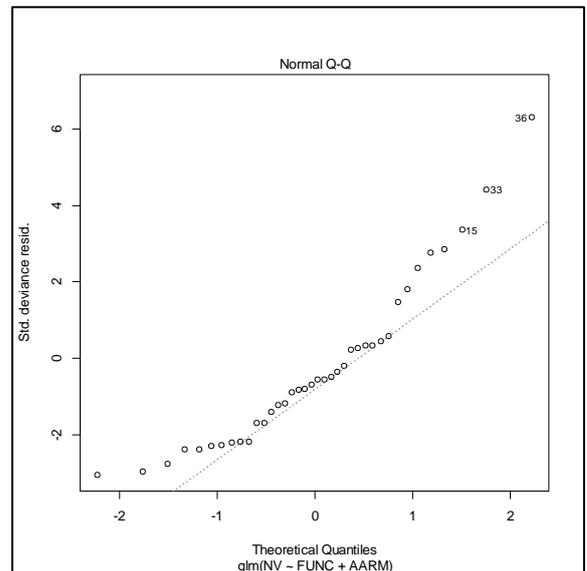
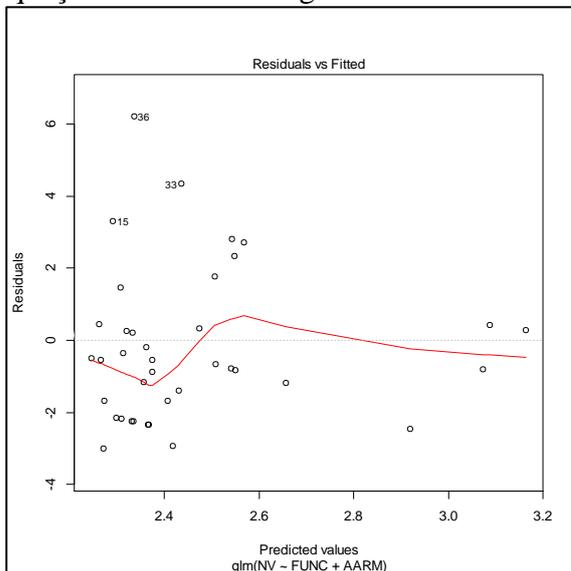


Equação do modelo “mlg5”:

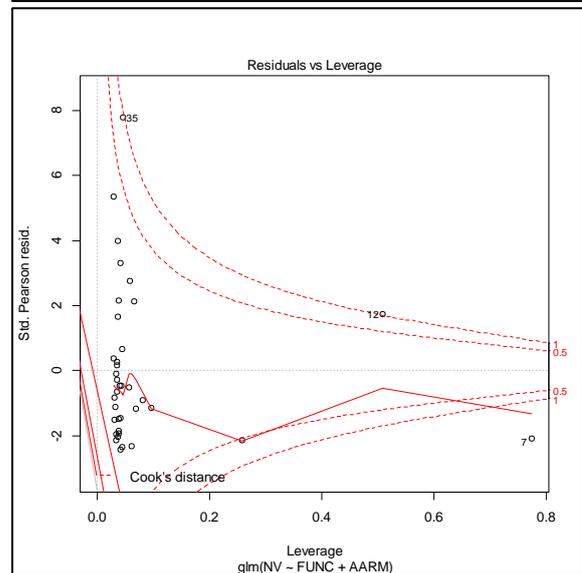
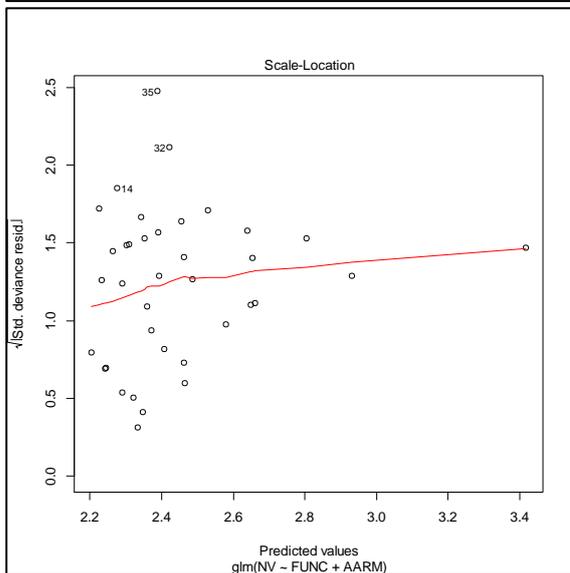
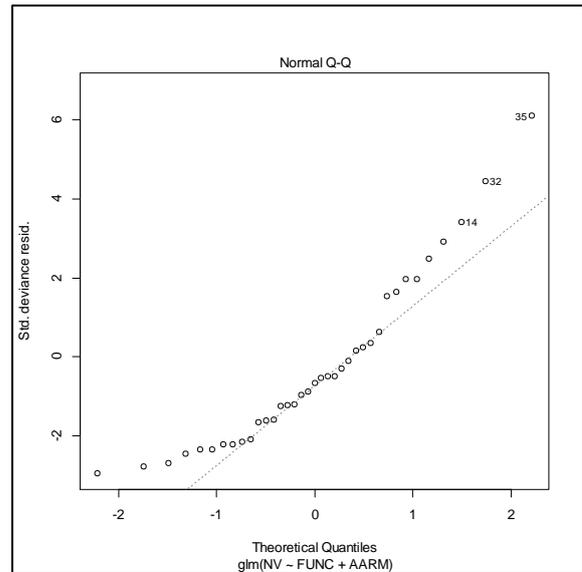
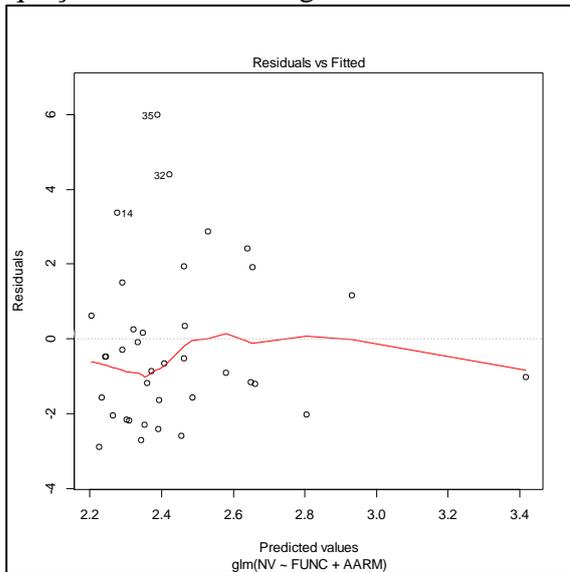




Equação do modelo “mlg4b”:



Equação do modelo “mlg4c”:



APÊNDICE D – REGISTRO FOTOGRÁFICO

Durante as visitas, algumas empresas permitiram o registro fotográfico de suas instalações e maquinário. Algumas dessas fotos estão apresentadas neste apêndice.



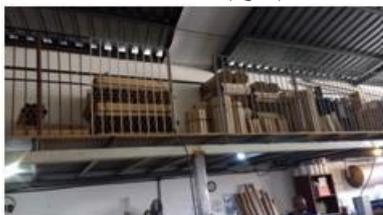
Estrutura Mista de armazenamento em armazém de lubrificantes (Q11)



Armazenamento de lubrificantes e estopas em armazém de lubrificantes (Q11)



Galpão de armazém de lubrificantes (Q11)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de papel (Q12)



Armazenamento de bobinas de papel em armazém de papel (Q12)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de bebidas (Q13)



Operação de descarga de caminhão em armazém de bebidas (Q13)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de gases (Q14)



Armazenamento de cilindros de gás em armazém de gases (Q14)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de Óleos e afins (Q18)



Armazenamento de materiais de escritório em armazém de papelaria e afins (Q19)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de papelaria e afins (Q19)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de papelaria e afins (Q19)



Doca em armazém de papelaria e afins (Q19)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de embalagens e afins (Q20)



Armazenamento de embalagens para unitização em armazém de embalagens e afins (Q20)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de embalagens e afins (Q20)



Estrutura Mista de armazenamento em armazém de embalagens e afins (Q20)



Armazenamento de descartáveis em armazém de embalagens e afins (Q20)



Vaga destinada à carga e descarga na via de armazém de embalagens e afins (Q20)



Estrutura Mista de armazenamento em armazém de papelaria e afins (Q21)



Área de expedição em armazém de papelaria e afins (Q21)



Estoque em armazém de papelaria e afins (Q21)



Páletes em armazém de papelaria e afins (Q21)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de diversos (Q23)



Armazenamento de embalagens para unitização em armazém de diversos (Q23)



Câmara fria para armazenamento de medicamentos especiais em armazém de diversos (Q23)



Utilização de *big-bags* para armazenamento de pequenos itens em armazém de diversos (Q23)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de insumos p/ telecomunicação (Q25)



Operação de carga de caminhão em armazém de diversos (Q24)



Estrutura Mista de armazenamento em armazém de insumos p/ telecomunicação (Q25)



Operação de descarga de caminhão em armazém de diversos (Q24)



Doca em armazém de diversos (Q24)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de diversos (Q24)



Estrutura Mista de armazenamento em armazém de descartáveis e afins (Q27)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de descartáveis e afins (Q27)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de descartáveis e afins (Q27)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de diversos (Q29)



Operação de descarga de caminhão em armazém de diversos (Q29)



Armazenamento de tripas em bombonas em armazém de diversos (Q29)



Acesso para veículos de carga (entrada e saída) em armazém de diversos (Q29)



Estrutura Mista de armazenamento em armazém de bebidas (Q30)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de bebidas (Q30)



Área interna destinada à carga e descarga em armazém de bebidas (Q30)



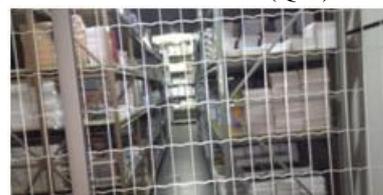
Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de cosméticos e afins (Q31)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de cosméticos e afins (Q31)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de livros (Q33)



Estrutura Vertical de armazenamento (acesso vigiado) em armazém de livros (Q33)



Elevador de carga em armazém de livros (Q33)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de livros (Q33)



Área interna destinada à carga e descarga em armazém de livros (Q33)



Utilização de caixaria p/ armazenamento de pequenos itens em armazém de materiais elétricos (Q35)



Estrutura Mista de armazenamento em armazém de materiais elétricos (Q35)



Est. Vertical de armazenamento em armazém de materiais elétricos (Q35)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de cosméticos (Q34)



Est. Horizontal de armazenamento (Pátio) para transformadores em armazém de materiais elétricos (Q35)



Serraria para confecção de paletes em armazém de materiais elétricos (Q35)



Est. Horizontal de armazenamento (Galpão) em armazém de materiais elétricos (Q35)



Est. Horizontal de armazenamento (Pátio) para cabos em armazém de insumos p/CEMIG e suas empreiteiras (Q35)



Est. Horizontal de armazenamento (Pátio) para bobinas em armazém de insumos p/CEMIG e suas empreiteiras (Q35)

Área interna destinada à carga/descarga em armazém de materiais elétricos (Q35)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de medicamentos e afins (Q36)



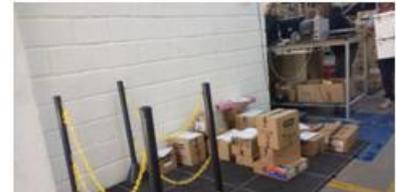
Etiqueta para endereçamento de entrega utilizada em armazém de medicamentos e afins (Q36)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de medicamentos e afins (Q36)



Câmara fria para armazenamento especial em armazém de medicamentos e afins (Q36)



Área de expedição em armazém de medicamentos e afins (Q36)



Páletes em armazém de tintas e EPIs (Q37)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de tintas e EPIs (Q37)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de tintas e EPIs (Q37)



Estrutura Mista de armazenamento em armazém de tintas e EPIs (Q37)



Operação de carga de caminhonete em armazém de tintas e EPIs (Q37)



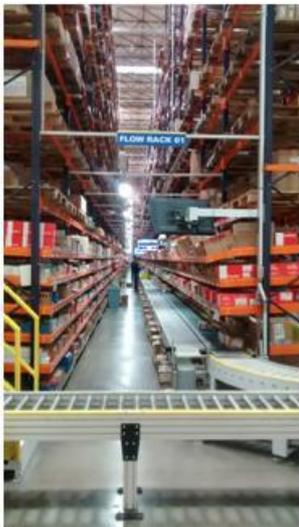
Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de Parafusos e Ferramentas (Q38)



Estrutura Horizontal de armazenamento em armazém de papéis (Q39)



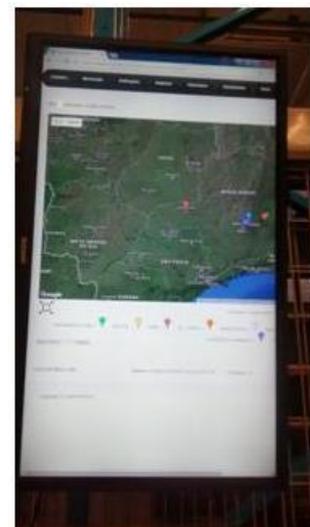
Área interna destinada à carga/descarga em armazém de Parafusos e Ferramentas (Q38)



Correia Plana em armazém de Materiais elétricos (Q40)



Doca em armazém de Materiais elétricos (Q40)



Sistema de gerenciamento de entregas em armazém de Materiais elétricos (Q40)



Estrutura Vertical de armazenamento em armazém de Materiais elétricos (Q40)



Plataforma niveladora de doca em armazém de Materiais elétricos (Q40)





Empilhadeiras fotografadas nos armazéns visitados



Transpaleteiras fotografadas nos armazéns visitados