

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES
ENGENHARIA DE TRANSPORTES

THIAGO HENRIQUE DE OLIVEIRA FAUSTINO

**CARACTERIZAÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE PASSAGEIROS DE
TRANSPORTE COLETIVO EM GRANDES EVENTOS: ESTUDO DE CASO NO
CARNAVAL DE BELO HORIZONTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BELO HORIZONTE
2022

THIAGO HENRIQUE DE OLIVEIRA FAUSTINO

**CARACTERIZAÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE PASSAGEIROS DE
TRANSPORTE COLETIVO EM GRANDES EVENTOS: ESTUDO DE CASO NO
CARNAVAL DE BELO HORIZONTE**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Graduação em Engenharia de Transportes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Msc. André Leite Guerra.
Coorientadora: Prof.^a Dra. Bárbara Abreu Matos

BELO HORIZONTE
2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

Utilizar o modelo utilizado pelo curso – elemento obrigatório

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por toda a força e a determinação fornecida para mim durante toda a realização do curso de Engenharia de Transportes e na execução deste trabalho.

Aos meus orientadores, Professores André Guerra e Bárbara Abreu Matos, por todo o conhecimento passado no desenvolvimento deste trabalho e pela excelente mentoria no desenvolvimento do trabalho apresentado.

Aos meus pais, por todo o apoio no desenvolvimento do curso, pela compreensão dos momentos de ausência para dedicação aos estudos e por serem a inspiração diária em minha vida, sendo exemplo de garra, superação, resiliência e força em todos os momentos.

Aos colegas da Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A (BHTRANS), por toda a ajuda no desenvolvimento da pesquisa, em especial aos colegas que contribuíram positivamente com todo o apoio no desenvolvimento deste trabalho.

E para todos aqueles que por algum motivo, contribuíram em toda essa trajetória.

RESUMO

FAUSTINO, Thiago Henrique de Oliveira. **Caracterização da movimentação de passageiros de transporte coletivo em grandes eventos: Estudo de caso no Carnaval de Belo Horizonte.** 2022. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia de Transportes. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2022.

Situações atípicas interferem na rotina das cidades, com influência direta nos desejos de deslocamentos da população. Na realização de grandes eventos, diversas especificidades são apresentadas com acréscimo de demanda e alterações nos períodos de pico de operação de uma rede de transporte coletivo. Atender satisfatoriamente a demanda de passageiros nesses dias torna-se essencial para o planejamento de um grande evento, considerando que uma rede de transporte coletivo eficiente será capaz de atender a demanda de passageiros e de reduzir os problemas com congestionamentos causados durante a chegada e saída dos participantes. Para entender como os deslocamentos são realizados, é necessário que sejam levantados dados de deslocamentos nesses dias, de maneira que seja possível estimar as zonas de atração de viagens no ambiente urbano. Os métodos tradicionais, tais como a Pesquisa Origem e Destino e a Pesquisa de Embarque e Desembarque de Passageiros, são alternativas onerosas para esse fim, exigindo grandes custos para a realização. Sendo assim, este trabalho busca demonstrar a utilização do método de obtenção das informações através da utilização do Sistema de Bilhetagem Eletrônica dos veículos de transporte coletivo por ônibus. O método utilizado apresenta como principais vantagens o baixo custo e tempo para obtenção dos dados de deslocamento, podendo ser aplicados em quaisquer situação e dias específicos. A aplicação do método foi desenvolvida durante os dias de realização do Carnaval de Belo Horizonte, em 2020, evento este que vem apresentado crescimento no número de participantes ao longo dos anos, com influência regional e nacional, com exceção do período de pandemia de COVID-19. Dessa maneira, foi possível diagnosticar as alterações nos padrões de deslocamento dos usuários de transporte coletivo urbano, servindo como subsídio de informações na tomada de decisões de planejamento da rede de transporte público durante a realização do evento. Sendo assim, foram apresentadas informações quanto a operação de transporte público nos dias de evento, além de um diagnóstico quanto a movimentação atípica desses passageiros durante um dia específico.

Palavras-chave: Bilhetagem Eletrônica. Carnaval de Belo Horizonte. Mobilidade em Grandes Eventos. Transporte Coletivo Urbano.

ABSTRACT

FAUSTINO, Thiago Henrique de Oliveira. **Characterization of passenger movement at major events: The case of Belo Horizonte's Carnival**. 2019. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia de Transportes. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2019.

Atypical situations interfere with the routine of cities, with direct influence on the travel desires of the population. In the realization of large events, several specificities are presented with increased demand and changes in the peak operating periods of a transport network. Providing adequate service to passenger demand on these days is essential in all planning for a major event, considering that an efficient public transport network will be able to reduce the problems with congestion caused during the arrival and departure of the patrons. To understand how displacements are performed, it is necessary to collect displacement data on these days, so that it is possible to estimate where a particular event may be attracting travel in the urban area. Whereas traditional methods such as Origin and Destination Search and Passenger Boarding and Landing Search are costly alternatives, requiring high costs to perform. Thus, this work uses the method of obtaining information through the use of the Electronic Ticketing System of vehicles. The method has as main advantages the low cost and time to obtain the displacement data and can be applied in any specific situation and days. The application of the method was developed during the days of the Belo Horizonte Carnival in 2020, an event that has been growing in the number of participants over the years, except the period of COVID-19 pandemic, with regional and national influence. In this case, that in the development of this study, it was possible to understand where carnival events influence urban travel and how public transport by bus is affected during the four days of the event, and the behavior of travellers in one specific day.

Keywords: Electronic ticketing with smartcards. Belo Horizonte's Carnival. Mobility in Big Events. Public Transportation Network.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Velocidade operacional média do transporte coletivo – pico tarde	5
Figura 2 - Taxa de motorização de veículos leves ao longo dos anos	5
Figura 3 - Processo de execução de uma pesquisa Origem e Destino	15
Figura 4 - Estrutura construtiva de um <i>Smartcard</i>	18
Figura 5 - Processo de aproximação do Smartcard com o validador no momento da cobrança	18
Figura 6 - Determinação de pontos de origem e destino através da utilização de cartões	20
Figura 7 - Sequência metodológica de processamento dos dados de bilhetagem....	21
Figura 8 - Esquema de conexão de um telefone celular a uma célula	22
Figura 9 - Utilização de um sniffer para detecção de presença de passageiros	23
Figura 10 - Comparação da distribuição horária entre os dias típicos, final de semana e o carnaval.....	25
Figura 11 - Mapa de calor com ligações dos torcedores antes do início de um jogo de futebol realizado em 30/10/2011 no Estádio Engenhão	26
Figura 12 - Mapa de calor com ligações dos torcedores durante a realização de um jogo de futebol realizado em 30/10/2011 no Estádio Engenhão	27
Figura 13 - Mapa de calor com ligações dos torcedores após a realização de um jogo de futebol realizado em 30/10/2011 no Estádio Engenhão	27
Figura 14 - Usuários que permaneceram na região metropolitana de Houston durante a passagem do furacão Harvey	28
Figura 15 - Usuários que se deslocaram para dentro do estado do Texas durante a passagem do furacão Harvey	29
Figura 16 - Usuários que se deslocaram para fora do estado do Texas durante a passagem do Furacão Harvey	29
Figura 17 - Mapa de calor com a área de influência do Roskilde Festival, na Dinamarca	30
Figura 18 - Esquema para definição dos embarques nos ônibus.....	33
Figura 19 - Descrição das finalidades de cada componente do SITBus	38
Figura 20 - À esquerda: Foliões no bloco Então Brilha!. À direita: Foliões no bloco Baianas Ozadas.....	41
Figura 21 - Público esperado por faixa horária nos dias de carnaval.....	43

Figura 22 - Bolsões de Carnaval na Área Central	44
Figura 23 - Itinerários na Área Central durante o Carnaval	45
Figura 24 - Pontos desativados na Área Central durante o Carnaval	45
Figura 25 - Comparativo de demanda horária entre um sábado típico e o sábado de carnaval.....	48
Figura 26 - Comparativo de Demanda entre um domingo típico e o domingo de carnaval.....	48
Figura 27 - Comparativo de Demanda na segunda-feira de carnaval e outros dias típicos.....	49
Figura 28 - Comparativo de Demanda entre um domingo típico e a terça-feira de carnaval.....	49
Figura 29 - Linhas de desejo no dia útil típico	51
Figura 30 - Linhas de desejo na segunda-feira de carnaval.....	51
Figura 31 - Percentual de produção de viagens no carnaval em comparação com o dia típico.....	53
Figura 32 - Percentual de atração de viagens no carnaval em comparação com o dia típico.....	53
Figura 33 - Atração de viagens na segunda-feira de carnaval	54
Figura 34 - Locais de desfile dos blocos analisados	55
Figura 35 - Dados de demanda registrada por faixa horária na segunda-feira de carnaval.....	56
Figura 36 - Linhas de desejo no período de concentração	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Alterações nos horários de partida das viagens nos jogos olímpicos de Los Angeles (1984)	11
Tabela 2 - Variação percentual média de demanda em dias de grandes eventos no Mineirão	13
Tabela 3 - Exemplo de Matriz Origem e Destino	16
Tabela 4 - Comparativo do percentual de viagens produzidas na RMRJ nos dias típicos e de carnaval.....	25
Tabela 5 - Exemplo de definição de destino para cartões considerando o transbordo em terminais de integração	34
Tabela 6 - Exemplo de dados apresentados na bilhetagem eletrônica	39
Tabela 7 - Exemplo de dados de horário de passagem em cada parada para cada veículo.....	40
Tabela 8 - Estimativa de público por dia de evento	42
Tabela 9 - Público esperado por faixa horária nos dias de carnaval	42
Tabela 10 - Horários de concentração e dispersão dos grandes blocos com desfile na segunda-feira	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Os eventos no contexto urbano	6
2.2 As alterações de deslocamento em dias de eventos	10
2.3 Levantamento de dados de demanda e a matriz OD.....	13
2.3.1 Sistemas de Transportes Inteligentes	17
2.3.2 Dados de telefonia móvel	21
2.3.3 Sinal Wi-fi de Smartphones	22
2.4 A caracterização de movimentação de pessoas em situações atípicas com métodos alternativos	24
3 METODOLOGIA PROPOSTA.....	31
3.1 Levantamento de dados	31
3.2 Definição dos pontos de embarque	32
3.3 Definição do par origem-destino	33
3.4 Definição de Zonas de Tráfego.....	35
3.5 Construção da matriz final	36
4 ESTUDO DE CASO	38
4.1 O SITBus	38
4.2 O Carnaval de Belo Horizonte	40
5 RESULTADOS.....	47
5.1 Evolução horária da demanda	47
5.2 Alterações nos padrões de viagens ao longo do dia.....	50
5.3 Viagens em blocos com grande número de participantes	54
6 CONCLUSÃO	58

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
-----------------------------------	----

1 INTRODUÇÃO

A gestão do transporte coletivo urbano em eventos é um grande desafio para os técnicos do setor, haja vista a rigidez característica da operação, com rotas fixas e quadro de horários específicos ao longo do dia. Quando se trata de uma matriz de viagens prioritariamente rodoviária, os problemas se intensificam, visto que a regularidade da operação é fortemente vulnerável a congestionamentos e demais interrupções no tráfego, ocasionando em piora nos serviços prestados à população. Na ocorrência de eventos nas cidades como manifestações, festivais e catástrofes naturais esses problemas são intensificados, considerando os impedimentos no sistema viário causados pela incapacidade de absorção do tráfego intenso, concentrado em períodos curtos, além das ocorrências de interdições nas vias durante a realização de tais eventos.

Latoski *et al.* (2003) classifica os eventos em dois tipos: os não planejados (acidentes de trânsito, catástrofes, enchentes, etc.) e os planejados (concertos, festivais, convenções, shows, eventos religiosos, etc.). Na primeira situação, não há um conhecimento prévio das atividades, considerando que é difícil prever o que e quando irá acontecer. No segundo caso, sabe-se a localização, o público estimado e os horários de início e término, podendo associá-los às características operacionais da região impactada. Os eventos planejados possuem grande relevância para as cidades, com interferência direta na infraestrutura existente. Segundo Carvalho *et al.* (2012), a realização desse tipo de evento é capaz de impactar o desempenho dos sistemas de transportes, atraindo a comunidade local e visitantes variados. Sendo assim, é notório que os deslocamentos realizados no ambiente urbano são afetados pela realização de grandes eventos, principalmente no que se refere ao motivo das viagens.

Na literatura, diversos estudos são apresentados com foco na gestão da infraestrutura de transportes durante a realização de um evento, considerando possíveis impactos locais. Entretanto, pouco se fala sobre o planejamento da rede de transporte público no atendimento à demanda desses dias, tendo em vista as dificuldades na aplicação de métodos tradicionais de planejamento para obtenção de dados representativos desses períodos, inviabilizando estudos na rede existente. Os métodos tradicionais para obtenção de dados de demanda, como as Pesquisas “Sobe

e *Desce*” e *Origem e Destino*” (OD), apresentam custos elevados para a realização e são inviáveis em situações específicas de grandes eventos, considerando o tempo necessário para o planejamento, execução e tratamento dos dados.

Diante deste cenário, diversos estudos têm apresentado metodologias alternativas para a obtenção de informações de demanda com dados coletados por meio de tecnologias, hoje em dia, muito difundidas entre gestores e técnicos do setor. Dentre as fontes, pode-se citar o uso de telefonia celular (SILVEIRA; MARQUES NETO, 2013), dispositivos Wi-fi (JUNIOR, 2018) e Sistemas de Bilhetagem Eletrônica (SBE) (ARBEX E CUNHA, 2017; CUI, 2006; GUERRA, 2011, E; MUNIZAGA E PALMA, 2012) . Considerando a automação da coleta das informações necessárias, todas em formato digital, e a baixa exigência quanto a sua utilização, tais métodos apresentam menor custo e tempo para obtenção dos dados frente aos tradicionais.

Desse modo, este trabalho tem como objetivo apresentar a aplicação de dados das tecnologias embarcadas no sistema de transporte público coletivo durante a realização de um grande evento, a saber, o Carnaval de Belo Horizonte. Assim sendo, serão utilizados estudos com base na obtenção de dados disponibilizados através dos Sistemas de Bilhetagem Eletrônica (SBE) e de Monitoramento por GPS, para a definição dos padrões de deslocamentos da população e de visitantes em períodos atípicos, notadamente quando da realização de grandes eventos. Será realizado um estudo de caso na cidade de Belo Horizonte, durante a realização das festividades do Carnaval de 2020. Para tal, diagnosticou-se a rede de transporte público durante a realização do evento e, de posse dos dados encontrados, foram desenvolvidas matrizes de deslocamento de passageiros durante um dia de realização dos eventos de carnaval.

Este trabalho está dividido em 6 capítulos, sendo este o primeiro, com a contextualização do problema, dos objetivos e da justificativa para a realização do estudo. O segundo capítulo contém uma revisão bibliográfica sobre o tema e no terceiro, quarto e quinto capítulos será ilustrada a metodologia proposta, bem como sua aplicação e a discussão dos resultados obtidos, respectivamente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com interface em todo o planejamento urbano, a infraestrutura de transportes pode ser considerada como a espinha dorsal no desenvolvimento das cidades, sendo capaz de fornecer acesso a diferentes serviços no espaço urbano. Uma infraestrutura eficiente integra diferentes modos de transporte, com capacidades distintas, de maneira que diversos desejos de deslocamentos sejam atendidos nas cidades (ANTP, 2002).

O crescimento das grandes cidades, os baixos investimentos em transporte público coletivo e o constante aumento da frota de veículos resultam em uma mobilidade urbana ineficiente, com frequentes congestionamentos nos horários de concentração dos desejos de deslocamentos. Sabe-se que os investimentos em transporte coletivo favorecem a redução de tais problemas, uma vez que o histórico de priorização de modos individuais mostrou-se ineficiente no atendimento dos desejos de deslocamentos da população devido a limitação de espaço nos grandes centros. Portanto, a otimização dos tempos de viagem e promoção de maior conforto aos usuários dos modos coletivos são capazes de atrair novos usuários, além de fidelizar aqueles já existentes (CHAGAS, 2014).

Além disso, nos últimos anos, novas modalidades de transporte com a intermediação de aplicativos têm surgido, oferecendo maior atratividade para uma parcela da população frente ao transporte coletivo na realização de curtos e médios deslocamentos. Couto (2011) afirma que o maior nível de exigência dos usuários contribui para a aceitação de serviços de transporte coletivo, já que a população elenca cada vez mais os atributos de qualidade associados ao transporte, gerando grandes desafios para a organização dos serviços.

Diversos são os motivos pelos quais os padrões de viagens são alterados, dentre eles o advento de novas tecnologias, mudanças no uso do solo e oferta de novos serviços. A construção de um *shopping center*, por exemplo, pode impactar diretamente nos padrões de viagem com o objetivo de lazer ou compra, ou a ampliação do número de oferta de restaurantes em determinada região com imensa atividade econômica, poderão influenciar na escolha de trabalhadores locais, preferindo almoçar próximo ao trabalho (PITOMBO *et. al*, 2004).

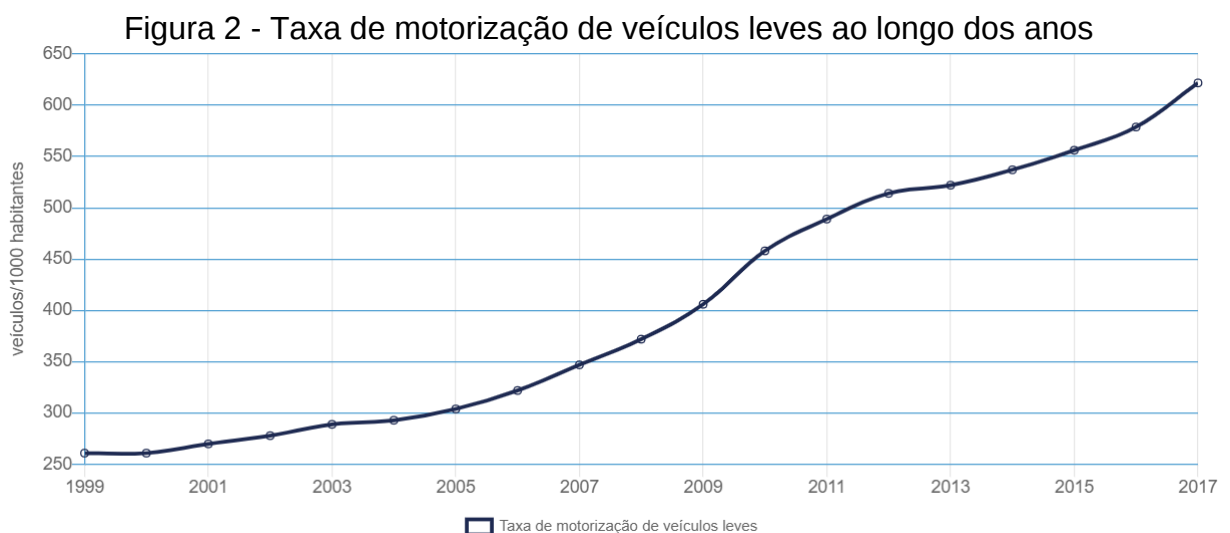
No contexto de planejamento de transportes, destaca-se a visão expansionista com suporte a um modelo predominantemente centrado no automóvel nos centros urbanos. Os veículos individuais passam sensações de liberdade aos seus usuários, com possibilidade de escolha de horário e de trajeto a ser seguido, atendimento porta a porta, a individualidade e o conforto promovido por equipamentos como o ar condicionado ou o aparelho de som, etc. Junior *et al* (2018) afirmam que as pessoas têm uma visão negativa sobre a qualidade (ou a falta dela) no contexto do transporte público coletivo, especialmente na cidade de São Paulo. Sendo assim, pode-se afirmar que modificações na matriz modal de transporte poderão ocorrer de maneira traumática, já que o crescimento da frota de veículos individuais ocasiona um crescimento igualmente veloz dos problemas associados ao tráfego urbano.

Portanto, pode-se entender que uma rede de transporte coletivo sofrerá interferências diretas considerando a política de desenvolvimento voltada aos modos individuais, especialmente no compartilhamento do espaço existente, que influenciará diretamente na qualidade do serviço prestado. O resultado dessa percepção tem impacto direto nos tempos de viagem de transporte público, ocasionando perdas na mobilidade de pessoas, aumento de congestionamentos e poluição com o crescimento na frota de veículos particulares em operação (BOARETO, 2008). As influências diretamente associadas estão relacionadas com a regularidade dos serviços e no tempo de viagem dos veículos, incentivando ainda mais o uso dos modos individuais. Nesse sentido, *“As políticas que priorizam o transporte público promovem noções de solidariedade, integração e inclusão, ou seja, cidadania, além de reduzir os custos urbanos.”* (IPEA, 1999).

Em 2018, a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) apresentou crescimento de 7,3% da frota motorizada em relação ao ano anterior, sendo a região com maior crescimento de todo o país. Se considerarmos o período de 10 anos, a frota de toda a RMBH cresceu cerca de 91% (IPPUR, 2019). Por outro lado, o transporte coletivo por ônibus perdeu aproximadamente 33 milhões de passageiros entre 2016 e 2017 (IPPUR, 2019).

Segundo o Observatório de Mobilidade de Belo Horizonte, a velocidade operacional média do transporte coletivo no pico da tarde vem sofrendo quedas

substanciais, desde 2007, conforme ilustrado na Figura 1. Por outro lado, é evidente o crescimento da taxa de motorização em veículos leves no mesmo período, conforme dados ilustrados na Figura 2.



Destarte, os problemas de mobilidade no contexto urbano passam a exigir soluções inovadoras, de modo a transformar o transporte urbano e interurbano em modos de transporte sustentáveis. Nesse contexto, soluções ligadas à implantação de novas tecnologias podem contribuir decisivamente para tal objetivo.

2.1 Os eventos no contexto urbano

De um modo geral, eventos são acontecimentos promovidos por qualquer tipo de empresa, organizações, instituições e pessoas, geralmente realizados para comemoração de alguma data, divertimento dos participantes ou qualquer outra razão relacionada com o contexto de sociedade a qual vivemos hoje. Eles reúnem pessoas em determinados locais que pretendem realizar determinadas atividades e podem ser acontecimentos simples, como uma reunião em família, um casamento ou uma reunião empresarial, ou ter uma certa complexidade, como os Jogos Olímpicos e a Copa do Mundo de Futebol (VIEIRA, 2010).

Britto e Fontes (2002) citam que os eventos podem ser classificados de maneira que seja possível a captação do público alvo, real e potencial. Sendo assim, pode-se citar as classificações quanto à(s):

- Categoria: podem ser eventos institucionais (para criar ou firmar o conceito de imagem de determinada organização) ou promocionais e mercadológicos (para a promoção de um produto ou serviço determinado);
- Área de interesse: podem ser eventos artísticos (relacionados a quaisquer espécies de arte, como literatura, música, artes plásticas, etc.), científicos (trata de assuntos ligados a pesquisas científicas), culturais (divulga aspectos da cultura local, englobando manifestações culturais, regionais e folclóricas nacionais e internacionais), educativos (para divulgação de didáticas, cursos, etc.), cívicos (assuntos ligados à pátria), políticos (assuntos relacionados a partidos políticos, entidades sindicais, associações de bairro, etc.), governamentais (realizações do governo), empresariais (pesquisas, resultados e ações de organizações empresariais), lazer (proporcionar entretenimento), sociais (eventos de interesse comum da sociedade), desportivos (eventos realizados no universo esportivo), religiosos (interesses, assuntos e confraternizações relacionadas a religiões), beneficente (programas

e ações sociais relacionados a acontecimentos públicos) e turísticos (divulgação e promoção de produtos e serviços turísticos);

- Localização: se serão locais (influência apenas nos bairros), distritais, municipais, regionais, estaduais, nacionais e internacionais;
- Características estruturais: pelo porte do evento (pequeno para eventos de até 200 participantes, médio para eventos entre 200 e 500 participantes e grande para mais de 500 participantes), data de realização (fixo para eventos com data de realização invariável, móvel para eventos que são realizados sempre, mas com datas variáveis e esporádico, que acontece em relação a fatos extraordinários), pelo perfil dos participantes (geral quando o evento é aberto a todos, dirigido quando é restrito a determinado público que possui afinidade com o tema e específico, quando é realizado para o público claramente definido pela identidade de interesse do assunto);
- Tipologia: qual será o tipo e a característica mais marcante do evento (exposições, encontros técnicos e científicos, cerimônias, inaugurações, etc.).

Sendo assim, diversas localidades têm interesse em sediar grandes eventos, uma vez que o público envolvido aquecerá a economia local através da utilização dos serviços disponíveis nas cidades, incluindo setores de hotelaria, alimentação e comércio. Essa movimentação expressiva na economia faz com que cidades ao redor do mundo construam locais para a realização desses eventos, com hotéis, centros de convenções, estádios, arenas multiuso, entre outros.

No contexto da gestão de tráfego, existem dois tipos de eventos, como já mencionado: os planejados e os não planejados. Os eventos não planejados ocorrem de maneira inesperada, geralmente causada por alguma emergência, tais como: catástrofes climáticas, acidentes de trânsito, incêndios, etc. Tais situações são difíceis de serem previstas e ocorrem aleatoriamente. Por outro lado, existem aqueles eventos que possibilitam um conhecimento prévio de suas características, incluindo a localização, horários de chegada e partida, tipo e público estimado. Pode-se citar

como um evento planejado os eventos esportivos, concertos, convenções, shows, etc. (LATOSKI, 2003)

Na realização de grandes eventos planejados, há uma mudança significativa nos padrões de viagens, o que poderá impactar o sistema de transportes existente. Portanto, tentar antever de que maneira o tráfego será afetado e quais serão as interferências no sistema de transportes para a realização de possíveis intervenções nos **atendimentos** existentes é um grande desafio encontrado em todo o planejamento de mobilidade para o **atendimento**. LATOSKI (2003) diz que é importante entender quais são as características desses eventos e como essas características vão afetar a operação de transportes. Entender essas características faz com que seja possível realizar comparações entre eventos históricos que possuem similaridade e, assim, entender em que medida a rede de transportes será impactada. LATOSKI (2003) ainda define as características que podem causar impacto do sistema de transportes, sendo elas:

- Dia de realização: define em quais tipos de dia um evento irá iniciar e terminar, podendo ser em dias úteis, sábados, domingos e feriados. A definição dessa característica é a chave para entender como os deslocamentos serão realizados e qual será o impacto na infraestrutura de transportes existente;
- Horário de início e tempo de duração: define quando um evento inicia e termina. Com essa característica é possível saber em quais horários as pessoas deverão chegar e sair do local de realização;
- Localização: faz-se necessário o entendimento da localização do evento, assim é possível entender as conexões da rede de transportes com a demanda do evento;
- Tipo da área: o entendimento de todo o serviço de transportes e a realização de estudos de tráfego local. Essa característica influenciará todo o planejamento de mobilidade na realização do evento, uma vez que caso os eventos sejam realizados em áreas distantes da área urbana, será necessário a criação de redes de transportes específicas para o atendimento;

- Público-alvo: é importante saber quem será atendido pelo evento e onde será a origem da maioria dos participantes, podendo influenciar na oferta de viagens;
- Público estimado: definição do número de participantes esperados;
- Locais de acomodação: definição das origens daqueles participantes na infraestrutura hoteleira existente, para compreensão do potencial de viagens para determinada área;
- Tipo de evento: definir qual será o tipo do evento. O tipo do evento pode possibilitar a realização de uma estimativa de quais serão os modos de deslocamentos utilizados.

Considerando as características apresentadas, LATOSKI (2003) apresenta cinco categorias de operação, sendo elas definidas para eventos recorrentes, eventos contínuos, eventos de rua, eventos regionais ou nacionais e eventos rurais, descritas da seguinte maneira:

- Eventos recorrentes: terão locais e horários de realização programados, criando horários de pico de chegada e partida conhecidos pela população;
- Eventos contínuos: ocorrem em um ou mais dias, para esses casos, não há uma hora pico de chegada e partida, já que os participantes vão chegar e partir quando quiserem, uma vez que é possível chegar durante todo o período de realização;
- Eventos de rua: fazem com que seja necessário que o sistema viário seja interditado para sua realização, impactando o comércio e moradores nas áreas interditadas e criando a necessidade da realização de desvios de tráfego;
- Eventos regionais ou nacionais: trazem características de influência em outras localidades, sendo realizados de maneira múltipla em diferentes locais, com diferentes públicos ao mesmo tempo;
- Eventos rurais: realizados em áreas rurais.

Os organizadores dos eventos devem saber se haverá impacto ao sistema viário disponível durante a sua realização e qual será a sua intensidade. LATOSKI

(2003) afirma que é importante saber quais serão esses impactos, uma vez que a operação de transportes dependerá da combinação de diversos fatores atuando de maneira dinâmica, sendo influenciados pelos recursos disponíveis e por fatores externos, que em alguns casos podem não ser previsíveis. Para a previsão de demanda de tráfego, MENEZES (2013) afirma que o modelo quatro etapas, comumente utilizado em planejamento de transportes, possibilita a análise e determinação de quais e quais tipos de viagens entre determinadas regiões. Deste modo, tem-se a aplicação sequencial das etapas de geração, distribuição, divisão modal e alocação de tráfego. De posse da categoria dos eventos citados anteriormente, bem como a capacidade viária (quanto o sistema viário local será capaz de absorver o acréscimo de demanda), pode-se então estudar quais serão os impactos da realização de tais eventos em todo o sistema de transporte impactado.

A realização dos eventos então, pode trazer diversos impactos para com a gestão do tráfego, podendo ser intervenções locais ou até regionais, dependendo de todas as características ilustradas. O transporte coletivo por ônibus, muito utilizado nas cidades brasileiras, oferece flexibilidade para a realização de incrementos na oferta de acordo com a demanda apresentada. A realização de um planejamento eficiente na rede de transportes poderá influenciar na escolha do modo de deslocamento, que por sua vez, interferirá drasticamente em toda a gestão de mobilidade urbana nos dias de realização de eventos, podendo causar congestionamentos nos dias e horários de chegada e partida dos participantes.

2.2 As alterações de deslocamento em dias de eventos

Estudos diversos ao redor do mundo têm apresentado resultados **e** no **contexto** de alterações nos padrões de deslocamento durante a realização de grandes eventos planejados. Em grandes eventos, especialmente a Copa do Mundo FIFA e os jogos olímpicos, o desafio para adequar a infraestrutura existente com a expectativa de incremento na demanda de transporte traz um grande desafio para os técnicos do setor. No **contexto** de tais eventos, há ainda a necessidade de incorporar as **especificidades** no **contexto** de cada localidade-sede, que possuirá características **específicas** incluindo o espaço físico e todo o planejamento para sua execução. Abreu (2015) afirma que o dimensionamento dos modos de transporte para grandes eventos

depende de diversas variáveis decisórias para o planejador de transporte público, especialmente associadas ao *“número de participantes, tipo e característica do evento, acesso viário, distância entre o local e a moradia do público, do horário, do dia da semana, do histórico, da frequência com que ele ocorre”*. Portanto, pode-se afirmar que a rede de transporte existente sofrerá impactos diretamente relacionados à magnitude do evento e o público esperado, com influência direta não somente dos interessados em participar do evento, mas de todos aqueles que utilizam a infraestrutura diariamente.

Segundo Giuliano (1985), diversas **alterações** nos deslocamentos foram perceptíveis nos jogos olímpicos de Los Angeles, em 1984. Na ocasião, foram observadas **alterações** no volume de tráfego em rodovias, ocupação de veículos e na ocorrência de acidentes. No caso estudado, houve **alterações** nos padrões de viagens por motivo de trabalho, com quedas nos dias de jogos, haja vista a ocorrência de folgas, férias e etc. Destaca-se ainda o ganho de tempo de viagem por automóvel entre regiões periféricas e o centro da cidade (cerca de 30 km), com tempo médio de deslocamento partindo de 42,4 minutos em dias típicos para 36,8 minutos nos dias de jogos (cerca de 14% de redução). Tal alteração deve-se à antecipação nos horários  de partida das pessoas nos dias de eventos. A Tabela 1 ilustra as alterações de horário de partidas nas viagens pesquisadas.

Tabela 1 - Alterações nos horários de partida das viagens nos jogos olímpicos de Los Angeles (1984)

Situação	Diferença entre os horários de início de viagens habituais e durante os jogos (minutos)	Percentual
Partidas antecipadas	-75	3,7
	-60	3,8
	-45	2,2
	-30	5,6
	-15	8,0
Sem alteração	0	65,1
Partidas tardias	+15	8,3
	+30	2,6

	+45	0,2
	+60	0,1
	+75 ou mais	0,1

Fonte: Giuliano (1985).

Zogui *et al* (2008) apresentaram uma análise de possíveis investimentos e locais para adequação de Pequim para receber os jogos olímpicos de 2008, previamente ao início dos jogos naquele ano. Destaca-se, no estudo, a importância de prover a infraestrutura de transportes adequada, frente ao grande desafio de atender as expectativas dos participantes do evento com as necessidades dos 12,5 milhões de residentes e os congestionamentos enfrentados à época em situações típicas, sem a realização de grandes eventos. Destaca-se, neste caso, o desenvolvimento de estratégias para atender a demanda esperada e os investimentos associados às expectativas do público. Destaca-se ainda, no caso de Pequim, a influência temporal da realização do evento, que na prática, possui duração concentrada em 15 (quinze) dias. Entretanto, as alterações de padrões de viagem possuem impacto de até 2 meses, se forem considerados os períodos de preparação, chegada e atividades após os jogos.

Diferentemente dos demais eventos esportivos, com sedes itinerantes ao redor do mundo, o carnaval do Rio de Janeiro é realizado anualmente e, portanto, pode ser classificado como um grande evento programado. Sendo assim, Oliveira *et al* (2016) apresentaram uma análise utilizando dados provenientes do Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE) estadual. No estudo desenvolvido, foram identificadas diversas particularidades nos padrões de viagens nos dias de carnaval, em comparação com dias típicos de operação. Observou-se, na ocasião, o crescimento da demanda no metrô durante os dias de carnaval, apesar do modo rodoviário ser o principal meio de deslocamento. Ainda não foram observados períodos de pico de demanda durante os dias de realização de tais eventos no Rio de Janeiro que seja tão proeminente quanto os dias habituais.

No contexto de Belo Horizonte, Cocco (2018) identificou variações na rede de transporte coletivo em dias de grandes eventos planejados no Estádio Governador Magalhães Pinto (Mineirão). Para as linhas de transporte público com atendimento

direto ao evento, em dias úteis, a variação de demanda encontrada obteve acréscimos entre 38,9% para menos e 37,5% para mais, em média. A Tabela 2 ilustra as informações apresentadas.

Tabela 2 - Variação percentual média de demanda em dias de grandes eventos no Mineirão

Linha	Variação de demanda (%)
5102	37,5
64	4,9
67	4,6
5106	2,6
506	2,3
503	0,4
3302D	0
504	-0,1
S53	-0,7
S54	-1,7
5401	-3,9
3301B	-38,9

Fonte: COCCO (2019)

2.3 Levantamento de dados de demanda e a matriz OD

A obtenção de dados de deslocamentos nas cidades mostra-se essencial para o planejamento, já que esses dados são a base que subsidiam as análises tanto da rede de transportes existente quanto na proposição de novos serviços. A metodologia mais comumente utilizada para a obtenção dos dados de desejo de deslocamentos da população é a Pesquisa Origem e Destino, sendo as de base domiciliar, que abrangem todos os modos de transporte, realizadas com periodicidade de dez anos nas grandes cidades brasileiras. As análises realizadas com esses dados são capazes de caracterizar a distribuição dos deslocamentos na rede de transportes. A técnica é a segunda mais comumente utilizada para o planejamento de transportes

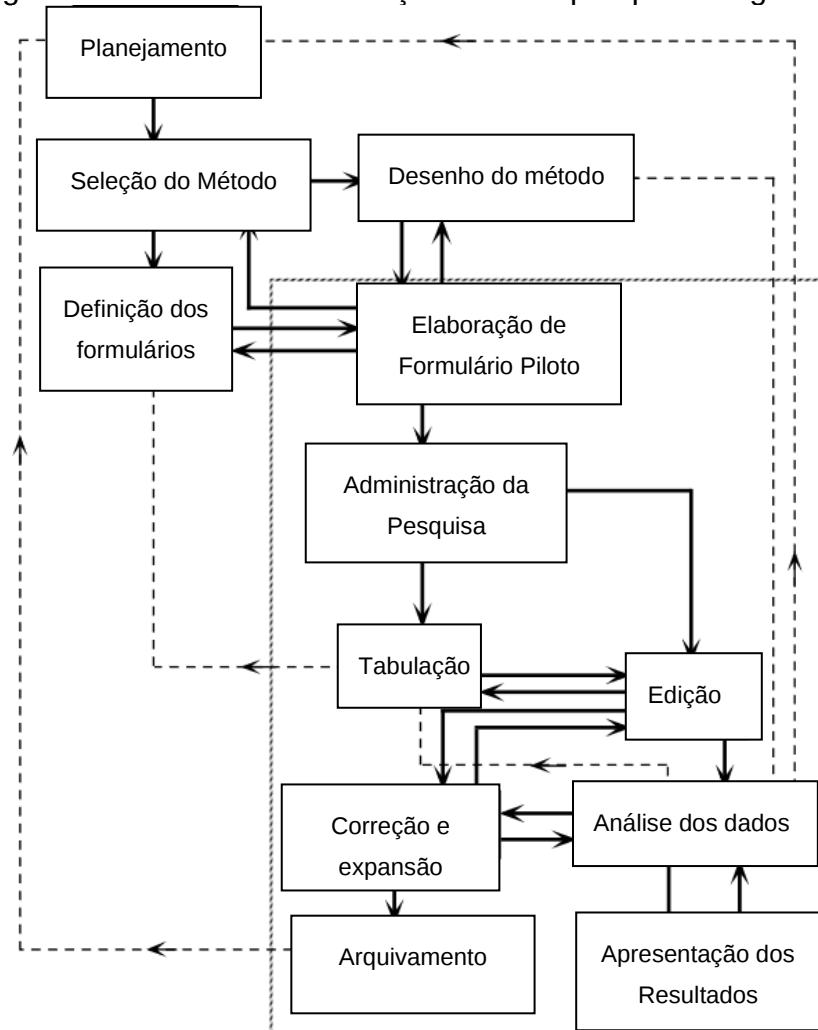
urbanos e a mais utilizada ao longo dos anos (RICHARDSON et. al., 1995). Entretanto, a realização dessa metodologia é onerosa, possuindo tempo de execução expressivos, impossibilitando sua aplicação em períodos específicos ou atípicos de operação.

O método é capaz de estimar como, quando e porque as viagens são realizadas ao longo do dia. Os dados fornecidos por essa pesquisa possibilitam que seja desenvolvida uma fotografia dos fluxos em uma cidade, permitindo a identificação de carências no atendimento de transportes e possíveis ampliações da rede. Os resultados obtidos também são úteis para outros estudos no espaço urbano, já que considera uma série de dados qualitativos, tais como as características socioeconômicas da população e os aspectos físicos da ocupação urbana, fornecendo informações sobre a intensidade do uso do espaço, sendo de grande interesse no planejamento urbano (SÃO PAULO, 2012).

Sendo assim, é necessário que seja realizada uma sequência de passos lógicos, interconectados ao longo do processo de elaboração da pesquisa OD, o que inclui um planejamento preliminar, a seleção do método de pesquisa, a elaboração de pesquisas-piloto, a administração dos recursos, a realização da pesquisa, a tabulação dos dados, a análise e a correção de possíveis erros e então, a expansão dos dados para que finalmente, sejam apresentados os resultados obtidos ao longo do processo (RICHARDSON et al, 1995). A Figura 3 ilustra o processo de execução de uma pesquisa Origem e Destino. **Todo o processo de pesquisa pode durar meses e possui diversos custos que dependerão do método escolhido, podendo este ser por observação, entrevista domiciliar com entrevistador, entrevista domiciliar através de autopreenchimento, abordagem ou por telefone.** De um modo geral, podem ser incluídos custos como as despesas com pessoal, deslocamentos entre os locais de pesquisa, impressão de formulários, custos com ligações telefônicas, correio, computadores, publicidade, transporte de material, aluguel de escritório, dentre outros (Richardson et. al., 1995).



Figura 3 - Processo de execução de uma pesquisa Origem e Destino



Fonte: Richardson et. al., 1995

Guerra (2011) afirma que uma matriz origem-destino possui destaque entre os diversos métodos para obtenção de dados de deslocamentos no ambiente urbano. A matriz é capaz de quantificar e apresentar uma síntese das viagens realizadas em determinados pontos de origem e destino em um determinado período de tempo. Uma matriz origem-destino pode ser definida como uma tabela com número de linhas igual ao número de colunas, sendo a primeira linha e a primeira coluna definidas como o conjunto de origens e destinos, respectivamente. Os demais elementos de uma matriz são:

- d_{ij} : Demanda com origem na zona i e destino na zona j ;
- P_i : Produção de demanda da zona i ;
- A_j : Atração de demanda da zona j ;
- A/P : Total de atração/produção de demanda das zonas.

A Tabela 3 ilustra uma matriz origem-destino.

Tabela 3 - Exemplo de Matriz Origem e Destino

$\begin{matrix} D \\ O \end{matrix}$	1	2	...	n	
1	d_{11}	d_{12}	...	d_{1n}	P_1
2	d_{21}	d_{22}	...	d_{2n}	P_2
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$
n	d_{n1}	d_{n2}	...	d_{nn}	P_n
	A_1	A_2	...	A_n	A/P

Fonte: Guerra (2011)

Em muitos casos, uma matriz apresenta uma união entre trechos que possuem características semelhantes, como população, densidade de automóveis, ligações entre si, etc. Tais divisões permitem o desenvolvimento de uma matriz mais racional, tornando-a fácil de ser analisada. Tal agrupamento é determinado como Zonas de Tráfego (ZT).

Os dados obtidos pelos métodos apresentados anteriormente fornecem subsídios necessários para o desenvolvimento da matriz, que terá informações expandidas de acordo com o universo estudado. Tais dados serão de extrema importância na proposição de intervenções e análise de propostas de alterações na rede de transporte existente, sendo uma aplicação extremamente necessária no entendimento da demanda e de possíveis alterações na criação de novos serviços.

Devido à complexidade e aos elevados custos apresentados na elaboração de pesquisas de origem e destino tradicionais, tem-se desenvolvido métodos alternativos para a obtenção dos dados de demanda, independentes dos levantamentos de campo e com custos menores, considerando a evolução tecnológica atual, no uso de *Smartphones*, Sistemas de Bilhetagem Eletrônica embarcados (SBE), Dispositivos *wi-fi*, dentre outros. Além de representar custos relativamente baixos se comparado com métodos tradicionais de coleta das informações, tem-se que tais métodos possibilitam o acompanhamento periódico dos padrões de deslocamento da demanda, permitindo a realização de uma avaliação

permanente, sendo possível analisar o sistema de transporte em quaisquer dias do ano, avaliando eventos atípicos, que podem influenciar significativamente os padrões de deslocamento em dias de evento.

2.3.1 Sistemas de Transportes Inteligentes

Com o crescente avanço tecnológico vivido pela humanidade nos últimos anos, com constantes lançamentos de ferramentas que prometem otimizar o cotidiano, é visível que a tecnologia ganhou espaço significativo no cotidiano das pessoas. Com isso, para adaptar esse cotidiano com os deslocamentos nas cidades, algumas soluções têm surgido, principalmente no contexto da operação de Transporte Público Urbano.

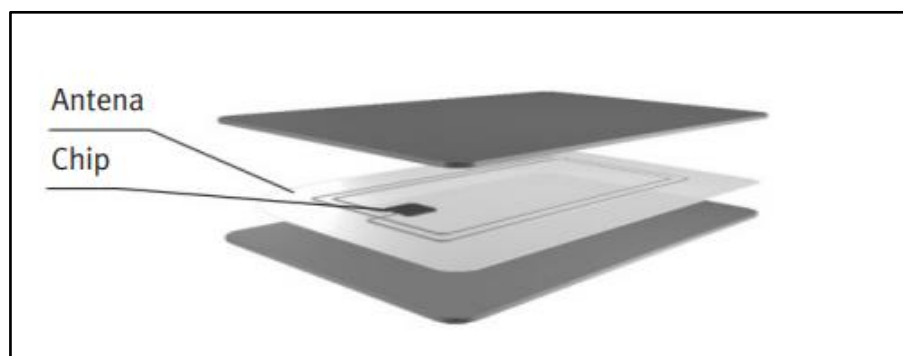
Os Sistemas de Transporte Inteligentes (SITs) são o conjunto de aplicações tecnológicas aplicadas aos problemas comuns do transporte coletivo, tais como os congestionamentos, contingências e a falta de informação e de planejamento. Tais sistemas compreendem diversos integrantes, como os centros de controle de operações, os sistemas de sinalização de trânsito, sistemas de monitoramento e fiscalização remotos, pagamento eletrônico, gerenciamento de incidentes de tráfego e respostas de emergência e informações aos usuários em tempo real (ANTP, 2012).

Como parte integrante dos SITs, os Sistemas de Bilhetagem Eletrônica (SBE) foram implantados como um primeiro grande processo de automatização dos sistemas de transporte urbano no Brasil (ANTP, 2002). ANTP (2002) ainda afirma que o advento da tecnologia surgiu à luz da necessidade de se obter maior controle sobre as transações de pagamentos realizadas no transporte público e que as implantações trouxeram diversas modificações ao cenário da operação de transporte, uma vez que otimiza a produtividade, com embarques mais ágeis devido a cobranças rápidas através da utilização da tecnologia empregada. Além disso, há a dispensa na necessidade de presença de operadores para a cobrança das tarifas, reduzindo custos associados à operação.

Os SBEs consistem na aquisição de créditos eletrônicos antecipados por parte dos passageiros, através da gravação desses dados em *Smartcards*, que serão lidos posteriormente em validadores instalados no interior dos ônibus. De modo geral,

os *Smartcards* são construídos com uma antena, constituída por uma bobina de algumas espirais, sendo posteriormente prensados entre duas camadas plásticas. Os cartões então transmitem dados através da aproximação da antena, utilizando um campo magnético gerado pelo equipamento de interface. Essa transmissão de dados é rápida, e a cobrança de tarifa é realizada quase que imediatamente (ANTP, 2002). As Figura 4 ilustra a estrutura de um cartão do tipo *Smartcard* e a Figura 5 o procedimento de aproximação realizado pelo passageiro no momento da cobrança.

Figura 4 - Estrutura construtiva de um *Smartcard*



Fonte: ANTP (2002)

Figura 5 - Processo de aproximação do Smartcard com o validador no momento da cobrança



Fonte: GVBus (2019).

Deve-se implantar uma infraestrutura tecnológica para o cadastramento, banco de dados e o processamento das informações. Incluem-se nessa infraestrutura o fornecimento de *softwares* específicos para a operação do sistema. Desse modo,

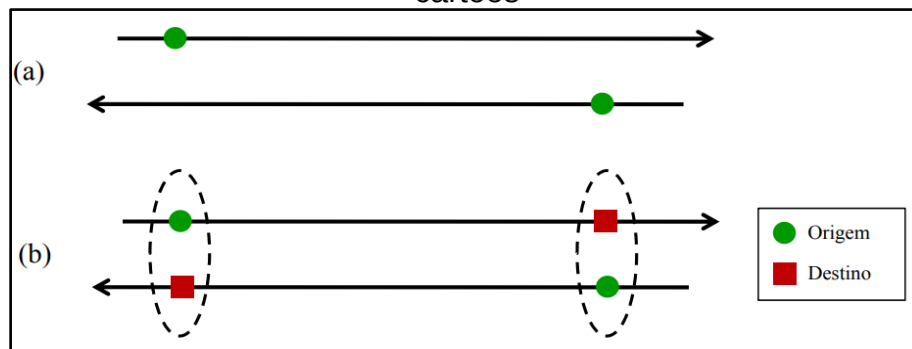
77% das cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes dispunham de SBEs no fim da década de 2000 ANTP (2012).

Os SBEs atualmente são importantes instrumentos para o planejamento das redes de transportes urbanos, principalmente por ônibus, uma vez que é capaz de fornecer dados de passageiros por linha e faixa horária em durante todo o período de operação, além do fornecimento de dados de início e término de viagem e o tempo ocioso de operação (ANTP, 2002).

Além do SBE, a utilização de dados de GPS (*Global Position System*) no transporte público urbano, como parte integrante de um SIT, é capaz de aumentar a eficiência no uso das vias e das redes de transportes. Além disso, é capaz de otimizar os processos logísticos, oferecendo outras possibilidades. Pode-se obter informações essenciais para o planejamento e o controle da operação com base nesses dados, capazes de fornecer informações como a velocidade e o cumprimento de itinerários (WEIGANG, 2001).

Utilizar a estrutura de dados existente é a principal vantagem de metodologias para obtenção de dados de demanda com base na infraestrutura de Sistemas Inteligentes de Transportes (SIT) instaladas nas Redes de Transporte Coletivo, uma vez que os dados estão disponíveis em quaisquer dias de operação, para quaisquer faixas horárias. Sendo assim, Guerra *et al* (2014) apresentam uma metodologia baseada no banco de dados do SBE, com base na rede de transportes carregada em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Pfitscher (2019) apresenta um estudo similar, utilizando também os dados de posicionamento obtido através de sistemas de monitoramento por GPS dos veículos. Basicamente, ambas as metodologias estudam o horário de validação dos cartões dentro dos veículos e com base em um segundo embarque, pode-se estimar a Origem e o Destino dos passageiros, se considerarmos que o passageiro realizou o segundo embarque em um ponto no sentido oposto ao longo do itinerário das linhas. A Figura 6 ilustra a situação informada

Figura 6 - Determinação de pontos de origem e destino através da utilização de cartões



Fonte: GUERRA (2011)

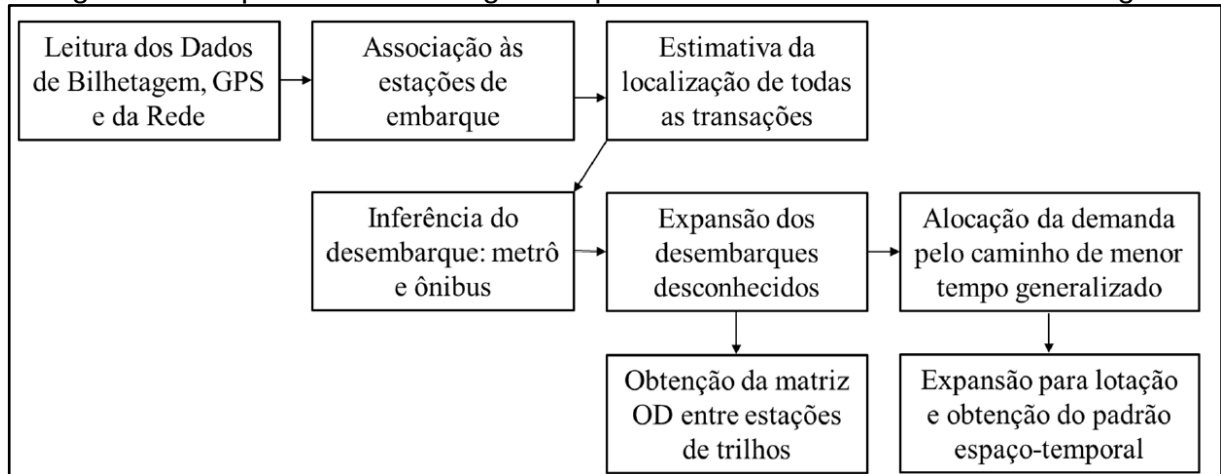
No contexto do modo ferroviário, Cui (2006) traz a inferência da matriz de movimentação apresentando os mesmos conceitos no Metrô de Chicago, que também não possui registros de cartões nos desembarques, nas estações, considerando a seguinte estrutura:

- Os passageiros vão iniciar suas próximas viagens no destino da anterior ou em outra parada próxima ao destino anterior;
- Os passageiros terminarão as últimas viagens no dia sempre na origem da primeira viagem

Ainda no contexto do modo ferroviário, Arbex e Cunha (2017) propõem uma adaptação de metodologia baseada no encadeamento de embarques da bilhetagem eletrônica. Para tal, foi elaborada uma matriz calculada de acordo com métodos de caminhada mínimo no Metrô de São Paulo. Destaca-se, no caso analisado, a possibilidade de inferência e caracterização da lotação nas composições estudadas por faixa horária, sendo um importante insumo na caracterização dos dados, fornecendo dados capazes de substituir métodos tradicionais, como a realização de entrevistas com a demanda atendida. Para estimativa da matriz, além dos dados de bilhetagem eletrônica, foram utilizados os dados provenientes dos GPS dos veículos que prestam o serviço de ônibus urbano, tendo em vista que no caso analisado, os passageiros utilizam os cartões somente no momento de embarque nos veículos ou nas estações. Para inferir o desembarque, o estudo proposto utiliza a mesma estrutura proposta por Cui (2006), com o acréscimo da seguinte restrição: *“os usuários retornam ao destino do embarque anterior para o próximo embarque (parte-se do*

princípio de que não ocorreram viagens intermediárias sem o uso do sistema de transporte público).” Sendo assim, na definição da matriz proposta, os autores utilizaram o fluxo ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - Sequência metodológica de processamento dos dados de bilhetagem



Fonte: Arbex e Cunha (2017)

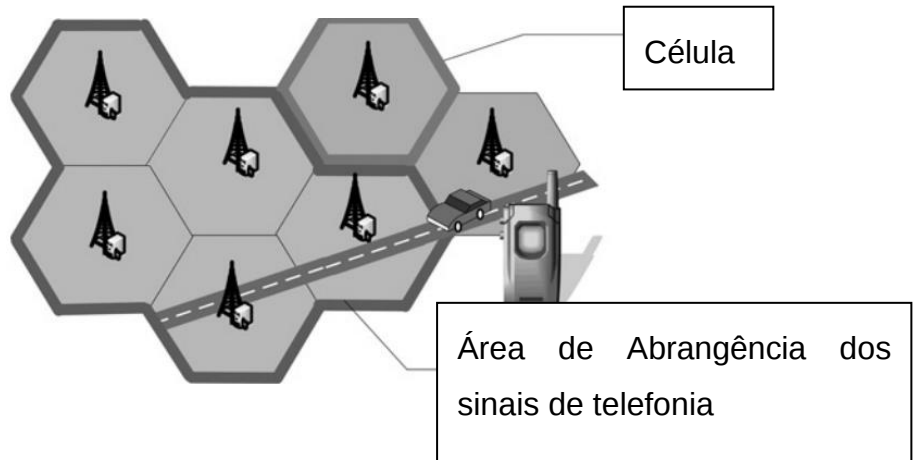
2.3.2 Dados de telefonia móvel



As operadoras de telefonia celular possuem registros de chamadas de todos os seus usuários, o que inclui sua localização aproximada, com base nas antenas emissoras dos sinais de telefonia. Sendo assim, é possível saber quando e onde uma chamada começou e terminou, já que a localização das antenas é conhecida. É possível prever os padrões de deslocamentos da população por meio desses dados, embora seja impossível saber os modos de transporte e a motivação dos deslocamentos (SILVEIRA; MARQUES NETO, 2013).

A obtenção da localização dos telefones depende do raio da área de abrangência do sinal emitido pela antena de telefonia. Carceres *et al* (2007) afirma que os raios variam entre 200m para áreas urbanas ou 5 a 20 km para áreas rurais. Com base em tais áreas de abrangência, o estudo apresenta uma série de áreas desenvolvidas com base na localização das antenas, sendo denominadas como células. A Figura 8 ilustra o esquema apresentado.

Figura 8 - Esquema de conexão de um telefone celular a uma célula



. Fonte: Adaptado de Caceres *et al.* (2007)

Devido a abrangência da utilização dos telefones, a informação obtida por esse método é vantajosa por permitir a exibição em tempo real das informações, possibilitando a elaboração de diversos mapas com a localização espacial de cada um dos deslocamentos em um determinado período. Além disso, possui cobertura ampla das áreas urbanas e possui pouca necessidade de tempo para a obtenção dos dados. Entretanto, o método é falho na obtenção de dados de deslocamentos; internos nas áreas de coleta das informações, já que não é possível obter dados de deslocamentos curtos.

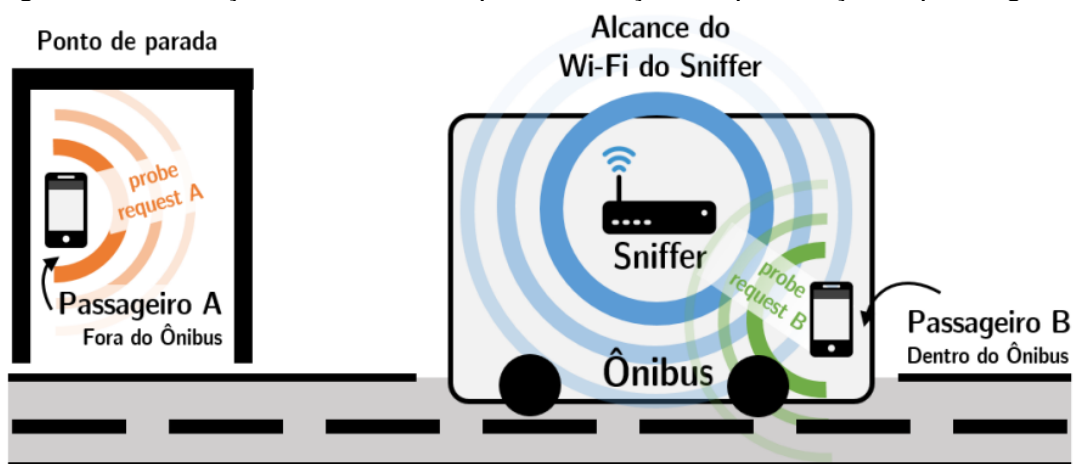
O estudo desenvolvido por Silveira *et al* (2016) utiliza dados de telefonia para estimar análises preditivas quanto à mobilidade humana em diferentes regiões. Ainda, há a utilização do *Twitter* como fonte de dados auxiliar. O modelo proposto leva em consideração a popularidade de diferentes regiões em diferentes áreas, de maneira a entender como há uma interação entre as pessoas de diferentes locais. Os autores destacam ainda a capacidade de prover informações valiosas para o planejamento das cidades, devido à complexidade e ao volume das informações obtidas através do método proposto.

2.3.3 Sinal Wi-fi de Smartphones

Junior *et. al* (2018) desenvolveu estudos considerando a utilização de dispositivos que possuem tecnologia *wi-fi*. O método de coleta dos dados baseia-se

na característica dessa tecnologia, que realiza emissões periódicas de sinais em faixas de ondas públicas. De posse de um dispositivo específico com capacidade de captar tais sinais, considerando uma determinada vizinhança, é possível estimar os horários de entrada e saída de passageiros nos locais onde o dispositivo está instalado, tais dispositivos são denominados como *sniffers*. Quando um *sniffer* recebe sinais de qualquer dispositivo, sabe-se que o indivíduo está dentro da área próxima do equipamento e de maneira análoga, entende-se que o indivíduo saiu da área próxima do equipamento quando o sinal deixa de ser recebido. A Figura 9 ilustra o processo de obtenção dos dados.

Figura 9 - Utilização de um sniffer para detecção de presença de passageiros



Fonte: Junior et. al (2018)

Os *smartphones* emitem sinais do tipo quadros de sondagem (*probe requests*) e ao serem posicionados próximo do receptor, emitem um número de identificação única para cada aparelho em escala global. Tal número é denominado como endereço MAC (*Media Access Control*). Dependendo da potência do sinal da onda recebida, é possível estimar a distância a qual tal dispositivo está localizado,

Junior et. al (2018) utiliza o equipamento embarcado no interior dos veículos, mas é possível que sejam espalhados equipamentos similares em outros locais, como em Pontos de Embarque e Desembarque (PEDs). Sendo possível estudar todo o deslocamento realizado por determinado indivíduo no espaço urbano.

A principal limitação do método apresentado consiste na necessidade de que os *smartphones* estejam com sinal *wi-fi* ativados durante todo o percurso. Entretanto, Junior et. al. (2018) afirma, por meio de Bonné et. al. (2013) e Freudiger (2015) que a população cada vez mais possui *smartphones* e uma grande fração delas deixam o *wi-fi* habilitado por padrão.

2.4 A caracterização de movimentação de pessoas em situações atípicas com métodos alternativos

Considerando a possibilidade de tratamento de dados em grande escala, envolvendo dispositivos de coleta de informações, dados de bilhetagem eletrônica e informações de telefonia, alguns estudos foram desenvolvidos aplicando algum dos métodos de coleta de dados apresentados para a obtenção dos padrões de deslocamento, sejam em larga escala ou dentro de espaços específicos.

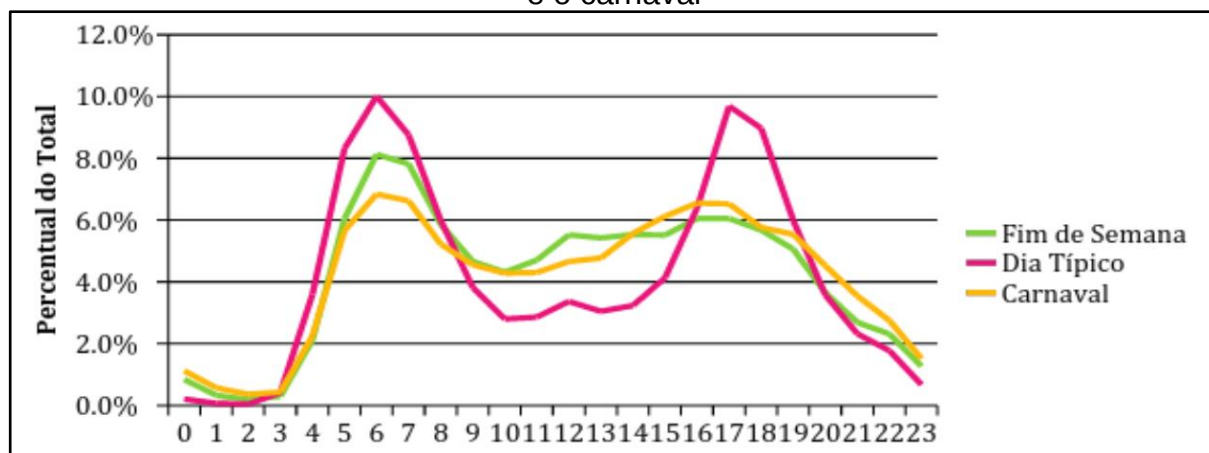
Nos tratamentos de informações provenientes dos SITs, Arbex e Cunha (2017) afirmam que *“é possível avaliar a utilização do sistema de transportes em quaisquer dias do ano, avaliando eventos atípicos, como greves, reflexos de falhas na operação e eventos diversos com grande impacto na demanda, auxiliando no planejamento da operação dos serviços”*. Nesse sentido, destaca-se o estudo desenvolvido por Oliveira et al (2015), para analisar o padrão de viagens dos usuários de transporte público da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) nos dias de realização do carnaval. Para tal, foram obtidas informações de quantidade, distribuição modal, distribuição horária e de origem das transações. O método de obtenção foi replicado em finais de semana e dias úteis típicos e comparados com os dias de realização dos eventos. O par origem-destino das viagens intermunicipais foi obtido pela identificação dos pontos de origem e destino das linhas estudadas, em cada município. Além disso, para chegar à distribuição dos sentidos possíveis foram consultados os dados da revisão do Plano Diretor de Transportes Urbanos do município. Dessa maneira, ainda há uma relação direta com um método de obtenção de dados tradicional. A Tabela 4 ilustra a variação percentual da origem das viagens, enquanto a Figura 8 ilustra a distribuição horária das viagens geradas entre os dias estudados.

Tabela 4 - Comparativo do percentual de viagens produzidas na RMRJ nos dias típicos e de carnaval

Município de Origem	Carnaval	Fim de Semana	Dia Típico
Duque de Caxias	21,9%	22,6%	22,0%
Nova Iguaçu	16,7%	17,1%	15,2%
Niterói	12,8%	10,2%	14,7%
São Gonçalo	9,9%	11,2%	11,0%
Belford Roxo	8,5%	8,4%	7,4%
Outros Municípios	22,7%	23,0%	22,6%

Fonte: Oliveira *et al* (2015)

Figura 10 - Comparação da distribuição horária entre os dias típicos, final de semana e o carnaval



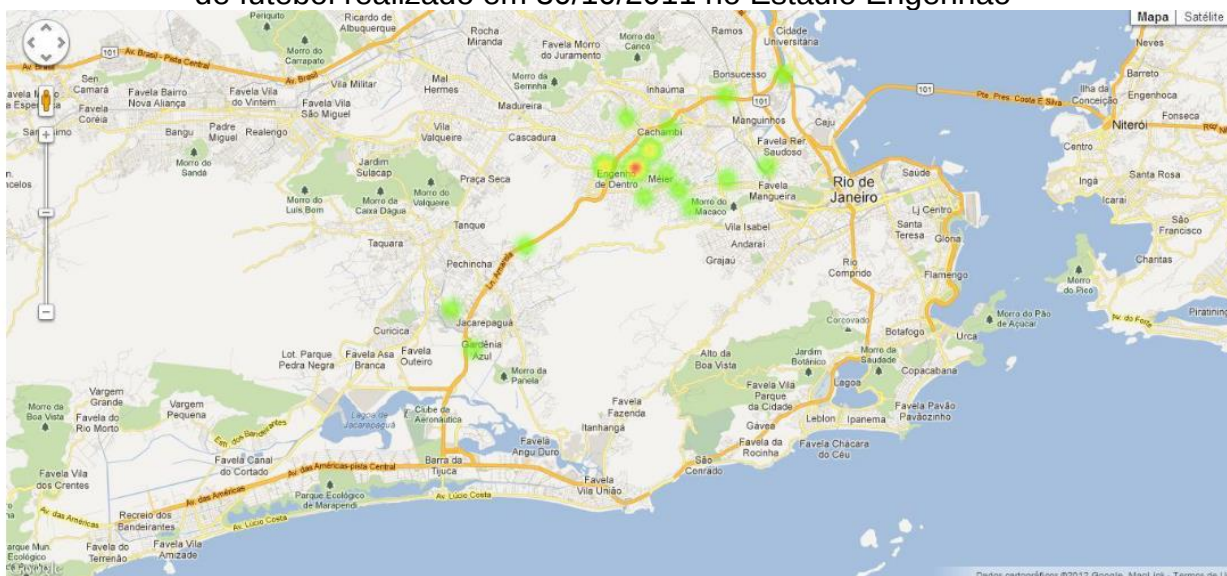
Fonte: Oliveira *et al* (2015)

Ainda no estudo citado, observa-se que apesar dos dias de carnaval apresentarem demanda semelhante ao de um dia de fim de semana, algumas particularidades foram observadas pelo autor, incluindo aumento de utilização do sistema de transporte durante o período da noite e da madrugada. Além disso, notou-se uma maior quantidade de passageiros com origem em municípios limítrofes com a cidade do Rio de Janeiro, com maior quantidade de transações nos cartões. Pode-se entender, portanto, que a influência do evento realizado foi estendida a locais distantes daqueles onde os eventos predominantemente aconteceram. Entretanto, o autor destaca a limitação envolvida na estimativa de confiabilidade das informações,

bem como validar os esquemas operacionais montados pelos agentes públicos responsáveis.

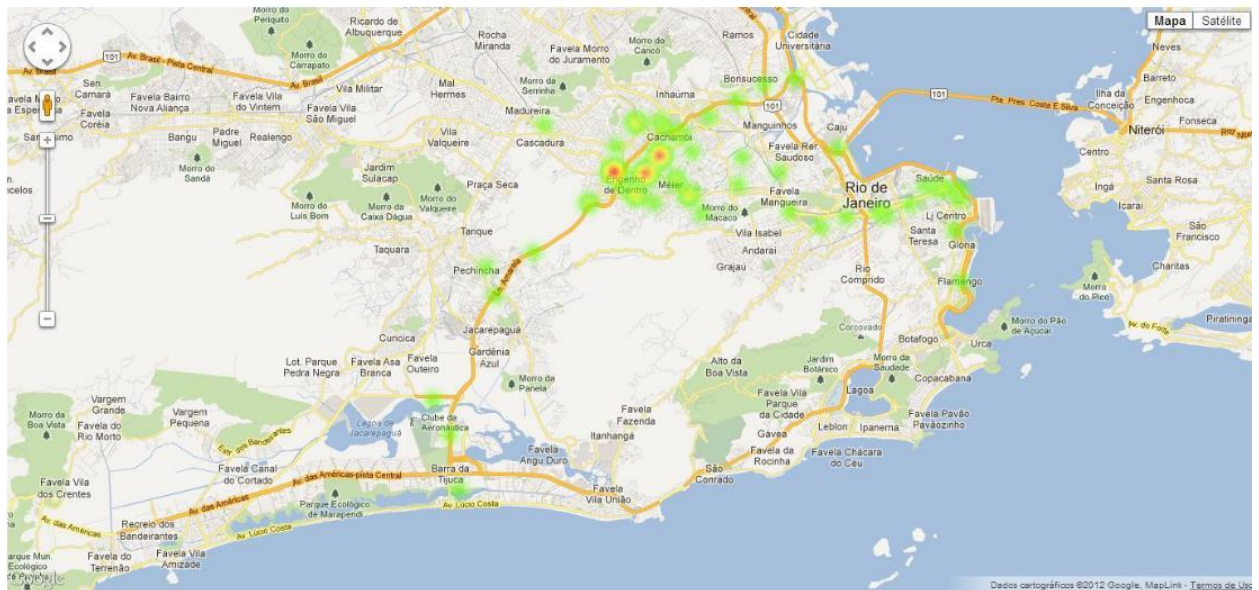
O estudo desenvolvido por Silveira e Marques Neto (2013) identifica a origem e possíveis rotas utilizadas na obtenção de dados de deslocamentos em determinada região, sendo utilizado para a realização dos estudos de deslocamento em dias de jogos de futebol realizados no estádio do Engenhão, no Rio de Janeiro. A definição de tais padrões não só contribui com o planejamento da infraestrutura de transportes, mas também oferece condições de perceber falhas na oferta de sinais por parte das operadoras de telefonia, que poderão oferecer melhor infraestrutura para adequar o sinal nas regiões afetadas. Os dados dependem da quantidade de ligações de celulares realizadas na região estudada, mostrando a eficácia do método para definição dos padrões de deslocamento em situações atípicas. O estudo foi capaz de definir os horários de chegada e partida dos torcedores envolvidos no jogo e identificar as rotas utilizadas para acessar o evento, bem como a área de influência do evento em todo o município do Rio de Janeiro. As Figuras 11, 12 e 13 ilustram a concentração de utilizações de telefones antes, durante e após a realização de um jogo de futebol.

Figura 11 - Mapa de calor com ligações dos torcedores antes do início de um jogo de futebol realizado em 30/10/2011 no Estádio Engenhão



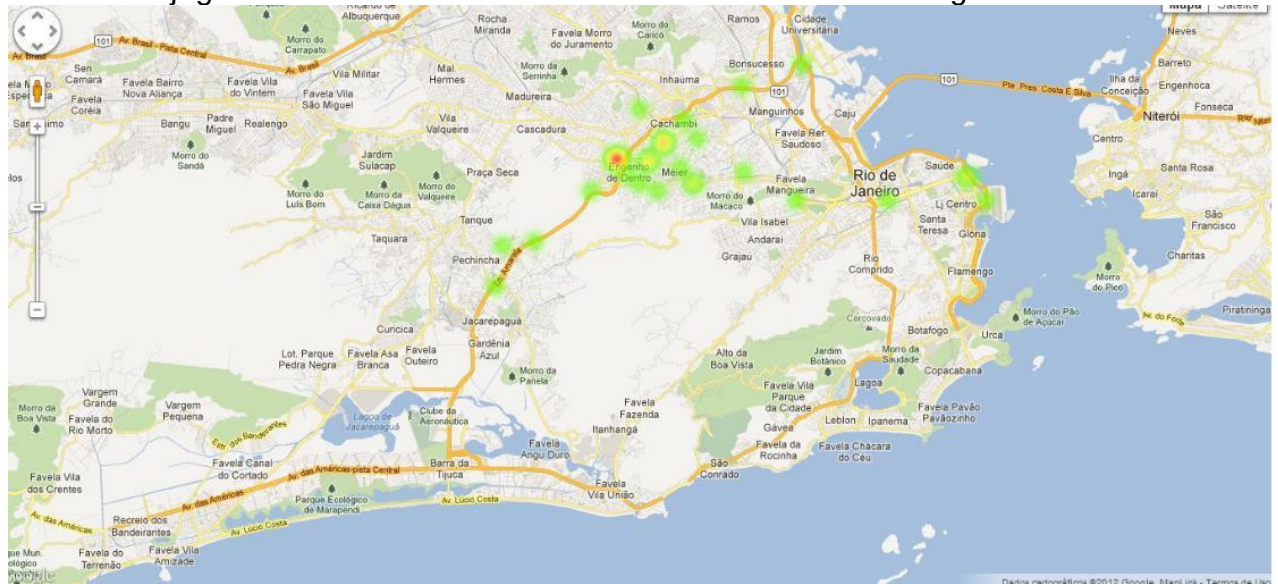
Fonte: Silveira e Marques Neto (2013)

Figura 12 - Mapa de calor com ligações dos torcedores durante a realização de um jogo de futebol realizado em 30/10/2011 no Estádio Engenhão



Fonte: Silveira e Marques Neto (2013)

Figura 13 - Mapa de calor com ligações dos torcedores após a realização de um jogo de futebol realizado em 30/10/2011 no Estádio Engenhão

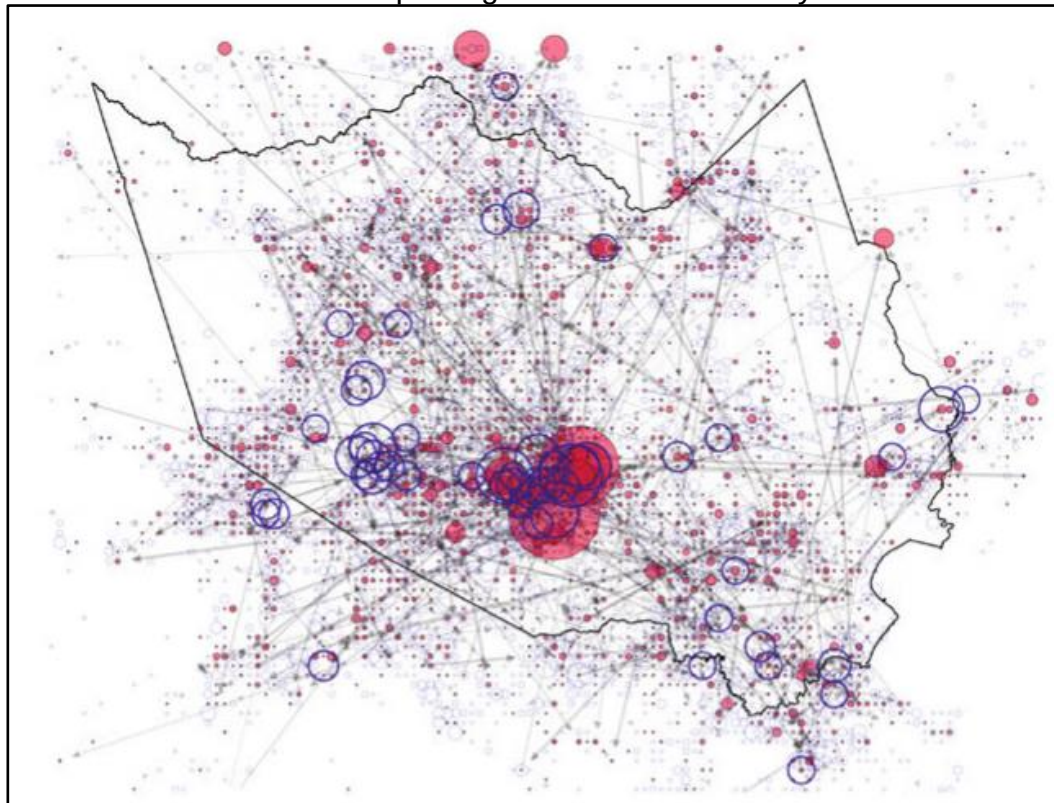


Fonte: Silveira e Marques Neto (2013)

No contexto de eventos não planejados, HONG (2021) apresenta uma análise quanto a resiliência de localidades no que diz respeito a grandes desastres. Neste caso, a ocorrência desse tipo de evento fornece um efeito contrário ao de eventos planejados, uma vez que as pessoas se afastarão da área afetada, e não serão

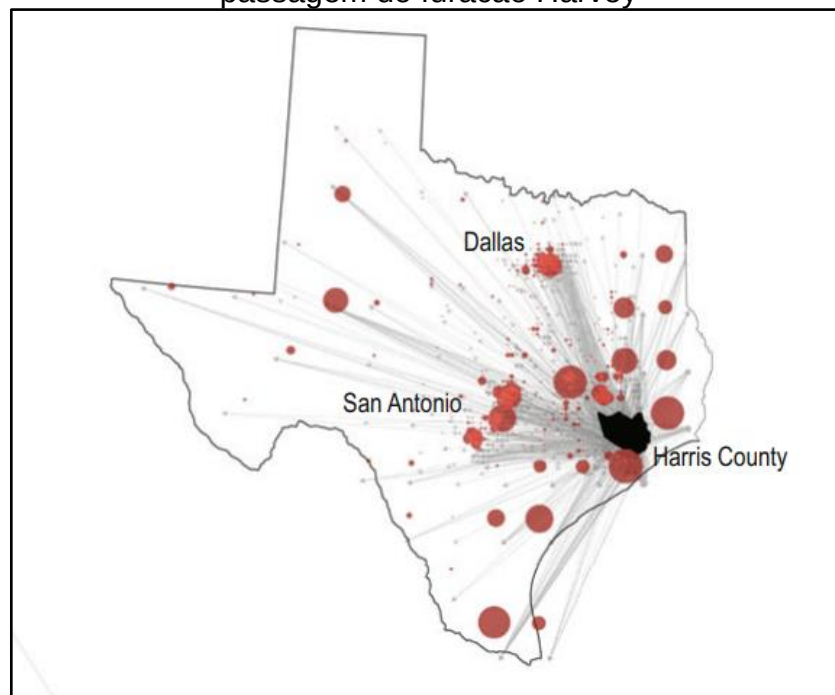
atraídas pela ocorrência de tais situações. No caso apresentado, as informações analisadas dizem respeito a passagem do Furacão Harvey, em 2017, na cidade de Houston, no Texas. Foram analisados 51.020 usuários durante o estudo, sendo identificados que 42.277 (cerca de 83%) permaneceram em suas casas durante a passagem do furacão. Dos 8.743 que optaram por evacuar suas residências, 68,1% (3.624) permaneceram na Região Metropolitana de Houston, 14,2% (758) saíram para outras regiões dentro do estado do Texas e 17,7% foram para outras partes do país, destacando-se os estados da Luisiana, do Novo México e da Califórnia. As Figuras 14, 15 e 16 apresentam gráficos de rede considerando a evacuação apresentada.

Figura 14 - Usuários que permaneceram na região metropolitana de Houston durante a passagem do furacão Harvey



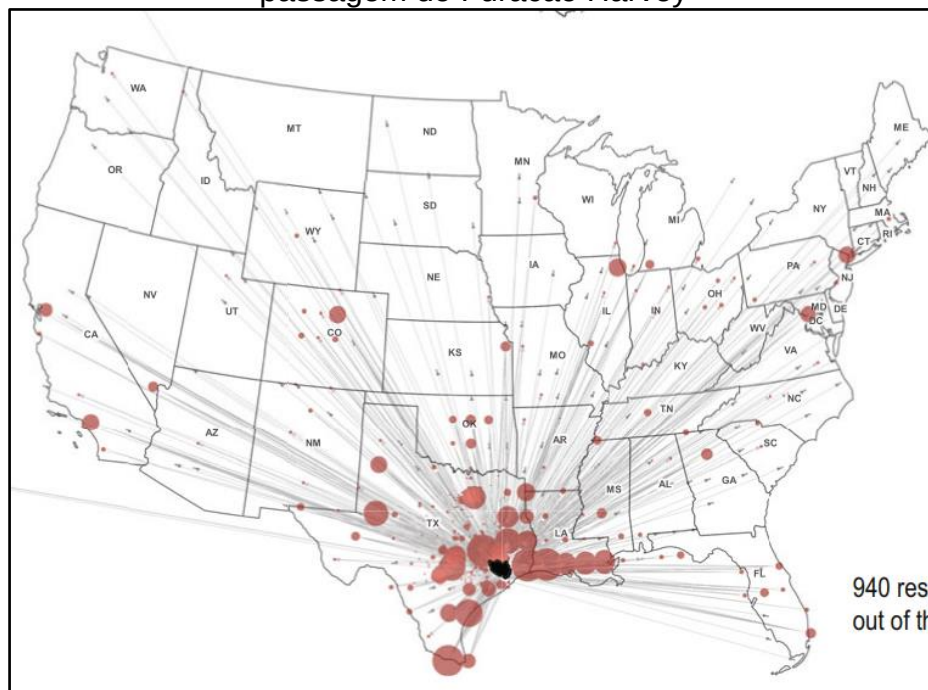
Fonte: HONG (2021)

Figura 15 - Usuários que se deslocaram para dentro do estado do Texas durante a passagem do furacão Harvey



Fonte: HONG (2021)

Figura 16 - Usuários que se deslocaram para fora do estado do Texas durante a passagem do Furacão Harvey



Fonte: HONG (2021)

Cita-se ainda a utilização de equipamentos capazes de obter dados provenientes dos *smartphones* com conexões *bluetooth* e *wi-fi*. Nesse contexto, Stopczynski *et al* (2013) utiliza a conexão de aplicativos para dispositivos *Android* e a mobilidade dos participantes na área de influência do *Roskilde Festival*, na cidade de Roskilde, na Dinamarca. O evento em questão atraiu cerca de 130 mil participantes durante 8 dias, em 150 shows em 6 palcos diferentes. O evento é realizado em um espaço longe do centro da cidade, com infraestrutura limitada, incluindo eletricidade, rede de transporte, água e demais infraestruturas, que devem ser dimensionadas para receber o grande volume esperado. A coleta dos dados consiste na utilização de aplicativos capazes de estimar a distância de caminhada para o próximo evento no festival, medir os decibéis dos eventos e compartilhar uma *playlist* entre todos os participantes. No estudo em questão, os participantes transitavam por pontos de coleta de dados *Bluetooth* dentro da área de realização do evento e de outras grandes áreas de *camping* espalhadas ao redor. A Figura 17 ilustra um mapa de calor com o número de coletas de dados realizados durante o evento, e sua área de influência.

Figura 17 - Mapa de calor com a área de influência do Roskilde Festival, na Dinamarca



Fonte: Stopczynski *et al* (2013)

3 METODOLOGIA PROPOSTA

Para investigar os padrões de deslocamento e a realização de análises comparativas em dias atípicos, considerando a possibilidade de aplicação em diferentes localidades, haja vista a infraestrutura disponível nos SITs ao longo do mundo, para o desenvolvimento deste trabalho serão definidos os locais de origem e destino em cada usuário analisado. Como explicado anteriormente, tem-se que metodologias alternativas se mostram eficazes na definição dos dados de demanda de passageiros, bem como nos estudos de alteração provenientes da realização de grandes eventos, planejados ou não. Sendo assim, serão utilizados conceitos baseados nos estudos desenvolvidos por Arbex e Cunha (2017), Cui (2006), Guerra (2011), e Munizaga e Palma (2012). Para tal, deve-se utilizar as informações provenientes dos SITs, considerando a infraestrutura existente para a operação de transporte público urbano no contexto brasileiro, tem-se que o método proposto exige poucos investimentos e grandes oportunidades para atender o objetivo citado.

Nesse aspecto, é de suma importância a adoção do georreferenciamento dos dados de bilhetagem para a definição dos locais das quais os passageiros possuem origem e/ou destino. Destarte, observa-se que os dados devem ser estruturados com o objetivo de definir como cada usuário realiza seus deslocamentos dentro do espaço analisado. Para tal, deve-se seguir um fluxo determinado, a fim de estimar os locais de embarque e desembarque em diferentes modos de transporte, elaboração de matriz semente, adoção de critérios para expansão e apresentação dos resultados finais. Neste capítulo, será exposto o procedimento adotado para essa definição, considerando as práticas adotadas pelos diversos autores no aspecto estudado, a saber, o Levantamento de dados, a definição dos pontos de embarque, do par origem e destino, das Zonas de Tráfego e a matriz final.

3.1 Levantamento de dados

Como primeira etapa no desenvolvimento do método proposto, faz-se  necessário a obtenção das informações provenientes dos Sistemas de Bilhetagem Eletrônica (SBE), Dados de GPS dos veículos e informações básicas da estrutura de transporte disponível na localidade analisada, incluindo a localização das paradas de ônibus e estações e frequência dos trajetos analisados. Arbex e Cunha (2017) utilizam

o padrão de localização das paradas, estações e frequência dos trajetos analisados com base no formato GTFS, utilizado por diversas localidades ao redor do mundo para padronização de informações a serem vinculadas ao *Google Transit*, sendo tais dados utilizado comumente ao redor do mundo para desenvolvedores de aplicações do setor. Por outro lado, Cui (2006), Guerra (2011) e Munizaga e Palma (2012) trazem consigo padrões diferentes dos especificados no GTFS, mas sem prejuízo com a obtenção dos dados finais, haja vista a definição da especificação de coordenadas geográficas associadas aos pontos de embarque. Para este trabalho, foram levantados os seguintes itens:

- Registros de Bilhetagem Eletrônica, incluindo horários, veículos utilizados em todo os modos de transporte público existentes na área estudada e eventuais utilizações de passageiros que utilizam o dinheiro para o acesso ao sistema de transporte e o valor da tarifa cobrada para cada validação;
- Dados operacionais consolidados das linhas analisadas, incluindo horário de partida das viagens e total de passageiros registrados;
- Dados de posicionamento dos veículos, em todo o período analisado para os ônibus, e;
- Mapeamento da infraestrutura de transporte existente, incluindo localização de pontos de parada, estações e terminais de integração.

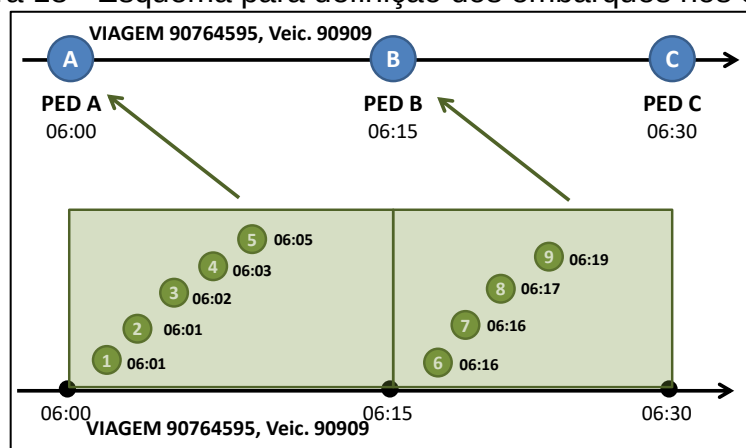
3.2 Definição dos pontos de embarque

Para os embarques realizados em estações nas quais há cobrança antecipada para o acesso ao transporte público, há uma estrutura fixa e, portanto, com coordenada geográfica conhecida. Dessa maneira, associa-se a localização das utilizações com cartões nos respectivos locais analisados. Dessa maneira, esta etapa consiste apenas na atribuição relacional entre os bancos de dados geográficos e os dados de validação nos locais estudados.

Por outro lado, há uma complexidade um pouco maior na inferência desses locais, no caso de utilização em veículos, devido à sua dinamicidade de localização ao longo da viagem, com localização geográfica alterada ao longo do trajeto

percorrido. Dessa maneira, a coordenada geográfica associada ao local de utilização do cartão será definida com base nos dados de GPS dos veículos, considerando a suposição de que a cobrança da tarifa se dê nos instantes após o momento de realização do embarque e, de modo análogo, momentos após o horário de passagem do veículo em determinado Ponto de Embarque e Desembarque (PED), com atributos geográficos associados. A Figura 18 ilustra o procedimento adotado.

Figura 18 - Esquema para definição dos embarques nos ônibus



Fonte: Adaptado de Munizaga e Palma (2012)

3.3 Definição do par origem-destino

A definição dos locais de destino de cada validação pode ser associada às suas validações subsequentes, em sistemas aos quais não há a necessidade de validação do cartão durante o desembarque, sendo este a grande realidade dos casos brasileiros. Diante desta situação, algumas suposições precisam ser consideradas, Arbex e Cunha (2017) definem que:

- O destino do passageiro será o local mais próximo da origem da próxima viagem;
- A última utilização do dia terá como destino o local da primeira, e;
- Considera-se a utilização da rede de transporte em todo o trajeto.

Para definição de estudos isolados, considerando os deslocamentos em cada serviço, as suposições adotadas são o suficiente para serem consideradas. Entretanto, no caso de grandes redes analisadas, onde há a realização de transbordos em terminais de integração, pode-se afirmar que a viagem do usuário não foi finalizada em tais locais. Dessa maneira, deve-se utilizar outros serviços de transporte

disponíveis para chegar ao seu destino final. Nesse contexto, Guerra (2011) sugere a adoção de intervalo de 1h para diferenciar a realização de transbordos dos destinos finais dos deslocamentos. Para exemplificar, suponhamos que um cartão foi utilizado por determinado usuário às 5h, às 5h15min, às 16h e às 16h45min, teremos que as utilizações de 5h15min e 16h45min são utilizações intermediárias e, portanto, não refletem o destino de nenhum dos casos. Portanto, tais validações devem ser desconsideradas na definição do par origem-destino. Desta forma, propõe-se a adoção da seguinte suposição: Se o intervalo de tempo entre a validação anterior e a atual for inferior à 1h e o cartão analisado for identificado em mais de 3 utilizações ao longo do dia, a utilização em questão é um ponto de transbordo na viagem analisada, e portanto, uma próxima validação será considerada como destino da primeira e a validação atual deverá ser desconsiderada da análise. Entretanto, cabe ressaltar que o intervalo proposto deve ser adaptável a situação de cada localidade, considerando a rede de transporte existente e suas possíveis integrações, BHTRANS (2008) define que as viagens que forem validadas com intervalos de até 90 minutos (ou 1h30min) são consideradas como viagens intermediárias e integradas entre si com desconto na segunda utilização. Portanto, devem ser consideradas como pontos de transbordo entre a origem e o destino final. No caso de cartões com sucessivas avaliações registradas com intervalos menores do que a tolerância adotada, a utilização que tiver com intervalo superior ao critério adotado, será o destino da primeira, desde que a linha utilizada no destino seja a mesma registrada na utilização de origem. A Tabela 5 ilustra um exemplo na situação de validações em sequência.

Tabela 5 - Exemplo de definição de destino para cartões considerando o transbordo em terminais de integração

Código do cartão	Hora de utilização	Linha utilizada	PED de embarque	Intervalo entre validações	Status validação
123	09:15:00	2101	30998	00:00:00	Origem
123	13:30:00	2101	90772	04:15:00	Destino
123	15:24:00	2101	30499	01:54:00	Validação intermediária

Fonte: Autoria própria

Considerando a possibilidade de compartilhamento de um cartão entre diferentes usuários, haja vista o caso no qual é possível identificar validações sequenciais de um mesmo cartão em determinadas viagens em curtos intervalos de tempo, pode-se afirmar que o destino do passageiro em questão não é aquele ao qual foi identificado a próxima validação, considerando que ela foi realizada em instantes após a primeira. Dessa maneira, para este fim, será adotado o seguinte critério: caso as validações forem realizadas com intervalos de validação inferiores à 5 minutos, o destino da viagem anterior deverá ser o da validação posterior e a validação analisada será desconsiderada na definição do par origem-destino.

Ainda, há o caso encontrado de registro de cartão em um mesmo local, em diferentes partes do dia, ou em validações próximas dos locais de origem e destino. Para este caso, calculou-se a distância, em linha reta, entre os pontos de origem e destino encontrados, optando por desconsiderar aquelas validações com distâncias inferiores a 600 (seiscentos) metros, parâmetro adotado com base nos critérios de acessibilidade definidos no Edital de Concorrência Pública nº 131/2008 (BHTRANS, 2008). Dessa maneira, foram calculadas as distâncias por meio de um loop, até que seja encontrado par origem-destino que respeitasse a distância estabelecida.

3.4 Definição de Zonas de Tráfego

O conceito de Zonas de Tráfego (ZTs) é amplamente utilizado em Engenharia de Transportes. Tem-se, nesse sentido, a divisão da área de estudo em áreas com interesses e características em comum, podendo ser a renda, desejo de viagens, e outros atributos homogêneos. Uma série de características presentes em uma zona trará influências significativas na distribuição de viagens, portanto, “deve-se agrupar tais regiões de maneira que as características intrazonais sejam homogêneas e as características interzonais sejam heterogêneas” (RIBEIRO, 2012).

Pode-se adequar as ZTs de acordo com área de estudo, podendo ser o município, microrregião, macrorregião, mesorregião, bairro, e até mesmo locais de interesse notadamente conhecidos, dependendo da área de estudo. Entretanto, devido à complexidade na definição de tais áreas, Ribeiro (2012) afirma que a utilização de bases de estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) trazem consigo uma fonte de pesquisa conceituada e com baixo custo para aquisição.

Dessa maneira, é comumente visto a definição dessas áreas com associação direta ao definido pelo IBGE.

3.5 Construção da matriz final

A adoção do critério analisado possui limitações que precisam ser consideradas: a primeira delas diz respeito a aqueles passageiros que optaram por utilizar o dinheiro como fonte de pagamento no acesso ao sistema, a outra, refere-se à necessidade de ao menos dois registros de cartões serem identificados na base de dados. Para esses casos, não é possível afirmar qual será o destino da viagem analisada, haja vista a incompatibilidade na definição clara de qual foi o deslocamento realizado. Para suprir as lacunas expostas, este trabalho irá considerar que tais passageiros possuem comportamentos similares com aqueles nos quais foi possível obter as informações buscadas.

Diante do exposto, fatores de expansão foram associados aos cartões cujos pares origem-destino foram identificados. Para a definição de quais são os fatores adequados, analisou-se a demanda efetivamente transportada em cada viagem estudada, através dos dados obtidos nos MCOs. Ressalta-se que o fator de expansão não pode ser associado ao total de registros transportados naquela viagem, considerando que parte dos usuários registrados no momento, foram expurgados, por não representarem o destino final da viagem analisada e sim, um ponto de transbordo. Ainda deve-se considerar o pressuposto adotado de que os passageiros que pagaram a tarifa em dinheiro realizam deslocamentos similares àqueles que utilizaram o cartão.

Considerando que parte dos passageiros registrados em determinada viagem podem ter utilizado o serviço apenas como um ponto de transbordo e não como destino final, deve-se levantar a quantidade de validações retiradas no procedimento descrito no item 3.3 para este fim. A partir de então, subtrai-se o total de passageiros descartados no transbordo do total de passageiros transportados na viagem em análise, da seguinte maneira:

$$PassTi = PTi - PassTri$$

Onde,

$PassTi$ = Demanda de passageiros efetiva sem transbordo na viagem i;

PTi = Passageiros registrados na viagem i no MCO, e;

$PassTri$ = Total de passageiros que embarcaram na viagem i a partir de um transbordo com a viagem anterior.

A partir de então, tem-se o fator de expansão aplicado a validação j da viagem i, da seguinte maneira:

$$Fe_j^i = \frac{PassTi}{QTDpi}$$

Onde:

Fe_j^i = Fator de expansão aplicado a validação j na viagem i;

$PassTi$ = Demanda de passageiros efetiva sem transbordo na viagem i, e;

$QTDpi$ = Quantidade de validações pesquisadas na viagem i.

De posse das informações obtidas, incluindo todas as etapas descritas, parte-se para a definição da matriz origem-destino final. Devido à viabilidade exposta anteriormente, reitera-se a possibilidade de aplicação do método para quaisquer dias, desde que as etapas sejam propriamente seguidas e os dados estejam disponíveis, exigindo pouco esforço quanto ao planejamento e obtenção das informações disponíveis. Sendo assim, para a definição da matriz final, parte-se para a soma dos fatores de expansão de cada deslocamento analisado, adequando-o ao espaço estudado. Ressalta-se que neste trabalho serão investigadas as alterações nos padrões de deslocamento apenas para os usuários de transporte público urbano, haja vista a oportunidade de dados disponíveis.

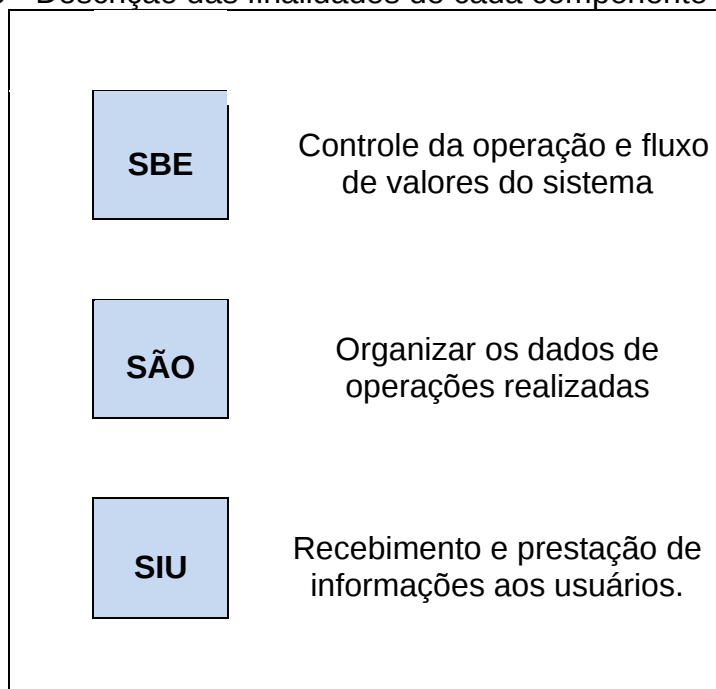
4 ESTUDO DE CASO

A aplicação da metodologia proposta em um estudo de caso foi possível graças à sua aderência ao sistema de transporte existente na cidade de Belo Horizonte - Minas Gerais. Por tal, apresenta-se, a seguir, a constituição deste sistema e a definição de etapas da pesquisa com a utilização destes. Ressalta-se que a reaplicação do método é possível em qualquer sistema de transporte que forneça informações semelhantes. Dessa maneira, neste capítulo será descrito a área de estudo, bem como as bases de dados e os componentes tecnológicos disponíveis para o desenvolvimento.

4.1 O SITBus

O Anexo VIII, do Edital de Concorrência Pública Nº 131/2008 da Prefeitura de Belo Horizonte, dispõe sobre as diretrizes para implantação de um modelo de SIT na cidade, como parte integrante do Sistema de Transporte Coletivo municipal. Tal sistema é denominado como SITBus (Sistema Inteligente de Transporte por Ônibus do Município de Belo Horizonte) e possui três componentes básicos: SBE (Sistema de Bilhetagem Eletrônica), SAO (Sistema de Apoio a Operação) e SIU (Sistema de Informação ao Usuário). A finalidade de cada um deles está na Figura 19.

Figura 19 - Descrição das finalidades de cada componente do SITBus



Fonte: BHTRANS (2008)

Segundo BHTRANS (2017), 19.187.628 passageiros, de um total de 27.449.364 do Sistema de Transporte Coletivo Municipal, realizam o pagamento da tarifa por meio do SBE, sendo aproximadamente 70% da demanda total diária. Além disso, 100% da frota operante é monitorada pelo SAO.

Na configuração dos veículos de transporte coletivo urbano de Belo Horizonte, os passageiros devem embarcar pela porta dianteira e realizar o pagamento da tarifa. Entretanto, destaca-se que a posição da catraca no interior dos veículos está localizada de maneira a permitir com que haja um espaço de permanência para os idosos que não possuem cartões no acesso aos ônibus. Tal situação deve-se ao fato de que não há uma obrigatoriedade deste público na utilização da tecnologia existente e o direito de acesso ao transporte público de maneira livre, garantido por lei. Destaca-se, neste caso, que o sistema de gerenciamento do SBE apresenta os dados relacionados a empresa operadora, número do veículo, código da linha, código do cartão, tipo de cartão, data e hora de utilização e o valor cobrado. Os dados apresentados estão ilustrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Exemplo de dados apresentados na bilhetagem eletrônica

NOME OPERADORA	CODIGO VEICULO	CODIGO LINHA	CARTAO USUARIO	TIPO CARTAO	DATAHORA UTILIZACAO	VALOR COBRADO
URCA AUTO ÔNIBUS LTDA	10669	4107	6850003127311	VT CARGA A BORDO	22/02/2020 05:44:00	450
URCA AUTO ÔNIBUS LTDA	10669	4107	6850003152937	VT CARGA A BORDO	22/02/2020 05:44:26	450
URCA AUTO ÔNIBUS LTDA	10669	4107	6700001645839	CARTÃO AO PORTADOR	22/02/2020 05:45:50	450
URCA AUTO ÔNIBUS LTDA	10669	4107	6850003119524	VT CARGA A BORDO	22/02/2020 05:46:58	450
URCA AUTO ÔNIBUS LTDA	10669	4107	6850003212850	VT CARGA A BORDO	22/02/2020 05:51:51	225
URCA AUTO ÔNIBUS LTDA	10669	4107	6850002914836	VT CARGA A BORDO	22/02/2020 05:51:58	225

Fonte: SBE (2020)

No relatório extraído do SAO, são apresentadas as informações da data de operação, linha, sublinha, código do veículo, código do ponto de parada, horário de passagem e código da viagem operada. A Tabela 7 ilustra um exemplo das informações de horário de passagem para cada ponto, extraídas do SAO.

Tabela 7 - Exemplo de dados de horário de passagem em cada parada para cada veículo

DATA DE OPERAÇÃO	LINHA	SUBLINHA	CÓDIGO VEÍCULO	CÓDIGO PARADA	HORÁRIO DE PASSAGEM	CÓDIGO DA VIAGEM
22/02/2020	101	101-01	30710	90936	05:47:17	59955708
22/02/2020	101	101-01	30710	90937	05:47:48	59955708
22/02/2020	101	101-01	30710	90939	05:49:47	59955708
22/02/2020	101	101-01	30710	90940	05:50:18	59955708
22/02/2020	101	101-01	30710	90942	05:51:17	59955708
22/02/2020	101	101-01	30710	90943	05:52:18	59955708

Fonte: SAO (2020)

No que diz respeito às informações geográficas associadas a cada PED, tem-se a extração do relatório Sublinha VS PED, disponibilizado pela BHTRANS, com informações geográficas de cada ponto de parada, além de dados e atributos para considerar tais definições.

4.2 O Carnaval de Belo Horizonte

O Carnaval de Belo Horizonte é uma manifestação popular e possui características de um evento com impacto regional, considerando as definições apresentadas por LATOSKI (2003). É um evento de grande porte, apresentando crescimento no número de participantes e em quantidade de atividades durante os dias de realização nos últimos anos - excetuando-se, obviamente, os anos de 2021 e 2022, em que não foi realizado devido à pandemia da COVID-19.

Pode-se afirmar que entre meados dos anos 1990 até 2009, Belo Horizonte era uma cidade que não recebia eventos de grande porte no período de carnaval, tornando-se uma cidade deserta durante o feriado, haja vista que a maioria dos belorizontinos tinham preferências de partir para outras localidades, com festividades mais expressivas.

Em 2009, ressurgiu um bloco no Carnaval de Belo Horizonte, descendo do alto do bairro Serra até o Centro da cidade e, dois dias depois, outro bloco repetiria a

façanha. O carnaval ganhou força no município por interferência do desejo de ocupação das ruas da cidade, sendo influência direta de pessoas ligadas à cultura. Nos últimos anos, no período de pré-pandemia, Belo Horizonte apresentava crescimento no número de foliões presentes nos blocos de rua, eventos fechados e atividades ligadas ao carnaval, registrando a presença de 3 milhões de foliões em 2017, 3,8 milhões em 2018, 4,3 milhões em 2019 e 4,45 milhões em 2020 (BELOTUR, 2020). Dessa maneira, pode-se afirmar que o Carnaval de Belo Horizonte se tornou uma grande festa. Grandes blocos, como o “*Então Brilha!*” e o “*Baianas Ozadas*” atraíram multidões em 2019 ocupando um enorme espaço na cidade, conforme ilustrado na Figura 20.

Figura 20 - À esquerda: Foliões no bloco Então Brilha!. À direita: Foliões no bloco Baianas Ozadas



Foto: Amanda Diaz (BHAZ) e Maurício Vieira (Hoje em Dia)

Para 2020, 4,45 milhões de foliões participaram dos eventos de carnaval da cidade, incluindo programações de pré-carnaval, carnaval e pós carnaval. Antes da realização dos eventos, estimava-se que cerca de 5,6 milhões de foliões participariam dos eventos de carnaval, conforme ilustrado na Tabela 8. Com base na estimativa de público esperada por BELOTUR (2020), que inclui os horários de início e dispersão dos desfiles, pode-se estimar quantos foliões estavam participando dos eventos em cada faixa horária, de modo a identificar a ocupação dos foliões nos eventos estudados. A Tabela 9 ilustra o total de foliões presentes simultaneamente nos dias de realização dos eventos de carnaval, entre os dias 22 e 25 de fevereiro de 2020.

Tabela 8 - Estimativa de público por dia de evento

Período	Data	Público esperado
Pré-carnaval	01/03/2020	29.900
	08/02/2020	37.150
	09/02/2020	49.900
	13/02/2020	3.000
	14/02/2020	10.650
	15/02/2020	116.300
	16/02/2020	190.900
	18/02/2020	5.000
	19/02/2020	11.400
	20/02/2020	110.900
	21/02/2020	341.150
Carnaval	22/02/2020	1.110.250
	23/02/2020	1.412.900
	24/02/2020	937.450
	25/02/2020	1.079.500
Pós-carnaval	26/02/2020	21.400
	29/02/2020	144.320
Total Geral		5.612.070

Fonte: BELOTUR, 2020

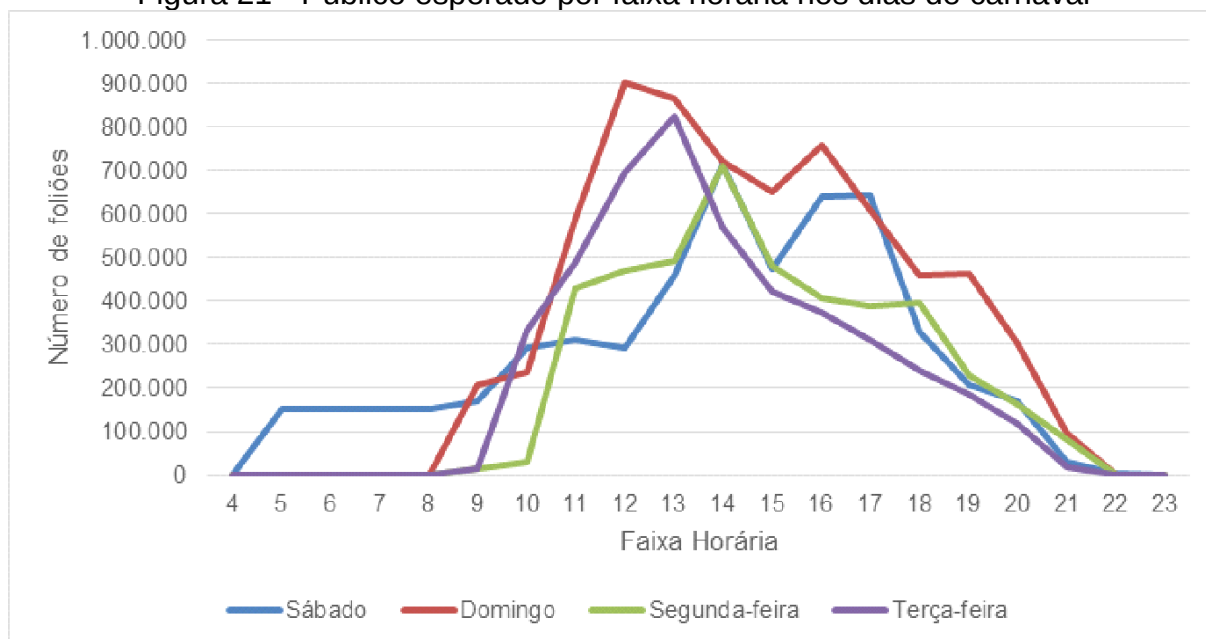
Tabela 9 - Público esperado por faixa horária nos dias de carnaval

Faixa Horária	Sábado	Domingo	Segunda-feira	Terça-feira
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	150.000	0	0	0
6	150.000	0	0	0
7	150.000	0	0	0
8	150.000	0	0	0
9	170.000	207.000	15.550	17.000
10	293.850	237.500	30.750	334.000
11	311.050	587.150	429.350	488.000
12	292.900	902.750	467.800	693.000
13	459.400	864.750	490.300	823.000
14	712.300	721.800	709.400	568.000
15	471.300	652.100	479.400	423.100
16	639.900	757.750	406.100	372.900
17	644.700	608.250	387.900	311.400
18	329.100	458.950	394.400	240.100
19	208.900	460.250	1.167.750	185.900
20	171.100	304.400	1.098.750	119.600
21	29.600	97.800	1.017.450	17.600
22	3.300	300	937.450	2.100
23	0	0	0	0

Fonte: BELOTUR (2020)

Os dados encontrados nos dias de carnaval indicavam uma concentração maior de foliões no sábado. Entretanto, observa-se que o evento possui características similares se considerado o número de foliões em todos os dias, com eventos iniciando na parte da manhã e sendo finalizados no início da noite, com poucos foliões presentes no evento no final dos dias. A Figura 21 ilustra os dados encontrados.

Figura 21 - Público esperado por faixa horária nos dias de carnaval



Fonte: BELOTUR (2020)

No período do carnaval, a Área Central de Belo Horizonte, compreendida pelo perímetro da Avenida do Contorno, apresentou a maior concentração de grandes blocos. A situação cria então a necessidade de realização de interdições no sistema viário durante a realização dos eventos desde o sábado até a quarta-feira de cinzas. Tais interdições foram denominadas como bolsões e permitiram apenas a entrada do tráfego local. A Figura 22 ilustra as áreas citadas.

CARNAVAL DE BELO HORIZONTE
É DE TODO MUNDO!

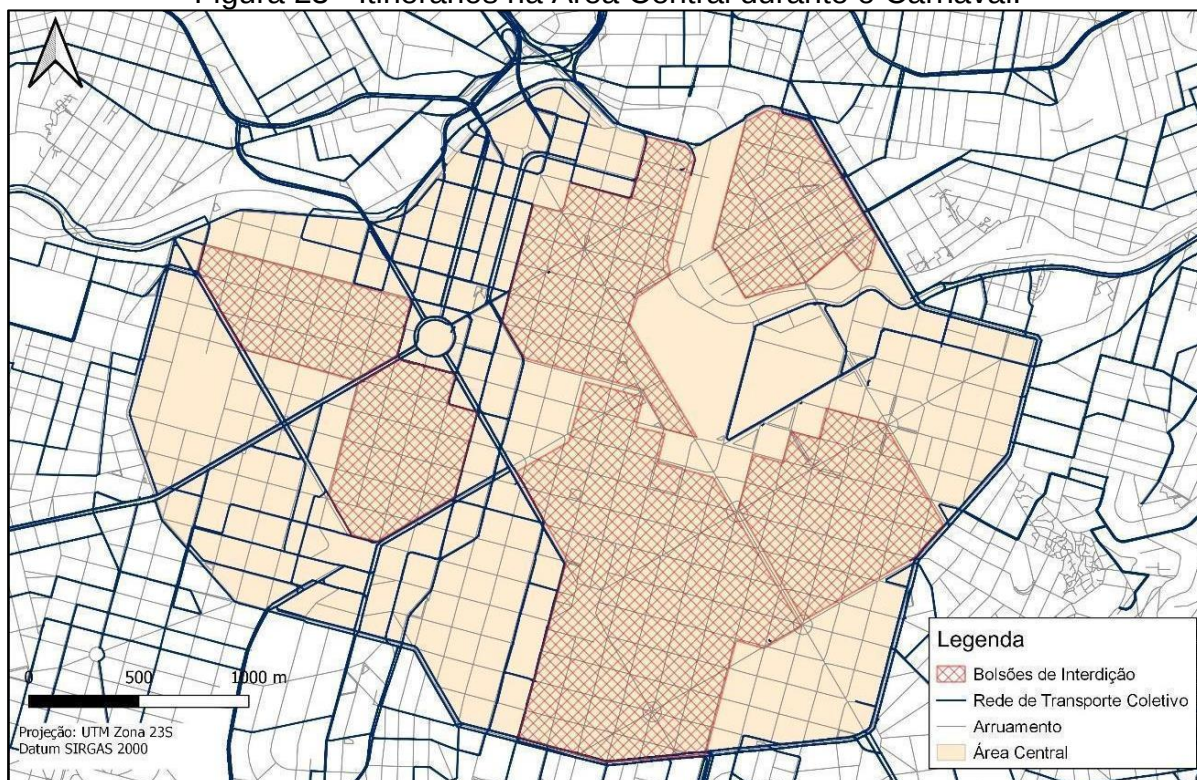
INTERDIÇÕES ÁREA CENTRAL

Map showing the central area of Belo Horizonte with yellow highlighted blocks indicating the closure area for Carnival. The map includes street names and a legend indicating the closure area.

Interdições Carnaval - Área Central

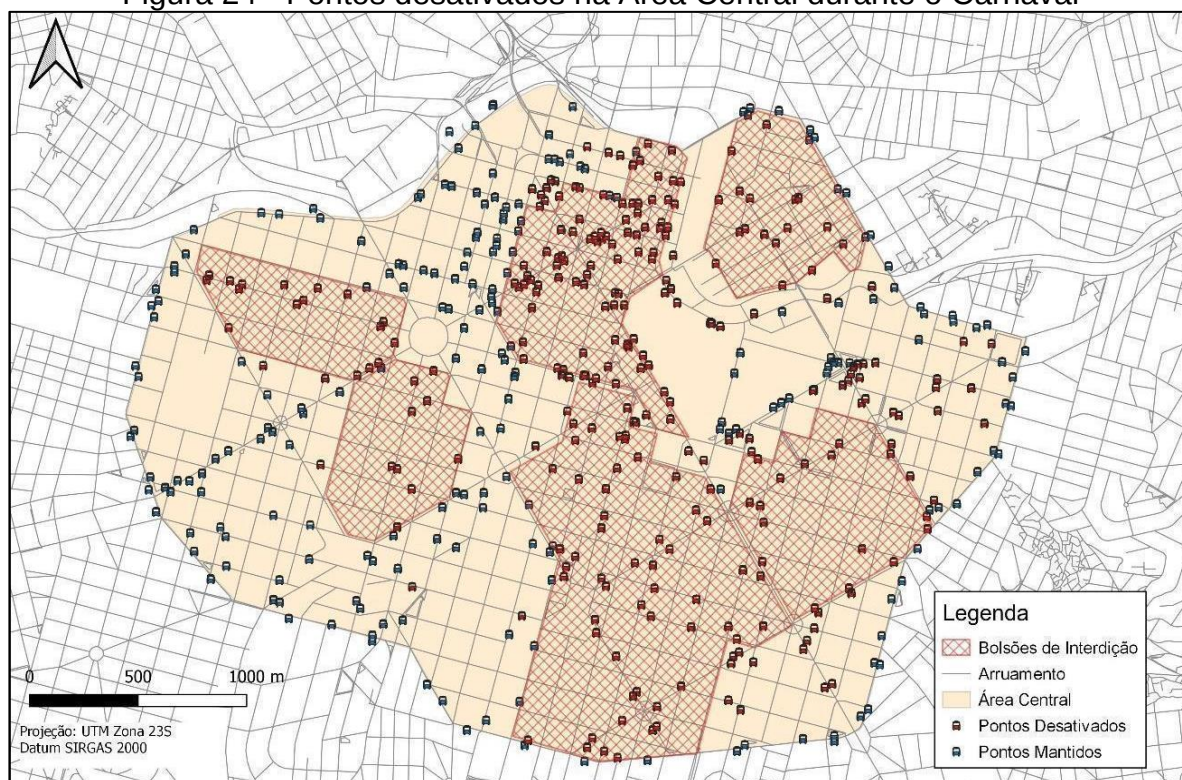
Tais interdições criaram a necessidade de adaptação dos itinerários, sendo planejada uma rede de transporte diferente daquela habitualmente operada pelas linhas na região. As alterações na rede de transportes foram divulgadas previamente aos dias de operação, sendo utilizadas estratégias de comunicação com equipes *in loco* e pelo envio de notificações nos *smartphones* conectados com o sistema de previsão de chegadas dos veículos. Segundo a BHTRANS (2020), cerca de 200 Pontos de Embarque e Desembarque (PEDs) foram desativados nas áreas interditadas pelos bolsões de carnaval, afetando a operação de quase 300 linhas com itinerários pela região. A Figura 23 ilustra os itinerários de transporte coletivo por ônibus na região e a Figura 24, os PEDs desativados durante o evento.

Figura 23 - Itinerários na Área Central durante o Carnaval.



Fonte: Adaptado de BHTRANS (2020b)

Figura 24 - Pontos desativados na Área Central durante o Carnaval



Fonte: Adaptado de BHTRANS (2020b)

Para o dimensionamento de quadro de horários das linhas de ônibus, BHTRANS (2008) considera três tipos de dias típicos para a realização das especificações de viagens, sendo eles: “Dias Úteis”, “Sábados” e “Domingos e Feriados”. No calendário brasileiro, o feriado (ou ponto facultativo) de carnaval propriamente dito, costuma ser decretado para as terças-feiras, sendo a segunda-feira considerada como feriado apenas nos calendários municipais. Sábado e domingo não são considerados dias de carnaval, indicando que, em tese, deveriam ser adotados quadros de horários de sábados e domingos típicos de operação.

5 RESULTADOS

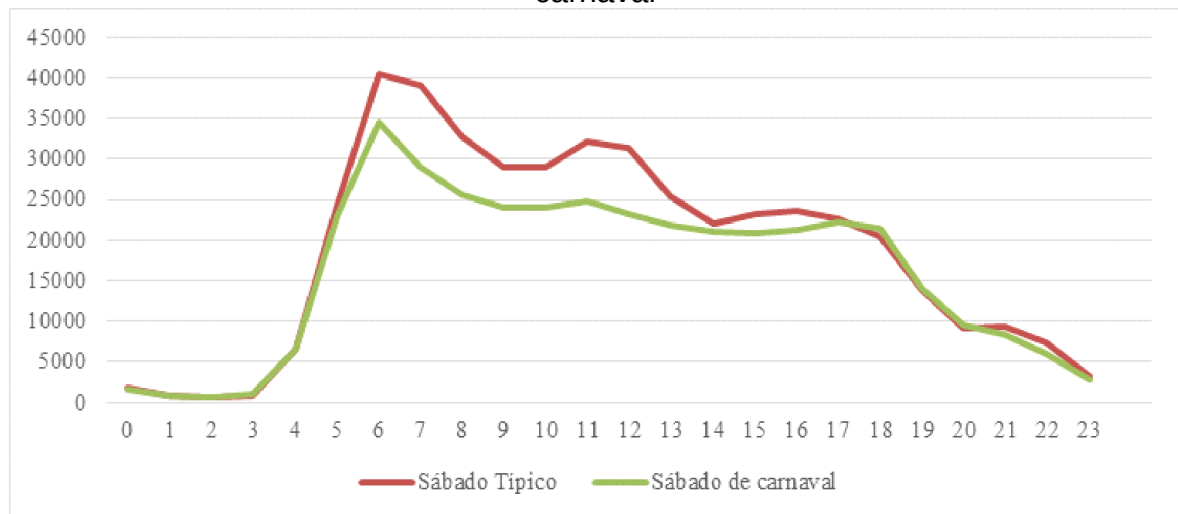
Neste capítulo **serão apresentados** os resultados encontrados com os dados analisados. Desse modo, **serão apresentados** dados de demanda e do perfil de faixa horária de todos os dias de carnaval, as matrizes origem e destino, os dados de deslocamentos, as informações geográficas associadas a tais locais e um panorama da rede de transporte para o atendimento à demanda encontrada. Os itens a seguir vão trazer tais informações detalhadamente.

O desenvolvimento do método proposto neste trabalho permite a caracterização dos padrões de deslocamento em quaisquer dias estudados. Entretanto, devido à complexidade e as alterações no total de foliões presentes nos eventos ao longo do dia, bem como a demanda de passageiros registrada, optou-se por apresentar os resultados detalhados relacionados aos deslocamentos de origem e destino apenas na segunda-feira. A opção por este dia parte da premissa de que o comportamento dos passageiros tende a apresentar diferenças mais acentuadas ao longo do dia, principalmente quanto aos atributos associados à evolução horária de passageiros e o total de foliões presentes nos eventos, conforme ilustrado no item 5.1, a seguir. Portanto, entende-se que o comportamento da demanda tende a apresentar maiores variações frente aos outros dias analisados.

5.1 Evolução horária da demanda

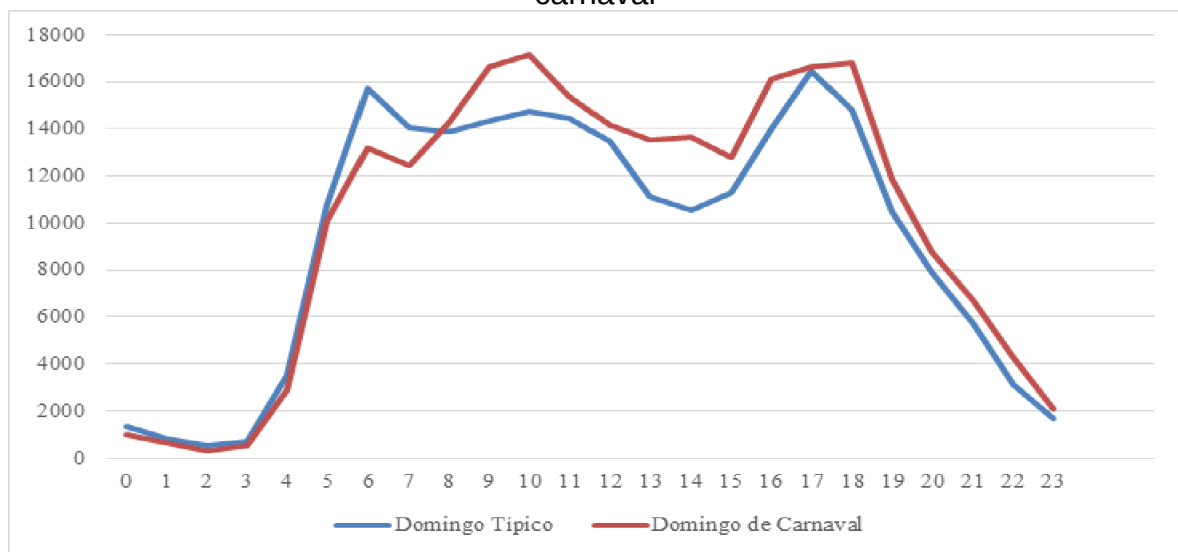
Destaca-se a que a demanda de passageiros nos dias de carnaval possui comportamentos atípicos devido a todas as especificidades apresentadas quanto a realização do evento. Portanto, sabe-se que a oferta de viagens especificadas nestes dias precisa de adaptações, adequando-a ao contexto do evento, que afeta a cidade como um todo. Diante do exposto, buscou-se inicialmente avaliar a evolução da demanda horária durante os quatro dias de carnaval com base nos dados de demanda registrados para cada viagem ao longo dos dias. Sendo assim considerou-se a demanda efetiva registrada nas catracas dos veículos para análise e como período típico, foram considerados os dias 1, 2 e 5 de fevereiro de 2020, sendo um sábado, domingo e quarta-feira típicas de operação. As Figuras 25, 26 e 27 apresentam os resultados encontrados.

Figura 25 - Comparativo de demanda horária entre um sábado típico e o sábado de carnaval



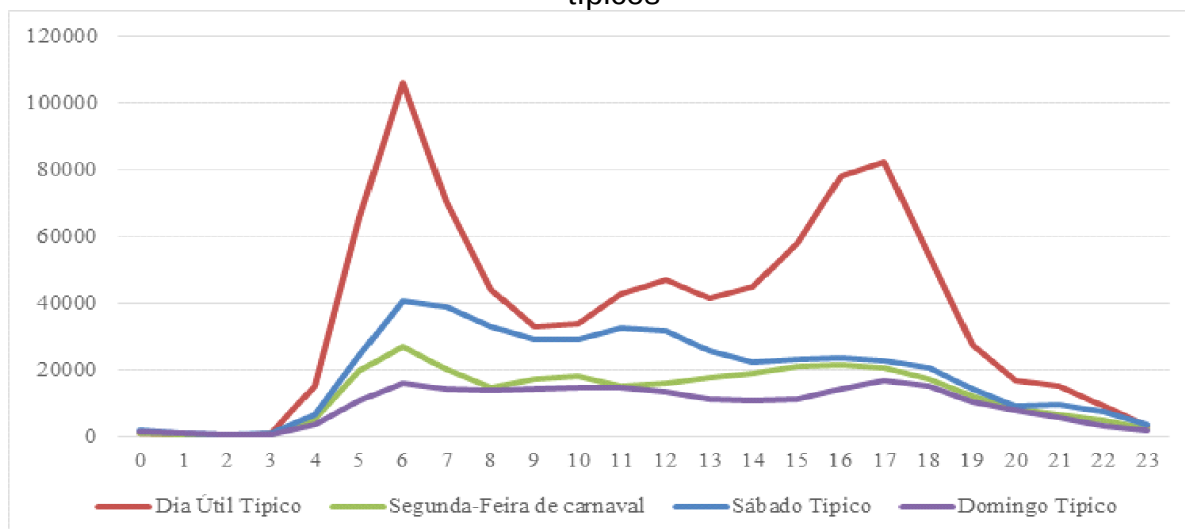
Fonte: BHTRANS (2020b)

Figura 26 - Comparativo de Demanda entre um domingo típico e o domingo de carnaval



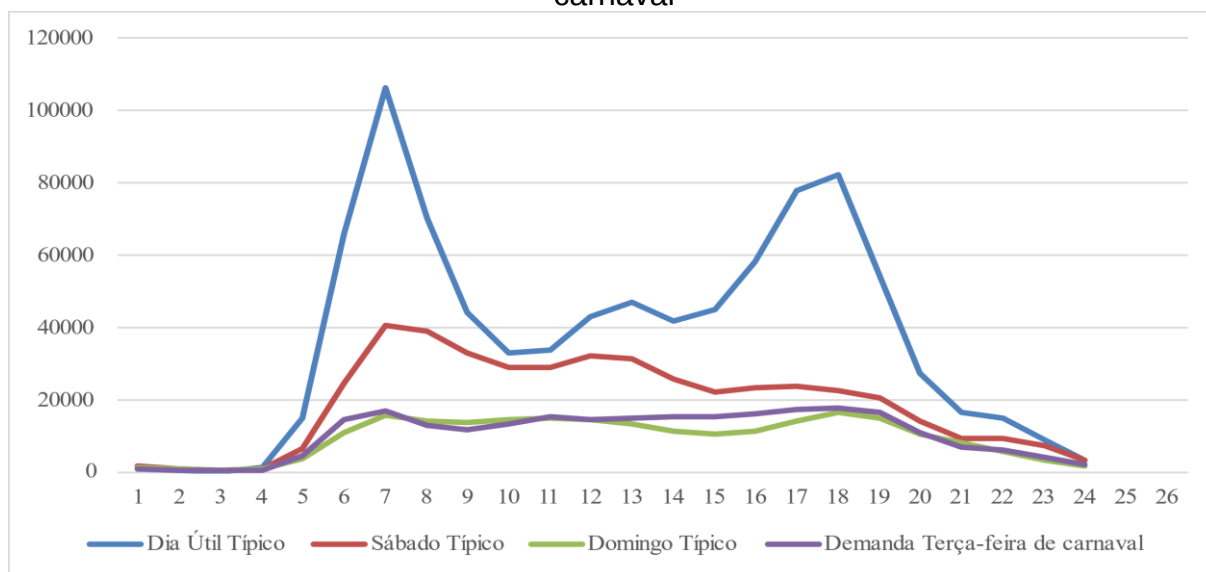
Fonte: BHTRANS (2020b)

Figura 27 - Comparativo de Demanda na segunda-feira de carnaval e outros dias típicos



Fonte: BHTRANS (2020b)

Figura 28 - Comparativo de Demanda entre um domingo típico e a terça-feira de carnaval



Fonte: BHTRANS (2020)

Nas informações ilustradas, é possível identificar alterações na flutuação de demanda nos dias analisados. Destaca-se, nesse contexto, a segunda-feira que não possui similaridade com nenhum outro dia típico analisado. Neste dia, não há uma representatividade significativa do funcionamento do comércio e de serviços, que poderia indicar uma similaridade com um sábado ou um domingo, diferentemente do que aconteceu na data analisada. Nesse aspecto, entende-se que a realização do

evento neste dia pode ter acarretado significativamente na demanda de passageiros registrada, apresentando, portanto, comportamento atípico.

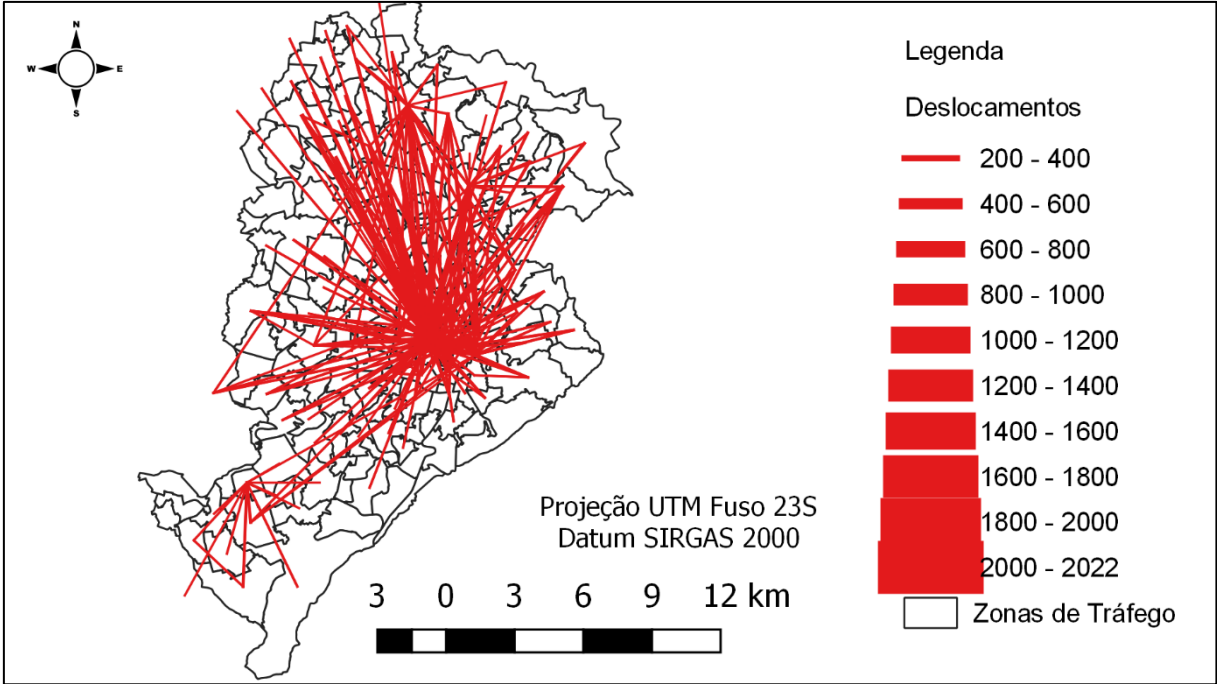
5.2 Alterações nos padrões de viagens ao longo do dia

De posse dos valores de demanda encontrados no procedimento metodológico apresentado, elaborou-se mapas contendo as linhas de desejo dos passageiros de transporte público durante a segunda-feira de carnaval e o dia típico de operação, a saber, o dia 5 de fevereiro de 2022. Desse modo, foram estudados os dados de deslocamentos durante todo o dia, e em faixas horárias nas quais identificou-se que houveram alterações nos padrões de deslocamentos, comparando-as com os horários de início e término de realização dos eventos com maior público esperado neste dia, especialmente o bloco “Baianas Ozadas”. Assim sendo, é possível obter um panorama de como um evento pode influenciar na rotina da cidade, haja vista os seus impactos locais ou com impacto em todo o município. A escolha pela caracterização do bloco em questão deve-se ao fato do total de foliões esperados na ocasião, com valores expressivos se comparados com os demais ao longo do dia. Para caracterizar as informações associadas neste contexto, serão apresentados nos itens a seguir os padrões de deslocamento, incluindo um comparativo das alterações encontradas em todo o município.

Toda ZT irá gerar viagens no espaço urbano, podendo apresentar maior ou menor concentração na produção ou atração de viagens, dependendo do uso do solo da região, e na atratividade de determinados serviços disponíveis aos cidadãos. Neste aspecto, tem-se que no dia analisado, há uma tendência de concentração na atração de viagens para o Centro de Belo Horizonte, considerando que esta área concentra a maior parte dos eventos realizados no carnaval. Por outro lado, regiões residenciais com poucos eventos realizados, de menor atratividade com o público geral, tendem a serem regiões que produzirão mais viagens, haja vista que nestes locais não haverão concentrações de foliões. Deste modo, entender para onde as linhas de desejo dos deslocamentos apresentam maiores números de interessados é de suma importância e pode subsidiar a expectativa de incremento na demanda com o uso do solo em questão. Dados as interferências, as figuras 29 e 30 apresentam mapas de linhas de desejo na segunda-feira de carnaval e no dia típico analisado para aqueles

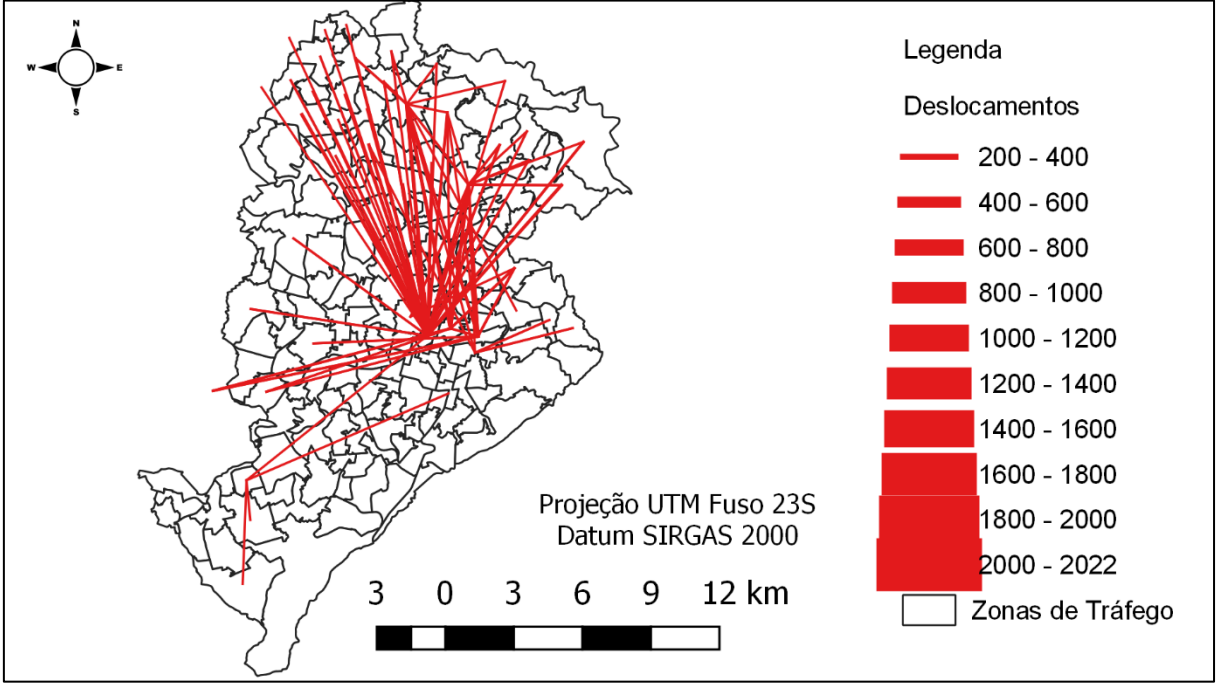
deslocamentos mais representativos (com mais de duzentos passageiros ao longo do dia).

Figura 29 - Linhas de desejo no dia útil típico



Fonte: Autoria própria

Figura 30 - Linhas de desejo na segunda-feira de carnaval

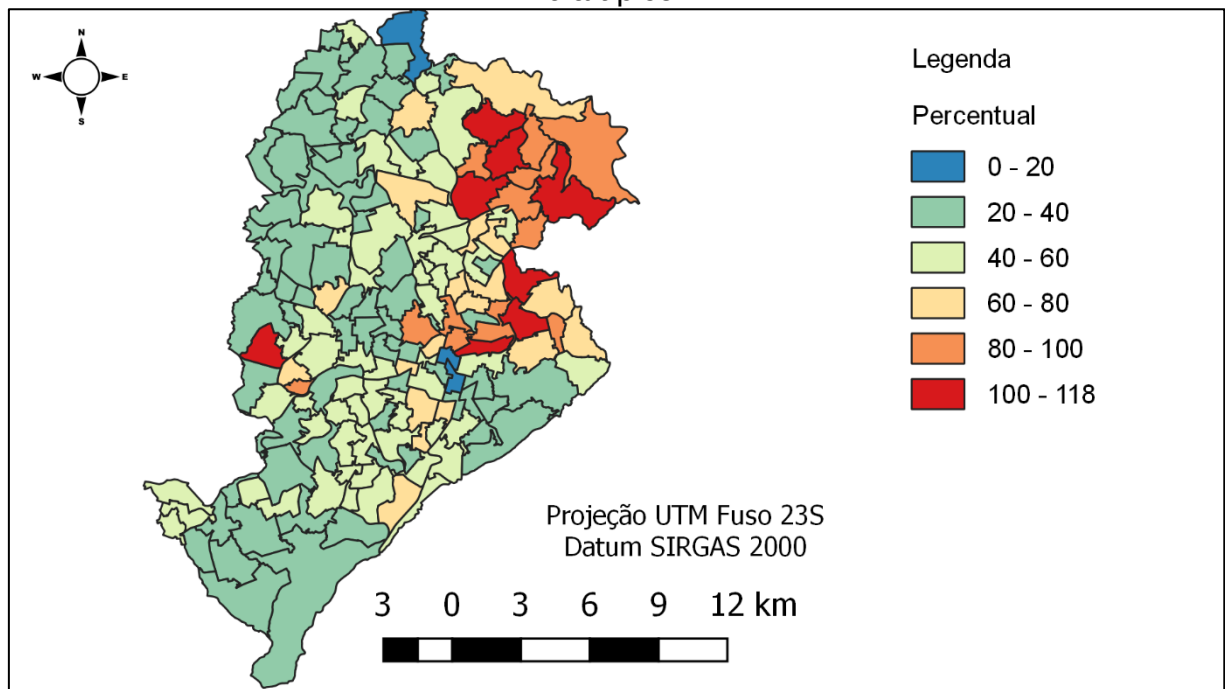


Fonte: Autoria própria

A apresentação de tais dados, mostra que há uma expressiva redução na no número de viagens na região sul do município, se comparada com a parte norte. Ressalta-se ainda nesse aspecto que essa região é atendida por sistemas de transporte público com poucas alterações de rede, como o BRT Move e o Metrô, apresentando interferências operacionais menos expressivas do que o sistema de transporte público convencional, com operação em vias não segregadas, em tráfego misto. Ainda é possível ver que em ambos os dias, as linhas de desejo mais expressivas indicam deslocamentos de e para a região central do município. Entretanto, alguns deslocamentos perimetrais ao longo do dia não se mostraram tão expressivos no carnaval, podendo ser indícios de que em tais regiões, a pouca procura por tais eventos e a redução de viagens que possam ser realizadas de e para o trabalho influenciem na apresentação desta característica, considerando que grande parte dos trabalhadores possam estar de folga neste dia considerando a realização do evento e o decreto de ponto facultativo no município neste dia.

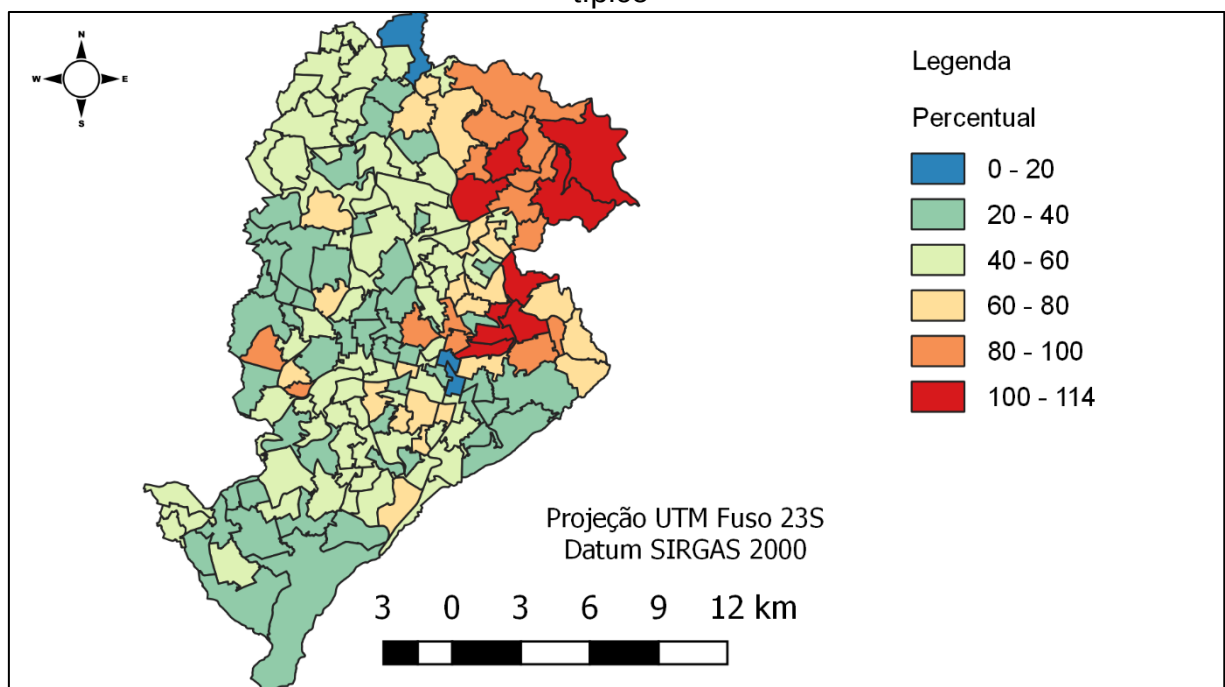
Quanto a produção e geração de viagens ao longo do dia, observou-se um aumento no número de viagens com origem na região norte do município, com aumentos de até 18% do número de passageiros no dia típico de operação. Destaca-se ainda as regiões localizadas dentro das áreas de interdição na Área Central do município, não atendidas pelo transporte público durante o evento. As demais ZTs do município apresentaram, na maior parte, até 60% das viagens produzidas ou atraídas no dia útil. As Figuras 31 e 32 ilustram as informações apresentadas.

Figura 31 - Percentual de produção de viagens no carnaval em comparação com o dia típico



Fonte: Autoria própria

Figura 32 - Percentual de atração de viagens no carnaval em comparação com o dia típico

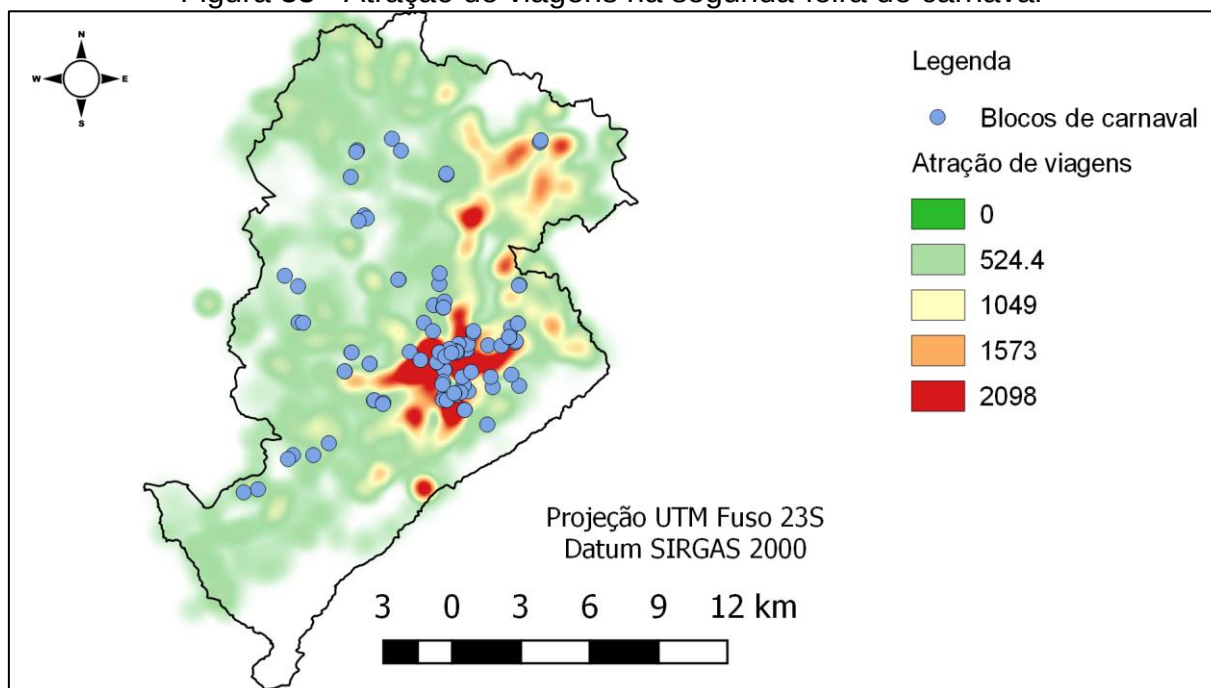


Fonte: Autoria própria

Observando os locais de realização dos eventos com os pontos localizados como destino de cada viagem, observa-se uma concentração de destinos próximos

aos locais de realização dos eventos ao longo do dia, com destaque para a Área Central de Belo Horizonte, onde há a maior concentração dos blocos e com maior público esperado. A Figura 33 ilustra um mapa de calor com os locais de atração de viagens no município na segunda-feira, expondo a situação informada.

Figura 33 - Atração de viagens na segunda-feira de carnaval



Fonte: Autoria própria

5.3 Viagens em blocos com grande número de participantes

Destaca-se no dia estudado, que três blocos apresentaram público esperado superando os 100 (cem) mil foliões. Dessa maneira, entende-se que tais blocos são capazes de atrair viagens antes e durante o desfile. Além disso, no momento da dispersão poderão ser produzidas viagens, considerando o término da realização do evento. O momento de término do evento tende a ser um desafio para que a infraestrutura de transportes disponível seja capaz de absorver a demanda de saída, que terá preferências de deslocamentos concentrados em períodos curtos e simultaneamente entre todos os foliões envolvidos. Sendo assim, os dados encontrados foram tratados de modo a considerar a evolução dos deslocamentos de chegada e fim de tais blocos, destacados na Tabela 10.

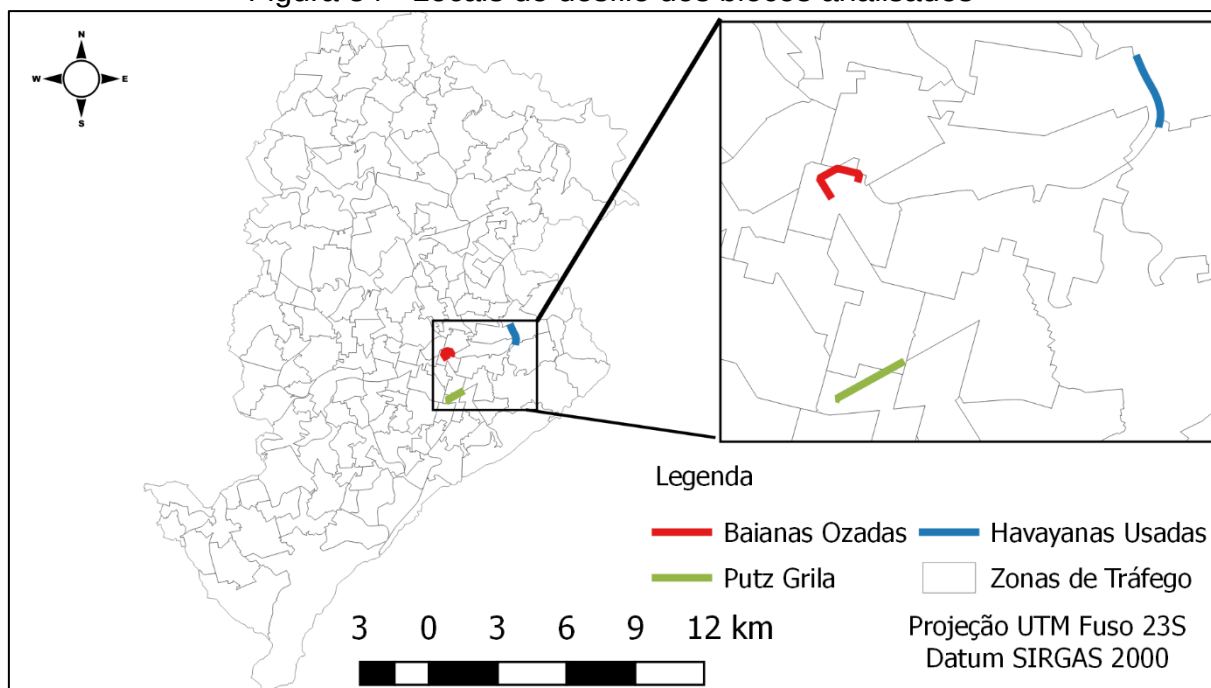
Tabela 10 - Horários de concentração e dispersão dos grandes blocos com desfile na segunda-feira

Nome do Bloco	Público esperado	Horário de Concentração	Horário de Dispersão
Baianas Ozadas	250.000	09:00	16:00
Havayanas Usadas	105.000	10:00	17:00
Bloco Putz Grila	100.000	13:00	20:00

Fonte: BELOTUR, 2020

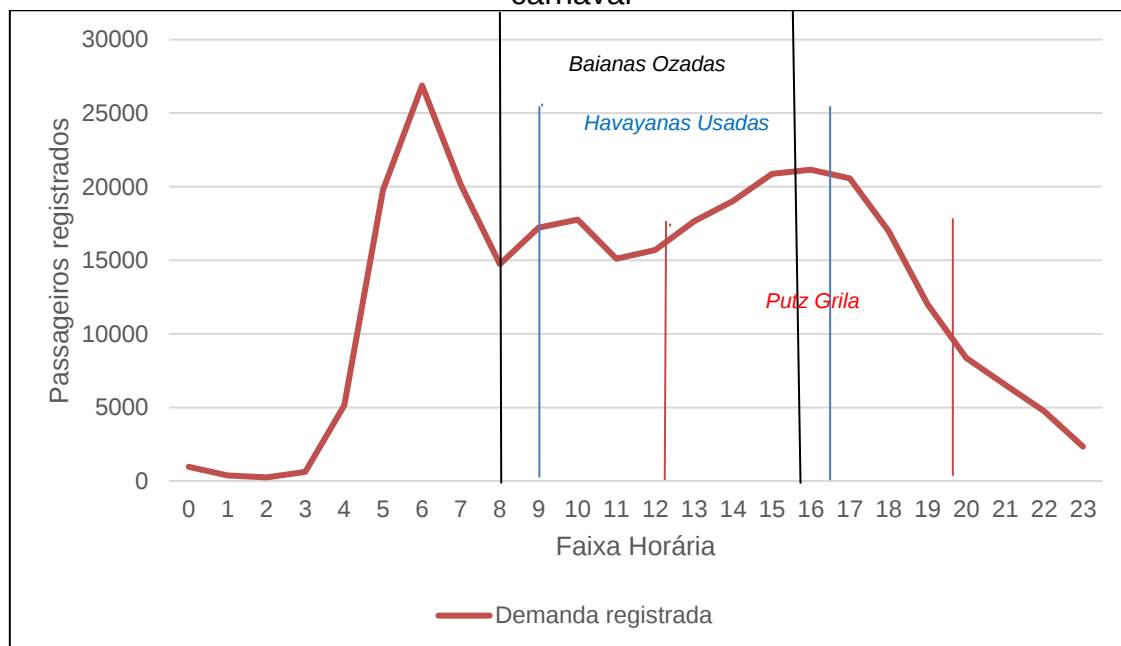
Destarte, há um aumento expressivo na demanda de passageiros nos horários de início e dispersão dos blocos citados no dia analisado no sistema de transporte público, especialmente nos blocos “Baianas Ozadas” e “Havayanas Usadas”. As Figuras 34 e 35 ilustram os locais de desfile dos e a evolução de demanda horária destacando os momentos de início e término de cada bloco, respectivamente.

Figura 34 - Locais de desfile dos blocos analisados



Fonte: BELOTUR, 2020

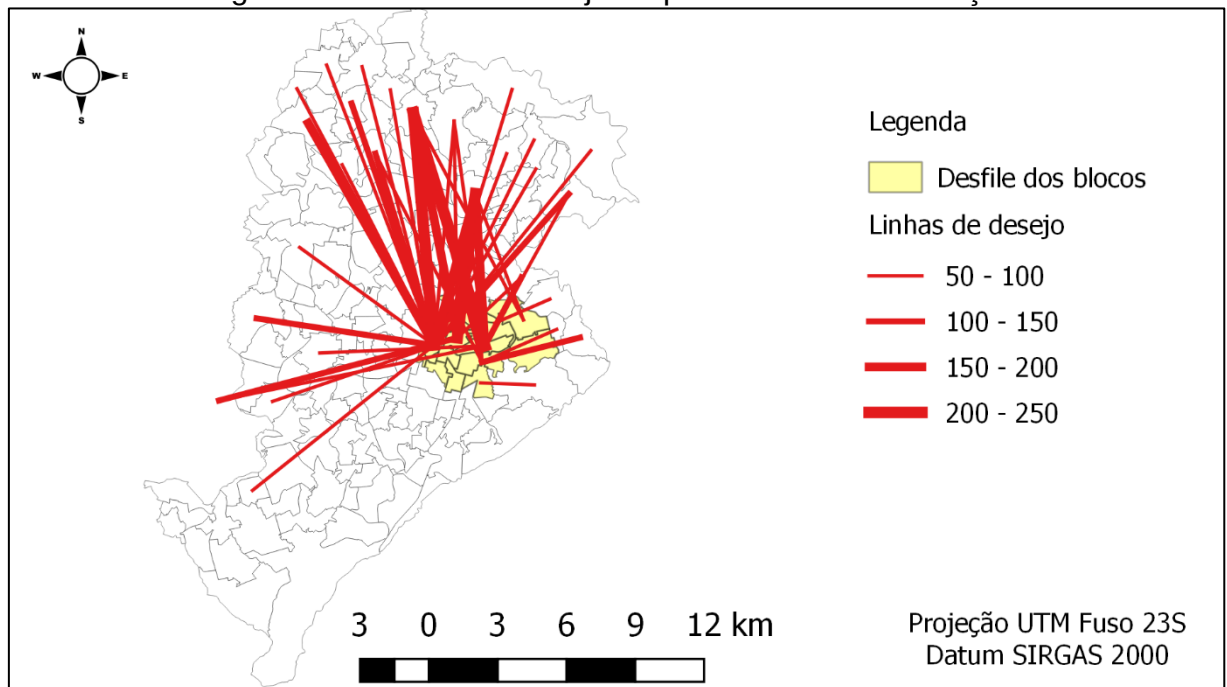
Figura 35 - Dados de demanda registrada por faixa horária na segunda-feira de carnaval



Fonte: BHTRANS (2020) e BELOTUR (2020)

Desse modo, considerando os fatos expostos, serão apresentados os dados dos deslocamentos mais representativos (mais de cinquenta viagens) durante o carnaval, considerando os períodos de concentração e dispersão dos blocos “Baianas Ozadas” e “Havayanas Usadas”. Desse modo, foram selecionados os deslocamentos com destino nas ZTs de desfile dos blocos, entre 6h e 9h59min para identificar as origens dos foliões para os eventos. Nesse sentido, as linhas de desejo apresentadas indicam deslocamentos mais expressivos na parte norte e oeste do município, com forte ligação por transporte público de massa, especialmente o Metrô e o BRT. A Figura 36 ilustra a situação informada.

Figura 36 - Linhas de desejo no período de concentração



Fonte: Autoria própria

6 CONCLUSÃO

O contexto de um grande evento no espaço urbano é um grande desafio para a infraestrutura de transporte público existente. Dessa maneira, a compreensão de como a demanda de passageiros se comporta nesses dias pode subsidiar estudos e o planejamento de próximos eventos, principalmente se forem eventos planejados e recorrentes, como é o caso do carnaval de Belo Horizonte. O método de levantamento de dados escolhido para esta caracterização oferece uma série de vantagens, se comparado com métodos tradicionais para a caracterização da demanda estudada, considerando a disponibilidade dos dados e a facilidade de tratamento das informações, sem muitas interferências com fatores externos, especialmente aqueles relacionados a entrevistas, extremamente sensíveis aos fatores humanos associados na coleta e tabulação dos dados.

A análise dos resultados apresentados por este trabalho, ilustra as influências diretas nos padrões de deslocamento da cidade durante a realização de um grande evento, influenciando significativamente no volume de passageiros transportados, bem como os locais de maior atração de viagens do município. No caso do carnaval, tem-se que os postos de trabalho possuem funcionamento diverso, com especificidades de cada setor produtivo ou de serviços, que poderá ou não funcionar no período estudado. Desse modo, pode-se afirmar que não é adequado a adoção de programação de viagens na rede de transporte existente de acordo com dias típicos já conhecidos.

Além das especificidades encontrados, entende-se ainda que a análise dos deslocamentos mais expressivos no período de início da concentração dos eventos mostra que a utilização da rede de transporte público de massa torna-se essencial nos dias do evento, podendo estar associados com a pouca interferência dessa infraestrutura durante tais eventos, podendo representar uma maior confiabilidade quanto a oferta dos serviços e melhor facilidade de compreensão dos cidadãos quanto aos serviços ofertados, se comparado com a rede de transporte público por ônibus convencional. Por outro lado, os deslocamentos de curta distância não foram tão representativos por transporte público nos dias de carnaval, comparando com um dia típico de operação, podendo estar relacionados com as alterações significativas no modo de transporte, com linhas de transporte público em operação com

características significativamente diferentes se comparadas com um dia típico de operação, especialmente ligados aos itinerários operados no período.

Durante a realização dos eventos de carnaval, foram registradas concentrações expressivas de viagens atraídas nas proximidades dos grandes blocos, localizados principalmente na Área Central do município, com registros de multidões participando dos desfiles. Ressalta-se ainda que a flutuação horária da demanda estudada apresenta dados que indicam que há aumentos na demanda de passageiros nos horários de início e término dos desfiles, especialmente os que registraram mais de cem mil participantes.

Pode-se afirmar ainda que a dinâmica urbana sofre alterações significativas durante a realização grandes eventos e a compreensão de tais interferências contribuirá, não só com a rotina dos cidadãos e a adaptação da demanda de transporte público durante os dias de realização, mas também com o sucesso do próprio evento, haja vista que a rede de transporte será fundamental no acesso dos participantes nas festividades.

Por fim, entende-se que a aplicação do método proposto atende as expectativas de planejadores de transportes do setor no planejamento, para o diagnóstico de situações parecidas. Desse modo, sugere-se a aplicação do mesmo método em outras situações, incluindo jogos de futebol, exposições, grandes shows, concertos, etc. Além disso, a associação de tais informações conjuntamente com análises da rede de tráfego poderá indicar possíveis migrações entre diferentes modos de transporte e que poderão contribuir em situações de eventos recorrentes, em estratégias comunicação e de incentivo ao uso do transporte coletivo em tais situações, contribuindo positivamente para a solução dos problemas de mobilidade corriqueiros nos grandes centros urbanos, que podem ser agravados com o excesso de público apresentado.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Artur José Dias de. Oferta de transporte público para grandes eventos—O exemplo do BRT MOVE em Belo Horizonte durante a Copa do Mundo 2014.

ANTP, Associação Nacional de Transportes Públicos. Série Cadernos Técnicos. **Sistemas de Bilhetagem Eletrônica**. Volume 1. São Paulo, 2002.

ANTP, Associação Nacional de Transportes Públicos. Série Cadernos Técnicos. **Sistemas Inteligentes de Transportes**. Volume 8. São Paulo, 2012.

ARBEX, Renato Oliveira; CUNHA, Claudio Barbieri da. **Estimação da matriz origem-destino e da distribuição espacial da lotação em um sistema de transporte sobre trilhos a partir de dados de bilhetagem eletrônica**. Revista Transportes, v. 25, n. 3, p. 166, 2017.

BELOTUR (2020). **Dados dos blocos de carnaval no ano de 2020**. Empresa Municipal de Turismo de Belo Horizonte. Belo Horizonte-MG. 2020.

BHTRANS (2008) **Edital de concorrência pública nº 131-2018 - Anexo VIII SITBUS - Sistema Inteligente de Transporte do Município de Belo Horizonte**. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A., Belo Horizonte-MG.

BHTRANS (2017) **Percentual de utilização dos cartões BHBUS**. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A., Belo Horizonte-MG.

BHTRANS (2019) Carnaval de 2020 – Interdições. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A.. Acessado em 18/10/2019. Disponível em <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/carnaval/interdicoes>.

BHTRANS (2020). Dados de GPS, Bilhetagem Eletrônica e localização dos pontos de parada da rede de transporte público convencional de Belo Horizonte. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A. Belo Horizonte, 2020.

BOARETO, Renato. A política de mobilidade urbana e a construção de cidades sustentáveis. Revista dos Transportes Públicos-ANTP-Ano, v. 30, p. 31-2008, 2008.

BONNÉ, B.; BARZAN, A.; QUAX, P. e LAMOTTE, W. (2013) **WiFiPi: Involuntary tracking of visitors at mass events**. 2013 IEEE 14th Int. Symp. on A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks, WoWMoM, p. 1–6.

BRITTO, Janaina e Fontes, Nena, **Estratégias para Eventos**, Editora Aleph, São Paulo, 2002.

CARVALHO, C.A.; ROCHA, L.R.M.; TACO, P.W.G. **Megaeventos Desportivos: Ações Referentes À Mobilidade Urbana**. Rede Ibero Americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens, Brasília. Pluris, 2012.

CAMILO, José Vitor. **Baianas Ozadas agita 500 mil pessoas em desfile pelo Centro de Belo Horizonte**. Hoje em Dia, Web, p. 1, 4 mar. 2019. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/baianas-ozadas-agita-500-mil-pessoas-em-desfile-pelo-centro-de-belo-horizonte-1.698399>. Acesso em: 18 nov. 2019.

CHAGAS, Luciano A. **Critérios para Definição de Elementos de Projeto de Estações de Corredores de BRT**. 2014. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Geotecnia e Transportes. Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

COCCO, Giangiulio P. Reis. **Otimização da operação do transporte por ônibus em grandes eventos: um estudo de caso em Belo Horizonte-MG**. Departamento de Engenharia de Transportes, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Belo Horizonte. 2019.

COUTO, Daniel Marx. **Regulação e controle operacional no transporte coletivo urbano: estudo de caso no município de Belo Horizonte/MG**. 2011.

CUI, A. **Bus passenger origin-destination matrix estimation using automated data collection systems**. Diss. Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2006.

FREUDIGER, J. (2015) **How Talkative is your Mobile Device? An Experimental Study of Wi-Fi Probe Requests**. WiSec '15 Proc. of the 8th ACM Conf. on Security & Privacy in Wireless and Mobile Networks, p. 1–6

GUERRA, André Leite. **Determinação de Matriz Origem/Destino utilizando dados do sistema de bilhetagem eletrônica**. 2011.

GUERRA, André Leite; BARBOSA, Heloisa Maria; DE OLIVEIRA, Leise Kelli. Estimativa de matriz origem/destino utilizando dados do sistema de bilhetagem eletrônica: proposta metodológica. **Transportes**, v. 22, n. 3, p. 26-38, 2014.

GVBUS. Sindicato das Empresas de Transporte Metropolitano da Grande Vitória. **Últimos dias para atualizar os cartões nos ônibus**. Acessado em 22/11/2019. Disponível em: <https://www.gvbus.org.br/ultimos-dias-para-atualizar-cartoes-nos-onibus/>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em síntese - Belo Horizonte**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/pesquisa/22/28120>; Acessado em 15/02/2019.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos. **Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público: relatório síntese**. São Paulo: IPEA, 1998.

IPPUR – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional. **Mapa da motorização individual do Brasil – Relatório 2019**. Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. Acessado em 19/11/2019. Disponível em: https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/wpcontent/uploads/2019/09/mapa_moto2019v2.pdf

JUNIOR, Marcos Paulino Roriz; MEDRANO, Ronny Aliagra. **UAI-FI: UM MÉTODO BASEADO EM APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA CONTAGEM AUTOMÁTICA DE PASSAGEIROS UTILIZANDO SINAIS WI-FI**. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), 2018.

JUNIOR, Archimedes Azevedo Raia et al. DILEMA NA SUSTENTABILIDADE URBANA: A DISPOSIÇÃO DA POPULAÇÃO EM MIGRAR DO TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA O COLETIVO. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 6, n. 4, 2010.

GIULIANO, G. Olympics Transportation System Management Performance Analysis. California: Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine., 1985.

LATOSKI, Steven P. et al. Managing travel for planned special events. United States. Joint Program Office for Intelligent Transportation Systems, 2003.

MENEZES, U. R.. Introdução ao planejamento de transportes urbano. Recife.1971.

MUNIZAGA, Marcela A.; PALMA, Carolina. **Estimation of a disaggregate multimodal public transport Origin–Destination matrix from passive smartcard data from Santiago, Chile**. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, v. 24, p. 9-18, 2012.

PFITSCHER, Fernando da Costa. **Criação de matrizes origem-destino embarcadas com dados de bilhetagem eletrônica e GPS**. 2019.

ObsMOB BH, Observatório de Mobilidade de Belo Horizonte. **Indicadores de acompanhamento do PlamMob-BH**. Visto em 31/05/2022. Disponível em <https://www.mobilidadebh.org/indicadores>

OLIVEIRA, Gabriel T. de; SILVA, Alan Jeferson de Oliveira da; NASSI, Carlos David. Detecção de padrões de mobilidade urbana em dia atípico a partir de sistema de bilhetagem eletrônica: análise das viagens na RMRJ durante o carnaval. **Journal of Transport Literature**, v. 10, p. 20-24, 2016.

PITOMBO, Cira Souza; DE SOUSA, Pablo Brilhante; KAWAMOTO, Eiji. A influência de mudanças contextuais nos padrões de encadeamento de viagens urbanas. **Anais do XVIII ANPET-Panorama Nacional da Pesquisa em Transporte**, v. 1, 2004.

RIBEIRO, V. d C. **Análise de demanda por transportes de passageiros via modelos de regressão georeferenciados**. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES.

RICHARDSON, A.J., AMPT, E.S. e MEYBURG, A.H. (1995) **Survey Methods for Transport Planning**, Eucalyptus Press, Parkville, Australia.

SÃO PAULO, Governo do Estado. **Manual da Pesquisa Domiciliar**. Disponível em: https://edisdisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3502431/mod_resource/content/0/manual%20domiciliar_2012.pdf. Acessado em 15/10/2019.

SILVEIRA, Lucas Maia; MARQUES-NETO, Humberto Torres (2013). Caracterização e Modelagem Temporal de Chamadas de Telefonia Móvel em Grandes Eventos. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação**, v. 16, n. 1.

SILVEIRA, Lucas M. et al. **MobHet: Predicting human mobility using heterogeneous data sources**. Computer Communications, v. 95, p. 54-68, 2016

STOPCZYNSKI, Arkadiusz et al. **Participatory bluetooth sensing: A method for acquiring spatio-temporal data about participant mobility and interactions at large scale events**. In: 2013 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops). IEEE, 2013. p. 242-247.

VIEIRA, João Martins. Eventos e turismo-Planeamento e organização-Da teoria à prática. **Edições Sílabo Wagen, L., White, L.(2010) Events Management For tourism, cultural, business and sporting events, 4ª edição, Pearson, Frenchs Forest, Australia**, 2015.

WEIGANG, Li et al. Implementação do Sistema de Mapeamento de uma Linha de Ônibus para um Sistema de Transporte Inteligente. In: **Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH)**. 2001. p. 72-85.

XAVIER, F. H. Z., SILVEIRA, L. M., ALMEIDA, J. M., ZIVIANI, A., MALAB, C. H. S., e MARQUES-NETO, H. (2012). **Analyzing the workload dynamics of a mobile phone network in large scale events**. Em Proceedings of the UrbaNe Workshop – ACM CoNEXT 2012.

ZOGHI, H.; SIAMARDI, K.; TOLOUEI, M. Impact of 2008 Olympic Games on Urban Transportation and Its Development Strategies in Beijing. International Conference on Computer and Automation Engineering. Bangkok: IEEE. 2009. p. 252-258.