UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

JÚLIA DE MATOS CAVALCANTI

**Análise da acessibilidade individual de residentes na zona leste do município
de São Paulo**

SÃO PAULO

2019

JÚLIA DE MATOS CAVALCANTI

**Análise da acessibilidade individual de residentes na zona leste do município
de São Paulo**

Versão corrigida

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

Área de Concentração: Engenharia de
Transportes

Subárea: Informações Espaciais

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Abrantes
Giannotti

SÃO PAULO

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte

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

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Cavalcanti, Júlia de Matos

Análise da acessibilidade individual de residentes na zona leste do município de São Paulo / J. M. Cavalcanti -- versão corr. -- São Paulo, 2019. 133 p.

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

1. Engenharia de Transportes 2. Espaço de Atividades 3. Bilhetagem Eletrônica I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II. t.

AGRADECIMENTOS

Filha de nordestino com uma mineira, segregada pelo “espaço” que eu mesma me sentia ao longo destes 40 anos isolada na zona leste, entrar e estar na Poli, ao longo deste mestrado, representou um divisor espaço-temporal em minha vida. Cheia de medos, problemas de saúde na família, inseguranças pessoais e profissionais, acreditava que aos 40 anos de idade gostaria de estar ao lado de pessoas e oportunidades, que estariam “me levando” para prosperar, profissionalmente e emocionalmente. Hoje posso dizer, com todas as letras, que isso ocorreu.

Agradeço primeiramente a minha orientadora e inspiradora, professora Mariana Abrantes Giannotti, uma grande mulher, mãe, professora, que esteve sempre comigo me incentivando, orientando, guiando e me dando “luz” e “força” em todos os dias deste ciclo do mestrado. A quem pude confiar e me sentir segura neste novo espaço! Sua confiança, humildade e profissionalismo serão eternos!!

Ganhei novos amigos e boas tardes produtivas. Estive com uma equipe que compartilha paixões pessoais, como transportes e geoprocessamento, que puderam me incentivar e me guiar ao longo deste trabalho, especialmente o Renato Arbex.

Agradeço a todos funcionários desta grande família da Poli.

Agradeço às professoras Cira e Flávia, membras da minha banca de qualificação, por todas contribuições, opiniões e anotações efetuadas numa fase acadêmica tão importante.

Agradeço aos meus amigos do trabalho, pela compreensão em minha dedicação aos estudos.

Agradeço à minha família, meu marido e filho por toda dedicação, compreensão e força neste momento e incentivo pelo meu desenvolvimento.

RESUMO

CAVALCANTI, Júlia de Matos. Análise espaço temporal da acessibilidade individual para residentes na zona leste do Município de São Paulo. 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Compreender a acessibilidade individual e seus espaços de atividades, através de indicadores que representem quais atividades e oportunidades os residentes da zona leste conseguem participar em um determinado tempo, contribui para analisar um dos aspectos da segregação a que estão sujeitos. Na era da *big data*, a riqueza dos dados espaciais e ferramentas de geovisualização tornam possível capturar e compreender melhor a dinâmica dos indivíduos e seus espaços de atividades.

O método proposto foi aplicado para 2 regiões díspares, quanto ao perfil urbanístico, socioeconômico e de acessibilidade para uma amostra da população residente da periferia leste.

Utilizando análise espaço-temporal e métricas do espaço de atividades, a acessibilidade individual de 14 residentes na zona leste do município de São Paulo foi reconstituída a partir dos dados de bilhetagem eletrônica no transporte público municipal, para um período contínuo de 11 semanas no ano de 2016.

Os resultados indicaram que a oferta da infraestrutura de transporte da Região 1 afetou a qualidade dos espaços de atividades dos usuários, com viagens externas à zona leste, menor número de transferências e tempo de deslocamentos, em regiões com alta densidade de empregos e maior diversidade urbanística e socioeconômica, em suas viagens obrigatórias e regulares.

Para os usuários da Região 2, os resultados apontaram atividades obrigatórias, como trabalho e educação, localizadas dentro do território da zona leste, nas regiões dos centros comerciais, maior número de viagens ao redor da origem, com maiores tempos de viagens e transferências.

Palavras-chave: Acessibilidade Individual, Modelos Espaço-Temporais de Acessibilidade Individual, Espaço de Atividades, Bilhetagem Eletrônica.

ABSTRACT

Understanding individual accessibility and its activity spaces, through indicators that represent what activities and opportunities eastern zone residents can participate in a particular time, contributes to analyze one of the aspects of the segregation to which they are submitted to. In big data era, the spatial data's wealth and geo-visualization tools make it possible to capture and better understand the individuals' dynamics and their spaces of activities.

The proposed method was applied to two disparate, regarding to the urban, socioeconomic and accessibility profile to a sample of the resident population of the eastern suburb. Using spatiotemporal analysis and activity space metrics, the individual accessibility of 14 residents of the city of São Paulo eastern zone was reconstituted from the electronic ticketing data on municipal public transport, for a continuous period of 11 weeks in the year of 2016.

The results indicated the supply of the Region 1 transport infrastructure affected the quality of the users' activity spaces, with trips out of the eastern zone, fewer transfers/connections (between transport lines) and travel time, in areas with high density of jobs and greater urban and socioeconomic diversity, in their essential and regular routes.

To Region 2 users, the results pointed to regular activities, such as work and education, located inside the eastern zone, on commercial, a larger number of paths around the origin area, with longer route times and more connections/transfers.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios de atribuição de propósitos de viagens para dias da semana em Gatineau e Santiago, segundo Devillaine, Munizaga e Trépanier (2012)	38
Quadro 2 - População Recenseada da RMSP- Anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.	41
Quadro 3 - Distribuição dos destinos das linhas em operação de ônibus na Zona Leste - Ano 2.017.	49
Quadro 4 - Relação dos usuários amostrados.	54
Quadro 5 - Exemplo da estrutura da amostra pré processada por Laboratório.....	56
Quadro 6 - Distâncias euclidianas totais percorridas nos dias úteis, em km.	79
Quadro 7 - Distâncias e tempos de viagem pela rede de transporte coletivo público, para as atividades obrigatórias.....	81
Quadro 8 - Faixas de Ic e Ih – usuários SFG.	92
Quadro 9 - Faixas de Ic e Ih – usuários VGC.	93
Quadro 10 - Sumário do indivíduo 2_A – SFG	117
Quadro 11 - Sumário do indivíduo 2_AA – SFG.....	117
Quadro 12 - Sumário do indivíduo 4_A – SFG	118
Quadro 13 - Sumário do indivíduo 4_AA – SFG.....	118
Quadro 14 - Sumário do indivíduo 7_A - SFG	119
Quadro 15 - Sumário do indivíduo 7_AA – SFG.....	119
Quadro 16 - Sumário do indivíduo 1_A - VGC.....	120
Quadro 17 - Sumário do indivíduo 1_AA - VGC	120
Quadro 18 - Sumário do indivíduo 3_A – VGC.....	121
Quadro 19 - Sumário do indivíduo 3_AA – VGC	121
Quadro 20 - Sumário do indivíduo 5_A – VGC.....	122
Quadro 21 - Sumário do indivíduo 5_AA – VGC	122
Quadro 22 - Sumário do indivíduo 6_A - VGC.....	123
Quadro 23 - Sumário do indivíduo 6_AA – VGC	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama da relação entre desvantagem do transporte, desvantagem social e exclusão social.....	23
Figura 2 - Representação dos espaços caminho-tempo de dois indivíduos.....	24
Figura 3 - Representação da derivação do DPPA.....	25
Figura 4 - Relação entre a localização dos espaços de atividade e viagens.....	28
Figura 5 - Modelos de Abordagens de espaços de atividades.	28
Figura 6 - Modelos dos padrões de atividades no espaço-tempo.	31
Figura 7 - Representação SIG 3D da densidade das atividades espaciais para mulheres empregadas (distância de casa x tempo).	31
Figura 8 - Superfícies de densidades de atividade de dois grupos.	32
Figura 9 - Distribuições espaço-temporais dos tipos de atividade de dois vizinhos.	33
Figura 10 - Representação SIG 3D dos padrões de densidade de atividades entre vizinhos A e B.....	33
Figura 11 - Exemplo do sistema de informações do “ <i>Smartcard</i> ”.....	35
Figura 12 - Modelos de visualização de pontos de âncora renderizada em SIG 3D.....	37
Figura 13 - Mapa dos Municípios da RMSP.	41
Figura 14 - Delimitação da Zona Leste do MSP.....	42
Figura 15 - Mapa de distribuição do total de empregos no Município de São Paulo (2014) por Área de Ponderação (2010).....	44
Figura 16 - Mapa de Localização do denominado Vetor Centro / Sudoeste Municipal de expansão histórica das atividades terciárias.	45
Figura 17 - Mapa da Densidade Demográfica por Distritos Municipais (população em habitantes / km ²).....	47
Figura 18 - Histórico da distribuição populacional por zonas do Município de São Paulo.	48
Figura 19 - Mapa de delimitação da unidade de estudo no MSP.	50
Figura 20 - Vista aérea do perfil urbanístico de São Francisco Global.....	51
Figura 21 - Vista aérea do perfil urbanístico de Vila Gomes Cardim.	51
Figura 22 - Fluxograma das etapas desenvolvidas	53
Figura 23 - Densidade de registros – usuários de Vila Gomes Cardim	57
Figura 24 - Densidade de registros – usuários de São Francisco Global.....	58

Figura 25 - Densidade de registros eletrônicos, amostra de São Francisco Global para os fins de semana para o período das 14 às 23 horas.	59
Figura 26 - Visualização dos parâmetros dos indicadores Ic e Ih.....	61
Figura 27 – Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 2 – SFG – usuários 2_A e 2_AA.	65
Figura 28 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 4 – SFG – usuários 4_A e 4_AA	65
Figura 29 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 7 – SFG – usuários 7_A e 7_AA.	66
Figura 30 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 1 – VGC – usuários 1_A e 1_AA.	67
Figura 31 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 3 – VGC – usuários 3_A e 3_AA.....	67
Figura 32 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 5 – VGC – usuários 5_A e 5_AA.....	68
Figura 33 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 6 – VGC – usuários 6_A e 6_AA.....	68
Figura 34 - Distribuição dos registros de bilhetagens – SFG – usuários 2_A e 2_AA.	70
Figura 35 - Distribuição dos registros de bilhetagens – SFG – usuários 4_A e 4_AA.	71
Figura 36 - Distribuição dos registros de bilhetagens – SFG – usuários 7_A e 7_AA	72
Figura 37 - Distribuição dos registros de bilhetagens – VGC – usuários 1_A e 1_AA	73
Figura 38 - Distribuição dos registros de bilhetagens – VGC – usuários 3_A e 3_AA	74
Figura 39 - Distribuição dos registros de bilhetagens – VGC – usuários 5_A e 5_AA.	75
Figura 40 - Distribuição dos registros de bilhetagens – VGC – usuários 6_A e 6_AA	76
Figura 41 - Distância total aos finais de semana, em km – SFG – 4_A.....	77
Figura 42 - Distância total aos finais de semana, em km – SFG – 7_A.....	78
Figura 43 - Distância total aos finais de semana, em km – SFG – 7_AA	78

Figura 44 - Distância total aos finais de semana, em km – VGC – 6_A	78
Figura 45 - Distância total aos finais de semana, em km – VGC – 6_AA.....	79
Figura 46 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – SFG – 2_A	83
Figura 47 - Densidade das 1ªs bilhetagem dias úteis, ponto de origem e rota do ônibus – SFG – 2_A.....	83
Figura 48 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – SFG – 2_AA	84
Figura 49 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – SFG – 4_A	84
Figura 50 - Densidade da 1ª bilhetagem, finais de semana e ponto de origem – SFG – 4_A.....	85
Figura 51 - Região do ponto residencial inferido – 4_A – SFG.....	85
Figura 52 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 4_AA – SFG	86
Figura 53 - Densidade da 1ª bilhetagem aos finais de semana e ponto de origem – SFG – 7_A.....	86
Figura 54 - Densidade da 1ª bilhetagem aos finais de semana e ponto de origem – usuário 7_AA – SFG	86
Figura 55 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 1_A – VGC	87
Figura 56 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 1_AA – VGC.....	87
Figura 57 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 3_A - VGC	87
Figura 58 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 3_AA – VGC.....	88
Figura 59 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 5_A – VGC	88
Figura 60 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 5_A - VGC	88
Figura 61 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 6_A – VGC	89

Figura 62 - Densidade da 1ª bilhetagem finais de semana e ponto de origem – usuário 6_A – VGC	89
Figura 63 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 6_AA – VGC.....	89
Figura 64 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 2_A - SFG	96
Figura 65 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 2_AA, SFG.....	96
Figura 66 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 4_A, SFG	96
Figura 67 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 4_AA - SFG.....	97
Figura 68 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 7_A - SFG	97
Figura 69 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 7_AA - SFG.....	98
Figura 70 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 1_A – VGC.....	99
Figura 71 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 1_AA – VGC	99
Figura 72 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 3_A - VGC.....	99
Figura 73 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 3_AA - VGC	100
Figura 74 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 5_A – VGC.....	100
Figura 75 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 5_AA - VGC	101
Figura 76 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 6_A - VGC.....	101
Figura 77 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 6_AA - VGC	102
Figura 78 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 2_A - SFG	104
Figura 79 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 2_AA, SFG	104
Figura 80 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 4-A, SFG	105
Figura 81 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis – usuário 4_A – SFG	105
Figura 82 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 4_AA, SFG	106
Figura 83 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis – usuário 4_AA – SFG.....	106
Figura 84 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 7_A - SFG	107
Figura 85 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – usuário 7_A - SFG	107

Figura 86 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 7_AA - SFG.....	108
Figura 87 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis, usuário 7_AA - SFG.....	108
Figura 88 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 1_A - VGC.....	109
Figura 89 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 1_AA – VGC.....	109
Figura 90 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – usuário 1_AA – VGC	110
Figura 91 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 3_A, VGC	110
Figura 92 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – dias úteis, usuário 3_A – VGC.....	111
Figura 93 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 3_AA, VGC.....	111
Figura 94 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 5_A – VGC	112
Figura 95 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – dias úteis, usuário 5_A – VGC.....	112
Figura 96 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – final de semana, usuário 5_A – VGC.....	113
Figura 97 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 5_AA – VGC.....	113
Figura 98 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis – usuário 5_AA – VGC	114
Figura 99 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 6_A – VGC.....	114
Figura 100 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis – usuário 6_A – VGC.....	115
Figura 101 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, finais de semana – usuário 6_A – VGC.....	115
Figura 102 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 3 e 7 horas – usuário 6_AA – VGC	116

Figura 103 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 1 e 2 horas – usuário 6_AA - VGC116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
<i>DPPA</i>	<i>Daily potencial path area</i>
<i>GPS</i>	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LabGeo	Laboratório de Geoprocessamento
MCP	Mínimo polígono convexo
MSP	Município de São Paulo
PMSP	Prefeitura do Município de São Paulo
<i>PPA</i>	<i>Potencial path area</i>
<i>PPS</i>	<i>Potencial path space</i>
PTR	Programa de Transportes
RAIS	Relação Anual de Informações
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SFG	São Francisco Global
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SP	São Paulo
SPTTrans	São Paulo Transporte
USP	Universidade de São Paulo
VGC	Vila Gomes Cardim
ZL	Zona Leste

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Objetivo principal e questões de pesquisa	17
1.2. Objetivos Específicos.....	18
1.3. Estruturação do texto.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1. Acessibilidade Individual	20
2.1.1. Acessibilidade, exclusão social e segregação	22
2.1.2. Modelos espaço-temporais de acessibilidade individual.....	23
2.2. Espaço de Atividades.....	26
2.3. Representações espaço-temporais em SIG	30
2.4. Bilhetagem Eletrônica no Transporte Público	34
2.4.1. Inferência das zonas de origem e destino	35
2.4.2. Identificação dos pontos de âncora	36
2.4.3. Detecção dos tipos de atividades dos usuários	37
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E GRUPOS DE ESTUDO	40
3.1. Estruturação Urbanística da Zona Leste	40
3.2. Caracterização das regiões em análise	48
4. MATERIAIS E MÉTODO	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
6. CONCLUSÕES	125
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127

1. INTRODUÇÃO

De um aglomerado no entorno do núcleo central ancorado sobre uma pequena colina entre os vales dos rios Tamanduateí e Anhangabaú, com menos de 20 mil habitantes em 1.875 (LANGENBUCH, 1968), a cidade de São Paulo passa a ocupar a centralidade da 10ª maior metrópole mundial (Centro de Estudos Urbanos / EUA, 2017), concentrando cerca de 12 milhões de habitantes em 2016 (estimativas IBGE). A formação do território da zona leste (ZL) de São Paulo, que concentra 35,53 % desses 12 milhões, segundo Rolnik e Frugoli Jr (2010), reflete o histórico da segregação periférica municipal, marcada pela especulação fundiária, alta densidade residencial e baixos investimentos públicos, com enormes desigualdades nos padrões de viagens, maior impedância aos postos de trabalho e oportunidades.

A natureza da segregação é multidimensional e polissêmica, sendo que a medida da acessibilidade é considerada uma das dimensões que os indivíduos ou grupos estão sujeitos (NEUTENS et al., 2010, 2012). A acessibilidade pode ser considerada como “falta ou menor exposição” a certos lugares, falta de interação em quantidade e qualidade de contatos sociais e acesso a oportunidades (LEE e KWAN, 2010). Para White (1983), há ao menos dois enfoques para a segregação: 1. Sociológica, devido à ausência de interações entre grupos sociais e 2. Geográfica, significando desigualdade na distribuição dos grupos sociais em todo o do espaço físico, estando ambos provavelmente correlacionados. O estudo da segregação da população é um campo vasto em sociologia, geografia, estudos urbanos e economia (FARBER e MORENCY, 2012).

No campo do Planejamento de Transportes, diversas pesquisas e autores (LUCAS, 2012; WHITE, 1983; NEUTENS et al., 2010, 2012) versam sobre a relação do transporte e uso do solo no reforço à segregação dos seus espaços de atividade, aumento do custo generalizado das viagens na realização de suas atividades diárias, acesso aos postos de trabalho e estabelecimentos de educação, serviço e saúde.

A análise e compreensão das dinâmicas individuais para períodos contínuos pode ampliar a compreensão da questão de “quando”, “onde” e “como” os

residentes da Zona Leste interagem com os demais espaços da cidade, quer seja para as atividades de trabalho e educação ou lazer.

Considerando que a acessibilidade varia não somente em função da disponibilização da oferta, demanda e operação do sistema de transporte coletivo público, mas em relação às dinâmicas individuais para a realização de suas atividades diárias, a análise da acessibilidade individual visará explorar um dos aspectos da segregação residencial que os residentes da ZL estão sujeitos.

Para tal, esse estudo utilizará dados de bilhetagens eletrônicas em busca de identificar as acessibilidades individuais reveladas por uma amostra de usuários de transporte público, bem como explorar as limitações do uso desse tipo de dado para a análise espaço-temporal do comportamento desses usuários.

Muitos estudos com dados de bilhetagens eletrônicas têm sido feitos a partir de métodos de processamento de grandes volumes de dados, no entanto, pouco tem sido investigado sobre os detalhes das limitações do uso desses dados para inferências sobre o comportamento espaço-temporal dos indivíduos. O estudo busca aprofundar a análise individual dos deslocamentos diários, investigando sua relação com a segregação da população da Zona Leste do Município de São Paulo, a partir de uma amostra de indivíduos.

1.1. Objetivo principal e questões de pesquisa

O objetivo principal do trabalho é analisar a acessibilidade individual de residentes da zona leste do município de São Paulo. São realizadas análises espaço-temporais dos espaços de atividades, com o uso de dados georreferenciados de bilhetagem eletrônica dos ônibus.

Duas perguntas nortearam as análises, uma que busca contribuir com os métodos que utilizam dados de bilhetagem eletrônica e outra que investiga o fenômeno de segregação a partir da análise dos padrões de acessibilidade individual revelada:

1. Quais as limitações no uso de dados de bilhetagem eletrônica para a determinação de padrões espaço-temporais de deslocamentos de usuários de transporte público?

2. Partindo da hipótese que regiões de mais baixa renda geralmente estão mais sujeitas à segregação, como se configuram os espaços de atividades revelados de indivíduos da ZL de dois grupos distintos, em especial quanto aos padrões de dias úteis, fins de semana e feriado?

1.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, o presente trabalho pretende:

1. Contribuir no estudo da operacionalização das medidas espaço-temporais de acessibilidade individual em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), a partir da utilização de dados de bilhetagem eletrônica de múltiplos dias;
2. Colaborar para os estudos de inferência de local de origem (residência) e destino (trabalho ou outras atividades) a partir dos dados de bilhetagem, através da análise, em profundidade, dos padrões espaço-temporais de indivíduos por período contínuo de 77 dias;
3. Contribuir para os métodos de delimitação de espaço de atividades, a partir de dados de bilhetagem, considerando o desafio da fragilidade de inferência para transferências, origens e destinos a partir desses dados.

1.3. Estruturação do texto

O presente trabalho foi estruturado em 6 capítulos. Após esta introdução, o Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, incluindo revisões bibliográficas dos conceitos de acessibilidade individual, modelos espaço-temporais de acessibilidade individual, espaço de atividades, geovisualização em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e estudos com dados de bilhetagem eletrônica, que nortearam o desenvolvimento deste estudo. O Capítulo 3 trata sobre uma caracterização da área e os grupos de estudo da ZL de São Paulo. Já no Capítulo 4 são abordados os materiais e métodos, a partir dos dados adquiridos, organização, tratamento e processamento dos dados para a construção das viagens diárias e espaço de atividades. No Capítulo 5, apresentam-se os resultados e discussões para a amostra de indivíduos das duas regiões: Vila Gomes Cardim e São Francisco Global. E, por

fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões sobre o trabalho desenvolvido, reflexões e recomendações sobre o tema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica foi feita a partir da revisão bibliográfica sobre os conceitos de acessibilidade individual, modelos espaço-temporais de acessibilidade individual, espaço de atividades, geovisualização em SIG e estudos de bilhetagem eletrônica, base para a definição de métodos e discussão dos resultados em busca de alcançar os objetivos traçados.

2.1. Acessibilidade Individual

Motivado pela medida de proximidade relativa de um lugar ou de pessoas para todos os outros lugares e pessoas, Hansen (1959), em seu artigo clássico e referencial "*How accessibility shapes land use*", explora as relações entre a acessibilidade de uma área e a taxa potencial para a intensidade do crescimento residencial da área metropolitana de Washington e incorpora a utilização do expoente utilizado no modelo da gravidade para a métrica de acessibilidade (GEURS, KARST e VAN WEE, 2004).

Geralmente compreendida como a facilidade com que os indivíduos podem participar das atividades, dado o sistema de transporte disponível e o padrão de uso da terra (NEUTENS, 2012), a acessibilidade se tornou um conceito chave nos últimos cinquenta anos para os estudos de transporte e planejamento. Porém, segundo Batty (2009) sua origem remota à década de 20 do século passado, na utilização para redes de transporte e padrões de distribuição de viagens.

De fato, a acessibilidade é um conceito utilizado em vários campos científicos, há diversas medidas de acessibilidade considerando diferentes variáveis para a separação espacial como distância, tempo de viagem, custo de viagem composto, oportunidades interpostas, etc (BATTY, 2009). No geral, as medidas de acessibilidade buscam referenciar a capacidade de deslocamento para acesso aos bens básicos, como emprego, compras, educação, recreação, lazer e cuidados com à saúde, na maior parte utilizadas ao contexto do lugar ou de uma área, onde se localiza a infraestrutura física, em escalas relativamente grandes.

Para contextualizar os diversos componentes de acessibilidade e buscando uma revisão minuciosa dos estudos, a ampla revisão de Geus e Van Wee (2004)

fornece uma visão geral dos componentes de acessibilidade, a partir de quatro perspectivas. A primeira se refere a infraestrutura instalada, relacionada com o nível da infraestrutura em desempenho ou serviço. A segunda é baseada na medida de acessibilidade em localização ou de base local, denominada de “*Place-Based*” para avaliar o acesso a atividades espacialmente distribuídas, normalmente estimada em um nível agregado para uma delimitação geográfica. Já a terceira integra a acessibilidade no âmbito nível individual, baseadas nas pessoas, “*Person-Based*”, ao invés da unidade agregada ao lugar, considerando as limitações individuais em questões de restrições horárias e das atividades no espaço; e por último, os benefícios da perspectiva de bem-estar que derivam dos níveis de acesso às oportunidades espacialmente distribuídas.

Embora muitas das pesquisas estejam baseadas e bem operacionalizadas na acessibilidade de regiões, estas medidas se mostram pouco eficazes para a captura das interações entre as atividades dos indivíduos e do uso do solo. As medidas de acessibilidade do local não consideram as diferenças individuais no desenvolvimento das atividades num contexto espaço-tempo (PIRIE, 1979; HANSON e SCHWAB, 1987; KWAN, 1998; KWAN, 1999; NEUTENS, 2010).

O contexto espaço-temporal das medidas de acessibilidade individual é baseado na geografia espaço-tempo de Hägerstrand (1970), descrito no item a seguir, utilizando-se de representações geométricas (a princípio de prismas) para descrever os padrões de viagem (GEURS, KARST e VAN WEE, 2004).

Tradicionalmente, as pesquisas utilizam-se de noções convencionais e estáticas do lugar, bairro e área agregando heterogeneidades em áreas homogêneas, influenciando os resultados pelo modelo da representação adotada (KWAN, 1999). Pela mesma ótica do problema do lugar, Miller (2007) argumenta suas considerações do problema da “conveniência semântica” do lugar pelo agrupamento dos fenômenos físicos e humanos.

Tendo em vista os objetivos do presente estudo, o conceito da acessibilidade individual busca ampliar a captação dos distintos ambientes e oportunidades individuais heterogêneas com os efeitos das restrições espaço-temporais e do desempenho ou nível de serviço da rede de transporte (KWAN, 1998).

2.1.1. Acessibilidade, exclusão social e segregação

No contexto de exclusão social e transportes, Church, Frost e Sullivan (2000), destacam sete categorias que influenciam a exclusão de determinados grupos populacionais:

1. Exclusão física: barreiras físicas, falta de instalações para deficientes, ausência de informações sobre o horário de funcionamento dos serviços de transporte;
2. Exclusão geográfica: regiões isoladas sem ou falta de estrutura de serviços de transporte, como áreas rurais ou regiões periféricas;
3. Exclusão das instalações: menor acesso às principais instalações como comércio, estabelecimentos de educação, saúde e lazer, devido à distância;
4. Exclusão econômica: altos custos monetários das viagens às instalações ou ao emprego, podendo impactar nos rendimentos;
5. Exclusão baseada no tempo: limitações no orçamento temporal familiar, como trabalho, cuidados domésticos e assistência às crianças, reduz o tempo “possível para viagens”;
6. Exclusão baseada no medo: segurança pessoal afetada pelo medo impede o uso de espaços públicos e / ou serviços de transporte;
7. Exclusão espacial: onde a segurança ou o gerenciamento espacial impedem determinados grupo de acesso a espaços públicos.

Para Lucas (2012) as desvantagens dos transportes e desvantagens sociais interagem direta e indiretamente, causando menor acesso aos serviços essenciais, bem como “bloqueio” dos processos de planejamento e tomada de decisões, podendo resultar em exclusão social e, em seguida, novas desigualdades sociais e de transporte, numa relação cíclica (Figura 1).

Figura 1 - Diagrama da relação entre desvantagem do transporte, desvantagem social e exclusão social.

Fonte: Lucas, 2012 (traduzido pela autora)

Sobre a segregação, Wong e Shaw (2011) apresentam uma abordagem abrangente, com base no espaço de atividades para além do espaço residencial. A medição é baseada na dimensão de exposição da segregação, que recupera a exposição de indivíduos para as populações de outros grupos que não são encontrados nos espaços de origem (residencial) dos indivíduos; onde os níveis de exposição e segregação são inversamente relacionados; ou seja, altos níveis de exposição implicam menor segregação.

2.1.2. Modelos espaço-temporais de acessibilidade individual

Pela literatura, a primeira abordagem da acessibilidade individual é considerada pelo conceito dos “prismas espaciais”, representado sob uma estrutura espaço-tempo de Hägerstraand (1970). A contribuição da representação na estrutura espaço-tempo fornece a base conceitual e teórica para a análise das atividades individuais no espaço, também denominada de geografia temporal, que pretende compreender o movimento e a capacidade individual, reforçando a importância das restrições nas atividades humanas (NEUTENS et al., 2010).

Segundo Miller (2007) a geografia do tempo de Hägerstraand atribui que as atividades humanas ocorrem em lugares específicos, por durações limitadas e “não flexíveis” a curto prazo, distribuídas pelas restrições de tempo de viagem e orçamento de tempo diário familiar e social. Tais atividades obrigatórias atuam como “âncoras” no orçamento de tempo individual, enquanto que as demais atividades são mais facilmente distribuídas. A Figura 2 ilustra a representação dos locais de atividades no espaço bidimensional, com o tempo no eixo vertical e os deslocamentos nas linhas inclinadas (entre atividades).

Figura 2 - Representação dos espaços caminho-tempo de dois indivíduos.

Fonte: Miller, 2007 (traduzido pela autora)

Todas as demais medidas espaço-temporais foram derivadas deste, objetivando experimentações geométricas em áreas, projeção planar e caminhos potenciais de oportunidades e interações das atividades humanas.

Posteriormente, o rigor do tempo foi melhorado por Lenntorp (1976) e Burns (1979) apud Miller (2007). O primeiro utilizou diferentes volumes do prisma espaço-tempo (espaço do caminho potencial – “*Potencial Path Space*”) e a área da sua projeção planar (área do caminho potencial – “*Potencial Path Area*” - PPA) para realizar a abordagem de simulação da acessibilidade dos locais potenciais de viagens, sujeitos à mobilidade e outras restrições, utilizando o número de agendamento de atividades viáveis (PATTERSON e FARBER, 2015).

Ainda que com enormes desvantagens de operacionalização das medidas de acessibilidade, Miller (1991), utilizando procedimentos de SIG para o cálculo dos PPA, iniciou a operacionalização para a implementação do prisma espaço-tempo e

experimentou a inclusão das restrições da rede sobre a mobilidade (PATTERSON e FARBER, 2015).

As contribuições na melhoria operacional e desenvolvimento de algoritmos computacionais, utilizando procedimentos de SIG, ocorreram nas pesquisas de Kwan, 1998 *“Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-based Framework”* e no de 1999, *“Gender and individual access to urban opportunities: a study using space-time measures”*. Além destas, derivaram diversas contribuições na formulação do PPA diário ou DPPA (*“daily potential path área”* - área de potencial diário), que inclui todas as “áreas potenciais dos espaços para os prismas espaço-temporais ao longo do dia, como exemplificado na Figura 3.

Segundo a autora (KWAN, 1998), as ferramentas computacionais desenvolvidas buscam recuperar os comportamentos habituais, a condição do acesso às oportunidades urbanas, duração, qualidade e frequência dos espaços percorridos, limitado a um determinado âmbito geográfico, sistema de transporte e capacidade de circulação do indivíduo em suas viagens, demonstrando que os índices integrais de acessibilidade não foram capazes de captar as experimentações individuais, especialmente o efeito das restrições espaço-temporais.

Figura 3 - Representação da derivação do DPPA.

Fonte: Kwan, 1999 (traduzido pela autora)

O conceito dos prismas espaço-temporais teve um papel indutor para a ampliação e análises das dinâmicas e interações individuais. Com base nessa abordagem, as pesquisas desenvolvidas por Mei-Po Kwan contribuem em dois aspectos. A primeira se refere à exploração de dados detalhados das atividades e viagens diárias das pessoas, num contexto de visualização SIG em ambiente 3D. A segunda contribuição é na exploração espaço-temporal, medindo a qualidade e movimentação espacial dos indivíduos (por onde circulam?) e da métrica do tempo (em quanto tempo conseguem alcançar os destinos?).

Devido aos avanços em SIG, maior disponibilização de dados diários geográficos detalhados e tecnologias de rastreamento, diversos autores também contribuíram na avaliação da participação dos indivíduos em atividades e operacionalização de medidas de capturas do comportamento espacial humano (O’SULLIVAN, MORRISON e SHEARER, 2000; KIM e KWAN, 2003; YU e SHAW, 2008; FARBER et al., 2013).

Resumidamente, são listadas as principais medidas espaço-tempo operacionalizadas na literatura: 1. PRISMA ESPAÇO TEMPO: indicador de liberdade de um indivíduo viajar e participar de atividades flexíveis, representado sob a intersecção de dois cones; 2. PPA – “*potencial path área*”: área geográfica potencial projetada. Projeção do prisma para as duas dimensões, que representa o espaço bidimensional, onde o indivíduo “pode atingir ou alcançar ou participar” ao realizar suas viagens e atividades sujeitas a suas limitações pessoais (KWAN, 1998; KIM e KWAN (2003); 3. PPS – “*potencial path space*”: potencial espaço caminho. Representa o conjunto de todos os possíveis caminhos de espaço-tempo que um indivíduo pode realizar durante um orçamento de tempo (Neutens et al., 2010) e 4. DPPA – “*derivation of the daily potencial path área*”: área de passagem diária potencial, conjunto entre todos os pares de atividades fixas sucessivas que os indivíduos realizam durante o decorrer do dia (NEUTENS et al., 2010),

2.2. Espaço de Atividades

Os princípios das medidas espaço-temporais, citadas na seção anterior, que visam dar suporte a medidas de acessibilidade individual, têm sido também explorados em métricas para a avaliação de espaços de atividades, como por

exemplo em Susilo e Kitamura (2005). Dentro dessa perspectiva, o conceito de espaço de atividades permite, de certa forma, ampliar a visão sobre a acessibilidade individual à medida que soma às análises aspectos que buscam a compreensão dos impactos referentes ao comportamento espacial dos indivíduos. Neste estudo, em busca de compreender a acessibilidade individual em seu carácter mais amplo, fez-se uma breve revisão bibliográfica de estudos de espaço de atividades, sempre com a óptica complementar ao conceito de acessibilidade individual, em busca de embasar as análises para o maior entendimento da interação dos residentes da ZL com o espaço urbano. O conceito de espaço de atividades desempenha um papel central com foco na análise quantitativa e descrição do comportamento espacial (PATTERSON e FARBER, 2015).

Segundo Patterson e Farber (2015) o conceito de “espaço de atividades” foi introduzido nos anos 1960 e 1970 pelos “geógrafos comportamentais”, que busca a representação “do contato direto entre as pessoas, o meio social e ambientes físicos”, reconstruindo e mapeando a extensão espacial de alcance das viagens individuais, suas experimentações, frequência e interações sociais (GOLLEDGE e STIMSON, 1997; SCHÖNFELDER e AXHAUSEN, 2003; BULIUNG e KANAROGLOU, 2006).

Para Golledge e Stimson (1997), há três determinantes na compreensão do espaço de atividades (Figura 4):

1. residência ou lar ou origem das viagens: considerado como o ponto mais importante da viagem diária (atividade obrigatória);
2. atividades regulares: viagens aos locais frequentemente visitados, de motivo trabalho, lazer, compras, esporte e
3. viagens ao redor dos centros de maior permanência dos indivíduos: tanto na origem das viagens, como aos locais das atividades regulares.

Figura 4 - Relação entre a localização dos espaços de atividade e viagens.

Fonte: Schonfelder e Axhausen (2003) adaptado Maier, Paesier, Ruppert e Schaffer (1977).

(traduzido pela autora)

A maior parte dos esforços foi centrada na experimentação de formas geométricas para a representação e dispersão espacial dos locais visitados pelos indivíduos. As abordagens mais utilizadas são da elipse de confiança, círculos, superfície de densidade de kernel, abordagens baseadas em rede (como “buffer”) e o mínimo polígono convexo (MCP) (PATTERSON e FARBER, 2015; KWAN, 1999; SCHÖNFELDER e AXHAUSEN, 2003), ilustrados na Figura 5.

Figura 5 - Modelos de Abordagens de espaços de atividades.

Fontes: Schonfelder e Axhausen (2003); Casas (2007)

Cada uma das representações foi desenvolvida com base nos dados de “ponto”. A elipse de confiança partiu da orientação da dispersão dos pontos, agregando regiões não visitadas, assim como da superfície de densidade de kernel, que é função da frequência e da distância dos demais eventos nas proximidades, em forma e largura de banda, e do mínimo polígono convexo ao abranger um conjunto de pontos; já as abordagens baseadas na rede consideram a viagem “real” no sistema de transportes (Patterson e Faber, 2015).

Por outro lado, ainda que todos avanços na representação geométrica, os autores introduziram alguns questionamentos quanto: 1. tipo da representação (qual é a melhor?), 2. como captar viagens encadeadas e sequenciais, 3. qualidade dos espaços percorridos e das interações com outros grupos sociais (Patterson e Farber, 2015; Li e Tong, 2016). Algumas pesquisas introduziram o questionamento na compreensão de o quão longe estão as viagens do próprio domicílio ou dos demais espaços urbanos (LI e TONG, 2016; KIM e KWAN, 2003; ZHANG et al., 2016).

Quanto às formas de representação, as abordagens podem estar exageradas, generalizadas e incluir locais onde o indivíduo não “esteve” ou não é “capaz de acessar” ou “não tem oportunidades sociais de acessar” como, por exemplo, postos de trabalho (WONG e SHAW, 2011; PATTERSON e FARBER, 2015; LI e TONG, 2016; SHERMAN et al., 2005; RAI et al., 2007; SCHÖNFELDER e AXHAUSEN, 2003).

No campo das viagens sequenciais, Li e Tong (2016) apontam que grande parte das pesquisas têm dificuldades na captação das viagens sequenciais, atividades associadas e comportamento individual, com a maior parte dos trabalhos desenvolvidos somente na captação de um único tipo de viagem, como por exemplo, acessibilidade aos postos de trabalho ou saúde pública ou estabelecimentos educacionais (NEUTENS et al., 2010), e ainda limitados ao período de apenas 1 dia de viagem, podendo não captar o comportamento das atividades individuais que ocorrem em um período mais longo de tempo.

No que se refere ao aspecto qualitativo do espaço de atividades, poucos autores introduziram a experimentação individual em suas viagens diárias que não pode ser representada tão somente pela forma geométrica, exceto pelos trabalhos de Schonfelder e Axhausen (2003), Granovetter (1973) e Zhang et al. (2016),

questiona-se como o tamanho e a forma geométrica poderão indicar um “melhor” ou “pior” espaço de atividades (PATTERSON e FARBER, 2015; LI e TONG, 2016).

Diferentemente da exploração visual, o trabalho de Susilo e Kitamura (2005) obteve sucesso na quantificação das características dos espaços de ação e sua variação dia-a-dia, utilizando-se indicadores de cada atividade individual realizada ao longo de 6 semanas. O estudo realizado pelos autores mostrou que os locais de atividades obrigatórias, moradia e trabalho, influenciam a estabilidade dos segundos momentos dos locais de atividades; ou seja, aumentam ou diminuem e restringem o espaço de ação da 2ª atividade, em dias úteis e finais de semana.

Tal estudo, apresentou o cálculo de 2 tipos de indicadores, operáveis em ambiente SIG, facilitando a aplicação de métodos estatísticos, para o conjunto de dados reais, sem medir “potenciais” ou “possibilidades” de espaço de ação, que são definidos como:

1. **Ic:** dispersão espacial de cada atividade A em relação ao centróide das demais atividades não residenciais realizadas no dia;
2. **Ih:** dispersão do centroide do conjunto das atividades não residenciais de um indivíduo, em determinado dia, com relação à localização de sua residência.

2.3. Representações espaço-temporais em SIG

Novas técnicas para descoberta de conhecimento com dados espaço-temporais e análise de padrões das atividades humanas ainda estão em emergência, incluindo técnicas para explorar dados de objetos móveis, através da geovisualização, que facilita grandemente a identificação e interpretação de padrões espaciais e relacionamento de dados complexos. Cabe apontar os algoritmos de geovisualização 3D baseados em GIS, recursos e ferramentas desenvolvidos por 2 autores: Mei-Po Kwan (KWAN e LEE, 2004; SHEN e KWAN, 2013; LEE e KWAN, 2011) e Chen (2011, que favorecem a análise e compreensão das atividades espaço-temporais.

Em Kwan e Lee, 2004, utilizando-se de um conjunto de dados diários coletados em Portland, foram formuladas ferramentas computacionais para a geovisualização 3D baseada em GIS na análise de padrões de atividade humana,

forneendo um ambiente dinâmico e interativo. Na Figura 6, as barras verticais indicam a duração da atividade para as atividades móveis (exceto empregos) para dois grupos de indivíduos fora da origem residencial.

Figura 6 - Modelos dos padrões de atividades no espaço-tempo.

Fonte: Kwan e Lee, 2004

A Figura 7 demonstra a utilização da superfície de densidade de kernel para representar a intensidade das atividades no espaço-tempo. O eixo do tempo corresponde à coordenada do eixo X e a distância espacial da atividade desenvolvida a partir da origem corresponde ao eixo Y. A visualização foi efetivada para mulheres empregadas em tempo integral, mostrando que há mais atividades próximas ao lar, que não estão relacionadas ao emprego, por volta do meio-dia e após as 17 horas.

Figura 7 - Representação SIG 3D da densidade das atividades espaciais para mulheres empregadas (distância de casa x tempo).

Fonte: Kwan e Lee, 2004

Já na pesquisa de Lee e Kwan (2011) “*Visualisation of Socio-Spatial Isolation Based on Human Activity Patterns and Social Networks in Space-Time*” é explorado

o isolamento socioespacial nas dimensões espaciais e temporais. Os autores destacam os espaços de atividades restritos e limitadas possibilidades de interações sociais.

A Figura 8 revela superfícies de densidades de atividades para indivíduos com dois tipos de trabalho diferentes. A superfície superior é para quatro funcionários da empresa, que abrangeu uma superfície mais ampla e menos concentrada no pico, e a inferior para quatro proprietários de empresa, mais restrita espacialmente e pico mais concentrado.

Figura 8 - Superfícies de densidades de atividade de dois grupos.

Fonte: Lee e Kwan (2011) (traduzido pela autora)

Em Chen et al. (2011) os autores desenvolveram uma extensão ArcGis, denominada de APA – “*Activity Pattern Analyst*”, baseado na concepção de SIG espaço-tempo com segmentação dinâmica temporal e implementada como uma extensão dinâmica no visualizador 3D ArcScene do ArcGIS. A extensão abrange um conjunto de funções: geração de caminho de espaço-tempo, segmentação do caminho espaço-tempo, filtro de caminho do espaço-tempo, exploração da distribuição da densidade do padrão de atividades, análise da densidade de distribuição das atividades e um método de agrupamento baseado no caminho espaço tempo (por exemplo, grupos com geometria semelhante).

A Figura 9 ilustra a representação das atividades individuais mapeadas dinamicamente a partir de uma base de dados, usando o método de segmentação

dinâmica espaço-temporais das atividades e viagens. Já a Figura 10 ilustra a distribuição espaço-temporal entre dois vizinhos e visualização da concentração de atividades.

Figura 9 - Distribuições espaço-temporais dos tipos de atividade de dois vizinhos.

Fonte: Chen et al., 2011 (traduzido pela autora)

Figura 10 - Representação SIG 3D dos padrões de densidade de atividades entre vizinhos A e B.

Fonte: Chen et al., 2011

As representações espaço-temporais exemplificadas favorecem e ampliam a análise da segregação do território da Zona Leste para a acessibilidade individual, num ambiente SIG a partir da reconstituição do diário de atividades dos indivíduos e a abrangência do espaço de atividades individuais ao longo do período. Para tal, a análise dos dados de bilhetagem eletrônica permitirá acessar os locais e atividades efetivamente frequentados pelos residentes.

2.4. Bilhetagem Eletrônica no Transporte Público

As recentes tecnologias de posicionamento por GPS em veículos, sistemas de coletas automáticos de tarifas, dados de utilização de “*smartphones*”, redes sociais e dados de acesso aos pontos de *internet* estão sendo usadas como pontos de partidas para as pesquisas de planejamento de transportes e incorporados como uma excelente oportunidade para a coleta de dados passivos (MUNIZAGA e PALMA, 2012), apresentando enormes vantagens quanto à resolução, tamanhos da amostra e menor gasto financeiro na obtenção dos mesmos (TRÉPANIER, TRANCHANT e CHAPLEAU, 2007; CHU e CHAPLEAU, 2010).

A geração dos dados das transações a bordo, ainda que em grande quantidade, são de extrema importância para os agentes, seja para a operação diária do sistema, planejamento estratégico a longo prazo (PELLETIER, TRÉPANIER e MORENCY, 2011) e exame dos comportamentos dos usuários no desenvolvimento de suas atividades diárias e alocação de tempo.

As pesquisas tradicionais para estudos comportamentais, como as pesquisas Origem e Destino, ainda são considerados dispendiosos, caros, com alta carga de processamento, imprecisos e com proteção da privacidade dos entrevistados (CHU e CHAPLEAU, 2010; KUSAKABE e ASAKURA, 2014) e não sendo capaz de captar o comportamento individual relativo à viagem ao longo do espaço e tempo (LI e TONG, 2016).

Segundo Chu e Chapleau (2010), as propriedades esperadas na utilização dos dados de cartões inteligentes para o planejamento de transportes são descritas em 6 tipos: estratégia passiva de coleta de dados, alta fidelidade nos detalhes espaço-temporais, disponibilidade e prazos prolongados, extensa cobertura dos usuários, serviços e redes em operação, integração com o planejamento operacional e desagregação dos dados.

Os cartões inteligentes possuem a identificação pessoal, registrada em códigos para a conexão com um banco de dados de registro das transações (TRÉPANIER, TRANCHANT e CHAPLEAU, 2007) que ficam armazenadas no dispositivo de bordo e posteriormente ao servidor central. Cabe ao servidor central armazenar, em banco de dados separados, a identificação dos usuários, o conjunto das transações e os dados de operação da viagem (loais de início e término, rotas,

horários de início e término, duração, alocação de ônibus, motorista), que são fornecidos pelo equipamento e sistema de informações de operação representados na Figura 11 (PELLETIER, TRÉPANIER e MORENCY, 2011). Cada transação do cartão inteligente armazena o ponto de validação, data, hora, identificação do cartão, tipo de tarifa, identificação da rota, direção da rota, identificadores do ônibus / metrô / trem e identificador interno do banco de dados.

Figura 11 - Exemplo do sistema de informações do “Smartcard”.

Fonte: Trepanier et al. (2011) (traduzido pela autora)

Tendo em vista os objetivos propostos e a metodologia de pesquisa a ser desenvolvida, a revisão bibliográfica do conceito de “Smart card” foi centrada para:

1. inferência das zonas de origem e destino da viagem (*onde estão os locais frequentados pelos residentes?*),
2. identificação dos pontos de âncora (“Anchor points” como densidade de atividades) e por fim,
3. detecção do tipo de atividade dos usuários.

2.4.1. Inferência das zonas de origem e destino

Os bancos de dados das transações não possuem a informação da zona de origem ou destino ou dos dados pessoais de endereço do indivíduo para a validação dos locais das atividades. A metodologia proposta por Amaya e Munizaga (2013) apresenta alguns pressupostos válidos para a estimativa da origem dos registros das transações de bilhetagem eletrônica municipal, baseados em: 1. o transporte público é o modo frequente de transporte do usuário quando realiza viagens de quatro ou mais dias de viagens; 2. usuário frequente é relativo ao cartão com viagens entre as 4:00 e as 12:00 da manhã, por pelo menos quatro dos sete dias da semana; 3. a

primeira transação de cada dia é considerada próxima ao local de residência ou localizada a uma curta distância de casa; 4. para cada cartão que atenda às condições acima, são selecionadas as primeiras transações de cada dia; 5. as distâncias entre os pares de coordenadas espaciais das primeiras transações para cada dia da semana são calculadas; 6. se a distância com a transação mais distante for menor ou igual a 500 metros, é estabelecido que o indivíduo reside ao redor destes registros; 7. caso a distância entre as primeiras transações estiver acima de 500 metros, estes registros são descartados, visto que o indivíduo pode ter usado outro modo não integrado antes de fazer a primeira transação ou que dormiu em algum outro local que não corresponde à sua residência.

Em relação à inferência do destino da viagem, He e Trépanier (2015) descreveram uma metodologia para a estimação de destino para as viagens não vinculadas, utilizando-se do algoritmo clássico de estimação de destino (TRÉPANIER e CHAPLEAU, 2007): 1. sequência de viagem - a diferença de distância entre o ponto de partida de uma viagem e o desembarque da viagem anterior é considerado mínimo, 2. a última viagem do dia - o destino da última viagem é assumido como o local mais próximo da origem, 3. primeira viagem do dia seguinte - caso as duas etapas anteriores não sejam válidas, é utilizada a primeira viagem do dia seguinte para encontrar o destino da última viagem na sequência, 4. viagem não vinculada - detecta-se uma transação similar no histórico do cartão, em relação ao mesmo local de embarque e dimensão temporal, devido ao fato que os usuários tendem a seguir as mesmas rotinas e 5. utilização da estimativa de densidade de kernel das probabilidades espaciais e temporais para as viagens desvinculadas.

2.4.2. Identificação dos pontos de âncora

Os registros contínuos de bilhetagem permitem identificar os lugares onde os usuários visitam frequentemente, denominados de pontos de âncora (*“Anchor points”*) por Chu e Chapleau (2010). Além das regiões obrigatórias de atividade, como trabalho e educação, os pontos de âncora buscam revelar os locais frequentados visitados que não fazem parte de suas atividades obrigatórias, como igrejas, comércio, lazer, visita aos familiares e amigos, para cada titular do cartão.

A Figura 12 ilustra um exemplo de visualização 3D para os pontos de âncora, baseado num algoritmo desenvolvido em SIG, com distância máxima de 500 metros e agregação em raios de 50 metros, com base nos pontos e linhas de embarque.

Figura 12 - Modelos de visualização de pontos de âncora renderizada em SIG 3D.

Fonte: Chu e Chapleau (2010)

Para a efetivação deste tipo de metodologia, o conjunto dos locais visitados são dispostos numa grade artificial, baseado no uso do solo e transportes, considerando que as atividades estão próximas aos pontos de embarque, com coordenadas espaciais conhecidas.

2.4.3. Detecção dos tipos de atividades dos usuários

Da revisão da literatura realizada, as pesquisas de Devillaine, Munizaga e Trépanier (2012) e Munizaga e Palma (2012) propuseram metodologia para a detecção e estimativa da localização, tempo, duração e finalidade dos destinos das viagens através da utilização do banco de dados dos cartões inteligentes.

Em resumo, para os autores deverão ser efetuadas as seguintes etapas:

- 1. Separação das transações de viagens de transferência e atividades.** A primeira transação do dia por indivíduo é considerada como o início da viagem. Entre cada um dos registros consecutivos, é calculado o intervalo de tempo com base na transação anterior. Quando o tempo for entre 1 e 30 minutos, a atividade é considerada como de transferência. Caso as transações consecutivas estejam na mesma rota de metrô, ônibus ou trem, mesmo se o intervalo de tempo for menor que 30 minutos, a transação será de uma atividade.
- 2. Definição de método para propósito da atividade.** Para melhor definição e atendimento das características do comportamento da

população, são segmentados quatro tipos: trabalho, estudo, origem ou outros, com base no tempo de permanência em cada local, tipo do cartão e informações de uso do solo.

- 3. Segmentação temporal das atividades.** Atividades obrigatórias, como trabalho e educação, tendem a ser regulares, mais estáveis durante os dias úteis e com maior rigor temporal. Já as atividades móveis e principalmente aos finais de semana são mais longas nos prazos e com menor rigor na regularidade, como visitas a familiares, igrejas, compras e lazer.
- 4. Informações do uso da terra.** Caso informações adicionais ou de maior qualidade estejam disponíveis, a estimação do propósito da viagem seria melhorada com a definição de classes de uso e ocupação do solo, como lazer, compras, serviços, permitindo explorar e analisar a dinâmica das atividades individuais.

O Quadro 1 resume os critérios de atribuição aos dias da semana para atribuição de propósitos de viagens, quando não há informações disponíveis das atividades e viagens.

Quadro 1 - Critérios de atribuição de propósitos de viagens para dias da semana em Gatineau e Santiago, segundo Devillaine, Munizaga e Trépanier (2012)

Propósito	Base de dados / dias de semana	
	Gatineau	Santiago
Trabalho	Tipo de cartão adulto Aplica-se um dos: - a atividade é maior que 5 h e - a atividade tem duração entre 2 e 5 h, a zona de parada de ônibus não é hospitalar ou recreativa Viagem antes da atividade não foi a última do dia	Tipo de cartão adulto A atividade é superior a 2h Viagem antes da atividade não foi a última do dia
Educação	Tipo de cartão estudante ou menor de idade Aplica-se um dos: - a atividade é maior que 5 h e - a atividade tem duração entre 2 e 5 h, a zona de parada de ônibus é educacional Viagem antes da atividade não é a última do dia	Tipo de cartão estudante A atividade é maior que 5 h Viagem antes da atividade não foi a última do dia
Casa	Viagem antes da atividade foi a última do dia	Viagem antes da atividade

		foi a última do dia
	A viagem antes da atividade não era apenas uma do dia	
Outro	Se o tipo de cartão for adulto, aplica-se um dos seguintes:	Atividade entre 1 min e 2 h de duração
	- a atividade é entre 30 min e 2 h de duração e	A viagem antes da atividade não foi a última do dia
	- a atividade tem entre 2 a 5 horas de duração e a zona de parada de ônibus é hospitalar ou recreativa	
	Se o tipo de cartão for estudante ou menor de idade, aplica-se um dos seguintes:	
	- a atividade tem entre 2 a 5 horas de duração e a zona de parada de ônibus é não é educacional	
	A viagem antes da atividade não foi a última do dia	

Fonte: Devillaine, Munizaza e Trepanier (2012) (traduzido pela autora)

Para Lee e Hickman (2014), a regularidade dos padrões de mobilidade e a duração da atividade, através dos dados de cartões inteligentes com resolução espaço-temporal, permitem gerar regras e um conjunto de treinamento para inferir o propósito de viagem, indicando que 1. um usuário visita frequentemente o mesmo local, 2. o local de embarque usado com frequência é próximo do local de trabalho ou residência do usuário, 3. atividades obrigatórias tem duração de tempo rígida e 4. os horários de início e término das atividades específicas podem estar associados a determinados períodos do dia, onde o pico da manhã é reconhecido como o deslocamento da origem ao trabalho e o período máximo de pico, para o retorno à área residencial.

A partir da revisão fundamentação teórica e tendo em vista a operacionalização em SIG, será adotado o método de Susilo e Kitamura (2005) para o cálculo da acessibilidade individual, dos Indicadores I_c e I_h , como medida do espaço de atividades.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E GRUPOS DE ESTUDO

O presente capítulo aborda dois aspectos. O primeiro é a estruturação urbanística da Zona Leste, na questão das abordagens da segregação espacial em relação ao restante do território municipal; já o segundo, caracteriza a infraestrutura de transportes das duas regiões em estudo.

3.1. Estruturação Urbanística da Zona Leste

A Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, denominação criada no ano de 1967 quando do estabelecimento de normas legais para a criação de “regiões metropolitanas” (LANGENBUCH, 1968), compreende a conurbação de 39 municípios com população aproximada de 20 milhões de pessoas (Figura 13), sendo a área metropolitana de maior movimento e dinâmica de emprego do Brasil, um dos principais centros produtivos do mundo e que manteve, ao longo de sua urbanização, a concentração da força de trabalho (BIDERMAN e LOPES, 2015).

O crescimento acelerado e gigantesco da RMSP de cerca de 250% em 40 anos (Quadro 2), favorecido pela construção das Estradas de Ferro no final do século XIX, imigrações e intensa movimentação campo-cidade, acarretou enormes problemas urbanísticos e socioespaciais (LANGENBUCH, 1968; ROLNIK, 2012; ROLNIK e FRUGOLI JR, 2001; MARQUES, 2014; MEYER e GROSTEIN, 2010), cuja análise e compreensão de sua configuração histórica e urbana são necessárias refletir.

Figura 13 - Mapa dos Municípios da RMSP.

Fonte: Geosampa / Mapa Digital da Cidade / Prefeitura do Município de São Paulo

Elaborado pela autora

Quadro 2 - População Recenseada da RMSP- Anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

Ano / Período	RMSP	São Paulo
1970	8.139.730	5.924.615
1980	12.588.725	8.493.226
Taxa de crescimento 1970 / 1980	154,66%	143,35%
1991	15.444.941	9.646.185
Taxa de crescimento 1980 / 1991	122,69%	113,58%
2000	17.878.703	10.434.252
Taxa de crescimento 1991 / 2000	115,76%	108,17%
2010	19.683.975	11.253.503
Taxa de crescimento 2000 / 2010	110,10%	107,85%

Fontes: IBGE - Censos Demográficos: 1970, 1980, 2000, 2010

Um desses problemas urbanos decorre da concentração das classes sociais mais altas nas melhores áreas fundiárias, quando do início da primeira metade do século passado. Segundo Rolnik (2012) e Oliveira (2016), o início da consolidação do “vetor centro / sudoeste” como setor privilegiado de oportunidades ocorre por volta de 1940, quando da verticalização das zonas centrais e do aumento do valor de seus terrenos e imóveis nas áreas centrais, em contraste ao processo de

ocupação das áreas mais distantes, praticamente “rurais”, ocupadas por esparsas indústrias e pequenas vilas operárias, como ocorreu no território da ZL (Figura 14).

Figura 14 - Delimitação da Zona Leste do MSP.

Fonte: Geosampa / Mapa Digital da Cidade / Prefeitura do Município de São Paulo

Elaborado pela autora

Posteriormente, na segunda metade do século passado, outro aspecto urbanístico se refere à legislação municipal da década de 70, da capacidade de construção do tamanho do terreno. O poder público regulamentou o coeficiente de aproveitamento do uso e ocupação do solo (índice de densidade construtiva em relação à área do terreno) para 4 em 10% da cidade, ou seja, a legislação permitiu que um lote de 1000m² poderia ser adensado em até 4000 m²; e para os demais setores da cidade, o mesmo lote só poderia ser edificado em 2000m²; deste modo, “potencializou” a concentração de estabelecimentos de empregos e dos setores “mais privilegiados” no vetor sudoeste e o espraiamento das periferias nos usos residenciais (MEYER e GROSTEIN, 2010; VILLAÇA, 1999; BONDUKI, 2011; ROLNIK e FRUGOLI JR, 2001).

Como parte deste processo, no período das décadas de 70 e 80 ocorre o maior crescimento das regiões periféricas, determinado por processos de especulação fundiária e imobiliária, desindustrialização, consumo de zonas ambientalmente sensíveis, altos custos de instalação e manutenção da estrutura de serviços e infraestrutura urbana (água, luz, esgotos, transportes, equipamentos públicos) precária e insuficiente (FONSECA, 2010; DEÁK, 1999; VILLAÇA, 1999; BONDUKI, 2011).

Para a análise e compreensão específica do território da ZL, Rolnik e Frugoli Jr. (2001) realizaram ampla pesquisa do processo de territorialização das mudanças socioeconômicas no início da década passada. Dentre as análises obtidas, os autores ressaltam que:

o processo de ocupação da Zona Leste reflete a história da “segregação territorial na cidade de São Paulo”, onde o mercado formal habitacional pouco atuou, exceto pelos conjuntos habitacionais produzidos pelo poder público em Itaquera e Cidade Tiradentes, em áreas cercadas por loteamentos clandestinos, em contra ponto a dinâmica urbana do quadrante centro-sudoeste onde historicamente se concentrou riqueza, intensa verticalização residencial, valorização imobiliária, investimentos públicos, adensamento populacional, concentração de oportunidades e hegemonia do setor terciário.

Reflete-se também que o vetor centro / sudoeste, historicamente, apresenta a maior densidade de empregos e oportunidades, em contraste com as demais regiões periféricas municipais (Figura 15).

Figura 15 - Mapa de distribuição do total de empregos no Município de São Paulo (2014) por Área de Ponderação (2010)

Fonte: Geosampa / Mapa Digital da Cidade / Prefeitura do Município de São Paulo

Elaborado pela autora

O vetor Centro/Sudoeste caracteriza-se pela região da expansão histórica das atividades terciárias, partindo do desenvolvimento da região central até a década de 50 do século passado, sentido Marginal do Rio Pinheiros, onde ocorreu a maior concentração de oportunidades e empregos (Figura 16).

Figura 16 - Mapa de Localização do denominado Vetor Centro / Sudoeste Municipal de expansão histórica das atividades terciárias.

Fonte: Adaptado de Meyer e Grostein (2010)

Elaborado pela autora

Ademais, os autores ressaltam que a partir dos anos 1990 com a saída das indústrias das cidades, há uma fragmentação do tecido urbano-social, através da implementação de grandes enclaves urbanos segregados, como os shopping centers e de bairros como o Tatuapé e Anália Franco, com produção de uma nova especialidade de desigualdade urbana, concentração de poder de compra, riqueza e verticalização residencial de alto padrão. Por outro lado, os autores apontam que mesmo com a implementação destes espaços e melhoria urbanística dos bairros populares periféricos, ainda prevalece o modelo centro - periferia, com intensa

circulação populacional aos postos de trabalho (ROLNIK e FRUGOLI JR, 2001), principalmente dos distritos localizados mais ao extremo paulista, com as maiores taxas de adensamento populacional (Figura 17).

Segundo Ferrari (2015) e Bonduki (2011), a instalação tardia da infraestrutura de transporte público de alta capacidade e as políticas públicas de prioridade aos automóveis (século XX), implantação de vias expressas, complexos viários, avenidas radiais e perimetrais reforçaram o problema da mobilidade de São Paulo e da segregação residencial; tendo como efeito longos deslocamentos de “alto volume populacional das periferias”, contínuos investimentos em novas infraestruturas de transporte, planejamento e operação; bem como maiores custos sociais e econômicos para o deslocamento cotidiano das pessoas para acesso ao lazer, trabalho e serviços.

Figura 17 - Mapa da Densidade Demográfica por Distritos Municipais (população em habitantes / km²).

Fonte: Geosampa / Mapa Digital da Cidade / Prefeitura do Município de São Paulo

Elaborado pela autora

Em relação ao paradigma de Bonduki e Rolnik (1982) e Rolnik e Frúgoli Jr (2001) para o estudo da metrópole, Marques (2014) destaca que os estudos indicavam uma cidade dual (centro x periferia, ricos x pobres, vasta cobertura de serviços x regiões precárias); porém a análise comparativa para os períodos dos censos de 1991, 2000 e 2011, aponta que a área habitada pelas elites cresceu em exclusividade (“bolhas imobiliárias” e “condomínios fechados”) e a metrópole se tornou mais diversificada e heterogênea em termos produtivos, sociais e espaciais,

menos desigual do que esperado, mas ainda “profundamente” desigual”, com maior efeito na dimensão da segregação residencial, onde as “áreas centrais mais ricas e isoladas são habitadas por categorias superiores, providas de condições ótimas e boas” e “das áreas exteriores com maior diversificação social, entre as classes médias e inferiores e áreas ainda com parcialidade no padrão de universalização de serviços”.

Deste modo, o território da Zona Leste se configura como uma região de intenso crescimento populacional de uso residencial, com baixa densidade de empregos; ocasionando maior impedância ao denominado Vetor Centro-Sudoeste.

Ademais, de acordo com a literatura, ainda que o território da Zona Leste ofereça novos polos de oportunidades de emprego regionais, esperam-se enormes impactos negativos aos residentes, quanto à acessibilidade aos serviços e postos de trabalho, assim como a participação de atividades ao longo das demais porções do território municipal.

3.2. Caracterização das regiões em análise

A Zona Leste do Município de São Paulo possui uma área de 331,51 Km², com população estimada para 2.010 de 3.998.237 habitantes, cerca de 35,53% da população municipal, abrangendo 9 prefeituras regionais e 33 distritos administrativos.

Em análise ao histórico da contagem populacional, a ZL sempre representou a região mais populosa, ainda que a Zona Sul esteja em contínuo crescimento populacional (Figura 18).

Figura 18 - Histórico da distribuição populacional por zonas do Município de São Paulo.

Fontes: IBGE - Censos Demográficos: 1980, 1991, 2000, 2010

Contudo, em relação à configuração demográfica de crescimento 2.000 / 2.010, o território da ZL revela uma região heterogênea, onde 10 dos 33 distritos obtiveram crescimento superior à média municipal, principalmente em regiões providas de menores condições de acessibilidade, como Cidade Tiradentes, Iguatemi e São Rafael, e 5 com decréscimo populacional, como Aricanduva, Artur Alvim, Jardim Helena, Ponte Rasa, São Miguel (fonte PMSP).

É também necessário contextualizar o sistema de transporte coletivo público. Ainda que o maior crescimento periférico tenha ocorrido entre as décadas de 70 e 80, o sistema público de alta capacidade só foi finalizado em 1.988, quando da finalização da linha 3 – Leste / Oeste, cujo traçado aproveitou o traçado da antiga ferrovia Central do Brasil (ROLNIK e FRUGOLI JR, 2001) não permitindo maior dinâmica urbanística ao território, constituindo uma calha central de circulação, em conjunto à via Radial Leste construída na década de 1960.

A estrutura do sistema de alta capacidade da ZL é baseada na “calha central” da linha metroviária 3 – Leste / Oeste, das linhas 11 – Coral Expresso Leste e 12 – Safira dos trens metropolitanos, com 80,27 km e 29 estações de trem e metrô.

Em relação às linhas de ônibus em operação, correspondem a 696 linhas de ônibus, 8,90 km dos corredores de ônibus Paes de Barros e Expresso Tiradentes (ainda em implantação) e 8 terminais de ônibus. Ainda que a rede de ônibus opere nos bairros, cerca de 50% das linhas tem como destino os sistemas ferroviário, metroviário e terminais (Quadro 3), reforçando o sistema de tronco central.

Quadro 3 - Distribuição dos destinos das linhas em operação de ônibus na Zona Leste - Ano 2.017.

DESTINO	QUANT. LINHAS	%
ESTAÇÕES CPTM LESTE	32	4,60%
ESTAÇÕES METRO LESTE	148	21,26%
ESTAÇÕES METRO LINHA NORTE-SUL	5	0,72%
ESTAÇÕES METRO LINHA VERDE	8	1,15%
TERMINAL MERCADO MUNICIPAL	4	0,57%
TERMINAL PARQUE D PEDRO II	45	6,47%
TERMINAL PRINCESA ISABEL (CENTRO)	1	0,14%
TERMINAL SACOMÃ	4	0,57%
TERMINAIS ZONA LESTE	94	13,51%
subtotal DESTINO -- > CPTM, METRÔ, TERMINAIS	341	48,99%

OUTROS / BAIRROS	355	51,01%
TOTAL	696	

Fonte: Geosampa / Mapa Digital da Cidade / Prefeitura do Município de São Paulo

Tendo em vista os objetivos da pesquisa, foram escolhidos indivíduos de duas regiões distintas, que apresentam enormes disparidades no perfil urbanístico e socioeconômico, de São Francisco Global (SFG), localizada no distrito de São Rafael, Prefeitura Regional de São Mateus, e de Vila Gomes Cardim (VGC), no distrito do Tatuapé, Prefeitura Regional da Mooca (Figura 19).

Figura 19 - Mapa de delimitação da unidade de estudo no MSP.

Fonte: Geosampa / Mapa Digital da Cidade / Prefeitura do Município de São Paulo

Elaborado pela autora

A região de São Francisco Global (Figura 20) é considerada pela PMSP a 3ª maior favela municipal, com área de 1.000.000 m²; caracterizada por população de baixa renda, ocupações recentes da última década, com alta densidade residencial e baixa oferta de comércio e empregos.

Figura 20 - Vista aérea do perfil urbanístico de São Francisco Global.

Fonte: Google Maps

Já a de Vila Gomes Cardim (Figura 21), é caracterizada por população de classe média, com alta acessibilidade ao transporte público pelas estações do metrô Tatuapé e Carrão, urbanização entre as décadas de 70 e 80, maior diversidade de usos, entre residencial e de comércio, serviços, estabelecimentos educacionais. Atua como polo regional de emprego, devido à centralidade gerada pelos shoppings Tatuapé e Anália Franco.

Figura 21 - Vista aérea do perfil urbanístico de Vila Gomes Cardim.

Fonte: Google Maps

4. MATERIAIS E MÉTODO

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados os programas *MapInfo* (versão 12) e a plataforma *opensource* de análise e visualização de dados geoespaciais na web *Kepler.gl*, com gerenciamento de banco de dados e processamentos das informações geográficas exclusivamente do programa *MapInfo*. O sistema de referência geográfica adotado foi o *World Geodetic System 1984* (WGS84).

As seguintes bases de dados disponíveis e fontes foram utilizadas na pesquisa:

- Dados da Pesquisa Censitária. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Governo Federal, 2010;
- Eixos de Logradouros e Quadras Viárias. Mapa Digital da Cidade – Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP), 2017;
- Limites Municipais RMSP, distritos e Prefeituras Regionais Municipais. Mapa Digital da Cidade – Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP), 2017;
- Sistema de transporte: pontos de ônibus, terminais de ônibus, corredores, faixas exclusivas, linhas de ônibus, estações e linhas do sistema metroviário e ferroviário. Mapa Digital da Cidade – Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP), 2017;
- Dados de Bilhetagem eletrônica de transporte público do Município de São Paulo. SPTrans – Secretaria Municipal de Transportes, 2016;
- Dados de Itinerários das linhas de ônibus do Município de São Paulo. SPTrans – Secretaria Municipal de Transportes, 2017.

Além da utilização das bases disponíveis, os dados pré processados dos 14 usuários vieram do trabalho de Pieroni (2018) e o cálculo do tempo de viagem e distâncias percorridas pela rede de transporte coletivo público foram obtidos junto ao Laboratório de Geoprocessamento da Poli – USP, a partir da dissertação de mestrado de Tomasiello (2016).

O fluxograma disposto na Figura 22 apresenta as etapas desenvolvidas, para o desenvolvimento deste trabalho, através dos processos da reconstituição das viagens individuais diárias, aquisição e tratamento dos dados, desenvolvimento dos

indicadores dos espaços de atividades (lc e lh), agregação estatística dos dados da viagem e análise espaço-temporal na ferramenta Kepler.gl, para o período de 77 dias.

Figura 22 - Fluxograma das etapas desenvolvidas

4.1. Materiais

Os registros eletrônicos, obtidos da SPTrans, foram tratados em conjunto pelo Laboratório de Geoprocessamento da Poli e Pierroni (2018).

O trabalho de Pieroni (2018) teve como objetivo a avaliação dos padrões espaço-temporais de regiões de assentamentos precários e de classe média do Município de São Paulo, para verificar diferenças e semelhanças na mobilidade dos residentes destas regiões. A partir dos registros eletrônicos no transporte público, foram gerados 8 grupos, denominados de *clusters* ou regiões ou agrupamentos, utilizando-se de três algoritmos *K-means*, *TwoStep* e *Self Organizing Maps (SOM)*.

Para as regiões de pesquisa, o trabalho de Pieroni (2018) obteve como resultado o total de 7 *clusters*. Da totalidades destes clusters, ou seja, totalmente contidos nas regiões de São Francisco Global e Vila Gomes Cardim, foram

escolhidos aleatoriamente 2 usuários de cada *cluster*, sendo 6 usuários da região de São Francisco Global, pertencente aos *clusters* 2, 4 e 7 e de 8 usuários de Vila Gomes Cardim, dos *clusters* 1, 3, 5 e 6, conforme Quadro 4 a seguir.

A seleção dos usuários teve como base a escolha de usuários representativos, que apresentavam valores dos atributos próximos às médias do *cluster* e com maior quantidade de bilhetagens diárias (usuário mais frequente do transporte público), num total de 2.869 registros com 21 atributos cada um, advindos da pesquisa de Pieroni (2018).

Quadro 4 - Relação dos usuários amostrados.

REGIÃO	VILA GOMES CARDIM							
CLUSTER Nº	1		3		5		6	
ID DO INDIVÍDUO	1_A	1_AA	3_A	3_AA	5_A	5_AA	6_A	6_AA
REGIÃO	SÃO FRANCISCO GLOBAL							
CLUSTER Nº	2		4		7			
ID DO INDIVÍDUO	2_A	2_AA	4_A	4_AA	7_A	7_AA		

De acordo com os resultados de Pieroni (2018), os usuários do cluster 2 tem a particularidade de serem formados por residentes de áreas de assentamento precário, com horário da 1ª bilhetagem por volta das 7h30 da manhã e atividade regulares com tempo de duração aproximada de 10 horas. Os do cluster 4 apresentam renda familiar baixa, com atividades regulares próximas à origem, com validação da 1ª bilhetagem por volta das 7h30 e duração da atividade de maior permanência de 9 horas, com menor regularidade, entre 3 e 4 dias úteis. E por último, os do cluster 7 tem o padrão pouco definido, apresentando maior variabilidade, com empregos em período integral ou parcial.

Já os usuários dos clusters 1, 3 e 5, de Vila Gomes Cardim, são associados aos usuários regulares de viagens padrão, renda média, com baixa variabilidade em suas validações, com 1ª bilhetagem por volta das 7h30, com atividades com tempo de duração de cerca de 10 horas e frequência mínima de 5 dias de uso de transporte público. Já os do cluster 6 apresentam alta variabilidade das 1ªs bilhetagens diárias, com atividades regulares de meio período à tarde ou menores, com baixa frequência e recorrência de viagens nos dias úteis.

O conjunto dos dados da bilhetagem eletrônica compreendeu todas as transações individuais para o período de 30 de maio a 14 de agosto de 2016, armazenados no cartão inteligente de sistema automático de recolhimento de tarifas denominado de “*Bilhete único*”; que abrangeu a categorização de 11 semanas, 55 dias úteis e 1 feriado municipal.

À esta época, o sistema de pagamento pelo “*Bilhete único*” permitia até 4 transações gratuitas dentro do período de 3 horas por cada modo de transporte; já para as transferências, o pagamento é proporcional.

Os registros obtidos apresentaram os seguintes campos, num total de 21, conforme Quadro 5, a seguir.

Quadro 5 - Exemplo da estrutura da amostra pré processada por Laboratório de Geoprocessamento da Poli e Pieroni (2018)

DESCRIÇÃO DOS CAMPOS	BILHETAGENS				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
1. hash bilhete (identificador do usuário)	3_A	3_A	3_A	3_A	3_A
2. agregação do cartão	COMUM	COMUM	COMUM	COMUM	COMUM
3. data/ hora	21/07/2016 06:27	21/07/2016 16:03	21/07/2016 16:28	21/07/2016 18:15	21/07/2016 18:33
4. dia do ano	203	203	203	203	203
5. estação	CAR - Carrao	CLI - Clinicas			BRE - Bresser
6. transferência	-	-	SIM	SIM	
7. hora cheia	6	16	16	18	18
8. latitude do registro	-23,5377	-23,5544	-23,547248	-23,56497	-23,5463
9. longitude do registro	-46,5641	-46,6704	-46,607058	-46,595642	-46,6075
10. linha sentido	CAR - Carrao	CLI - Clinicas	573A-10-1	373T-10-1	BRE - Bresser
11. linha sentido corrigido	CAR - Carrao	CLI - Clinicas	573A-10-0	373T-10-0	BRE - Bresser
12. tipo de cartão	59-5	59-5	59-5	59-5	59-5
13. renda	3.869	3.869	3.869	3.869	3.869
14. área	VGC	VGC	VGC	VGC	VGC
15. cluster	3	3	3	3	3
16. latitude da residência / origem	- 23,537809 21	- 23,537809 21	- 23,5378092 1	- 23,5378092 1	- 23,5378092 1
17. longitude da residência / origem	- 46,564888 6	- 46,564888 6	- 46,5648886	- 46,5648886	- 46,5648886
18. latitude do destino trabalho	-23,5544	-23,5544	-23,5544	-23,5544	-23,5544
19. longitude do destino trabalho	-46,6704	-46,6704	-46,6704	-46,6704	-46,6704
20. minuto	27	3	28	15	33
21. prefixo do veículo	510712	505308	54164	55402	511007

4.2. Método

Com as amostras dos registros individuais, foram iniciados os processos de tratamento e processamento dos dados obtidos, visando obter 4 produtos e atividades:

1. Construção das viagens diárias individuais, com definição das atividades, transferências, origem e distâncias percorridas;
2. Obtenção do cálculo dos indicadores (I_c e I_h) dos espaços de atividades para cada um dos registros de atividade individual;
3. Agregação estatística diária dos dados da viagem e das medidas dos indicadores (I_c e I_h), para todos os dias de todos os indivíduos estudados;
4. Análise espaço-temporal na ferramenta Kepler.gl.

4.2.1. Construção das viagens diárias individuais

A partir da identificação anônima de cada usuário, os dados amostrais foram importados em tabela única, em formato .csv para o programa *MapInfo*.

A primeira atividade consistiu no georreferenciamento, a partir do campo de latitude e longitude (WGS 84), em seguida excluídos os que apresentaram posição geográfica externa ao limite municipal. As figuras 23 e 24 a seguir ilustram a densidade de todas as bilhetagens de Vila Gomes Cardim e São Francisco Global, no programa Kepler.gl.

Figura 23 - Densidade de registros – usuários de Vila Gomes Cardim

Figura 24 - Densidade de registros – usuários de São Francisco Global

Posteriormente, procedeu-se a criação e preenchimento dos atributos temporais, com base no calendário de 2016:

- Data (dia/mês/ano);
- Hora (horas/minutos);
- Tipo de dia (útil ou final de semana);
- Tipo de dia da semana de 0 a 6, atribuindo “0” para 2ª feira, e sucessivamente até “6” para o domingo.

A utilização de dados temporais permite a exploração da visualização espaço-temporal, como no exemplo a seguir (Figura 25) , que mostra a densidade de registros de bilhetagem.

O banco de dados resultante apresenta a análise da viagem individual por cada dia de registro de bilhete eletrônico, num total de 5.708 registros.

Figura 25 - Densidade de registros eletrônicos, amostra de São Francisco Global para os fins de semana para o período das 14 às 23 horas.

Com base na metodologia de Amaya e Munizaga (2013) em que a 1ª transação de cada dia é considerada a mais próxima da residência e início das viagens, todos os 1ºs registros do dia por cada indivíduo foram classificados como “1” no campo do atributo “bil_1”, a partir do ordenamento crescente dos campos usuário e data/hora.

Ainda que a 1ª bilhetagem diária tenha relação com a zona de origem do usuário, há o desafio da estimação da residência ou local de maior permanência, como primeira investigação. Visto que os cartões inteligentes não possuem nenhum tipo de cadastro do usuário, foram adotadas as inferências residenciais do método de PIERONI (2018) e posteriormente foi feita uma análise crítica de possíveis inconsistências.

Com a análise em profundidade dos padrões espaço-temporais, no próximo capítulo são discutidas as contribuições ao método de inferência da localização residencial, tendo em vista a complexidade deste processo e as características operacionais do sistema municipal, em que a bilhetagem não é obrigatória quando da entrada no veículo, ficando opcional ao usuário efetuar o pagamento (registro) ao entrar.

Já com os atributos temporais inseridos e definição do início das viagens (bilhetagem 1), foram calculados os intervalos temporais entre os registros de cada usuário, com numeração sequencial.

Em seguida, o desafio consistiu em definir o que era atividade ou transferência para os demais registros. Tomando como metodologia Devillaine, Munizaga e Trépanier (2012), os registros amostrais de Pieroni (2018) já vieram com a identificação de transferência, considerando quando o deslocamento estiver na mesma rota do metrô, ônibus ou trem. Adotou-se a classificação feita por Pieroni (2018) para posteriormente realizar análise crítica na visualização detalhada das ocorrências de cada indivíduo.

Eliminadas as condições de 1ª bilhetagem ou transferência, considerou-se “atividade” os registros que tiveram intervalo temporal da bilhetagem anterior com tempo maior que 1 hora; ou seja, para cada registro atribui-se: 1ª bilhetagem ou transferência ou atividade, com segmentação temporal e ordenação.

De posse da localização sequencial dos registros, procedeu-se ao desenho e cálculo da distância euclidiana entre os pontos de cada viagem diária através da ferramenta “*Spider Graph*”, em unidades de quilômetros.

Já o cálculo do tempo de viagem e distâncias percorridas pela rede de transporte coletivo público foram obtidos junto ao Laboratório de Geoprocessamento da Poli – USP, a partir da dissertação de mestrado de Tomasiello (2016).

Atribuídas as separações de atividade ou transferência e considerando que os cartões são de adulto, também identificou-se o propósito da viagem, com base na metodologia de Devillaine, Munizaga e Trépanier (2012), para trabalho aos registros com intervalos temporais maiores que 5 horas, considerada como atividade obrigatória, e atividades móveis para os demais com intervalo de duração entre 1 e 5 horas.

4.2.2. Definição do Espaço de Atividades: momento de inércia do centroide sobre a casa e das atividades sobre o centroide (Ic e Ih):

O cálculo dos indicadores (Ic e Ih) de Susilo e Kitamura (2005) permite explorar a dispersão espacial das atividades “não residenciais” diárias e o quanto longe as atividades diárias ocorrem entre elas mesmas e em relação ao local de origem; sendo calculados pelo seguinte conceito da Figura 26 e seguintes fórmulas.

Figura 26 - Visualização dos parâmetros dos indicadores I_c e I_h .

Fonte: Traduzido pela autora

1. I_c = momento de inércia de cada atividade não residencial sobre o centroide das demais atividades desenvolvidas no dia.

$$I_c = \sum_{i=1}^n (X_i - X_c)^2 + (Y_i - Y_c)^2 \quad (1)$$

Onde:

$$X_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$Y_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

X_i, Y_i : coordenadas de dada atividade i no espaço, medidas em metros;

X_c, Y_c : coordenadas do centroide do conjunto das atividades, medidas em metros;

n : número de atividades de cada indivíduo realizadas no dia.

2. I_h = momento de inércia do centroide do conjunto das atividades realizadas no dia sobre o ponto da residência.

$$I_H = L^2 = (X_H - X_C)^2 + (Y_H - Y_C)^2 \quad (2)$$

Onde:

Xh, Yh: coordenadas da residência, medidas em metros;

Xc, Yc: coordenadas do centroide do conjunto das atividades, medidas em metros;

L: distância entre a residência e o centroide do conjunto das atividades.

Tomando como base a obtenção dos indicadores, a próxima etapa consistiu em calcular a posição geográfica em metros de cada uma das atividades (Xi, Yi) e o centroide do conjunto das atividades realizadas em cada dia por usuário (Xc,Yc).

As coordenadas de cada atividade foram determinadas automaticamente pelo programa *MapInfo*, em medidas de metros (UTM). Já para o cálculo do centroide do conjunto das atividades realizou-se os seguintes processamentos.

Caso o usuário tenha uma única atividade, o centroide será a posição do próprio ponto; caso ocorram 2 atividades, o centroide será o centro geométrico de uma linha traçada entre os 2 pontos. Já para os demais casos, em que o indivíduo desenvolveu mais de 2 atividades, desenhou-se automaticamente polígonos convexos tendo como vértices cada uma das atividades externas à residência.

Inseridos todos os parâmetros no banco de dados, calculou-se automaticamente os indicadores Ic para cada um dos registros de atividades e Ih diário por indivíduo; ou seja, cada usuário apresenta um registro único de Ih por dia e vários Ics por dia, conforme o número de atividades desenvolvidas no dia.

4.2.3. Agregação individual diária: análise das atividades diárias

Nesse processamento, buscou-se agregar elementos da viagem individual diária, de modo a se obter um sumário / resumo da viagem, possibilitando comparar os parâmetros diários dos usuários de diferentes “clusters”, contendo os seguintes parâmetros por cada usuário e dia:

1. número de atividades diárias não residenciais;
2. número de registros de bilhetagens;
3. quantidade de transferências;

4. Ic máximo;
5. Ic mínimo;
6. Ic médio de todas atividades;
7. somatória dos Ics;
8. intervalo entre o Ic máximo e o Ic mínimo;
9. distância total percorrida em km;
10. intervalo em horas entre a última e a 1ª bilhetagem do dia;
11. hora máxima de atividade desenvolvida no dia;
12. hora mínima de atividade desenvolvida no dia;
13. lh.

4.2.4. Análise espaço-temporal:

Para realizar as análises espaço-temporais, foram exploradas as ferramentas que permitissem visualizar grande quantidade de dados georreferenciados e temporais em ambiente 3D, para cada um dos usuários.

A análise de dados foi melhor adaptada à ferramenta Kepler.gl, que permitiu uma ampla gama de configurações, mapas de estimativa de densidade de Kernel, filtros e geovisualizações 3D, a partir da exportação dos dados em formato .csv do programa *MapInfo*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo objetiva explorar os resultados e análises, com base nos materiais e métodos desenvolvidos, a partir da observação do padrão de 77 dias de 14 usuários de 2 regiões distintas da ZL, sob os aspectos a seguir.

Tendo em vista que os *clusters* foram extraídos do trabalho de Pieroni (2018), a quantidade de usuários foi obtida a partir da abrangência de todos os *clusters* contidos nas regiões da pesquisa.

5.1. Distribuição horária das bilhetagens

A frequência dos registros de bilhetagens por faixas horárias buscou identificar a intensidade e horário em que as atividades obrigatórias e móveis ocorrem.

Da Figura 27 até Figura 33, estão representados os totais de bilhetagens por faixas horárias, segmentada entre “1ª bilhetagem” e “atividade”, obtendo-se o horário mais frequente em que as atividades ocorrem.

A “1ª bilhetagem” é o 1º registro horário do dia, sem que necessariamente seja o registro mais próximo da origem; por exemplo, se o usuário utilizou outro modo de transporte ao sair da residência, pode ocorrer a 1ª bilhetagem no retorno do trabalho, sendo que deveria ser a de atividade. Já a “atividade” corresponde ao registro do horário de saída de um local de atividade, com tempo de duração maior que 1 hora,

Em análise das Figuras 27, 28 e 29 dos usuários de São Francisco Global, verifica-se que apenas os usuários do cluster 2 e o 7_A obtiveram atividades mais concentradas, enquanto que os demais tiveram bilhetagens e atividades dispersas ao longo do dia. Também se observa que a maior concentração das atividades regulares, que são inerentes do cluster 2, restringiu o desenvolvimento de outras atividades de menor duração ao longo do período, principalmente no período noturno. Em relação ao período noturno, em que poderia se desenvolver mais alguma outra atividade, como educação ou até retorno do trabalho com educação pelo período da manhã, verifica-se que apenas os usuários dos *clusters* 7 e 4_A desenvolveram atividades noturnas. De fato, os resultados apontam que a maior

regularidade de trabalho nos dias úteis, com saída do trabalho por volta das 15, 16 e 17 horas afetou o desenvolvimento de outras atividades de curta duração.

Figura 27 – Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 2 – SFG – usuários 2_A e 2_AA.

Figura 28 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 4 – SFG – usuários 4_A e 4_AA

Figura 29 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 7 – SFG – usuários 7_A e 7_AA.

Em análise das figuras 30, 31, 32 e 33 dos usuários de Vila Gomes Cardim, verifica-se que apenas os usuários do cluster 6 obtiveram atividades mais dispersas ao longo do dia, sem que fosse possível determinar os horários frequentes das 1^{as} bilhetagens e das atividades obrigatórias com regularidade nos horários de retorno. Do mesmo modo que os usuários de SFG, os usuários de cluster 1, 3 e 5, que apresentam viagens regulares padrão, também apresentaram restrição no desenvolvimento de outras atividades, com menor tempo de duração, porém com maior horários mais distintos, como o horário noturno.

Figura 30 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 1 – VGC – usuários 1_A e 1_AA.

Figura 31 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 3 – VGC – usuários 3_A e 3_AA

Figura 32 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 5 – VGC – usuários 5_A e 5_AA.

Figura 33 - Frequência de bilhetagens e atividades por faixas horárias – cluster 6 – VGC – usuários 6_A e 6_AA

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que independente da região geográfica da ZL, os grupos que apresentam maior regularidade de viagens padrão foram afetados pelo menor número de atividades, para o deslocamento de viagens

por transporte coletivo público; ainda que a região de Vila Gomes Cardim seja beneficiada pela alta acessibilidade do metrô.

5.2. Localização das Atividades: internas e externas à Zona Leste

Um dos aspectos relatados pela literatura, se refere à segregação dos residentes e intensas viagens aos centros produtivos, especialmente ao Vetor Centro Sudoeste. A análise consistiu em verificar quais são as reais regiões de trabalho dos usuários amostrados; ou seja, onde estão os locais de atividades frequentados pelos usuários e se estão localizadas no Vetor Centro Sudoeste., ocasionando maior impedância de viagens?

Nas Figuras 34 a 40, são representadas as densidades de todos os registros de bilhetagem em mapas de densidade Kernel para o período analisado, exceto registro de transferências, buscando verificar a extensão dos espaços de atividades ao longo do território municipal, entre atividades fixas e móveis.

Em relação aos usuários de SFG, representados nas figuras 34, 35 e 36, identifica-se que as regiões de viagens obrigatórias estão localizadas obrigatoriamente na ZL, fora do Vetor Centro Sudoeste, nos centros comerciais mais tradicionais, como Ermelino Matarazzo, e principalmente, nos mais recentes de Aricanduva, Tatuapé e Mooca. Os usuários apresentaram regiões de atividades localizadas em:

- **Usuário 2_A - SFG:** viagens na região da Mooca e atividades na região de transferência do Largo São Mateus;
- **Usuário 2_AA - SFG:** viagens na região do centro comercial Aricanduva / Vila Matilde;
- **Usuário 4_A – SFG:** viagens exclusivas nas regiões de Parque do Carmo, José Bonifácio e São Rafael;
- **Usuário 4_AA – SFG:** maiores densidades de viagens São Rafael, São Mateus e Tatuapé e menores densidades na Liberdade e Cidade Ademar.
- **Usuário 7_A - SFG:** viagens polarizadas entre São Francisco Global e Ermelino Matarazzo/Ponte Rasa;

- **Usuário 7_AA - SFG:** viagens exclusivas entre São Francisco Global e Tatuapé/Carrão/Anália Franco.

Figura 34 - Distribuição dos registros de bilhetagens – SFG – usuários 2_A e 2_AA.

Figura 35 - Distribuição dos registros de bilhetagens – SFG – usuários 4_A e 4_AA.

Figura 36 - Distribuição dos registros de bilhetagens – SFG – usuários 7_A e 7_AA

Já os usuários amostrados de VGC, foram observadas maiores densidades das atividades obrigatórias ao longo do sistema metroviário e externas ao território da zona leste. Ainda que os usuários dos clusters 3, 5 e 6 tenham locais de trabalho externos à Zona Leste, também apresentaram espaços de atividades mais próximos à residência, especialmente ao longo das regiões dos centros comerciais internos, como Aricanduva, Itaim Paulista, Anália Franco, Itaquera, José Bonifácio e Mooca. Os usuários apresentaram seus espaços de atividades localizados em:

- **Usuário 1_A - VGC:** viagens externas a zona leste na região da Paulista / Bela Vista;
- **Usuário 1_AA – VGC:** viagens externas a zona leste na região da Paulista / Bela Vista / Consolação, Pinheiros e República;
- **Usuário 3_A e 3_AA – VGC:** viagens polarizadas entre Tatuapé e a região da Barra Funda;
- **Usuário 5_A – VGC:** viagens na região da zona leste (Tatuapé e Itaim Paulista) e externas - República;
- **Usuário 5_AA – VGC:** viagens dentro da zona leste (José Bonifácio e Itaquera) e externas – República e Barra Funda;
- **Usuário 6_A – VGC:** viagens dentro da zona leste (Tatuapé, Mooca e Ponte Rasa) e externas – República;
- **Usuário 6_AA – VGC:** viagens dentro da zona leste (Carrão, Tatuapé, Itaquera, Vila Matilde, Vila Prudente) e externas – Sé e Repúblicas.

Figura 37 - Distribuição dos registros de bilhetagens – VGC – usuários 1_A e 1_AA

Figura 38 - Distribuição dos registros de bilhetagens – VGC – usuários 3_A e 3_AA

Figura 39 - Distribuição dos registros de bilhetagens – VGC – usuários 5_A e 5_AA.

Figura 40 - Distribuição dos registros de bilhetagens – VGC – usuários 6_A e 6_AA

As análises da amostra estudada apontaram que os usuários de São Francisco Global apresentam concentração de atividades obrigatórias, como trabalho e educação, dentro do território da zona leste, nas regiões dos centros comerciais do Tatuapé, Aricanduva, Ermelino Matarazzo e São Mateus; já para os de Vila Gomes Cardim, observa-se maior densidade de atividades próximas ao sistema metroviário e externas ao território da zona leste, em regiões com alta densidade de empregos e maior diversidade urbanística quanto ao uso do solo.

5.3. Distâncias percorridas aos fins de semana

Pelas Figuras 41 a 45, é ilustrada a distribuição das distâncias percorridas ao longo dos finais de semana, dos usuários que maior obtiveram regularidade nas viagens.

Comparadas as distâncias totais percorridas aos finais de semana, observa-se que a maior parte dos usuários não obteve regularidade de utilização do transporte público aos finais de semana ao longo do período das 11 semanas, exceto para os usuários 7_A de SFG, que trabalha aos finais de semana, e 6_A de VGC.

Em relação à quantidade de viagens realizadas, observa-se que:

- Usuários sem nenhuma ocorrência: SFG: 2_AA; VGC: 3_A e 5_AA;
- Usuários com 1 ou 2 ocorrências: SFG: 2_A,4_AA; VGC: 1_A, 1_AA, 3_AA, 5_A;
- Deslocamentos frequentes aos domingos, sem regularidade nas distâncias: SFG: 7_AA;
- Deslocamentos aos finais de semana, acima de 5 vezes, sem regularidade temporal: SFG: 4_A, VGC: 6_AA;
- Deslocamentos aos sábados, em todos os finais de semana: VGC: 6_A;
- Deslocamentos em todos os finais de semana, sábados e domingos: SFG: 7_A.

Figura 41- Distância total aos finais de semana, em km – SFG – 4_A

Figura 42 - Distância total aos finais de semana, em km – SFG – 7_A

Figura 43 - Distância total aos finais de semana, em km – SFG – 7_AA

Figura 44 - Distância total aos finais de semana, em km – VGC – 6_A

Figura 45 - Distância total aos finais de semana, em km – VGC – 6_AA

Ainda que os usuários de VGC também realizem viagens aos finais de semana, os usuários de SFG dos clusters 4 e 7 apresentam maiores deslocamentos regulares aos finais de semana, quando em comparação com os do cluster 2, que também possuem maiores restrições horárias, por se localizarem em assentamento precário e com atividades regulares de 10 horas de duração.

5.4. Distâncias nos dias úteis: atividades obrigatórias

O Quadro 6 apresenta o número de dias úteis com registros de bilhetagens, as distâncias totais percorridas, bem como a média, os valores mínimos e máximo, o desvio padrão e a média de transferências, para as viagens realizadas no transporte público.

Quadro 6 - Distâncias euclidianas totais percorridas nos dias úteis, em km.

USUÁRIO	REGIÃO	Nº DIAS	TOTAL	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO	MÉDIA TRANSFERÊNCIAS
SÃO FRANCISCO GLOBAL								
2_A	SFG	54	1.812,67	33,57	12,56	46,66	4,31	3,74
2_AA	SFG	54	1.405,18	26,02	17,26	39,64	4,19	3,44
4_A	SFG	51	341,94	6,70	0,10	26,50	6,05	0,35
4_AA	SFG	48	330,53	6,89	0,22	49,75	9,17	0,08
7_A	SFG	50	1.798,46	35,97	0,30	85,36	42,85	4,88
7_AA	SFG	45	916,42	20,36	0,74	36,47	17,89	2,51
VILA GOMES CARDIM								
1_A	VGC	54	1.096,92	20,31	1,30	27,48	4,26	0,40
1_AA	VGC	54	1.078,71	19,98	10,07	25,30	1,57	0,01
3_A	VGC	55	1.277,98	23,24	0,73	54,42	7,93	2,03

3_AA	VGC	54	1.074,74	19,90	1,34	35,10	5,51	1,19
5_A	VGC	55	2.517,90	45,78	16,09	69,16	12,79	0,96
5_AA	VGC	55	1.062,75	19,32	1,38	46,28	8,73	0,74
6_A	VGC	32	610,31	19,07	0,72	37,60	10,40	1,59
6_AA	VGC	35	413,37	11,81	0,51	35,08	9,23	0,25

Em relação às distâncias totais percorridas nos dias úteis, espera-se que os usuários tenham maior regularidade nas atividades obrigatórias, como trabalho nos dias da semana.

Dos usuários analisados, os indivíduos do cluster 7 de SFG apresentaram maiores valores de desvio padrão e número de transferências, para os deslocamentos nos dias úteis, porém quando analisadas as atividades aos finais de semana, estes 2 usuários do cluster 7 obtiveram viagens regulares aos finais de semana. Para os usuários de VGC, verifica-se que os usuários dos *clusters* 5 e 6 possuem maiores valores de desvio padrão, devido à realização de outras viagens exceto trabalho.

Quanto ao número de transferências, se comparadas as distâncias percorridas, os usuários de SFG realizam altos valores de transferências, para distâncias similares às de VGC.

Ainda que o Quadro 6 buscou comparar o total das distâncias euclidianas diárias percorridas, cabe analisar o tempo de viagem e distâncias entre o ponto de origem e atividade obrigatória, como trabalho ou educação, pela rede de transporte coletivo público, calculados a partir da dissertação de Tomasiello (2016), com todas as restrições do sistema, como transferências, tempo de embarque e deslocamentos a pé.

No Quadro 7 são apresentadas as distâncias e tempos de viagens, calculados com base no horário mais frequente da 1ª bilhetagem para o ponto da atividade obrigatória por cada usuário. Se comparadas as distâncias e tempos de viagem para as 2 regiões, é possível observar que os usuários de São Francisco Global apresentam maiores restrições para o deslocamento cotidiano, com maiores tempos de viagens e número de transferências.

Quadro 7 - Distâncias e tempos de viagem pela rede de transporte coletivo público, para as atividades obrigatórias.

USUÁRIO	REGIÃO	DISTÂNCIA TP (km)	TEMPO (min)	MÉDIA TRANSFERÊNCIAS
SÃO FRANCISCO GLOBAL				
2_A	SFG	29,29	92,78	3,74
2_AA	SFG	14,88	59,54	3,44
4_A	SFG	0,55	6,61	0,35
4_AA	SFG	2,99	16,18	0,08
7_A	SFG	25,07	87,00	4,88
7_AA	SFG	19,84	73,14	2,51
VILA GOMES CARDIM				
1_A	VGC	12,30	43,57	0,40
1_AA	VGC	13,58	37,60	0,01
3_A	VGC	1,26	15,21	2,03
3_AA	VGC	1,93	23,16	1,19
5_A	VGC	9,51	28,27	0,96
5_AA	VGC	9,51	28,27	0,74
6_A	VGC	3,58	17,19	1,59
6_AA	VGC	3,90	25,85	0,25

5.5. Densidade das 1as bilhetagens diárias para a inferência da origem

A adoção da posição geográfica da residência foi advinda do trabalho de Pieroni (2018), por isso a exploração geoespacial consistiu em verificar a relação das 1as bilhetagens com o ponto aferido como origem, através da segmentação temporal, tomando como base as metodologias propostas na literatura, o contexto local municipal e a análise em profundidade dos 77 dias (11 semanas).

De acordo com a metodologia de Amaya e Munizaga (2013), a estimação do local de origem pode ser realizada através da frequência da viagem das primeiras transações do dia; posteriormente, após selecionados estes registros, calcula-se as distâncias entre os pares de coordenadas espaciais das primeiras transações para cada dia da semana, desde que a distância com a transação mais distante for menor ou igual a 500 metros.

Em relação ao sistema operacional do município de São Paulo, a utilização desta metodologia apresenta uma fragilidade, visto que a bilhetagem pode ocorrer após o ingresso no coletivo e distante do local de origem.

Como o sistema municipal permite a troca de ônibus gratuita somente até o período de três horas, os usuários podem estar ingressando no coletivo e só efetuar o registro na catraca quando for sair, distante do local de origem, para permitir maior espaço de tempo para a próxima validação; ou seja, o usuário pode efetuar o registro do bilhete mais próximo ao fim da viagem, afim de ganhar mais tempo para efetuar as transferências.

As Figuras 46 a 63 a seguir ilustram as visualizações para verificação do ponto de origem. A primeira análise geoespacial correspondeu à verificação da densidade de todos os registros eletrônicos ao longo do período, exceto transferências; posteriormente, executou-se os filtros da 1ª bilhetagem entre os dias úteis e finais de semana.

Vejamos alguns casos das 1ªs bilhetagens, com a inferências da origem por Pieroni (2018).

Na Figura 46, ilustra-se a densidade das 1ªs bilhetagens em mapa do tipo “grid”, com o eixo z do total de registros, onde a posição da origem inferida se mostra bem ajustada com a maior densidade dos registros. Porém quando analisada as demais ocorrências, pela Figura 47, verifica-se bilhetagens ao longo do trajeto da rota, podendo ser: bilhetagem no ponto inicial da rota, bilhetagem na rota e bilhetagem no local preferencial, próximo ao ponto inferido. A leitura destas figuras pode gerar alguns questionamentos: 1. o usuário se deslocou até o ponto inicial da rota em alguns dias? 2. o usuário reside próximo ao ponto inicial, porém prefere iniciar viagem em algum local mais seguro e com maior oferta de coletivo?

Para este caso, considerando que a região apresenta uso residencial mais homogêneo, a posição real não acarretaria prejuízos ao posicionamento residencial do usuário.

Figura 46 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – SFG – 2_A

Figura 47 - Densidade das 1ªs bilhetagem dias úteis, ponto de origem e rota do ônibus – SFG – 2_A

Para estes outros usuários das Figuras 48, 49 e 50, incidem o mesmo tipo de análise. Pela Figura 48, verificam-se 2 regiões preferenciais de bilhetagem do

usuário, sendo que a região na avenida dos Sertanistas é o ponto inicial da rota e a rota passa na rua de maior densidade.

Figura 48 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – SFG – 2_AA

Pelas Figuras 49 e 50, observa-se distintas regiões de bilhetagens; aos fins de semana, ocorre registro em região interna ao bairro, sem ser na avenida principal. Ainda que tais figuras indiquem situação diversa na bilhetagem, não há como inferir a residência somente com base nestas condições.

Figura 49 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – SFG – 4_A

Figura 50 - Densidade da 1ª bilhetagem, finais de semana e ponto de origem – SFG – 4_A

Ressalta-se outra situação observada. Tendo em vista que a região do ponto inferido, do usuário 4_A, da figura 49, apresentou-se como um “quarteirão vazio”, verificou-se a região no Google Maps, que foi apontada como a localização de equipamentos educacionais (Figura 51).

Figura 51 - Região do ponto residencial inferido – 4_A – SFG

Figura 52 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 4_AA – SFG

Figura 53 - Densidade da 1ª bilhetagem aos finais de semana e ponto de origem – SFG – 7_A

Figura 54 - Densidade da 1ª bilhetagem aos finais de semana e ponto de origem – usuário 7_AA – SFG

Para os residentes de SFG, que se configura como uma região residencial e de baixa renda, a posição estimada de origem não acarreta maiores problemas no processamento dos dados. Diferentemente de VGC, em que o uso do solo é muito diversificado, com rendas diversificadas, alterando bastante entre 1 e 2 quarteirões.

Figura 55 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 1_A – VGC

Figura 56 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 1_AA – VGC

Figura 57 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 3_A - VGC

Figura 58 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 3_AA – VGC

Figura 59 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 5_A – VGC

Figura 60 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 5_A - VGC

Figura 61 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 6_A – VGC

Figura 62 - Densidade da 1ª bilhetagem finais de semana e ponto de origem – usuário 6_A – VGC

Figura 63 - Densidade da 1ª bilhetagem dias úteis e ponto de origem – usuário 6_AA – VGC

Quando analisada aos finais de semana, em que o usuário apresenta menores restrições horárias, para alguns usuários, a verificação da densidade das 1ª bilhetagens aos finais de semana se apresenta mais ajustada conforme à inferência do trabalho de Pieroni (2018) (usuários 7_A-SFG, 7_AA-SFG, 6_A-VGC).

Já para os usuários: 2_AA-SFG, 3_A-VGC, 3_AA-VGC, 5_AA-VGC, 5_A-VGC, 6_AA-VGC, 4_AA-SFG, ainda que a visualização da maior densidade nos dias úteis esteja próxima ao ponto inferido, há ocorrências de primeiras bilhetagens ocorrendo no término da rota/linha ou no trajeto, ao fato de existir bilhetagens mais distantes do ponto inferido. Para os demais usuários, a análise das 1ªs bilhetagens nos dias úteis se mostra bem ajustada aos pontos inferidos como residência.

Em relação à metodologia proposta por Pieroni (2018), em conjunto com a análise geoespacial e considerando a fragilidade das condições operacionais do sistema municipal, o posicionamento da residência poderia ser aperfeiçoado eliminando as áreas não ocupáveis por residências, como parques, áreas verdes, represas, áreas de equipamentos urbanos como metro, escolas, hospitais, etc, ponderando-se as 1as bilhetagens com proximidade horária e menores distâncias entre si e ajustadas aos eixos viários de bilhetagem.

5.6. Dispersão Espacial das Atividades: Indicadores Ic e Ih

O cálculo da métrica dos indicadores de dispersão das atividades permite quantificar como os usuários se movem no espaço, quais espaços são regularmente visitados, o quão longe da residência as atividades são desenvolvidas e em qual frequência ocorrem ao longo das 11 semanas.

Deste modo, as características dos espaços de atividades dos residentes são avaliadas na extensão e variabilidade diária, que não poderiam ser observadas na amostra de apenas 1 dia.

Retomando os indicadores considerados calculados por dia, medidos em unidades de km², o Ih reflete o momento de inércia do centroide das atividades não residenciais sobre a posição residencial, mostrando o quão longe ocorreram as atividades não residenciais; já em relação ao Ic, incide o momento de inércia das atividades sobre o centroide dos locais frequentados fora da residência. Portanto, o Ih reflete o “quão longe de casa” ocorreram as atividades do usuário em determinado

dia; já o I_c indica como ocorreu a dispersão das atividades não residenciais, entre elas mesmas.

Em análise da **Figura 26** (anteriormente ilustrada), observam-se as seguintes situações para os indicadores (I_c e I_h).

Se o indivíduo teve atividades externas à residência, o I_h terá obrigatoriamente valor positivo ($I_h > 0$), podendo ter $I_c > 0$ ou $I_c = 0$, dependendo do nº de atividades realizadas no dia.

Como o I_c é calculado com base no centroide das atividades não residenciais, tendo cada uma das coordenadas das atividades como vértice, ocorrem duas situações. A primeira ocorre quando o indivíduo realizou apenas uma atividade externa à residência, o I_c será nulo, porque o centroide da atividade é o próprio ponto da atividade, mas com valor de $I_h > 0$. A segunda incide para os dias em que o indivíduo realizou mais de uma atividade externa à posição residencial, o valor de I_c será positivo e I_h também terá valor positivo.

Resumidamente, há 3 situações:

1. Indivíduo realizou apenas 1 atividade no dia, externa à posição residencial: $I_c = 0$ e $I_h > 0$;
2. Indivíduo realizou mais uma atividade externa à posição residencial: $I_c > 0$ e $I_h > 0$;
3. Usuário sem registro em determinado dia: como não há registros de bilhetagem em determinado dia, não há como inferir se o usuário permaneceu ou não na residência, ao utilizar outro modo de transporte.

Nos quadros 8 e 9, são apresentados os resultados dos usuários de SFG e VGC, quanto às faixas de I_c e I_h calculados.

Em relação aos usuários de SFG (Quadro 8), nota-se que os usuários do cluster 2 tiveram menores valores de 2^{as} atividades, onde a maior parte dos dias desenvolveu-se apenas 1 atividade, concentrada nos dias úteis. Já os usuários do cluster 4, que apresentam menor regularidade entre 3 e 4 dias úteis, desenvolveram maior número de 2^{as} atividades nos dias úteis, já para os finais de semana, somente o usuário 4_A obteve visita em 1 local apenas. E por fim, os usuários do cluster 7, observou-se viagens frequentes nos dias úteis e finais de semana e desenvolvimento de mais de uma atividade diária, nos dias úteis e fins de semana.

Quadro 8 - Faixas de I_c e I_h – usuários SFG.

CLUSTER 2	2_A - SFG		2_AA - SFG	
	dias úteis	finais de semana	dias úteis	finais de semana
$I_c=0$ e $I_h>0$	52	1	54	0
$I_c>0$ e $I_h>0$	1	0	0	0
sem registro	24	21	23	22
CLUSTER 4	4_A - SFG		4_AA - SFG	
	dias úteis	finais de semana	dias úteis	finais de semana
$I_c=0$ e $I_h>0$	23	6	39	0
$I_c>0$ e $I_h>0$	17	0	5	0
sem registro	37	16	33	22
CLUSTER 7	7_A - SFG		7_AA - SFG	
	dias úteis	finais de semana	dias úteis	finais de semana
$I_c=0$ e $I_h>0$	39	21	34	14
$I_c>0$ e $I_h>0$	8	1	4	1
sem registro	30	0	39	7

Considerando a mesma análise para os usuários de VGC (Quadro 9), os usuários dos cluster 1, 3 e 5, que apresentam viagens padrão com atividades com tempo de duração de cerca de 10 horas, observa-se o menor número de atividades aos finais de semana, bem como realização de 2^{as} atividades nos dias úteis. E por fim, os usuários do cluster 6, que apresentam alta variabilidade diárias e com atividades regulares de meio período à tarde ou menores, apresentaram maiores valores de atividades únicas nos dias úteis e finais de semana, com apenas o usuário 6_A com 2^{as} atividades nos finais de semana.

Quadro 9 - Faixas de Ic e Ih – usuários VGC.

CLUSTER 1	1_A - VGC		1_AA - VGC	
	dias úteis	finais de semana	dias úteis	finais de semana
Ic=0 e Ih>0	52	0	53	1
Ic>0 e Ih>0	1	0	0	0
sem registro	24	22	24	21
CLUSTER 3	3_A - VGC		3_AA - VGC	
	dias úteis	finais de semana	dias úteis	finais de semana
Ic=0 e Ih>0	47	0	50	1
Ic>0 e Ih>0	3	0	0	0
sem registro	27	22	27	21
CLUSTER 5	5_A - VGC		5_AA - VGC	
	dias úteis	finais de semana	dias úteis	finais de semana
Ic=0 e Ih>0	53	0	46	0
Ic>0 e Ih>0	2	0	8	0
sem registro	22	22	23	22
CLUSTER 6	6_A - VGC		6_AA - VGC	
	dias úteis	finais de semana	dias úteis	finais de semana
Ic=0 e Ih>0	24	8	19	5
Ic>0 e Ih>0	5	3	6	0
sem registro	48	11	52	17

As figuras 64 a 77 apresentam os indicadores Ic e Ih para os usuários amostrados, objetivando verificar a regularidade das atividades ao longo dos dias, o distanciamento das mesmas em relação à origem e por último, o desenvolvimento de mais de uma atividade diária.

O eixo Y corresponde aos dias de atividades de cada um dos indivíduos; já o eixo X, para os valores, em km², dos indicadores de I_c e I_h por cada dia de atividade.

Ainda que a maior parte das viagens tenham apenas 1 atividade externa à residência, pelas Figuras 64 a 77 e Quadros 8 e 9, observam-se os seguintes padrões:

- **Usuário 1_A-VGC:** 1) regularidade espacial para a atividade trabalho; 2) somente um dia com atividade móvel próximo ao trabalho; 3) sem atividades aos finais de semana;
- **Usuário 1_AA-VGC:** 1) regularidade espacial para a atividade trabalho; 2) somente 2 dias com registro de atividade com I_h diferente dos outros dias, porém próximo ao trabalho; 3) 1 dia com atividade no final de semana, com localização intermediária entre casa e trabalho;
- **Usuários 2_A-SFG:** 1) regularidade espacial para a atividade trabalho; 2) somente um dia com atividade ao final de semana e próximo à residência: $I_h=13,89$ km²; 3) somente 1 dia com atividade móvel, na localização entre a residência e o trabalho;
- **Usuário 2_AA-SFG:** 1) nenhum dia com 2 atividades; 2) localização da atividade trabalho em posições geográficas e horários bem distintas ao longo do período, podendo ocorrer outro tipo de atividade próxima ao local de trabalho, sem que necessariamente tenha deslocamento por transporte público; 3) nenhuma atividade realizada aos finais de semana por transporte público;
- **Usuário 3_A-VGC:** 1) regularidade na atividade trabalho; 2) atividade móvel baixa, sendo 2 localizadas entre o trabalho e residência e 1 mais distante do trabalho; 3) sem atividade no final de semana;
- **Usuário 3_AA-VGC:** 1) regularidade na atividade trabalho; 2) 1 dia com atividade mais externa ao trabalho; 3) 1 dia com atividade no final de semana, próxima à residência;

- **Usuário 4_A-SFG:** 1) alta frequência de dias atividades próximas à residência; alternado com 2) frequência quinzenal com dias de mais de uma atividade, próximas à residência 3) de 40 dias úteis, em 17 realizou mais que 1 atividade externa à residência, com maior proximidade com a origem; 4) realizou 6 dias com atividades únicas aos finais de semana, próximas à residência;
- **Usuário 4_AA-SFG:** 1) maior regularidade em atividades curtas e próximas à residência; 2) 5 dias com atividades mais distantes à residência; 3) nenhuma atividade ao final de semana;
- **Usuário 5_A-VGC:** 1) regularidade na atividade trabalho; 2) sem atividade no fim de semana; 3) 2 dias com atividades móveis entre a residência / trabalho e 1 dia com atividade móvel mais externa ao trabalho;
- **Usuário 5_AA-VGC:** 1) regularidade na atividade trabalho; 2) 8 atividades móveis, sendo 3 mais distantes que o trabalho e 5 mais próximas à residência; 3) sem atividade aos finais de semana;
- **Usuário 6_A-VGC:** 1) sem regularidade na atividade trabalho; 2) atividades móveis próximas e distantes da residência; 3) 8 dias com 2 atividades ($l_c > 0$ e $l_h > 0$);
- **Usuário 6_AA-VGC:** 1) sem regularidade na atividade trabalho; 2) atividades aos finais de semana mais próximas à residência;
- **Usuário 7_A-SFG:** 1) regularidade na atividade trabalho nos dias úteis e finais de semana; 2) atividades móveis entre o trabalho e residência, no ponto de transferência e 3) atividades móveis com distância superior ao do trabalho;
- **Usuário 7_AA-SFG:** 1) sem regularidade espacial à atividade trabalho; 2) alta frequência de dias com l_c e l_h iguais a zero; 3) poucas atividades móveis realizadas mais próximas de casa; 4) 14 dias com atividades aos finais de semana, indicam maior proximidade com a atividade mais distante durante os dias úteis.

Figura 64 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 2_A - SFG **Figura 65 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 2_AA, SFG** **Figura 66 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 4_A, SFG**

Figura 67 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 4_AA - SFG

Figura 68 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 7_A - SFG

Figura 69 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 7_AA - SFG

Figura 70 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 1_A – VGC **Figura 71- Indicadores (Ic e Ih) – usuário 1_AA – VGC** **Figura 72 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 3_A - VGC**

Figura 73 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 3_AA - VGC

Figura 74 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 5_A – VGC

Figura 75 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 5_AA - VGC

Figura 76 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 6_A - VGC

Figura 77 - Indicadores (Ic e Ih) – usuário 6_AA - VGC

5.7. Viagens em arco: localização das atividades

Ainda que os usuários das duas regiões possam apresentar valores de Ic e Ih similares, cabe analisar a localização das atividades obrigatórias, como trabalho e educação, e das atividades móveis, com menores tempos de duração, sob a análise da segregação espacial residencial dos indivíduos da zona leste.

A abordagem da experimentação individual qualitativa constitui um dos mais recentes estudos para os espaços de atividades, no aspecto de compreender o que é “melhor” ou “pior” (Zhang et al, 2016) e não somente, o tamanho dos espaços de atividades.

Em relação à segregação a que os residentes da zona leste podem estar sujeitos, as viagens representadas em forma de arco, unindo as origens e destinos, permitiram explorar a frequência e a densidade das atividades, ao longo do território

municipal pelo período de 11 semanas. Para cada um dos usuários, a análise deste item explorou a visualização das atividades obrigatórias com duração maior que 5 horas, considerada como trabalho, e acima de 1 hora e menor que 5 horas, sob a delimitação dos distritos municipais.

Pelos mapas a seguir e filtros temporais aplicados, verifica-se que as seguintes densidades:

1. Usuários com atividades propósito “trabalho” localizadas na Zona Leste e demais atividades, com menor tempo de duração ao redor da origem: 7_A - SFG, 7_AA-SFG;
2. Usuário com atividade propósito trabalho localizada na Zona Leste e 1 dia com atividade externa; atividades entre 2 e 5 horas localizadas internas à ZL: 6_A-VGC;
3. Usuários com densidade de viagens trabalho na Zona Leste: 2_A-SFG; 2_AA-SFG;
4. Usuários com densidade de viagens trabalho, externas à Zona Leste: usuários 3_AA-VGC; 1_A-VGC; 1_AA-VGC;
5. Usuário com densidade de viagens trabalho externas à Zona Leste e atividades com tempo de permanência entre 2 a 5 horas – nos dias úteis: dentro e fora da ZL e final de semana: dentro da ZL: usuário 5_A- VGC;
6. Usuários com densidade de viagens trabalho externas à Zona Leste e com tempo de permanência entre 2 a 5 horas, internas e externas à Zona Leste: usuário 3_A-VGC;
7. Usuário com densidade de viagens trabalho externas à Zona Leste e viagens com tempo de permanência entre 2 e 5 horas internas e externas à Zona Leste: 5_AA-VGC;
8. Usuário com densidade de atividades entre 3 e 7 horas, com maior densidade no território da Zona Leste; viagens externas à ZL; somente 3 dias com atividades maiores que 6 horas; viagens com tempo de permanência entre 1 e 2 horas internas e externas à ZL: 6_AA-VGC;

9. Usuário com viagens exclusivas na Zona Leste e próximas à residência, propósito indefinido, viagens maiores que 6 horas e menores que 6 horas no mesmo local: 4_A-SFG;

10. Usuário com atividades obrigatórias e móveis com maior densidade ao redor da origem: usuário 4_AA, SFG.

Figura 78 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 2_A - SFG

Figura 79 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 2_AA, SFG

Figura 80 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 4-A, SFG

Figura 81 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis – usuário 4_A – SFG

Figura 82 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 4_AA, SFG

Figura 83 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis – usuário 4_AA – SFG

Figura 84 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 7_A - SFG

Figura 85 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – usuário 7_A - SFG

Figura 86 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 7_AA - SFG

Figura 87 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis, usuário 7_AA - SFG

Figura 88 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 1_A - VGC

Figura 89 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 1_AA – VGC

Figura 90 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – usuário 1_AA – VGC

Figura 91 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 3_A, VGC

Figura 92 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – dias úteis, usuário 3_A – VGC

Figura 93 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 3_AA, VGC

Figura 94 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 5_A – VGC

Figura 95 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – dias úteis, usuário 5_A – VGC

Figura 96 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas – final de semana, usuário 5_A – VGC

Figura 97 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 5_AA – VGC

Figura 98 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis – usuário 5_AA – VGC

Figura 99 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência maior que 6 horas – usuário 6_A – VGC

Figura 100 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, dias úteis – usuário 6_A – VGC

Figura 101 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 2 e 5 horas, finais de semana – usuário 6_A – VGC

Figura 102 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 3 e 7 horas – usuário 6_AA – VGC

Figura 103 - Visualização das viagens nos locais de atividades com tempo de permanência entre 1 e 2 horas – usuário 6_AA - VGC

5.8. Consolidação das análises individuais:

Nesta seção são sumarizadas as análises ilustradas anteriormente para cada um dos residentes, nos quadros 10 a 23, de modo a facilitar o entendimento do comportamento individual.

Quadro 10 - Sumário do indivíduo 2_A – SFG

Tipo de análise	usuário 2_A
Distribuição horárias das bilhetagens	atividades concentradas, sem atividades acima de 19hs
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	ativ. trabalho Moóca, outras ativ. Lgo São Mateus
Distâncias percorridas aos finais de semana	irregular; 1 ocorrência
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa - ativ. obrigatória: 29,29 km
	tempo: 92,78 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	predominância de 1 atividade externa à residência
Viagens em arco: localização das atividades	exclusivas na ZL

Quadro 11 - Sumário do indivíduo 2_AA – SFG

Tipo de análise	usuário 2_AA
Distribuição horárias das bilhetagens	atividades concentradas entre 7/8 e 15-17 hs; sem ativ. noturna
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens no centro comercial Aricanduva / Vila Matilde
Distâncias percorridas aos finais de semana	sem ocorrência
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa - ativ. obrigatória: 14,88 km
	tempo: 59,54 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	predominância de 1 atividade externa à residência; nenhum dia com 2 atividades
Viagens em arco: localização das atividades	com maior intensidade entre SFG e Aricanduva; exclusivas na ZL

Quadro 12 - Sumário do indivíduo 4_A – SFG

Tipo de análise	usuário 4_A
Distribuição horárias das bilhetagens	1ª bilhetagem no período da manhã, com atividades durante o dia e no período noturno
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens exclusivas nas regiões do Pq do Carmo, José Bonifácio e São Rafael
Distâncias percorridas aos finais de semana	frequente (10 de 11 finais de semana com registros), irregular na distância, atividade única
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa - ativ. obrigatória: 0,55 km
	tempo: 6 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	alta frequência de atividades próximas à origem; frequência quinzenal com dias com > 1 atividade próxima à origem
Viagens em arco: localização das atividades	exclusivas na ZL, próximas à origem; propósito indefinido; maiores densidades de viagens maiores e menores que 6 h no mesmo local

Quadro 13 - Sumário do indivíduo 4_AA – SFG

Tipo de análise	usuário 4_AA
Distribuição horárias das bilhetagens	saída entre 6/7 e retorno 13 - 16hs; sem atividade noturna
Localização das atividades: i internas e externas à Zona Leste	maiores densidades na ZL; com ocorrências externas
Distâncias percorridas aos finais semana	sem ocorrência
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa - ativ. obrigatória: 2,99 km
	tempo: 16,18 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	atividades curtas e próximas à origem; 5 dias com 2 atividades
Viagens em arco: localização das atividades	obrigatórias e móveis ao redor da origem; 1 dia com atividade externa à ZL

Quadro 14 - Sumário do indivíduo 7_A - SFG

Tipo de análise	usuário 7_A
Distribuição horárias das bilhetagens	atividades mais concentradas entre as 5 h e 15/16 h; ativ noturnas
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens mais concentradas entre São Rafael e Ermelino Matarazzo/Ponte Rasa
Distâncias percorridas aos finais de semana	todos os finais de semana (sábados e domingos), com regularidade na distância
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa - ativ obrigatória: 25, 07 km
	tempo: 87 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	regularidade da atividade trabalho nos dias úteis e finais de semana; ocorrências de ativ móveis com distância superior ao trabalho
Viagens em arco: localização das atividades	ativ obrigatórias na ZL; ativ com menor tempo de duração ao redor da origem

Quadro 15 - Sumário do indivíduo 7_AA – SFG

Tipo de análise	usuário 7_AA
Distribuição horárias das bilhetagens	indefinido; ativ diurnas e noturnas distribuídas ao longo do dia
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens exclusivas na ZL, entre SFG e Tatuapé/ Carrão/Anália Franco/Água Rasa
Distâncias percorridas aos finais semana	frequente aos domingos, sem regularidade na distância
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa - ativ obrigatória: 19,84km
	tempo: 73 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	sem regularidade ao trabalho; 5 dias com 2 ativ
Viagens em arco: localização das atividades	exclusivas na ZL; com ativ de menor tempo de duração próxima à origem

Quadro 16 - Sumário do indivíduo 1_A - VGC

Tipo de análise	usuário 1_A
Distribuição horárias das bilhetagens	Ativ. mais concentradas entre 7/8 e 17/18 horas; sem ativ. noturnas
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens externas à ZL
Distâncias percorridas a os finais semana	sem ocorrência
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa – ativ. obrigatória: 12,30 km
	tempo: 43 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	regularidade espacial para a ativ. trabalho; somente 1 dia com ativ. móvel próxima ao trabalho
Viagens em arco: localização das atividades	externas à ZL, na região da Paulista

Quadro 17 - Sumário do indivíduo 1_AA - VGC

Tipo de análise	usuário 1_AA
Distribuição horárias das bilhetagens	atividades mais concentradas entre as 7 h e 17/18 h; sem ativ. noturna após as 20 h
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens externas à ZL na região da Paulista e República
Distâncias percorridas aos finais de semana	somente 1 registro, com localização intermediária entre a casa e o trabalho
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa – ativ. obrigatória: 13,58km
	tempo: 37 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	regularidade espacial para a ativ. trabalho; somente 2 dias com Ih diferente no período
Viagens em arco: localização das atividades	ativ. obrigatórias externas à ZL

Quadro 18 - Sumário do indivíduo 3_A – VGC

Tipo de análise	usuário 3_A
Distribuição horárias das bilhetagens	mais concentrada entre 6/7 e 17 horas; poucas ativ. noturnas
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	externas à ZL, entre Tatuapé e Barra Funda
Distâncias percorridas aos finais semana	sem ocorrência
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa – ativ. obrigatória: 1,26 km
	tempo: 15 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores lc e lh	regularidade espacial para a ativ . trabalho; poucas atividades móveis
Viagens em arco: localização das atividades	Ativ. trabalho externa à ZL; com atividades móveis internas e externas à ZL

Quadro 19 - Sumário do indivíduo 3_AA – VGC

Tipo de análise	usuário 3_AA
Distribuição horárias das bilhetagens	mais concentrada entre 7/8 e 18/19 horas; poucas ativ. noturnas
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	externas à ZL, entre Tatuapé e Barra Funda
Distâncias percorridas aos finais semana	1 ocorrência
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa – ativ. obrigatória: 1,93 km
	tempo: 23 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores lc e lh	regularidade espacial para a ativ .trabalho; 1 dia com ativ. externa ao trabalho
Viagens em arco: localização das atividades	atividades externas à ZL

Quadro 20 - Sumário do indivíduo 5_A – VGC

Tipo de análise	usuário 5_A
Distribuição horárias das bilhetagens	mais concentrada entre 7/8 e 18 horas
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens internas e externas à ZL - região da República (trabalho)
Distâncias percorridas aos finais semana	1 ocorrência
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa – ativ. obrigatória: 9,51 km
	Tempo: 28 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	regularidade espacial para a ativ. trabalho; poucas atividades móveis
Viagens em arco: localização das atividades	Ativ. trabalho externa à ZL; ativ. móveis internas e externas à ZL

Quadro 21 - Sumário do indivíduo 5_AA – VGC

Tipo de análise	usuário 5_AA
Distribuição horárias das bilhetagens	mais concentrada entre 6/7 e 16/17 horas
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens internas e externas à ZL - região da República e Barra Funda (trabalho)
Distâncias percorridas aos finais semana	sem ocorrências
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa – ativ. obrigatória: 9,51 km
	Tempo: 28 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores Ic e Ih	regularidade espacial para a ativ. trabalho; 8 dias com atividades móveis
Viagens em arco: localização das atividades	Ativ. trabalho externa à ZL; Ativ. móveis internas e externas à ZL

Quadro 22 - Sumário do indivíduo 6_A - VGC

Tipo de análise	usuário 6_A
Distribuição horárias das bilhetagens	maior entre 7/8 e retorno às 19/20 hs; ativ. ao longo do dia; ativ. noturna
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens dentro da ZL e externas na região da República
Distâncias percorridas aos finais semana	deslocamento regular aos sábados
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa – ativ. obrigatória: 3,58 km
	tempo: 17 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores lc e lh	sem regularidade na ativ. trabalho; ativ. móveis próximas e distantes da origem; 8 dias com 2 ativ.
Viagens em arco: localização das atividades	Ativ. com propósito trabalho localizada na ZL; ativ. entre 2 e 5h localizadas na ZL

Quadro 23 - Sumário do indivíduo 6_AA – VGC

Tipo de análise	usuário 6_AA
Distribuição horárias das bilhetagens	atividades dispersas ao longo do dia
Localização das atividades: internas e externas à Zona Leste	viagens internas e externas ZL
Distâncias percorridas aos finais de semana	viagens em 5 finais de semana, sem regularidade na distância
Distâncias nos dias úteis das atividades obrigatórias	casa – ativ. obrigatória: 3,90 km
	tempo: 25 min
Dispersão espacial das atividades: indicadores lc e lh	sem regularidade para a ativ. obrigatória; ativ. aos finais de semana próximas a origem
Viagens em arco: localização das atividades	irregular; maior densidade na ZL para as ativ. entre 3-7 h; viagens entre 1-2h internas e externas ZL

Com a análise detalhada deste indivíduos, verifica-se que não há um padrão sócio-espacial entre residentes do mesmo *cluster*, ou seja, os residentes amostrados do mesmo *cluster* apresentaram diferenças no comportamento individual.

Contudo, há alguns aspectos comuns na amostra dos residentes por região ou bairro quanto à localização das atividades. Os residentes amostrados de Vila Gomes Cardim apresentaram atividades externas ao território da ZL, em locais de alta densidade de empregos e de maior diversidade de uso do solo, no denominado Vetor Centro Sudoeste. Já os de São Francisco Global tiveram suas atividades localizadas nos centros de emprego regionais, como Tatuapé, Ermelino Matarazzo, Aricanduva e São Mateus, com maior impacto no nº de transferências.

6. CONCLUSÕES

Com volumes crescentes de dados urbanos, a utilização de dados de bilhetagem eletrônica se torna uma oportunidade de análise da acessibilidade individual, fornecendo uma visão abrangente quanto aos diferentes aspectos da vida cotidiana na cidade, como localização de suas atividades e comportamento humano.

O estudo abrangeu a extração do comportamento individual, através dos registros de bilhetagem eletrônica, identificando as diferenças na segregação socioespacial, em duas regiões distintas no território da zona leste.

Através da reconstrução das agendas diárias individuais, foi possível caracterizar e quantificar os espaços de atividades diários para residentes de duas regiões, de São Francisco Global e Vila Gomes Cardim, ao longo dos dias úteis e finais de semana, calculando a dispersão do conjunto das atividades não residenciais em relação à origem (Ih) e entre elas mesmas (Ic).

Ainda que a obtenção e tratamento sejam complexos, o estudo apresentou algumas vantagens na aplicação do método e utilização de variáveis associadas à viagem individual para a compreensão do espaço de atividades, capturando deslocamentos que não seriam possíveis quando dos inquéritos tradicionais e amostrais de apenas 1 dia.

Dentre os principais resultados obtidos pelo método, verifica-se que os usuários das 2 regiões que apresentam maior número de viagens nos dias úteis, com atividades regulares de 10 horas, obtiveram maiores restrições para o desenvolvimento das atividades móveis, tanto em dias de semana, como aos finais de semana, principalmente em horários noturnos para a região de assentamento precário de São Francisco Global.

Em relação às atividades desenvolvidas nos finais de semana, ainda que os usuários de Vila Gomes Cardim também realizem viagens aos finais de semana, os usuários de São Francisco Global apresentaram maior número de atividades aos finais de semana.

No que se refere à extensão espacial, os resultados demonstraram maior abrangência dos espaços de atividade obrigatória de Vila Gomes Cardim, para espaços fora da zona leste, indicando que há fortes indícios que a acessibilidade gerada pelo metrô, resulte em menores tempos de viagens, bem como em

distância e nº de transferências. Porém para as viagens de menor duração, entre 2 e 5 horas, observa-se grande concentração de atividades ao redor da origem, em centros comerciais e de lazer, e até mesmo, em regiões menos providas de infraestrutura, como Itaim Paulista e José Bonifácio pelos usuários de Vila Gomes Cardim.

De fato, não há como mensurar o que é melhor ou pior aos residentes da zona leste com relação aos usos dos espaços urbanos; mas cabe apontar que os residentes de Vila Gomes Cardim tiveram enormes ganhos, quanto aos menores esforços de transferências e deslocamentos diários, maior acesso à territórios com maior diversidade urbanística e socioeconômica.

De toda forma, há limitações a serem superadas em trabalho futuros com a utilização dos dados de bilhetagem eletrônica, como a ausência das informações de identificação residencial, dados qualitativos do usuário e maior abrangência dos registros eletrônicos além dos limites municipais, visto que o contexto é de uma grande metrópole. Com estas superações, espera-se que o conjunto de dados apresente maior capacidade para apoiar análises mais complexas.

A questão da acessibilidade individual dos residentes da Zona Leste deve ser ampliada para a análise de todo o território, para a compreensão da segregação à que seus residentes estão sujeitos, principalmente pelo fato de ser uma região sem investimentos em transporte de alta capacidade há 31 anos, com elevados custos econômicos e sociais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAYA, Margarita; MUNIZAGA, Marcela. Estimación de zona de residencia en base a sistemas tecnológicos de transporte público. In: Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte. 2013.

BATTY, Michael. Accessibility: in search of a unified theory. 2009.

BIDERMAN, Ciro; LOPES, MARCOS. The geographic dynamics of industry employment in Brazilian metropolitan areas: lessons for São Paulo. *Revista de Economia Política* (Online), v. 35, p. 492-509, 2015.

BONDUKI, Nabil. O modelo de desenvolvimento urbano de São Paulo precisa ser revertido. *Estudos avançados*, v. 25, n. 71, p. 23-36, 2011.

BONDUKI, N.; ROLNIK, R. "Periferia da Grande São Paulo: Reprodução do Espaço como Expediente de Reprodução da Força de Trabalho", in E. Maricato (org.). *A Produção Capitalista da Casa (e da Cidade) do Brasil Industrial*. São Paulo, Alfa-Ômega, 1982.

BULIUNG, Ronald N.; KANAROGLOU, Pavlos S. A GIS toolkit for exploring geographies of household activity/travel. *Journal of Transport Geography*, v. 14, n. 1, p. 35-51, 2006.

BURNS, Lawrence D. Transportation, temporal, and spatial components of accessibility. 1979.

CASAS, Irene. Social exclusion and the disabled: An accessibility approach*. *The Professional Geographer*, v. 59, n. 4, p. 463-477, 2007.

Censo Demográfico. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>> Acesso em: 10/05/2017

CHEN, Jie et al. Exploratory data analysis of activity diary data: a space-time GIS approach. *Journal of Transport Geography*, v. 19, n. 3, p. 394-404, 2011.

CHU, Ka; CHAPLEAU, Robert. Augmenting transit trip characterization and travel behavior comprehension: Multiday location-stamped smart card transactions. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2183, p. 29-40, 2010.

CHURCH, Andrew; FROST, Martin; SULLIVAN, Karen. Transport and social exclusion in London. *Transport Policy*, v. 7, n. 3, p. 195-205, 2000.

DEÁK, Csaba. Elementos de uma política de transportes para São Paulo. DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (organizadores). *O Processo de Urbanização no Brasil*, v. 1, 1999.

DEVILLAINE, Flavio; MUNIZAGA, Marcela; TRÉPANIER, Martin. Detection of activities of public transport users by analyzing smart card data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2276, p. 48-55, 2012.

FARBER, Steven; PÁEZ, Antonio; MORENCY, Catherine. Activity spaces and the measurement of clustering and exposure: a case study of linguistic groups in Montreal. *Environment and Planning A*, v. 44, n. 2, p. 315-332, 2012.

FARBER, Steven et al. The social interaction potential of metropolitan regions: A time-geographic measurement approach using joint accessibility. *Annals of the Association of American Geographers*, v. 103, n. 3, p. 483-504, 2013.

FERRARI, Márcio. Os novos arranjos da metrópole Acessado em: http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2015/02/086089_CEM_228NOVO.pdf 2015.

FONSECA, Maria de Lourdes Pereira. São Paulo: uma nova urbanidade para a metrópole? Encontro Nacional de Associação de Pesquisa e Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Rio de Janeiro, 2010.

GEURS, Karst T.; VAN WEE, Bert. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport geography*, v. 12, n. 2, p. 127-140, 2004.

GOLLEDGE, R. G.; STIMSON, R. J. Spatial cognition, cognitive mapping, and cognitive maps. *Spatial behavior: A geographic perspective*, p. 224-266, 1997.

GRANOVETTER, Mark S. The strength of weak ties. *American journal of sociology*, v. 78, n. 6, p. 1360-1380, 1973.

HÄGERSTRAAND, Torsten. What about people in regional science?. *Papers in regional science*, v. 24, n. 1, p. 7-24, 1970.

HANSEN, Walter G. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of planners*, v. 25, n. 2, p. 73-76, 1959.

HANSON, Susan; SCHWAB, Margo. Accessibility and intraurban travel. *Environment and Planning A*, v. 19, n. 6, p. 735-748, 1987.

HE, Li; TRÉPANIÉ, Martin. Estimating the Destination of Unlinked Trips in Transit Smart Card Fare Data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2535, p. 97-104, 2015.

KIM, Hyun-Mi; KWAN, Mei-Po. Space-time accessibility measures: A geocomputational algorithm with a focus on the feasible opportunity set and possible activity duration. *Journal of Geographical Systems*, v. 5, n. 1, p. 71-91, 2003.

KUSAKABE, Takahiko; ASAKURA, Yasuo. Behavioural data mining of transit smart card data: A data fusion approach. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 46, p. 179-191, 2014.

KWAN, Mei-Po. Space-time and integral measures of individual accessibility: a comparative analysis using a point-based framework. *Geographical analysis*, v. 30, n. 3, p. 191-216, 1998.

KWAN, Mei-Po. Gender and individual access to urban opportunities: a study using space-time measures. *The Professional Geographer*, v. 51, n. 2, p. 210-227, 1999.

KWAN, Mei-Po; LEE, Jiyeong. Geovisualization of human activity patterns using 3D GIS: a time-geographic approach. *Spatially integrated social science*, v. 27, 2004.

KWAN, Mei-Po; REN, Fang. Analysis of human space-time behavior: Geovisualization and geocomputational approaches. CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2008.

LANGENBUCH, Juergen Richard et al. A estruturação da Grande São Paulo: estudo de geografia urbana. 1968.

LEE, Jae Yong; KWAN, Mei-po. Visualisation of Socio-Spatial Isolation Based on Human Activity Patterns and Social Networks in Space-Time. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, v. 102, n. 4, p. 468-485, 2011.

LENNTORP, Bo. Paths in space-time environments: A time-geographic study of movement possibilities of individuals. *Environment and Planning A*, v. 9, n. 8, p. 961-972, 1977.

LI, Ran; TONG, Daoqin. Constructing human activity spaces: A new approach incorporating complex urban activity-travel. *Journal of Transport Geography*, v. 56, p. 23-35, 2016.

LUCAS, Karen. Transport and social exclusion: Where are we now?. *Transport policy*, v. 20, p. 105-113, 2012.

MARQUES, Eduardo. Estrutura social e segregação em São Paulo: transformações na década de 2000. *Dados-Revista de Ciências Sociais*, v. 57, n. 3, 2014

MARQUES, Eduardo César Leão. A metrópole de São Paulo no início do século XXI. *Revista USP*, n. 102, p. 23-32, 2014.

MEYER, Regina Maria Prosperi; GROSTEIN, Marta Dora. A leste do centro: territórios do urbanismo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010.

MILLER, Harvey J. Modelling accessibility using space-time prism concepts within geographical information systems. *International Journal of Geographical Information System*, v. 5, n. 3, p. 287-301, 1991.

MILLER, Harvey. Place-based versus people-based geographic information science. *Geography Compass*, v. 1, n. 3, p. 503-535, 2007.

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.

NEUTENS, Tijs et al. Equity of urban service delivery: a comparison of different accessibility measures. *Environment and Planning A*, v. 42, n. 7, p. 1613-1635, 2010.

NEUTENS, Tijs et al. An analysis of day-to-day variations in individual space–time accessibility. *Journal of Transport Geography*, v. 23, p. 81-91, 2012.

NEUTENS, Tijs; VERSICHELE, Mathias. A GIS toolkit to evaluate individual and joint accessibility to urban opportunities. In: *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2009 (CVS 2009)*. Stichting Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS), 2009

NEUTENS, Tijs. Accessibility, equity and health care: review and research directions for transport geographers. *Journal of Transport Geography*, v. 43, p. 14-27, 2015.

O'SULLIVAN, David; MORRISON, Alastair; SHEARER, John. Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: an isochrone approach. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 14, n. 1, p. 85-104, 2000.

ORTUZAR, Juan de Dios; WILLUMSEN, Luis G. *Modelling transport*. 2002.

PATTERSON, Zachary; FARBER, Steven. Potential path areas and activity spaces in application: a review. *Transport Reviews*, v. 35, n. 6, p. 679-700, 2015.

PELLETIER, Marie-Pier; TRÉPANIER, Martin; MORENCY, Catherine. Smart card data use in public transit: A literature review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 19, n. 4, p. 557-568, 2011.

Pieroni, Caio de Borthole Valente. *Dissertação de Mestrado. Análise de padrões de viagens de usuários de transporte público de assentamentos precários em São Paulo através da muneração da mineração de dados de bilhetagem*. Escola Politécnica / Universidade de São Paulo, 2018.

PIRIE, Gordon H. Measuring accessibility: a review and proposal. *Environment and Planning A*, v. 11, n. 3, p. 299-312, 1979.

RAI, R. et al. Capturing human activity spaces: New geometries. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2021, p. 70-80, 2007.

Relatório das Demografias Urbanas do Mundo – Centro de Estudos Urbanos – EUA, 2016. Acessado em: <<http://cdn.plataformaurbana.cl/wp-content/uploads/2016/05/demographia-world-urban-areas.pdf>> Acesso em: 10/05/2017

ROLNIK, Raquel; FRÚGOLI JR, Heitor. Reestruturação urbana da metrópole paulistana: a Zona Leste como território de rupturas e permanências. *Cadernos Metrópole.*, n. 06, p. 43-66, 2001.

SCHÖNFELDER, Stefan; AXHAUSEN, Kay W. Activity spaces: measures of social exclusion?. *Transport policy*, v. 10, n. 4, p. 273-286, 2003.

SHERMAN, Jill E. et al. A suite of methods for representing activity space in a healthcare accessibility study. *International journal of health geographics*, v. 4, n. 1, p. 24, 2005.

SHEN, Yue; KWAN, Mei-Po; CHAI, Yanwei. Investigating commuting flexibility with GPS data and 3D geovisualization: a case study of Beijing, China. *Journal of Transport Geography*, v. 32, p. 1-11, 2013.

SUSILO, Yusak; KITAMURA, Ryuichi. Analysis of day-to-day variability in an individual's action space: exploration of 6-week Mobidrive travel diary data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 1902, p. 124-133, 2005.

TOMASIELLO, Diego Bogado. Dissertação de Mestrado. Modelos de rede de transporte público e individual para estudos de acessibilidade em São Paulo. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, 2016.

TRÉPANIÉ, Martin; TRANCHANT, Nicolas; CHAPLEAU, Robert. Individual trip destination estimation in a transit smart card automated fare collection system. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2007.

Historical aspects and urban shape. *usjt • arq.urb • número 17* | setembro-dezembro de 2016

VILLAÇA, Flavio. Efeitos do espaço sobre o social na metrópole brasileira. Souza, M. AA de, e outros. *Metrópole e globalização*. São Paulo: Cedesp, 1999.

WHITE, Michael J. The measurement of spatial segregation. *American journal of sociology*, v. 88, n. 5, p. 1008-1018, 1983.

WONG, David WS; SHAW, Shih-Lung. Measuring segregation: An activity space approach. *Journal of geographical systems*, v. 13, n. 2, p. 127-145, 2011.

YU, Hongbo; SHAW, Shih-Lung. Exploring potential human activities in physical and virtual spaces: a spatio-temporal GIS approach. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 22, n. 4, p. 409-430, 2008.

ZHANG, Wen; SUSILO, Yusak O.; TERMIDA, Nursitihazlin Ahmad. Investigating the interactions between travellers' familiar areas and their multi-day activity locations. *Journal of Transport Geography*, v. 53, p. 61-73, 2016.