UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

ANDRÉ LEITE RODRIGUES

**Análise de deslocamentos dos moradores de assentamentos precários a partir
de dados da telefonia móvel em São Paulo.**

SÃO PAULO
2018

ANDRÉ LEITE RODRIGUES

**Análise de deslocamentos dos moradores de assentamentos precários a partir
de dados da telefonia móvel em 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

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mariana Abrantes Giannotti

SÃO PAULO

2018

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

São Paulo, 05 de fevereiro de 2018

Assinatura do autor

Assinatura do orientador

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.

Catálogo-na-publicação

Rodrigues, André Leite

Análise de deslocamentos dos moradores de assentamentos precários a partir de dados da telefonia móvel em São Paulo. / A. L. Rodrigues -- versão corr. -- São Paulo, 2018.

111 p.

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

1.MOBILIDADE URBANA 2.FAVELAS 3.TELEFONIA MÓVEL
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II.t.

Nome: RODRIGUES, André Leite

Título: Análise de deslocamentos dos moradores de assentamentos precários a partir de dados da telefonia móvel em São Paulo.

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

Aprovado em: 12/12/2017

Banca examinadora

Profa. Dra. Mariana Abrantes Giannotti

Instituição: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Julgamento:

Profa. Dra. Cira Souza Pitombo

Instituição: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo

Julgamento:

Profa. Dra. Flávia da Fonseca Feitosa

Instituição: Universidade Federal do ABC

Julgamento:

AGRADECIMENTOS

Agradeço todos os moradores de São Paulo, especialmente os mais pobres pois foram os que possibilitaram o financiamento desse estudo através do seu trabalho.

Agradeço a Santíssima Trindade que pelos dons do Espírito Santo, me proporcionou a serenidade e sabedoria necessárias para me organizar em minhas tarefas e completar esse trabalho.

Agradeço minha esposa Mariana Teixeira Rodrigues, pois esse trabalho é tão meu quanto dela. Sem sua parceria, nenhuma linha desse estudo poderia ter sido escrita. Sua parceria ao longo desses anos me fez entender o significado de sermos um só.

Agradeço aos meus pais Domingos Acácio Rodrigues e Rosemeire Leite Rodrigues, por seus esforços em me mostrar a importância de sempre questionar e buscar novos conhecimentos, além de me apoiarem incondicionalmente me dando oportunidade de estudar. Sem o esforço deles, nunca poderia chegar até aqui.

Agradeço minha orientadora a professora Mariana Abrantes Giannotti, uma mulher forte, que leciona na graduação, na pós-graduação, orienta mais de dez alunos, é responsável pelo laboratório de geoprocessamento, cuida de dois filhos pequenos e mesmo com tantas atribuições sempre esteve presente durante a elaboração desse estudo me orientando e me ajudando a evoluir.

Agradeço a todos os meus colegas do laboratório de geoprocessamento, especialmente ao Diego Tomasiello, por terem contribuído dividindo seus conhecimentos e estudos, fortalecendo assim esse trabalho.

Agradeço aos meus colegas da Claro Brasil, Bruno Larizza, Maria Cecília, Balbino Pires e Rafael Zendonadi, estatísticos e geógrafos que contribuíram com seus conhecimentos e opiniões, me ajudando a analisar os dados desse estudo.

Agradeço a professora Cira e a professora Flávia, membras da minha banca de qualificação, por suas opiniões construtivas que me ajudaram a organizar e avançar nesse estudo.

Agradeço a Claro Brasil, representada pelos meus superiores Emerson Porcino, Gustavo Arditti e André Luis Guerreiro, por permitir o uso dos dados para esse trabalho.

RESUMO

RODRIGUES, André Leite **Análise de deslocamentos dos moradores de assentamentos precários a partir de dados da telefonia móvel em São Paulo.** 2017. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2017.

O uso dos dados de posicionamento a partir do telefone celular tem impactado de maneira positiva os estudos sobre os deslocamentos humanos. O grande volume e a regularidade na obtenção dos dados são facilitadores das análises de posicionamento em múltiplos dias. Utilizando-os como fonte dos dados, o presente estudo focou em realizar uma análise dos deslocamentos cotidianos de moradores de assentamentos precários pela cidade de São Paulo em diferentes períodos do dia para definir origens e destinos com a finalidade de analisar as distâncias, os deslocamentos por transporte público e inferir um perfil de uso do solo nos locais de estadia frequente usando métodos utilizados em estudos internacionais de análise dos dados de telefonia móvel, combinados com métodos de análise espacial e geoprocessamento. Os resultados mostraram dados importantes para entender a mobilidade dos moradores de favela dentro da cidade de São Paulo, os quais, em média, estão mais distantes de casa no horário comercial dos dias úteis quando comparados com outros moradores da cidade. Foi possível observar mudanças nos perfis de uso do solo dos locais de estadia frequente que podem ser utilizados como indicadores na análise das atividades e também se inferiu possíveis trajetórias por transporte público entre as origens e destinos frequentes. Os métodos de análise de deslocamento humano a partir dos CDRs usados internacionalmente se mostraram totalmente adaptáveis para realidade brasileira e a utilização para análise de deslocamentos dos moradores de assentamentos precários mostrou-se útil para auxiliar nos estudos de mobilidade dessa população carente.

Palavras Chave: Telefones Celulares, Mobilidade, Favela, Assentamentos Precários.

ABSTRACT

RODRIGUES, A. L. **Analysis of commutes from people living in precarious settlements based on mobile phone's data in São Paulo.** 2017. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2017.

The use of position data from mobile phones have impacted in a positive way the researches about human mobility. The very large quantity and regularity on the way how this database is collected improve the capacity of a multi-day's positioning analyse. Using this data source, the present study was focus in analyse the commute of residents in poor settlements (like slums) inside the city of São Paulo- Brazil, in different time periods for define origins and destinations to analyse the distance using public transport and land use in frequents stay points using methods used in international studies of mobile data analysis, combined with spatial analysis methods. The results showed important data to understand the mobility of favela residents within the city of São Paulo, who, on average, are more distant from home during working day business hours when compared to other residents of the city. It was possible to observe changes in the land use profiles of the frequent places of stay that can be used as indicators in the analysis of activities and inferred possible trajectories by public transport between the frequent origins and destinations. The methods of analysis of human commute using CDR data were fully adaptable for Brazilian reality and the use for analysis of commute from residents of precarious settlements proved useful to assist in the mobility studies of this poor population.

Keywords: Mobile Phones, Mobility, Slums, Poor Settlements.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Caixas com fluxo do trabalho	16
Figura 2 - Croqui de localização da cidade de São Paulo	19
Figura 3 - Aglomerados Subnormais	24
Figura 4 - Densidade demográfica	25
Figura 5 – Estrutura de transportes	27
Figura 6 - Exemplo de rede celular	29
Figura 7 - Células do grid estatístico em São Paulo	41
Figura 8- Regiões de São Paulo	43
Figura 9- Faixas de renda	46
Figura 10 - ERBs monitoradas para aquisição dos CDR	55
Figura 11 - CDRs mapeados na cidade de São Paulo	56
Figura 12 - Procedimento de enriquecimento espacial dos dados CDR	57
Figura 13 - Gráfico da distribuição por classe social dos usuários monitorados	58
Figura 14 - Exemplo de Spider Graph	61
Figura 15 – Exemplo de cálculo de Uso do solo	63
Figura 16 – Exemplo de espacialização de densidade de usuários nas vias	65
Figura 17 - Gráfico das Distâncias médias dos moradores de suas casas por hora ao longo dos dias úteis (em quilômetros).	66
Figura 18 - Gráfico das Distâncias médias dos moradores de suas casas por hora nos sábados e domingos (em quilômetros).	67
Figura 19 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário no período entre 0 e 5 horas da manhã.	68
Figura 20 - Áreas de estadia frequentes entre 0 e 5 horas (diferente de casa)	69
Figura 21 - Orientação dos deslocamentos frequentes entre 0 e 5 horas	70
Figura 22 - Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência entre 0 e 5 horas	71
Figura 23 - Diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa -	72

separada por zonas no agrupamento de tempo entre 0 e 5 horas dos dias úteis.

Figura 24 - Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente entre 0 e 5 horas	73
Figura 25 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário no período entre 5 e 18 horas	75
Figura 26- Áreas de estadia frequentes entre 5 e 18 horas (diferente de casa)	76
Figura 27 -Orientação dos deslocamentos frequentes entre 5 e 18 horas	77
Figura 28- Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência entre 5 e 18 horas	78
Figura 29 - Diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 5 e 18 horas dos dias úteis.	80
Figura 30 - Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente entre 5 e 18 horas	81
Figura 31 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário no período entre 18 e 20 horas	83
Figura 32 - Áreas de estadia frequentes entre 18 e 20 horas (diferente de casa)	84
Figura 33 - Orientação dos deslocamentos frequentes entre 18 e 20 horas	85
Figura 34- Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência entre 18 e 20 horas	86
Figura 35- Diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 18 e 20 horas dos dias úteis.	87
Figura 36- Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente entre 18 e 20 horas	88
Figura 37 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário no período entre 20 e 0 horas	90
Figura 38 - Áreas de estadia frequentes entre 20 e 0 horas (diferente de casa)	91

Figura 39 - Orientação dos deslocamentos frequentes entre 20 e 0 horas	92
Figura 40 - Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência entre 20 e 0 horas	93
Figura 41 - Diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 20 e 0 horas dos dias úteis.	94
Figura 42 - Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente entre 20 e 0 horas	95
Figura 43 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário nos finais de semana	97
Figura 44 - Áreas de estadia frequentes nos finais de semana (diferente de casa)	98
Figura 45 - Orientação dos deslocamentos frequentes nos finais de semana	99
Figura 46 - Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência nos finais de semana	100
Figura 47 - Diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo no final de semana.	101
Figura 48 - Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente nos finais de semana (sábado e domingo)	102
Figura 49 - Gráfico de distribuição do uso do solo por período	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Favelas mais populosas de São Paulo segundo o CENSO 2010 do IBGE	23
Tabela 2 - Resumo das declarações por faixa de salário mínimo	44
Tabela 3 - Variáveis contidas na tabela de IPTU disponível pela prefeitura	47
Tabela 4 - Tipos de uso do imóvel, área de terreno e quantidade descritas no IPTU de São Paulo	51
Tabela 5 - Exemplo de número de Usuários Únicos que passaram pela ERB em 1 mês	55
Tabela 6 - Exemplo de CDR tratado para análise temporal	60
Tabela 7 - Dados do diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 0 e 5 horas dos dias úteis.	72
Tabela 8 - Distribuição do tipo de uso do imóvel em 36 categorias do IPTU nos pontos de estadia frequente entre 0 e 5 horas	74
Tabela 9 - Dados do diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 5 e 18 horas dos dias úteis.	80
Tabela 10 - Percentual de área dos imóveis nas células de destinos frequentes entre 5 e 18 horas comparados com o período de 0 às 5 horas	82
Tabela 11 - Dados do diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 18 e 20 horas dos dias úteis.	87
Tabela 12 - Percentual de área dos imóveis nas células de destinos frequentes entre 18 e 20 horas comparados com o período de 5 às 18 horas	89
Tabela 13 - Dados do diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 18 e 20 horas dos dias úteis.	94
Tabela 14 - Percentual de área dos imóveis nas células de destinos frequentes entre 20 e 23 horas comparados com o período de 18 às 20 horas	96
Tabela 15 - Dados do diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 18 e 20 horas dos dias úteis.	101
Tabela 16 - Percentual de área dos imóveis nas células de destinos frequentes nos finais de semana	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL: Agência Nacional de Telecomunicações

CDR: Call Details Record

CPTM: Companhia Paulista de Trens Metropolitanos

DECAR: Departamento de Arrecadação e Cobranças

ERB: Estação Rádio Base

EUA: Estados Unidos da América

GPS: Global Positioning System

GSM: Global System for Mobile Communications

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBOPE: Instituto Brasileiro de Opinião e Estatística

IMEI: International Mobile Equipment Identity

IMP: Índice Multidimensional de Pobreza

IPTU: Imposto Predial e Territorial Urbano

OD: Origem e Destino

SIG: Sistema de Informações Geográficas

SMUL: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano

TPCL: Cadastro Territorial e Predial de Conservação e Limpeza

WGS84: World Geodetic System 1984

WiFi: Wireless Fidelity

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	13
1.1 Objetivos.	14
1.2 Objetivos Específicos.	15
1.3 Organização do trabalho.	15
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.	18
2.1. Breve histórico urbano de São Paulo.....	18
2.2. Planejamento Urbano e Favelas.....	19
2.3. A estrutura de transportes na cidade.	26
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	28
3.1. Dados de telefonia móvel para estudos de mobilidade.	28
3.1.1. Posicionamento por dados celulares.	29
3.1.2. Estudos de mobilidade baseados em dados de celular.....	30
3.1.3. Limitações.	34
3.2. Tempo e Espaço de viagens em transportes.....	36
4 MATERIAIS E MÉTODOS.	38
4.1. Métodos de divisão e classificação da área de estudos.	39
4.1.1. Divisão da cidade em células.....	39
4.1.2. Divisão da cidade em zonas.	42
4.1.3. Classificação da renda na cidade.	44
4.1.4. Uso do solo urbano.	47
4.2 Dados de telefonia móvel.....	54
4.2.1. Aquisição.....	54
4.2.2. Tratamento e enriquecimento geográfico dos dados de celular.....	56
4.2.3. Inferência do local de residência a partir dos dados de celular.....	57
4.2.4. Inferência de locais de revisita a partir dos dados de celular.	58
4.3. <i>Delimitações espaço temporais</i>	59
4.3.1. Tratamento dos dados dos telefones celulares para análise espaço temporal.	59
4.3.2. Distância euclidiana entre origens e destinos inferidos.	60
4.3.3. Distância pelas rotas de transporte público.	61
4.3.4. Agrupamentos Espaço-Temporais.....	62
4.3.5. Atribuição dos Perfis de Uso do Solo.	62
4.3.6 Cálculo das rotas de transporte público mais utilizadas.	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	66
5.1 Locais de revisita frequentes entre 0 e 5 horas diferentes de casa (dias úteis).	67
5.2 Locais de revisita frequentes entre 5 e 18 horas diferentes de casa (dias úteis).	75
5.3 Locais de revisita frequentes entre 18 e 20 horas diferentes de casa (dias úteis).	83
5.4 Locais de revisita frequentes entre 20 e 0 horas diferentes de casa (dias úteis).	90
5.5 Locais de revisita frequentes nos finais de semana diferentes de casa	97
5.6 Comparação da Distribuição espaço temporal durante os períodos.	104
6 CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS	108

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Os deslocamentos humanos cotidianos dentro dos centros urbanos têm sido amplamente discutidos quanto as externalidades negativas que provocam, principalmente para residentes em locais cujo sistema de transporte público é precário, como no caso de moradores das favelas.

Favelas são locais residenciais consequentes do processo de expansão desordenada, característico de muitas cidades brasileiras (Junior, 2012). Em São Paulo elas começaram a se tornar significantes a partir da década de 1970 e desde de então sofreram uma drástica expansão na cidade (Lloyd-Sherlock, 1997). Residentes dessas áreas de assentamentos precários normalmente não possuem as mesmas oportunidades de transporte para seus deslocamentos quando comparados aos moradores de áreas mais privilegiadas. A população de baixa renda, sofre grande impacto pela falta de autonomia financeira para a escolha do local de residência, que os leva a morar nesses locais menos favorecidos, como as favelas, e distantes das áreas com maior oferta de equipamentos urbanos.

Compreender o comportamento de viagens dos moradores desses assentamentos precários em São Paulo é parte do desafio para um planejamento de transportes que facilite a mobilidade urbana e contribua para uma inclusão social. A melhor caracterização dos deslocamentos diários auxilia o entendimento da mobilidade urbana, bem como a análise de origens e destinos (OD). Mobilidade urbana pode ser entendida como a capacidade dos indivíduos se moverem de um local para outro a depender do desempenho do sistema de transporte e características do indivíduo (Tagire e Sikdar, 1996). Está relacionada com os deslocamentos diários de pessoas no espaço (De Holanda e Filho, 1999) e traduz o grau de impedância do deslocamento (Rosado, M. C. ; Ulysséa Neto, 1999).

Abordagens de estimativas OD convencionais dependem de questionários de campo e modelos de demanda por viagens para obtenção das matrizes e muitas vezes essas são calibradas usando contagem de tráfego e técnicas de estimação (Calabrese *et al.*, 2013).

Para estimar as origens e destinos e assim contribuir para a caracterização dos deslocamentos cotidianos, esse trabalho traz uma adaptação dos métodos científicos utilizados internacionalmente para os dados da telefonia móvel.

Os bancos de dados de companhias de telecomunicações podem ser muito úteis para inferência da origem e destino no tempo. Os telefones celulares possuem cada vez mais penetração em todas as camadas sociais e são utilizados por seus donos ao longo de toda sua rotina diária (Wang *et al.*, 2011), possibilitando ampla coleta de dados sobre a mobilidade humana.

Segundo a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL, 2017), existem 8 operadoras de celulares no Brasil, somando cerca de 258 milhões de linhas. Dessas, 37 milhões estão na região da grande São Paulo. Nesse estudo foram utilizados dados da operadora Claro Brasil, empresa do grupo América Móvil que possui cerca de 7 milhões de clientes na região.

Muitas perguntas ainda existem, em especial quando se trata de identificar padrões de mobilidade de população de baixa renda, que tem especificidades como as atividades de baixa remuneração que possuem características diferentes e não tem sido bem documentado pelas dificuldades inerentes relacionadas à falta de dados.

Usar *big data* proveniente de dados celulares para extrair informações com a finalidade de caracterizar a mobilidade da população residente em assentamentos precários dentro da cidade de São Paulo com um método que garanta a privacidade dos usuários para que os dados possam ser tornados públicos, levando em consideração diferentes períodos em múltiplos dias e cruzando com os dados de uso de solo e dos sistemas de transportes para analisar e propor inferências sobre as viagens e suas características, são parte do escopo desse trabalho.

1.1 Objetivos.

O objetivo principal do trabalho é caracterizar a mobilidade dos moradores de assentamento precários na cidade de São Paulo em seus deslocamentos cotidianos, a partir dos dados de telefonia móvel.

1.2 Objetivos Específicos.

1. Adaptar métodos usados internacionalmente para análise de mobilidade humana através dos dados de telefonia móvel;
2. Encontrar padrões espaço temporais de deslocamentos dos moradores de assentamentos precários, identificando suas origens e destinos.

1.3 Organização do trabalho.

Para chegar aos resultados, o estudo segue o processo ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Caixas com fluxo do trabalho

FONTE: André Leite Rodrigues

As etapas de caracterização da área de estudo (Figura 1, caixas vermelhas), mostram o processo de descrição do espaço estudado, apresentando os procedimentos e trazendo as características básicas para análise de resultados. São os capítulos 2 da caracterização da área de estudo e a seção 4.1 de método e materiais.

O tratamento dos dados de telefones móveis (Figura 1, caixas azuis) envolveram a adaptação de metodologias propostas pela literatura internacional para o contexto brasileiro. São as seções 3.1 do capítulo de fundamentação teórica e 4.2 de método e materiais.

As análises espaço-temporais (Figura 1, caixas verdes), são fundamentados na interação dos dados da área de estudos (rede de transporte, uso do solo, classe) com os dados de posicionamento e tempo obtidos pelos telefones celulares, possibilitando a análise espacial dos deslocamentos. São as seções 3.2 do capítulo de fundamentação teórica e 4.3 de método e materiais.

Os resultados (Figura 1, caixas pretas) são apresentados no capítulo 5, com uma análise para cada agrupamento de tempo das distâncias percorridas, tanto euclidianas quanto por transporte público, das distribuições do uso do solo, da identificação das estadias frequentes, da orientação dos deslocamentos e uma comparação entre as diferentes zonas da cidade.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.

A cidade de São Paulo, capital do Estado de mesmo nome na República Federativa do Brasil, é o espaço onde esse estudo se desenvolve. O foco principal é a análise dos deslocamentos dos moradores de assentamentos precários dentro da área urbana da cidade.

Segundo Milton Santos (1975), "o espaço geográfico é organizado pelo homem vivendo em sociedade e, cada sociedade, historicamente, produz seu espaço como lugar de sua própria reprodução". Compreender a relação entre as pessoas e o espaço da cidade de São Paulo à luz dos resultados empíricos das análises realizadas faz parte dos desafios desse estudo.

2.1. Breve histórico urbano de São Paulo.

A cidade foi fundada pelos padres Jesuítas José de Anchieta e Manoel da Nóbrega em 1554. Os religiosos construíram um colégio numa colina, próxima aos rios Tamanduateí e Anhangabaú (Marques, 1980).

Em 1815, a cidade tornou-se a capital da Província de São Paulo, mas apenas se tornaria um importante centro econômico com a expansão da cafeicultura no final do século XIX. Na década de 1890, mais da metade dos habitantes da cidade eram imigrantes (Prefeitura de São Paulo, 2005).

O início do processo de industrialização deve-se ao café e aos investimentos em infraestrutura gerados pela procura do mercado externo pelo produto. A industrialização começou com a fabricação de produtos de baixo valor e pouco elaborados, usando matérias-primas nacionais como o próprio café, o algodão, o couro e o açúcar (Prefeitura de São Paulo, 2005).

Na década de 1940, São Paulo ganhou importantes intervenções urbanísticas, principalmente no setor viário. A indústria se tornou o principal motor econômico da

cidade. A necessidade de mais mão-de-obra nessas duas frentes trouxe brasileiros de vários estados, principalmente do nordeste do país (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017).

Na década de 1970, o setor de serviços ganhou maior destaque na economia paulistana. As indústrias migraram para municípios da Grande São Paulo, como o chamado ABCD (Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Diadema). Hoje, a capital paulista é o centro financeiro da América Latina (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017).

A Figura 2 mostra os limites atuais e o posicionamento geográfico do município de São Paulo:

Figura 2 – Localização da cidade de São Paulo

Fonte: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados do IBGE.

2.2. Planejamento Urbano e Favelas.

Para Camagni, Gibelli e Rigamonti (2002) a questão dos custos ambientais ou sociais nos centros urbanos atrai cada vez mais a atenção na política espacial, mas o debate científico neste campo é muitas vezes prejudicado por preconceitos e visões abstratas, pois análises empíricas são muito raras. O transporte público parece ser fortemente influenciado, tanto em termos de eficiência como de competitividade, pela organização estrutural de uma área urbana.

Porém, o desenvolvimento e planejamento urbano possuem características muito ligadas as atividades econômicas. Na análise de Topalov (1975), o capital influencia no desenvolvimento urbano e dificulta um planejamento social das cidades. A influência do capital transforma o terreno em uma mercadoria do sistema capitalista. Essa especulação gera os vazios urbanos, um direito do monopólio para valorização. O espaço se organiza de forma hierarquizada, o valor de uso gera o valor de troca, surgindo o rentismo imobiliário.

Em São Paulo, existe uma grande fragmentação da ação pública e a transferência do poder decisório para instancias sujeitas a influência dos interesses imobiliários. Com isso os problemas urbanos se agravaram, especialmente a questão da moradia popular e dos custos de se produzir e viver na metrópole (Campos Filho, 2003).

Uma das consequências da falta de planejamento urbano pelo Estado é o surgimento de favelas, que são conhecidas como áreas de habitação irregularmente construídas, sem plano urbano e carentes de diversos serviços. A pobreza de seus habitantes e o descaso do poder público fizeram da favela o lugar da carência, da falta, do vazio a ser preenchido pelos sentimentos humanitários (Zaluar e Alvito, 2004).

O termo favela é originário do Rio de Janeiro e estava diretamente associado aos barracos de madeira e baixo padrão dos morros (Costa e Nascimento, 2005). O conceito acabou sendo generalizado no Brasil, classificando as moradias desses assentamentos informais.

Para Darcy Ribeiro, a população urbana abandonada a própria sorte, cria soluções para seus problemas de moradia edificando favelas.

“... Aprende a edificar favelas nas morrarias mais íngremes fora de todos os regulamentos urbanísticos, mas que lhe permitem viver junto aos seus locais de trabalho e conviver como comunidades humanas regulares, estruturando uma vida social intensa e orgulhosa de si.”
(Ribeiro, 1995)

O autor ainda completa com o caso de São Paulo, onde as favelas organizam-se socialmente em áreas de propriedades contestadas e resistem as tentativas governamentais de desalojá-las e exterminá-las (Ribeiro, 1995).

Para Sampaio e Pereira (2003) o problema das favelas se intensificou em São Paulo em associação com o agravamento da situação habitacional da década de 1970. Porém para entendermos a situação de algumas favelas paulistanas, é preciso levar em conta que existe uma mobilidade própria e interna ao mercado imobiliário, tendo em vista que os moradores da favela são, em sua maioria, antigos habitantes.

O termo favela é abordado no estudo técnico do IBGE dentro do conceito de aglomerados subnormais. A definição de aglomerados subnormais é (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010):

“É um conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas, etc.) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e/ou densa. A identificação dos aglomerados subnormais é feita com base nos seguintes critérios:

a) Ocupação ilegal da terra, ou seja, construção em terrenos de propriedade alheia (pública ou particular) no momento atual ou em período recente (obtenção do título de propriedade do terreno há dez anos ou menos); e

b) Possuir pelo menos uma das seguintes características:

- urbanização fora dos padrões vigentes - refletido por vias de circulação estreitas e de alinhamento irregular, lotes de tamanhos e formas desiguais e construções não regularizadas por órgãos públicos; ou*
- precariedade de serviços públicos essenciais, tais quais energia elétrica, coleta de lixo e redes de água e esgoto.*

Os aglomerados subnormais podem se enquadrar, observados os critérios de padrões de urbanização e/ou de precariedade de serviços públicos essenciais, nas seguintes categorias: invasão, loteamento irregular ou clandestino, e áreas invadidas e loteamentos irregulares e clandestinos regularizados em período recente.”

Essa definição de aglomerados subnormais foi a base usada para delimitar as áreas de assentamentos precários em São Paulo no presente estudo.

A região Metropolitana de São Paulo é formada por 39 municípios que concentram 596.479 domicílios particulares ocupados em setores de aglomerados subnormais (18,9% do total nacional), sendo que cerca de 66% está na capital

(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010). O IBGE ainda acrescenta:

“O padrão de distribuição dos aglomerados subnormais na Região Metropolitana de São Paulo é basicamente periférico, ainda que na região central de São Paulo tenham sido identificadas algumas pequenas áreas dispersas pelo tecido urbano. A observação da distribuição e do porte dos aglomerados subnormais no conjunto do espaço metropolitano permitiu identificar quatro grandes áreas de concentração de aglomerados subnormais.”

A densidade de moradores nessas áreas subnormais é alta. Enquanto a média de habitantes no município de São Paulo é de 11.855,2 pessoas por quilômetro quadrado, nos aglomerados subnormais essa média sobe para 18.894,64 habitantes/km².

São Paulo possui 1.998 setores censitários marcados como Aglomerados Subnormais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010). Essas áreas possuem cerca de 9,9% de todos dos domicílios da cidade e 11,4% da população, com uma média de 3,6 moradores por domicílio contra 3,1 do restante da cidade. A tabela abaixo mostra a quantidade de domicílios e pessoas morando em aglomerados subnormais por distrito da cidade.

A maior concentração dos aglomerados subnormais está em áreas periféricas (Figura 3), locais de menor renda da cidade (Figura 9) e de grande densidade (Figura 4). O arquivo de aglomerados subnormais do Censo 2010 do IBGE possui nomeadas 1.020 favelas, a Tabela 1 traz os nomes das 10 mais populosas.

Tabela 1 - Favelas mais populosas de São Paulo segundo o CENSO 2010 do IBGE

Favela	Domicílios	População	Média de Moradores/Domicílio
PARAISÓPOLIS	13.064	42.816	3,28
HELIÓPOLIS	12.090	41.065	3,40
JARDIM FELICIDADE	4.678	17.875	3,82
SÃO JOÃO	4.790	17.175	3,59
CANTINHO DO CÉU I	4.525	15.599	3,45
PANORAMA II	2.891	9.942	3,44
JARDIM PLANALTO	2.733	9.743	3,56
JARDIM PANTANAL	2.566	9.468	3,69
RECANTO DO PARAÍSO	2.577	9.460	3,67
PANTANAL 2	2.699	9.426	3,49
TOTAL	52.613	182.569	3,47

FONTE: Censo 2010, IBGE

O mapa a seguir (Figura 3) mostra a distribuição dos setores de aglomerados subnormais.

Figura 3 - Aglomerados Subnormais

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados do IBGE.

Figura 4 - Densidade demográfica

Fonte: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados do CENSO 2010

2.3. A estrutura de transportes na cidade.

São Paulo possui aproximadamente 19.642,8 quilômetros de vias para atender seus 12 milhões de habitantes. Segundo a 9ª pesquisa sobre mobilidade urbana do Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE, 2015) 32% dos entrevistados dizem usar o carro quase todos os dias, sendo que 18% afirmaram usar todos os dias.

A mesma pesquisa, referente ao transporte público, apontou que 44% dos entrevistados usam o transporte público quase todos os dias, sendo que 25% afirmou usar todos os dias. Como opção de transporte público a cidade conta com trem, metrô e ônibus.

Segundo a prefeitura (Prefeitura de São Paulo, 2017), São Paulo possui 553 linhas de ônibus que percorrem 27.153,6 quilômetros (contando ida, volta e sobreposição de caminhos) todos os dias. São 32 terminais de ônibus na cidade, além de 647,3 quilômetros de faixas de ônibus e 159 quilômetros de corredores exclusivos. Os ônibus podem ser acessados em 18.873 pontos diferentes, espalhados pela cidade. É o transporte coletivo com maior cobertura na cidade.

O metrô possui 71 estações espalhadas em 78,3 quilômetros da cidade (Prefeitura de São Paulo, 2017). Segundo o metrô, a média de passageiros transportados em dias úteis foi de 3,7 milhões em 2016. Já a CPTM possui 55 estações em 188,2 quilômetros de trilhos dentro da cidade de São Paulo.

Segundo o IBOPE (2015), 28% das pessoas realizam seus deslocamentos (ou parte deles) todos os dias à pé e 3% utiliza a bicicleta. Segundo a Prefeitura de São Paulo (2017), a cidade conta com 421 quilômetros de ciclo faixas.

O mapa abaixo (Figura 5) mostra a distribuição espacial da malha viária de São Paulo que será usada para as análises nesse estudo.

Figura 5- Estrutura de transportes

Fonte: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados da Prefeitura de São Paulo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.

A revisão da bibliografia serviu como base fundamental para a análise elaborada nesse estudo e contribuiu para entendimento dos resultados. Como forma de organizar esta seção, foram subdivididos em 2 temas principais, o uso dos dados de telefonia móvel em análises de mobilidade urbana e o tempo-espaço em viagens de transportes.

3.1. Dados de telefonia móvel para estudos de mobilidade.

Com o rápido desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação das últimas décadas, vários tipos de pegadas digitais massivas geradas por seres humanos são usadas para pesquisa de mobilidade urbana (Lu, Fang, *et al.*, 2017). A crescente quantidade de tecnologias de coleta de posicionamento, tal como o sistema GPS (*Global Position System*), redes de celular, entre outros, está possibilitando a coleta de grandes volumes de dados espaço-temporais e permitindo a descoberta de comportamentos do movimento que levam a novas aplicações e serviços (Giannotti *et al.*, 2007).

Os telefones celulares são carregados por seus donos ao longo de toda sua rotina diária, o que os tornam a *proxy* mais abrangente existente no momento (Wang *et al.*, 2011). A proliferação de dispositivos móveis pessoais torna os dados de telefonia móvel uma fonte muito promissora de informações de localização (Naboulsi *et al.*, 2016). Coletados por operadores de rede móvel para fins de faturamento, os *CDRs* (*Call Detail Records*) documentam os detalhes sobre quando, onde e como os assinantes de telefones celulares geram chamadas de voz ou mensagens de texto (Chen *et al.*, 2017).

A rica informação desses dados levou a um aumento considerável de estudos relacionados com a mobilidade, como a identificação de locais importantes (Isaacman *et al.*, 2011) e compreensão dinâmica da mobilidade humana (Zang and Bolot, 2007).

3.1.1. Posicionamento por dados celulares.

Os *CDRs* são provavelmente os dados de posicionamento de celulares mais utilizados hoje em dia. Cada registro de um dado *CDR* representa uma chamada telefônica, com informações sobre o usuário, o tipo de uso, a hora de início da chamada, as coordenadas XY da torre que primeiro canalizou a chamada e a duração (Chen *et al.*, 2016).

As informações de localização em um conjunto de dados de telefonia móvel são geradas como resultado de uma comunicação do telefone com a rede celular mantida e operada por companhias de telecomunicações (Chen *et al.*, 2016). Esse processo é chamado posicionamento. Uma rede celular é aquela que permite que os telefones celulares se comuniquem uns com os outros. Ela compreende múltiplas Estações Rádio Base (ERBs), cada uma servindo uma área, que é chamada de célula (Figura 6). Cada célula tem uma identificação única (Chen *et al.*, 2016).

Figura 6 - Exemplo de rede celular

Fonte: Elaborado por André Leite Rodrigues

Esses dados de telefones celulares oferecem pegadas digitais em uma escala temporal mais ágil do que as captadas por pesquisas de campo, que normalmente

levam muito tempo para serem atualizadas. Porém, ainda há trabalho a ser feito para explorar o uso de dados de telefone para gerar distribuições de viagem de diferentes modos, propósitos e horários do dia (Alexander *et al.*, 2015). Nessa linha, vários estudos têm procurado responder questões diferentes utilizando o *CDR*.

As companhias de telefonia móvel possuem uma versão processada do *CDR* chamada na literatura de “dados de avistamento” (Chen *et al.*, 2016). Esse processamento do *CDR* melhora a resolução temporal, pois podem gerar vários pontos a partir de uma única chamada, e a resolução espacial, pois o posicionamento é feito pela triangulação de múltiplas torres.

Os dados de *CDR* processados para ter uma melhor resolução espaço-temporal foram os utilizados no presente estudo. A justificativa para o uso desse dado está na heterogeneidade espacial da cidade de São Paulo, onde favelas fazem fronteiras com mansões exigindo uma melhor resolução espacial para identificar locais de estadia.

3.1.2. Estudos de mobilidade baseados em dados de celular.

Normalmente as abordagens de estimativa OD dependem de questionários de campo e modelos de demanda de viagens para construir as matrizes (Giannotti *et al.*, 2011). Cascetta e Nguyen (1988) mostraram que estes modelos usados nos métodos convencionais têm em geral uma forma semelhante.

Porém a coleta de dados para criação das matrizes de Origem-Destino com pesquisa de campo tem algumas limitações (Calabrese *et al.*, 2013):

- Uso de pequenas amostras devido às despesas elevadas.
- A limitação nas escalas espacial e temporal dos conjuntos de dados coletados.
- A baixa frequência de atualização.

Calabrese *et al.* (2013), apresentaram técnicas para extrair informações de mobilidade a partir dos dados de telefones celulares para investigar padrões de mobilidade individual dentro de uma área metropolitana. As medidas de mobilidade baseadas em celulares foram comparadas com as medidas de mobilidade calculadas

utilizando as leituras de quilômetros das inspeções anuais de monitoramento de segurança dos veículos privados, com a finalidade de verificar a validade dos dados de celulares na caracterização da mobilidade individual. Os autores compararam a quilometragem registrada com os dados de celular, analisando separadamente usuários motorizados e não motorizados. Os resultados empíricos ajudam a compreender a variação urbana da mobilidade e a componente não veicular da mobilidade global. Seu estudo sugere que os dados de rastreamento de telefones celulares representam uma *proxy* razoável para a mobilidade individual e mostram enorme potencial como uma fonte de dados alternativa e de fácil atualização, além de ser um complemento para as pesquisas de viagens convencionais em estudo de mobilidade.

Jiang *et al.* (2013), apresentaram três métodos para extrair informações de sinais de telefones móveis triangulados e descrever aplicações com diferentes objetivos em análise espaço-temporal e modelagem urbana. Seu primeiro desafio foi relacionar a informação extraída dos registros telefônicos com destinos para cada um dos milhões de usuários anônimos através de um método que converte sinais de telefone em pequenos destinos de células de grade. Este método permitiu relacionar as redes diárias de mobilidade, as quais chamou de “motivos”, com cadeias de viagem extraídas de pesquisas com questionários de campo. Comparando-os com os modelos de demanda por viagens existentes, que normalmente são baseados em dados de levantamento de viagens caros e menos frequentes, este método representou uma vantagem para a aplicação de dados de telefones móveis a aplicações urbanas e de modelagem de transportes. Em segundo lugar, apresentou um método que tira proveito da alta resolução espacial dos dados de telefone triangulados para inferir motivos de viagem examinando usos do solo, ou seja, enriquecendo semanticamente os dados a partir da inferência do uso do solo nos destinos. Por fim, discutiu uma arquitetura computacional portátil que permite gerenciar e analisar dados de telefones celulares em bancos de dados espaciais e mapear viagens de telefones móveis em redes espaciais de tal forma que uma análise mais aprofundada sobre fluxos e desempenhos de rede possa ser feita. As combinações destes três métodos demonstram os algoritmos de última geração que podem ser adaptados aos dados de telefones móveis triangulados para o contexto de aplicações de computação urbana e modelagem.

Já o trabalho de Alexander *et al.* (2015), apresenta métodos para estimar viagens médias diárias origem-destino a partir de registros de telefones celulares triangulados de milhões de usuários anônimos. Esses registros foram convertidos em locais agrupados nos quais os usuários se envolvem em atividades por um período de duração observado. Esses locais são inferidos como casa, trabalho ou outros, dependendo da frequência de observação, dia da semana e hora do dia, e representam as origens e destinos de um usuário. Como a hora e a duração de chegada nestes locais refletem o observado (com base no uso do telefone) ao invés da verdadeira hora de chegada e duração de um usuário, os autores inferiram probabilisticamente o tempo de partida usando dados de pesquisas com questionários em campo nas principais cidades dos EUA. Em seguida, construíram viagens para cada usuário entre duas observações consecutivas em um dia. Essas viagens são multiplicadas por fatores de expansão baseados na população do Censo de Habitação de um usuário e divididos pelo número de dias em que o observam, obtendo viagens diárias médias.

Gonzálvez, Hidalgo e Barabási (2008) estudaram a trajetória de 100.000 usuários de telefones celulares anônimos, por um período de seis meses. Constataram que, as trajetórias humanas mostram um alto grau de regularidade temporal e espacial, sendo cada indivíduo caracterizado por uma distância característica de viagem independente do tempo e uma probabilidade significativa de retornar a alguns locais altamente frequentados. Os padrões individuais de viagem se desmoronam em uma distribuição de probabilidade espacial única, indicando que, apesar da diversidade de seu histórico de viagem, os seres humanos seguem padrões reprodutivos simples.

Chen *et al.* (2016) em seu artigo reuniram dois grupos de pesquisadores na análise de padrões de mobilidade urbana: pesquisadores de comportamento de viagem que têm se baseado em pesquisas domiciliares e pesquisadores de grandes volumes de dados que recentemente usaram dados gerados passivamente pelos telefones móveis. Para isso, os autores discutiram conceitos interdisciplinares e dividiram os estudos em três subáreas: fatores comportamentais, desenvolvimento de modelos e padrões de movimento.

Lu *et al.* (2017) usaram dados ativos de rastreamento de mais de 16 milhões de celulares em Shenzhen, uma cidade metropolitana na China, para avaliar a precisão

de calibração do modelo *Huff* (modelo de interação espacial que calcula as probabilidades baseadas na gravidade das pessoas em cada local de origem condescendendo cada destino no conjunto de dados do destino). Escolheram cinco áreas de negócios nesta cidade como destinos e então selecionaram aleatoriamente um número fixo de torres de telefonia celular para calibrar os parâmetros neste modelo de interação espacial. Constataram que a distribuição da soma final do erro quadrático entre as flutuações observadas e os fluxos estimados indicavam que as localizações de amostras não são sempre as melhores para os resultados deste modelo de interação espacial. Em vez disso, menos locais de amostragem com maior volume de viagens poderiam melhorar os resultados da calibração.

Cáceres *et al.* (2007) monitoraram o fluxo de telefones móveis em uma rede de telefonia celular e correlacionaram ao fluxo de tráfego. Este método baseia-se no fato de que se um celular se deslocar numa rota específica isso sempre tende a alterar a ERB. Para um primeiro estudo piloto, foi projetado um simulador de rede *GSM* (*Global System for Mobile Communications* – popularmente conhecido como 2G) onde os dados da rede foram simulados, correlacionados, processados matematicamente e convertidos em matriz OD. Os resultados mostraram que o método tem grande potencial e possuem um custo menor do que aqueles gerados com técnicas tradicionais de levantamento de campo.

No trabalho de Steele *et al.* (2017) os autores fizeram uso dos *CDRs* para avaliar a distribuição espacial da pobreza. Avaliaram o valor relativo da modelagem de três medidas tradicionais de pobreza em Bangladesh (Bangladesh *DHS* de 2011, o levantamento *FII* 2014 com dados coletados no *PPI* e inquéritos nacionais às famílias realizados pela Telenor Grupo subsidiária *Grameenphone* - *GP*) usando dados agregados de operadores móveis e dados espaciais. Em conjunto, os modelos que combinam estas fontes de dados forneceram o melhor poder de previsão e o menor erro quando comparados individualmente, mas geralmente os modelos que empregam dados móveis apenas produzem resultados comparáveis, oferecendo o potencial para medir a pobreza com mais frequência. A estratificação de modelos em áreas urbanas e rurais destaca a vantagem de usar dados móveis em áreas urbanas em diferentes contextos. Os resultados indicam a possibilidade de estimar e monitorar continuamente as taxas de pobreza no espaço urbano em países com capacidade limitada para apoiar os métodos tradicionais de coleta de dados.

Njuguna e McSharry (2017) constataram que a atividade de telefonia móvel fornece uma enorme quantidade de informações que podem ser utilizadas juntamente com pesquisas domiciliares. As estimativas de pobreza e riqueza dependem do cálculo de recursos de registros de detalhes de chamadas (*CDRs*), no entanto, os operadores de redes móveis estão relutantes em fornecer acesso ao *CDRs* devido a preocupações comerciais e de privacidade. Este estudo mostra que um escasso conjunto de dados *CDR* combinados com outros conjuntos de dados publicamente disponíveis, como imagens de satélite, pode produzir bons resultados. Em particular, o modelo é construído usando dois recursos baseados em *CDR*, telefones celulares *per capita* e volume de chamadas por telefone, combinado com dados normalizados de luz noturna por satélite e densidade populacional, para estimar o índice multidimensional de pobreza (*IMP*) em Ruanda. Este modelo calculou o *IMP* para setores em Ruanda que contêm torres de celulares.

3.1.3. Limitações.

Calabrese *et al.* (2011), mostram que conjuntos de dados difundidos, como de telefones celulares, fornecem informações ricas para apoiar o planejamento e a operação do transporte, mas algumas limitações relacionadas também devem ser abordadas ao aplicar esses conjuntos de dados na análise de mobilidade. O erro de localização, por exemplo, limita o tamanho mínimo das regiões que podem ser consideradas. Outros elementos que podem afetar os resultados estatísticos incluem a fatia de mercado da operadora de telefonia móvel a partir da qual o conjunto de dados é obtido, o potencial não-aleatório dos utilizadores de celulares, planos de chamada, que podem limitar o número de amostras adquiridas a cada hora ou dia e o número de dispositivos que cada pessoa carrega.

Chen, Viana e Sarraute (2017) afirmam que *CDRs* são uma fonte primária de paradeiro no estudo de vários aspectos relacionados à mobilidade. No entanto, a escassez espaço-temporal dos *CDRs* limita frequentemente a sua utilidade em termos da fiabilidade dos resultados. Impulsionado por dados do mundo real em uma grande população, propuseram duas abordagens para completar os *CDRs* de forma

adaptativa através de aproximações estatísticas, reduzindo a dispersão e mitigando os problemas que este último levanta.

Já em Chen *et al.* (2016), os pesquisadores concluem que os *CDRs* são uma importante fonte de informação no estudo de diferentes aspectos da mobilidade humana, mas ressaltam mais uma vez que sua utilidade é muitas vezes limitada pela escassez do dado no tempo. Em seu artigo, avaliaram primeiro a efetividade dos *CDRs* na medição de características de mobilidade relevantes. Em seguida, investigaram se a informação do posicionamento instantâneo do usuário fornecida pelos *CDRs* permite estimar as posições por períodos de tempo mais longos. Como resultados confirmam que os *CDRs* asseguram uma boa estimativa dos deslocamentos e inferências locais importantes, mas perdem algumas informações de localização. Mais importante ainda, mostraram que a inferência temporal dos *CDRs* é direta e eficiente graças ao fato dos usuários permanecerem bastante estáticos antes e depois das atividades de comunicação móvel, com isso, a maioria dos locais dos usuários ao longo do tempo pode ser inferida com precisão a partir de *CDRs*.

Para Lu *et al.* (2017) as fontes de dados utilizadas em muitos estudos, tais como a localização do celular, são analisadas na escala temporal. Os registros individuais podem ser distribuídos durante algumas horas por dia, por semana ou por apenas algumas horas por mês, ou seja, o usuário pode não utilizar o celular com uma frequência regular no tempo. Assim, a representatividade dos escassos dados de localização de telefones móveis na caracterização da mobilidade humana requer análise antes do uso para derivar padrões de mobilidade humana. Em seu artigo os autores investigaram esta importante questão em relação aos telefones móveis em Shenzhen, na China. Um conjunto de dados de mais de 5 milhões de assinantes de telefones celulares foi usado como um ponto de referência para testar a representatividade dos dados de localização de telefones celulares em indicadores de mobilidade humana, como distância total de viagem, entropia de movimento e raio de giro. Este estudo dividiu este conjunto de dados por hora, utilizando segmentos de 0 a 23 h para avaliar a representatividade devido à disponibilidade de dados de localização dos telefones móveis. Os resultados mostraram que diferentes números de segmentos que afetam as estimativas de indicadores de mobilidade humana e podem causar superestimções ou subestimções da perspectiva individual. Em média, a distância total de viagem e a entropia de movimento tendem a ser

subestimadas. Os resultados do coeficiente de subestimação para a estimativa da distância total de deslocamento são aproximadamente lineares, diminuindo à medida que o número de segmentos de tempo aumenta, e os resultados de coeficiente de subestimação para estimar a entropia de movimento diminuem logaritmicamente à medida que os segmentos de tempo aumentam, enquanto o raio de giro tende a ser mais ambíguo devido à perda de locais isolados.

3.2. Tempo e Espaço de viagens em transportes.

Compreender as relações de tempo e espaço de viagem em um sistema de transporte pode ser crucial para avaliar seu desempenho. Sistemas de transporte tentam melhorar a eficiência de tempo no deslocamento espacial. Um trajeto com maior eficiência de tempo pode aumentar a acessibilidade dos indivíduos às atividades e recursos, por outro lado, uma menor eficiência de tempo na movimentação geográfica pode reduzir a acessibilidade (Hägerstrand, 2005).

As relações de tempo de viagem induzidas por um sistema de transporte implicam uma questão espaço-temporal onde as localizações relativas e as relações de proximidade podem diferir das do espaço geográfico. Os mapas de tempo-espaço podem fornecer um resumo visual sinóptico das relações de tempo de viagem em um dado ambiente, indicando áreas onde o sistema de transporte está se saindo bem e outras áreas onde é ineficiente. Além disso, uma vez que as relações de tempo induzido são fundamentais para os sistemas de transporte, a análise espacial do tempo-espaço pode ser mais significativa do que a análise do espaço geográfico na compreensão do desempenho do sistema de transporte (Ahmed and Miller, 2007).

Hasan *et al.* (2013) em seu estudo espaço temporal, incorporou as variáveis temporais e espaciais da mobilidade humana para desenvolver uma estrutura de modelagem, reproduzindo duas observações importantes sobre os dados: primeiro, a frequência de visita dos locais diferentes por um indivíduo, com seu grau de preferência semelhante à lei de *Zipf*, e segundo, uma probabilidade de aumentar gradualmente com o tempo que os indivíduos exploram novos locais.

Ainda nesse estudo (Hasan *et al.*, 2013), os resultados em relação à mobilidade espacial, mostram dois fatos interessantes: primeiro, as duas localizações mais frequentes podem ser confundidas com probabilidades fixas e, em segundo lugar, quando as pessoas selecionam seus outros destinos que não são nem a primeira ou segunda localização mais visitados, eles selecionam principalmente lugares populares na cidade. Em termos de padrões temporais, foram observadas distribuições características do tempo de permanência no local mais visitado, segundo lugar mais visitado e nos outros lugares.

Apesar de seu papel crucial, uma avaliação quantitativa dessas propriedades nas escalas geográficas permanece esquiva, e a suposição de que os humanos se dispersam difusamente ainda prevalece nos modelos (Brockmann, Hufnagel and Geisel, 2006).

4 MATERIAIS E MÉTODOS.

As técnicas de geoprocessamento são fundamentos para análise espacial no presente estudo. Diante de muitas terminologias relacionadas à geoprocessamento e ao SIG (Sistema de Informações Geográficas), tem-se a de Câmara, Davis e Monteiro (2001), a melhor adequação para o uso no presente estudo.

Na realização do trabalho, foram utilizados os programas *ArcGIS* 10.5 e o *MapInfo* 11. Além do aplicativo básico do *ArcGIS*, suas extensões *Network Analyst*, *Geostatistical* e o módulo *Python* foram utilizadas para produção de dados analisados nesse estudo. O *MapInfo* 11 também foi utilizado para processamento de dados geográficos utilizando sua interface *MapBasic* para criação de *scripts* e o geocodificador *GeoAux Plus*.

Os gerenciadores de banco de dados e processadores de informações que não necessitam das relações espaciais diretamente foram realizados no *Microsoft Access* e no *SAS Guide*. O *Access* por ser uma ferramenta de fácil acesso foi utilizado para processamentos menores. O *SAS* foi utilizado para processamentos maiores.

Camadas espaciais com informações de limites geográficos dos distritos de São Paulo, uso do solo, linhas de ônibus, trem e metrô, sistema viário, limites de zoneamento foram obtidos em site da Prefeitura de São Paulo (2017).

A rede de transporte público para cálculo de viagem foi obtida junto ao laboratório de geoprocessamento da Poli-USP, como parte de uma dissertação de mestrado realizada pelo mestre Diego Bogato Tomasiello (Tomasiello, 2016).

Os limites geográficos dos setores censitários de 2010 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011), as grades estatísticas do Censo 2010 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2016) e os setores censitários dos aglomerados subnormais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) foram obtidas no site do IBGE.

A informação de domicílios e moradores foi retirada da tabela *Basico_SP1* (que abrange região metropolitana de São Paulo) dos resultados do universo do Censo 2010 agregados por setor censitário. Os dados de rendimentos do setor foram retirados da tabela *DomicílioRenda_SP1* (disponível em:

ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios).

A tabela com os dados do IPTU 2016 obtida no site GeoSampa (Prefeitura de São Paulo, 2017) da prefeitura de São Paulo foi geocodificada para análise possíveis polos geradores de tráfego.

Os dados de CDR foram cedidos pela operadora Claro, empresa do grupo América Móvel de telecomunicações e uma das maiores operadoras em volume de clientes do Brasil.

4.1. Métodos de divisão e classificação da área de estudos.

Nesse capítulo serão apresentados os métodos de divisão espacial, de inferência de renda e uso do solo em São Paulo.

4.1.1. Divisão da cidade em células.

No intuito de aprimorar a forma de disseminação dos dados, o IBGE criou as grades estatísticas. São pequenas unidades geográficas que fornecem um aumento no nível de detalhamento pois dividem o território nacional em mais de 2,5 milhões de células de 200 x 200 m nas áreas urbanas e 1 x 1 km nas áreas rurais, cada uma identificada por um ID único (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2016).

A escolha da grade estatística do IBGE no presente estudo foi pautada pela estabilidade espaço-temporal, pois essas áreas serão mantidas sem alterações, independente das mudanças nos limites municipais e de setores censitários, tornando assim o dado importante para futuras comparações espaciais. Outro ponto que importante para escolha desse dado é a credibilidade e facilidade de obter os dados do IBGE, facilitando a interação dos dados desse estudo.

Como será apresentado mais adiante, o uso de um modelo de grade serve para gerar um agrupamento espacial dos dados dos telemóveis de forma a garantir uma

segurança não identificando o ponto preciso da residência e generalizando sua área de estadia para uma célula de 200 x 200 m, mantendo o sigilo de seu posicionamento exato que possibilitará tornar os dados desse estudo públicos para que outros pesquisadores interessados possam utilizar o dado.

A Figura 7 mostra as células do *grid* utilizadas para as análises em São Paulo.

Figura 7 - Células do *Grid* Estatístico em São Paulo

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados do IBGE

4.1.2. Divisão da cidade em zonas.

Durante a elaboração do plano diretor estratégico de 2002, a prefeitura de São Paulo adotou um critério de oito regiões para definir a composição da representação da sociedade civil no Conselho Municipal de Política Urbana (CMPU). A regionalização teve como base as áreas administrativas das subprefeituras (SMUL, 2015):

- Região Centro: Subprefeitura Sé.
- Região Norte I: Subprefeituras Jaçanã/Tremembé, Santana/Tucuruvi e Vila Maria/Vila Guilherme.
- Região Norte II: Subprefeituras Casa Verde/Cachoeirinha, Freguesia/Brasilândia, Perus e Pirituba.
- Região Leste I: Subprefeituras Aricanduva/Formosa/Carrão, Mooca, Penha, Sapopemba e Vila Prudente.
- Região Leste II: Subprefeituras Cidade Tiradentes, Ermelindo Matarazzo, Guaianases, Itaim Paulista, taquera, São Mateus e São Miguel.
- Região Sul I: Subprefeituras Ipiranga, Jabaquara e Vila Mariana.
- Região Sul II: Subprefeituras Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim, Parelheiros e Santo Amaro.
- Região Oeste: subprefeituras Butantã, Lapa e Pinheiros.

Para uma análise de comparação entre favelas de diferentes regiões da cidade, essas 8 regiões foram agrupadas para se tornarem 4 como mostrado no mapa (Figura 8).

Figura 8 - Regiões de São Paulo

Regiões de São Paulo

FONTE: André Leite Rodrigues com dados da PMSP

4.1.3. Classificação da renda na cidade.

Para fazer a classificação de faixas de renda, foi utilizado o valor do rendimento contido na tabela de resultados do universo por setor censitário de 2010. A variável utilizada foi o total do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares, esse valor foi dividido pelo número de moradores do setor obtendo um rendimento *per capita*.

Como base para realizar um agrupamento desses setores em 4 classes de rendimento, foi utilizado o relatório da distribuição pessoal da renda e da riqueza da população brasileira (Ministério da Fazenda, 2016). Utilizando os dados da declaração do imposto sobre a renda da pessoa física (DIRPF), a Receita Federal Brasileira (RFB) elaborou a seguinte tabela (Tabela 2)

Tabela 2: Resumo das declarações por faixa de salário mínimo

Faixa de Rendimento	Qtde Declarantes	Rendimen to Total Bruto	Rendimen to Total Tributável	Deduçõ es Legais	Valores R\$ milhões	
					Imposto Devido	Bens e Direitos Líquidos
Até 1/2 Salário Mín.	1.268.688	310	210	276	0,0	84.047
1/2 a 1 Salário Mín.	518.341	3.856	3.571	657	0,1	26.002
1 a 2 Salários Mín.	1.075.827	13.547	11.490	2.097	0,4	56.971
2 a 3 Salários Mín.	2.692.915	57.843	52.210	9.932	1,9	115.269
3 a 5 Salários Mín.	7.882.026	250.018	215.200	52.802	1.181,0	438.593
5 a 10 Salários Mín.	7.300.376	418.815	331.748	89.999	12.135,9	668.555
10 a 20 Salários Mín.	3.522.174	399.587	285.867	66.998	30.517,3	769.685
20 a 40 Salários Mín.	1.507.344	341.072	212.060	40.575	34.793,9	868.366
40 a 80 Salários Mín.	518.567	228.584	109.013	18.932	20.764,6	656.744
80 a 160 Salários Mín.	136.718	121.171	34.452	5.370	7.074,3	426.138
> 160 Salários Mín.	71.440	297.934	37.384	7.466	7.763,0	1.206.209
Total	26.494.416	2.132.738	1.293.205	295.133	114.232	5.316.579

FONTE: Receita Federal Brasileira

Para cada faixa de rendimento, foram proporcionalizados os valores da quantidade de declarantes e de bens e direitos líquidos, sobre seus totais. Com esse procedimento foram realizados os seguintes agrupamentos em 4 classes:

- Classe A: São 8,43% de pessoas com rendimento acima de 20 salários mínimos e que possuem 59,39% dos bens e direitos líquidos;
- Classe B: São 40,85% de pessoas seguintes a categoria A, com rendimentos entre 5 e 20 salários mínimos e que possuem 27,05% dos bens e direitos líquidos;
- Classe C: São 39,91% de pessoas seguintes a categoria B, com rendimentos entre 2 e 5 salários mínimos e que possuem 27,05% dos bens e direitos líquidos;
- Classe DE: São 10,42% de pessoas seguintes a categoria C, com rendimentos inferiores a 2 salários mínimos e que possuem 3,14% dos bens e direitos líquidos;

Com essa classificação, foram selecionados os 8,43% setores censitários de renda *per capita* mais alta e marcados como classe A. Os 40,85% seguintes como B e assim sucessivamente até todos os setores estarem associados a uma dessas 4 classes.

O mapa a seguir (Figura 9) ilustra como ficou a classificação da cidade de São Paulo. Como o critério é de nível Brasil e a cidade de São Paulo tem média de rendimentos maiores parte dos aglomerados subnormais caíram em áreas C apesar da maioria se concentrar em DE.

Figura 9 - Faixas de renda

Fonte: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados do CENSO 2010

4.1.4. Uso do solo urbano.

Para fazer a avaliação do uso de solo dos destinos por *grid*, foi usada a informação do IPTU (Imposto Predial Territorial Urbano) 2016 disponível para baixar no GeoSampa (Prefeitura de São Paulo, 2017).

Essa tabela possui diversas informações sobre os imóveis da cidade, contendo 3.316.608 registros. A tabela abaixo (Tabela 3) mostra as variáveis, descrevendo-as brevemente.

Tabela 3 - Variáveis contidas na tabela de IPTU disponível pela prefeitura

VARIÁVEIS	Descrição das Variáveis
NUMERO DO CONTRIBUINTE	A cada imóvel urbano corresponderá um número de inscrição no Cadastro Imobiliário Fiscal, entendendo-se como imóvel: I – a área de terreno, construído ou não, definida em transcrições ainda. Matrícula do competente Serviço de Registro de Imóveis ou em transcrições ainda.
ANO DO EXERCICIO	Ano referente a coleta dos dados
NUMERO DA NL	Número da Notificação de Lançamento
DATA DO CADASTRAMENTO	Data de cadastramento do ano vigente

Continua na próxima página

Continuação	
VARIÁVEIS	Descrição das Variáveis
TIPO DE CONTRIBUINTE 1	Tipo de contribuinte sendo CPF segundo o Cadastro de Pessoas Físicas do Ministério da Fazenda ou CNPJ segundo o Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas - CNPJ
NOME DO CONTRIBUINTE 1	Nome do contribuinte
TIPO DE CONTRIBUINTE 2	Tipo de contribuinte sendo CPF segundo o Cadastro de Pessoas Físicas do Ministério da Fazenda ou CNPJ segundo o Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas - CNPJ
CPF/CNPJ DO CONTRIBUINTE 2	Número de inscrição no Cadastro de Pessoas Físicas do Ministério da Fazenda – CPF ou no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas - CNPJ
NOME DO CONTRIBUINTE 2	Nome do contribuinte
NUMERO DO CONDOMINIO	Número do condomínio (se existente)
CODLOG DO IMOVEL	Código do Logradouro do Imóvel conforme Cadastro de Logradouro
NOME DE LOGRADOURO DO IMOVEL	Nome do Logradouro do Imóvel
NUMERO DO IMOVEL	Número do Imóvel no Logradouro. Compõe o endereço do Imóvel
COMPLEMENTO DO IMOVEL	Complemento. Compõe o endereço do Imóvel
BAIRRO DO IMOVEL	Bairro. Compõe o endereço do Imóvel
REFERENCIA DO IMOVEL	Informações adicionais do imóvel
CEP DO IMOVEL	Código de Endereçamento Postal
QUANTIDADE DE ESQUINAS/FRENTES	Número de esquinas ou frentes do imóvel
FRACAO IDEAL	Parte indivisível e indeterminável das áreas comuns e de terreno, correspondente à unidade autônoma de cada condômino
AREA DO TERRENO	Área do terreno (m ²)

Continua na próxima página

Conclusão	
VARIÁVEIS	Descrição das Variáveis
AREA CONSTRUIDA	Área Construída do imóvel (m ²)
AREA OCUPADA	Área ocupada (m ²)
VALOR DO M2 DO TERRENO	Valor do metro quadrado do terreno em reais
VALOR DO M2 DE CONSTRUCAO	Valor do metro quadrado da construção em reais
ANO DA CONSTRUCAO CORRIGIDO	Ano da construção
QUANTIDADE DE PAVIMENTOS	Número de pavimentos do imóvel
TESTADA PARA CALCULO	Testada
TIPO DE USO DO IMOVEL	Tipo de uso do imóvel
TIPO DE PADRAO DA CONSTRUCAO	29 tipos descritos na Tabela V – Tipos e padrões de construção. Integra a metodologia de apuração para a base de cálculo do IPTU
TIPO DE TERRENO	Posição do terreno (normal, de esquina, interno, de duas ou mais frentes ou lote de fundos)
FATOR DE OBSOLESCENCIA	Coeficientes de depreciação do valor dos prédios, pela idade. Os valores constam da Tabela IV – Fatores de obsolescência. Integra a metodologia de apuração para a base de cálculo do IPTU
ANO DE INICIO DA VIDA DO CONTRIBUINTE	Ano de início do contribuinte
MES DE INICIO DA VIDA DO CONTRIBUINTE	Mês de início do contribuinte
FASE DO CONTRIBUINTE	Sob consulta

FONTE: Prefeitura de São Paulo – GeoSampa

Com as informações de logradouro, número, bairro e CEP foi possível geocodificar os endereços atribuindo para cada ponto uma latitude e longitude. A qualidade da codificação de endereços depende da qualidade dos endereços coletados, da exatidão e exatidão do banco de dados de endereços, da quantidade de edição e padronização de endereços e das configurações do programa que determinam como um programa coincide com endereços (Kravets and Hadden, 2007).

As informações viárias para geocodificação dos pontos foram fornecidas pela Claro Brasil e o motor do geocodificador foi o *GeoAux Plus* do *MapInfo*. A qualidade da geocodificação é um fator muito importante (Zhan *et al.*, 2006). Com a finalidade de garantir que o mapeamento foi realizado no endereço correto foram usados critérios de classificação quanto ao tipo de mapeamento. Os códigos atribuídos foram:

1. Endereço completo com fronteira de bairro sem aproximação ou CEP e número completo com fronteira de bairro sem aproximação
2. Endereço completo sem fronteira de bairro sem aproximação
3. CEP e número completo sem fronteira de bairro sem aproximação
4. Endereço completo com fronteira de bairro com aproximação
5. CEP e número completo com fronteira de bairro com aproximação
6. CEP e número completo sem fronteira de bairro
7. CEP5
8. Bairro
9. Centroide urbano

Dos endereços, 92% foram geocodificado até o tipo 6 que classifica com maior precisão os endereços. Os 8% com uma qualidade de geocodificação mais baixa foram ignorados para esse estudo.

Com os pontos geocodificados no mapa é possível através das relações topológicas (Egenhofere and Franzosa, 1991) descobrir em qual célula do IBGE está contido o ponto mapeado. Com isso cada ponto recebe o código da célula da grade do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2016) onde está contido.

Pela variável “tipo de uso do imóvel” na tabela do IPTU, são identificados 36 tipos de uso de imóveis como mostra a tabela 4:

Tabela 4 - Tipos de uso do imóvel, área de terreno e quantidade descritas no IPTU de São Paulo

Tipo de uso do Imóvel	Agrupamento para classificação	Percentual da Área construída
Apartamento em condomínio	RESIDENCIAL	32%
Armazéns gerais e depósitos	COMERCIAL	2%
Asilo, orfanato, creche, seminário ou convento	RESIDENCIAL	0%
Cinema, teatro, casa de diversão, clube ou congênere	LAZER	0%
Clube esportivo	LAZER	0%
Cortiço	RESIDENCIAL	0%
Escola	SERVICOS	2%
Escritório/consultório em condomínio (unidade autônoma)	SERVICOS	4%
Estação rádio emissora, de televisão ou empresa jornalística	SERVICOS	0%
Flat de uso comercial (semelhante a hotel)	COMERCIAL	0%
Flat residencial em condomínio	RESIDENCIAL	0%
Garagem (exclusive em prédio em condomínio)	SERVICOS	0%
Garagem (unidade autônoma) de prédio de garagens	RESIDENCIAL	0%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de escritórios, consultórios ou misto	SERVICOS	0%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de uso exclusivamente residencial	RESIDENCIAL	1%
Hospital, ambulatório, casa de saúde e assemelhados	SERVICOS	1%
Hotel, pensão ou hospedaria	RESIDENCIAL	0%
Indústria	INDUSTRIA	4%
Loja	COMERCIAL	4%
Loja e residência (predominância comercial)	COMERCIAL	2%
Loja em edifício em condomínio (unidade autônoma)	COMERCIAL	1%
Oficina	COMERCIAL	1%
Outras edificações de uso coletivo, com utilização múltipla	RESIDENCIAL	1%

Continua na próxima
página

		Conclusão
Tipo de uso do Imóvel	Agrupamento para classificação	Percentual da Área construída
Outras edificações de uso comercial, com utilização múltipla	COMERCIAL	3%
Outras edificações de uso de serviço, com utilização múltipla	SERVICOS	1%
Outras edificações de uso especial, com utilização múltipla	OUTROS	1%
Posto de serviço	SERVICOS	0%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso exclusivamente residencial	RESIDENCIAL	1%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso misto (apartamentos e escritórios e/ou consultórios), com ou sem loja (predominância residencial)	RESIDENCIAL	0%
Prédio de escritório ou consultório, não em condomínio, com ou sem lojas	SERVICOS	3%
Prédio de escritório, não em condomínio, de uso misto (apartamentos e escritórios e/ou consultórios) com ou sem loja (predominância comercial)	COMERCIAL	0%
Residência	RESIDENCIAL	25%
Residência coletiva, exclusive cortiço (mais de uma residência no lote)	RESIDENCIAL	6%
Residência e outro uso (predominância residencial)	RESIDENCIAL	3%
Templo	OUTROS	1%
Terreno	OUTROS	0%

FONTE: Dados do IPTU da Prefeitura de São Paulo

Esses 36 tipos de uso são proporcionalizados na célula de *grids* com a finalidade de obtermos valores entre 0 e 1 para cada tipo de uso do imóvel dentro de

cada célula. Como será apresentado mais adiante, o *CDR* é marcado por célula, por isso esse procedimento se torna importante na análise de uso do solo.

O valor da área do terreno de cada tipo é somado dentro de cada célula da grade e dividido pela área total do terreno daquela célula. Exemplo: 30 m² da célula são escolas e 70 m² são lojas, logo a área da célula é 100m². $30/100=0,3$ que representa a área escola daquela célula.

Para facilitar a análise, os 36 tipos de uso do imóvel foram agrupados em 6 categorias: Residencial, Comercial, Serviços, Indústria, Lazer e Outros, como mostra a Tabela 4. Como observado, o uso de imóveis na cidade de São Paulo para fins residenciais é de 70%. Para ajudar nas análises de deslocamento, esse agrupamento residencial foi dividido em 4 classe: Residencial A, Residencial B, Residencial C e Residencial DE, baseado no centroide da célula em cruzamento com a classe definida no mapa de Setores Censitários.

4.2 Dados de telefonia móvel.

Nesse capítulo estão dispostos os métodos de aquisição e tratamento dos dados de telefonia móvel, além da inferência dos locais de residência e de estadias frequentes. A unidade de análise é o indivíduo que está georeferenciado dentro de uma célula de grade conforme será descrito nessa seção.

4.2.1. Aquisição.

Os *Call Detail Records* foram obtidos junto a operadora de telefonia móvel Claro Brasil, empresa do grupo *América Móvel*. Inicialmente o projeto propunha-se a estudar apenas a região de Paraisópolis, mas para fins de comparabilidade ampliou-se o estudo para outros aglomerados subnormais da cidade.

Para chegar ao *CDR* refinado primeiro foi realizada uma análise do *CDR* bruto. Foram escolhidas 10 Estações Rádio Bases (ERBs) distribuídas próximas as regiões de aglomerados subnormais da cidade (Figura 10). Estas ERBs foram monitoradas durante 30 dias para identificação de usuários únicos que se conectaram do dia 25/04/2016 à 25/05/2016.

Figura 10- ERBs monitoradas para aquisição dos CDR

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados do IBGE e da ANATEL

O foco neste estudo são usuários que passam frequentemente na região. Então foram selecionados os *IMEIs* (*International Mobile Equipment Identity*) que se conectaram por pelo menos 10 dias diferentes a essas ERBs. O *IMEI* é um código único que cada aparelho possui. A tabela abaixo ilustra um exemplo do fluxo de usuários únicos em uma das ERBs (Tabela 5).

Tabela 5 - Exemplo de número de Usuários Únicos que passaram pela ERB em 1 mês

Número de dias	Usuários Únicos	%
Apenas 1	24.767	52,07%
Entre 2 e 3	12.064	25,36%
Entre 4 e 10	7.766	16,33%
Acima de 10	2.967	6,24%
TOTAL	47.564	100,00%

FONTE: André Leite Rodrigues

Esses *IMEIs* únicos foram separados em uma lista utilizada para a extração no banco de dados dos *CDRs* refinados do dia 25/05/2016 à 09/08/2016 totalizando um período de 77 dias de dados, em uma tabela com aproximadamente 30 milhões de registros.

4.2.2. Tratamento e enriquecimento geográfico dos dados de celular.

Cada *CDR* contém um identificador anônimo do usuário, longitude, latitude e tempo em cada instância das ligações ou outro uso do celular (Alexander *et al.*, 2015). No caso desse estudo, os *IMEIs* foram substituídos por outro código para garantir o anonimato de cada usuário. As coordenadas dos dados são estimadas pela triangulação padrão algorítmica com acurácia que segundo Jiang *et al.* (2013) tem por volta de 200 metros.

Com a informação latitude e longitude (em WGS 84), foram mapeados os *CDRs* na cidade, criando um ponto para cada um dos registros. A Figura abaixo (Figura 11) ilustra alguns *CDRs* mapeados em São Paulo.

Figura 11 - *CDRs* mapeados na cidade de São Paulo

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados *CDR* da Claro Brasil.

Como cada *CDR* possui informações de data e hora do uso, foi inserido um campo com marcação de uma em uma hora para futuro agrupamento de tempo, como

realizado em *Jiang et al.* (2013). Outro procedimento feito foi identificar o dia da semana do uso (segunda, terça, quarta, quinta, sexta, sábado ou domingo) através da data, para ajudar em futuros filtros da análise espaço-temporal.

Para fazer a correlação desses pontos no espaço foi utilizada a marcação por célula (*Jiang et al.*, 2013) na grade censitária do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2016). Como a quantidade de registros é muito grande, foi desenvolvido um *script* em *MapBasic* para realizar a marcação em uma nova coluna na tabela do código único da célula do IBGE onde o *CDR* está contido espacialmente. Com isso cada registro ganhou um código de célula, dando uma identificação para o agrupamento espacial. A Figura 12 ilustra o procedimento.

Figura 12 - Procedimento de enriquecimento espacial dos dados *CDR*

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues

4.2.3. Inferência do local de residência a partir dos dados de celular.

Para realizar a definição da célula marcada como residência, foi feita uma adaptação do critério apresentado em *Alexander et al.* (2015). A prioridade foi identificar primeiramente os moradores de aglomerados subnormais, sabendo que essas áreas são predominantemente residenciais. Foram adotadas as seguintes seleções:

1. Se a célula em que o usuário aparece o maior número de dias diferentes for uma célula marcada como aglomerado subnormal, ou;
2. Se a célula em que o usuário aparece o maior número de dias diferentes entre segunda-feira e quinta-feira das 22 às 6 horas for uma célula de aglomerado subnormal, ou;

3. Se a célula em que o usuário aparece o maior número de dias diferentes entre nos finais de semana for uma célula de aglomerado subnormal.

Com esse critério, foram identificados 514 usuários únicos (14% dos monitorados no período) moradores de aglomerados subnormais com registros suficientes para identificação e análise dos deslocamentos.

Separando os usuários de áreas de aglomerados subnormais, foram marcadas as células de residência dos outros usuários seguindo a sequência dos passos 2 e 3. Foram identificados com isso, 3.158 usuários únicos não moradores de aglomerados subnormais que serviram para análises das dinâmicas espaço-temporais e comparação com os outros usuários.

O gráfico da Figura 13 mostra como ficou a distribuição dos usuários por classe social de local definido como residência.

Figura 13 - Gráfico da distribuição por classe social dos usuários monitorados.

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados de classe e CDR

4.2.4. Inferência de locais de revisita a partir dos dados de celular.

Em seu trabalho *Alexander et al. (2015)* dividem entre residência, trabalho e outros os locais de estadia identificados. Mais uma vez adaptando seu método para o contexto da área de estudo, procurou-se identificar como locais de estadia os grids

em que o usuário apareceu mais de 5 dias diferentes. A escolha de diminuir o número de dias se deve ao fator financeiro pois a população mais pobre usa menos a rede celular do que a população de alta renda. Como o objetivo principal é entender os deslocamentos cotidianos dessa população de baixa renda, fizemos essa adaptação de redução dos dias.

Portanto, para cada um dos usuários onde identificamos a residência na cidade de São Paulo, selecionamos as células onde ele esteve pelo menos 5 dias diferentes no período de monitoramento e que eram diferentes da célula marcada como casa.

Essas células foram divididas entre os cluster de tempo para análise de uso do solo e de deslocamento. Devido a condição de trabalho da população de baixa renda ser diferente (como por exemplo emprego de faxineira), optou-se por não criar um período de trabalho baseado em uma janela de horário comercial e sim através do próprio dado de tempo do *CDR* tentar inferir esses agrupamentos de deslocamento.

4.3. Delimitações espaço temporais.

Nessa seção são apresentados os métodos e cálculos desenvolvidos para análise de espaço e tempo.

4.3.1. Tratamento dos dados dos telefones celulares para análise espaço temporal.

Os dados dos *CDR* armazenam a hora, minuto e segundos que o usuário de telemóvel fez uma chamada ou acessou a internet. Com essa informação, para cada um dos registros foi feita a marcação para efetuar um agrupamento de uma em uma hora, assim cada registro recebeu um valor inteiro de 0 à 23.

O segundo campo temporal foi referente ao dia da semana utilizado, foi aplicado um valor de 1 a 7 sendo o primeiro domingo e o último sábado. Tal agrupamento serve para identificar os dias úteis dos finais de semana.

Feitas essas marcações, foi realizada uma contagem de dias da semana diferentes que o usuário apareceu na célula do IBGE para cada um dos grupos de

horário (0, 1, 2, 3, ..., 23). Como o *CDR* refinado pode gerar muitos pontos na mesma faixa de horário, esse tratamento evita a duplicidade do usuário, assim mesmo que ele tenha usado na mesma hora e no mesmo dia mais de 80 vezes o celular, vai contar como apenas uma estadia naquela célula na hora determinada. A tabela abaixo (Tabela 6) mostra um exemplo de como ficaram os dados tratados.

Tabela 6 - Exemplo de *CDR* tratado para análise temporal

ID do Usuário	Célula que usou o celular	Dia da Semana	Hora	Repetição de dias da semana
01353300488060	200ME57372N87166	5	14	1
86639302381335	200ME57372N87166	1	12	1
01376700415547	200ME57372N87166	4	5	1
35549606566906	200ME57372N87166	4	6	1
35549606566906	200ME57372N87166	4	7	1
35549606566906	200ME57372N87166	4	13	1
35908706191262	200ME57372N87166	3	7	1
35908706191262	200ME57372N87166	3	8	1
86639302381335	200ME57372N87166	1	8	1
86639302381335	200ME57372N87166	1	9	1

FONTE: Elabora por André Leite Rodrigues com dados *CDR*

4.3.2. Distância euclidiana entre origens e destinos inferidos.

Foram identificadas as células marcadas como residência de usuário (capítulo 4.2.3). Com essa identificação, foi realizado o cruzamento dos dados com a tabela dos agrupamentos espaciais. A residência é a Origem e a célula de estadia é o Destino, para cada um dos registros foi medida a distância entre Origem e Destino.

A realização desse processo levou em consideração o centroide de cada célula do IBGE. A distância foi medida de forma Euclidiana entre os pontos de origem (casa) e destino (célula em que estava durante o período do dia), com isso foi possível analisar quão distante de casa cada usuário estava nos períodos do dia.

Para calcular essa distância foi utilizada a ferramenta *Spider Graph* do *MapInfo*. A ferramenta cria linhas entre objetos em uma única tabela ou entre objetos de duas

tabelas com base em um identificador comum. No caso desse estudo, a tabela Origem possui o código da célula que identificamos como residência, usando o ID de cada usuário na tabela Destino é colocado o código da célula residência como chave de ligação, e classificado o campo para cálculo de distância a célula onde o usuário estava no período identificado do tempo.

A tabela resultante contém as linhas, bem como os atributos escolhidos a partir das tabelas de entrada, no caso o código da célula de origem, o código da célula de destino e uma coluna que armazena o comprimento de cada linha. A Figura abaixo (Figura 14) ilustra a função do *Spider Graph*.

Figura 14 - Exemplo de *Spider Graph*

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues

4.3.3. Distância pelas rotas de transporte público.

Para calcular as distâncias e tempos de viagem por transporte público, foi utilizado o conjunto de dados de rede baseado no *geodatabase* produzido no laboratório de geoprocessamento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo pelos critérios de modelagem elaborados por Diego Bocato Tomasiello (Tomasiello, 2016).

Repetindo o processo que levou em consideração o centroide de cada célula do IBGE, a distância foi medida por esse sistema de rede entre os pontos de origem (residência) e destino (célula em que estava durante o período do dia), levando em consideração a rota mais rápida.

Para realização desse cálculo, utilizou-se a Matriz de Custo OD disponível na ferramenta *Network Analyst* do *ArcGIS*. A matriz de custo OD encontra e mede os caminhos de menor custo ao longo da rede de múltiplas origens para múltiplos destinos. Como resultado obteve-se uma tabela com o identificador de Origem, identificador de destino, distância percorrida (transporte público) em metros e tempo do deslocamento em minutos.

4.3.4. Agrupamentos Espaço-Temporais.

Com os dados de distância euclidiana por período, foram elaborados gráficos para realização do agrupamento das faixas de horários utilizadas nos resultados desse estudo.

Primeiramente foram analisadas as distâncias que os usuários estavam de sua residência nos dias úteis (de segunda-feira à sexta-feira). O gráfico da Figura 17 no capítulo de resultados, mostra dentro dos dias úteis, a distância média que os usuários de telefone celular estavam de casa durante o dia. Foram separados os moradores de aglomerados subnormais dos demais. Já o gráfico da Figura 18 mostra o mesmo dado para os finais de semana (sábado e domingo).

4.3.5. Atribuição dos Perfis de Uso do Solo.

Em cada célula foi registrado o percentual de uso do solo correspondente. As células podem abranger mais de um tipo de solo por isso foi feita a normalização dos valores para fazer a inferência aplicando a seguinte equação 1. Em outras palavras para cada célula em que foi detectada a presença de usuários, considerou-se os percentuais de classe do uso do solo correspondente.

$$(1) \quad Ua = \frac{\sum a}{N}$$

Onde:

Ua : Tipo A de uso do solo;

$\sum a$: soma dos valores de utilização do solo tipo A;

N : Número de células com usuários analisados.

Selecionando todas as células identificadas como destinos frequentes dos usuários e adicionando os valores de uso do solo atribuídos para cada uma das classes, se dividirmos pelo número total de células analisadas, temos a porcentagem de cada tipo de uso do solo nas visitas. A soma de todas estas porcentagens será igual a um, a Figura 15 ilustra o processo.

Figura 15 - Exemplo de cálculo de Uso de Solo

a= 0,63 b=0,37	a= 0,25 b=0,50 c=0,10 d=0,15
C=1	b=0,5 d=0,5

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues

Com isso, foi calculado o uso do solo fazendo a somatória, o resultado da soma de todos dos tipos diferentes deve ser sempre 1 (equação 2).

$$(2) \quad \frac{\sum a}{N} + \frac{\sum b}{N} + \frac{\sum c}{N} + \frac{\sum d}{N} = 1$$

4.3.6 Cálculo das rotas de transporte público mais utilizadas.

Para ter uma visão espacial das concentrações dos moradores de assentamentos precários pelas rotas de transporte público em seus deslocamentos cotidianos mais frequentes considerando o agrupamento de faixas de horário, foi selecionado para cada um dos moradores (dentro de cada agrupamento de tempo desse estudo) o destino com maior quantidade de revisitas mais distante da célula marcada como residência.

Utilizando novamente o *Network Analyst*, foram calculadas as rotas para esses destinos selecionados, resultando em uma camada espacial de linhas onde cada uma delas contém um identificador único mostrando a rota do usuário baseada no transporte público para seu destino mais frequente. Esse procedimento foi repetido para cada uma das faixas de horário.

Como essas rotas podem sobrepor os mesmos trechos das vias públicas, para obter a densidade de usuários passando por cada trecho foi feito um *buffer* de 5 metros para cada uma dessas rotas e em seguida feita uma consulta espacial para selecionar o trecho de via totalmente contido no *buffer* e seus códigos identificadores foram exportados para um arquivo no formato de texto. Esse script automatizado foi elaborado na interface de programação *Python* dentro do *ArcGIS*.

Após exportados, os arquivos de texto foram unificados e levado para um banco de dados do *Access* onde foi feita uma consulta para criar uma tabela com o código dos identificadores e a quantidade de vezes que eles aparecem.

Essa informação é levada novamente ao *ArcGIS* onde é realizada a junção entre a tabela e a feição espacial possibilitando a produção do mapa de densidade de usuários por trecho de passagem do transporte público. A Figura 16 ilustra o exemplo.

Figura 16 - Exemplo de espacialização de densidade de usuários nas vias.

FONTE: André Leite Rodrigues

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse capítulo apresenta os resultados para cada uma das faixas de agrupamento de tempo elaboradas a partir das distâncias médias do local de residência.

Figura 17 - Gráfico das Distâncias médias dos moradores de suas residências por hora ao longo dos dias úteis (em quilômetros).

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados de tempo dos CDRs

O gráfico mostra que a média de distância das residências dos moradores de aglomerados subnormais é maior do que o restante em quase todos os períodos do dia. Pelo gráfico podemos verificar um padrão, a partir do qual foram definidos os seguintes agrupamentos de tempo para análise nos dias úteis:

- 0 às 5 horas: Horário em que a média de distância de casa é mais baixa;
- 5 às 18 horas: Horário em que os moradores de Aglomerados Subnormais estão acima de 6 quilômetros de casa;
- 18 as 20 horas: Onde a média de distância de casa começa a baixar, indicando um deslocamento;
- 20 à 0: As médias de distância estão entre 3 e 4 quilômetros.

Para os finais de semana (sábado e domingo), as distâncias médias diminuem como mostra o gráfico seguinte (Figura 18). Também não existem grandes disparidades nas médias por isso optou-se por manter apenas um agrupamento para todo fim de semana.

Figura 18 - Gráfico das Distâncias médias dos moradores de suas casas por hora nos sábados e domingos (em quilômetros).

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados de tempo dos CDRs

5.1 Locais de revisita frequentes entre 0 e 5 horas diferentes de casa (dias úteis).

Mais de 35% dos destinos de deslocamentos frequentes nesse período de tempo estavam localizados até 500 metros em distância euclidiana da célula marcada como casa (Figura 19), indicando que nesse período as atividades estavam concentradas mais próximas das residências para maioria dos moradores. A Figura 20, mostra um mapa com a concentração de densidade de células de revisita na cidade. Nesse mapa estão todas as células de revisita frequente de cada usuário. A Figura 21 ilustra as distâncias percorridas entre casa e células de estadia.

Notou-se que a concentração de deslocamentos estava nas áreas próximas as favelas. A exceção que se destacou estava próxima ao eixo urbano entre Sé e

Jabaquara, local por onde passa a linha 1 azul do metrô cujo horário de funcionamento é das 4 horas até 0h e 30 minutos.

Figura 19 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário no período entre 0 e 5 horas da manhã.

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

Na Figura 22, o mapa mostra a rota de transporte público mais rápida de sua origem para o destino frequente mais distante de sua residência. Observou-se que caso fosse usado o transporte público nesse deslocamento, as vias de maior concentração de uso seriam a Avenida Giovanni Gronchi entre a zona Sul e Centro Oeste, a Avenida Deputado Candido Sampaio na zona Norte e a Avenida Sapopemba na zona Leste.

Figura 20 - Áreas de estadia frequentes entre 0 e 5 horas (diferente de casa)

FONTE: André Leite Rodrigues

Figura 21 - Orientação dos deslocamentos frequentes entre 0 e 5 horas

FONTE: André Leite Rodrigues

Figura 22 – Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência entre 0 e 5 horas

FONTE: André Leite Rodrigues

A Figura 23 mostra o diagrama de caixas para comparar a distância dos deslocamentos pelas vias de transporte público em metros. Nesse gráfico notou-se que a maioria de moradores está concentrado em uma faixa próxima de deslocamento, fortalecendo a observação feita pelo mapa de densidade de destinos frequentes. A Tabela 7 apresenta os dados obtidos da comparação.

Figura 23-Diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 0 e 5 horas dos dias úteis.

FONTE: André Leite Rodrigues

Tabela 7: Dados do diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 0 e 5 horas dos dias úteis.

	<i>Distância (metros)</i>			
	Leste	Norte	Oeste	Sul
<i>1ºQuartil</i>	2446,36	3269,62	1905,06	5731,07
<i>3ºQuartil</i>	8065,11	13819,44	14519,86	20431,94
<i>Mediana</i>	5217,78	8421,69	3883,72	16594,71
<i>Média</i>	7562,16	11368,26	8942,84	14956,83

FONTE: André Leite Rodrigues

No histograma de distribuição do uso de solo (Figura 24) o predomínio é de 85% nas áreas residências, acima dos 70% da distribuição espacial desse tipo de uso na cidade. Somando as classes CDE (classe dos aglomerados subnormais), temos 50% do uso do solo demarcado, o que pode indicar, levando em consideração também as distâncias, que mesmo não estando em casa, as atividades rotineiras nessa faixa de horário ainda acontecem nas estruturas próximas a favela.

Figura 24 - Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente entre 0 e 5 horas

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR, de classe e uso de solo.

Na tabela de distribuição do uso do imóvel com 36 tipos (Tabela 8) o destacou-se o uso em apartamento em condomínio, representando 21%. Uma hipótese para explicar esses números é que áreas próximas a favela possuem prédios residenciais que podem ser considerados polos geradores de empregos de baixa remuneração, por exemplo porteiros ou vigias noturnos. Como nessa faixa de horário a disponibilidade de transporte é baixa, a opção por trabalhadores que moram próximo pode fortalecer essa hipótese.

Tabela 8 - Distribuição do tipo de uso do imóvel em 36 categorias do IPTU nos pontos de estadia frequente entre 0 e 5 horas

TIPO DE USO	% do período
Apartamento em condomínio	20,8%
Armazéns gerais e depósitos	0,8%
Asilo, orfanato, creche, seminário ou convento	0,3%
Cinema, teatro, casa de diversão, clube ou congêneres	0,0%
Clube esportivo	0,4%
Cortiço	2,6%
Escola	1,7%
Escritório/consultório em condomínio (unidade autônoma)	1,1%
Estação radioemissora, de televisão ou empresa jornalística	0,0%
Flat de uso comercial (semelhante a hotel)	0,1%
Flat residencial em condomínio	0,0%
Garagem (exclusive em prédio em condomínio)	0,1%
Garagem (unidade autônoma) de prédio de garagens	0,0%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de escritórios, consultórios ou misto	0,1%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de uso exclusivamente residencial	0,8%
Hospital, ambulatório, casa de saúde e assemelhados	0,3%
Hotel, pensão ou hospedaria	0,2%
Indústria	1,6%
Loja	3,5%
Loja e residência (predominância comercial)	2,4%
Loja em edifício em condomínio (unidade autônoma)	0,2%
Oficina	0,5%
Outras edificações de uso coletivo, com utilização múltipla	0,5%
Outras edificações de uso comercial, com utilização múltipla	2,1%
Outras edificações de uso de serviço, com utilização múltipla	0,4%
Outras edificações de uso especial, com utilização múltipla	0,4%
Posto de serviço	0,6%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso exclusivamente residencial	0,4%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso misto, com ou sem loja (predominância residencial)	0,3%
Prédio de escritório ou consultório, não em condomínio, com ou sem lojas	1,4%
Prédio de escritório, não em condomínio, de uso misto com ou sem loja (predominância comercial)	0,0%
Residência	37,7%
Residência coletiva, exclusive cortiço (mais de uma residência no lote)	11,2%
Residência e outro uso (predominância residencial)	5,9%
Templo	1,3%
Terreno	0,0%

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR e do IPTU de São Paulo

5.2 Locais de revisita frequentes entre 5 e 18 horas diferentes de casa (dias úteis).

Nesse intervalo de tempo, a situação mudou, sendo que mais de 40% dos locais de revisita frequentes estavam acima de dois quilômetros de casa em distância euclidiana (Figura 25).

Figura 25 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário no período entre 5 e 18 horas

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR.

Por ser um horário de atividades que abrange grande parte do horário considerado comercial na cidade, todos os meios de transporte público já estão funcionando, o que facilita o deslocamento. Observamos anteriormente pelo gráfico das distâncias médias dos moradores de suas casas por hora ao longo dos dias úteis (Figura 17), os moradores de aglomerados subnormais iniciam sua jornada mais cedo, estando em média 6,43 quilômetros de casa às 5 horas da manhã.

No mapa de densidade das estadias frequentes nessa faixa de horário (Figura 26), podemos ver que apesar de ainda ser possível verificar estadias frequentes próximas a região das favelas, as densidades estavam mais esparsas pela cidade. A Figura 27 mostra as distâncias percorridas da origem aos destinos e ilustra melhor essa dispersão.

Figura 26 - Áreas de estadia frequentes entre 5 e 18 horas (diferente de casa)

FONTE: André Leite Rodrigues

Figura 27 - Orientação dos deslocamentos frequentes entre 5 e 18 horas

FONTE: André Leite Rodrigues Figura

Figura 28 - Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência entre 5 e 18 horas

FONTE: André Leite Rodrigues

Na Figura 28, o mapa mostra a rota de transporte público mais rápida de sua origem para o destino frequente mais distante de sua residência. A avenida Giovanni Gronchi, entre a zona Sul e Centro Oeste, continuou chamando atenção, porém o eixo da linha esmeralda da CPTM também ganhou destaque. A Avenida Deputado Candido Sampaio, na zona Norte, continuou sendo o eixo de destaque da região. Na zona leste, observou-se que o eixo sobre trilhos que liga até as regiões centrais da cidade teve maior densidade de viagens.

A Figura 29 mostra o diagrama de caixas para comparar a distância dos deslocamentos pelas vias de transporte público em metros. Nesse gráfico pode ser observado que houve um aumento da faixa entre o primeiro e terceiro quartil do agrupamento, mostrando deslocamentos mais dispersos. Além disso, a distância média também apresentou um aumento. A tabela 9 apresenta os dados obtidos da comparação.

Comparando o período entre 0 e 5 horas ao período entre 5 e 18 horas, os moradores dos aglomerados subnormais na zona leste estão mais distantes de casa. A média sobe, aproximadamente, 13 quilômetros e foi o maior crescimento entre todas as regiões observadas. O que pesou nesse aumento foi o fato dos deslocamentos para região central da cidade crescerem nessa faixa de horário em todas as zonas da cidade, porém por ser mais distante do centro, o destaque foi maior na zona leste.

Figura 29 - Diagrama de caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 5 e 18 horas dos dias úteis.

FONTE: André Leite Rodrigues

Tabela 9: Dados do diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 5 e 18 horas dos dias úteis.

DISTÂNCIA (METROS)				
	Leste	Norte	Oeste	Sul
1ºQUARTIL	6031,65	8171,36	10017,94	9808,98
3ºQUARTIL	31107,28	25018,23	25459,39	25254,72
MEDIANA	18082,18	17306,67	14475,22	18619,61
MÉDIA	20039,40	17976,54	17563,23	17675,58

FONTE: André Leite Rodrigues

O uso de solo residencial AB aumentou nesse período dos dias úteis em 3%, enquanto o CDE diminuiu 7% (Figura 30), o que mostra um deslocamento para as áreas mais ricas da cidade, que mesmo sendo áreas de predomínio residencial, ainda

são polos geradores de empregos, como por exemplo porteiros, faxineiros, funcionários de pequenos comércios locais, entre outras atividades.

O uso de comércio, serviços e indústria cresceu 4% em relação ao período anterior. A Figura 24 mostra que áreas como o eixo da linha esmeralda da CPTM e a parte central da cidade, receberam grande número de moradores dos aglomerados subnormais nesse período.

Figura 30 - Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente entre 5 e 18 horas

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR, de classe e uso de solo.

Pela tabela mostrando os 36 usos predominantes dos imóveis comparando o crescimento em relação ao período das 0 às 5 horas (tabela 10), podemos observar que os usos de imóveis comerciais e industriais cresceram. Já o setor de serviços tem crescimento nas revisitas em áreas de escritórios e consultórios. O residencial diminuiu a quantidade de células de revisita nos apartamentos em condomínio, nos cortiços, residências coletivas e residências de uso misto.

Tabela 10- Percentual de área dos imóveis nas células de destinos frequentes entre 5 e 18 horas comparados com o período de 0 às 5 horas

TIPO DE USO	Mudança no perfil de uso em relação ao período de 0 a 5 horas
Loja	0,9%
Escritório/consultório em condomínio (unidade autônoma)	0,9%
Residência	0,7%
Prédio de escritório ou consultório, não em condomínio, com ou sem lojas	0,5%
Outras edificações de uso comercial, com utilização múltipla	0,4%
Loja e residência (predominância comercial)	0,2%
Armazéns gerais e depósitos	0,2%
Indústria	0,2%
Oficina	0,1%
Loja em edifício em condomínio (unidade autônoma)	0,1%
Flat de uso comercial (semelhante a hotel)	0,1%
Hospital, ambulatório, casa de saúde e assemelhados	0,1%
Outras edificações de uso de serviço, com utilização múltipla	0,1%
Hotel, pensão ou hospedaria	0,1%
Outras edificações de uso coletivo, com utilização múltipla	0,1%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de escritórios, consultórios ou misto	0,1%
Outras edificações de uso especial, com utilização múltipla	0,1%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso misto, com ou sem loja (predominância residencial)	0,0%
Prédio de escritório, não em condomínio, de uso misto com ou sem loja (predominância comercial)	0,0%
Cinema, teatro, casa de diversão, clube ou congêneres	0,0%
Garagem (unidade autônoma) de prédio de garagens	0,0%
Garagem (exclusiva em prédio em condomínio)	0,0%
Estação radioemissora, de televisão ou empresa jornalística	0,0%
Flat residencial em condomínio	0,0%
Clube esportivo	0,0%
Terreno	0,0%
Posto de serviço	-0,1%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de uso exclusivamente residencial	-0,1%
Escola	-0,1%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso exclusivamente residencial	-0,1%
Asilo, orfanato, creche, seminário ou convento	-0,1%
Templo	-0,1%
Residência e outro uso (predominância residencial)	-0,9%
Cortiço	-1,0%
Residência coletiva, exclusiva cortiço (mais de uma residência no lote)	-1,1%
Apartamento em condomínio	-1,6%

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR e de uso de solo.

5.3 Locais de revisita frequentes entre 18 e 20 horas diferentes de casa (dias úteis).

Para o intervalo de tempo entre 18 e 20 horas, notamos que as distâncias em relação a casa diminuíram (Figura 31) em relação ao período anterior.

Figura 31 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário no período entre 18 e 20 horas

FONTE: Elaborado por André Leite rodrigues com dados CDR

Conforme observamos anteriormente pelo gráfico das distâncias médias dos moradores de suas casas por hora ao longo dos dias úteis (Figura 17), as distâncias médias começaram a diminuir nesse período o que pode indicar um período de deslocamento pós trabalho e antes de ir para casa.

Pelo mapa de densidade das células de estadia frequente (Figura 32), observou-se uma certa dispersão com algumas concentrações ainda próximas às áreas comerciais, porém com maior concentração próxima as áreas dos aglomerados subnormais. O mapa dos deslocamentos (Figura 33) reforça as observações.

Na Figura 34, o mapa mostra a rota de transporte público mais rápida de sua origem para o destino frequente mais distante de sua residência. Pode observar-se que os volumes diminuíram, mas são os mesmos eixos do período anterior que chamam atenção.

Figura 32- Áreas de estadia frequentes entre 18 e 20 horas (diferente de casa)

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

Figura 33 -Orientação dos deslocamentos frequentes entre 18 e 20 horas

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

Figura 34 - Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência entre 18 e 20 horas

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

A Figura 35 mostra o diagrama de caixas para comparar a distância dos deslocamentos pelas vias de transporte público em metros. Nesse gráfico podemos observar que as distâncias e diferenças entre o primeiro e terceiro quartil diminuíram. Na tabela 11 podemos observar os valores.

Figura 35-Diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 18 e 20 horas dos dias úteis.

FONTE: André Leite Rodrigues

Tabela 11: Dados do diagrama de caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 18 e 20 horas dos dias úteis.

	DISTÂNCIA (METROS)			
	Leste	Norte	Oeste	Sul
1ºQUARTIL	4303,98	3394,71	3456,46	3884,20
3ºQUARTIL	19272,63	20078,41	17309,53	19976,98
MEDIANA	7435,95	11091,86	9858,02	13533,78
MÉDIA	12770,76	12572,17	11651,75	13567,78

FONTE: André Leite Rodrigues

Como mostra o gráfico (Figura 36), o uso do solo de revisita residencial AB caiu para 29% enquanto CDE subiu para 48% quase retornando aos patamares do período entre 0 e 5 horas. O uso de solo comercial e de serviços se manteve estável, porém pela dispersão no mapa (Figura 33), podemos inferir de que se trata de um uso mais local do que central. O indicador de revisita da indústria diminuiu e o do lazer subiu.

Figura 26-Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente entre 18 e 20 horas

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR, de classe e uso de solo.

Pela tabela mostrando os 36 usos predominantes dos imóveis comparando o crescimento em relação ao período das 5 às 18 horas (tabela 12), podemos observar que praticamente todos os percentuais cresceram em relação ao período anterior com exceção do residencial (geral e não discriminado).

Tabela 12- Percentual de área dos imóveis nas células de destinos frequentes entre 18 e 20 horas comparados com o período de 5 às 18 horas

TIPO DE USO	Mudança no perfil de uso em relação ao período de 5 a 18 horas
Cortiço	0,5%
Residência e outro uso (predominância residencial)	0,5%
Residência coletiva, exclusive cortiço (mais de uma residência no lote)	0,5%
Loja	0,5%
Loja e residência (predominância comercial)	0,4%
Apartamento em condomínio	0,4%
Templo	0,2%
Oficina	0,1%
Clube esportivo	0,1%
Posto de serviço	0,1%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso exclusivamente residencial	0,1%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de uso exclusivamente residencial	0,0%
Hospital, ambulatório, casa de saúde e assemelhados	0,0%
Cinema, teatro, casa de diversão, clube ou congênere	0,0%
Estação radioemissora, de televisão ou empresa jornalística	0,0%
Garagem (unidade autônoma) de prédio de garagens	0,0%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso misto, com ou sem loja (predominância residencial)	0,0%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de escritórios, consultórios ou misto	0,0%
Terreno	0,0%
Prédio de escritório, não em condomínio, de uso misto com ou sem loja (predominância comercial)	0,0%
Flat residencial em condomínio	0,0%
Garagem (exclusive em prédio em condomínio)	0,0%
Loja em edifício em condomínio (unidade autônoma)	0,0%
Asilo, orfanato, creche, seminário ou convento	0,0%
Flat de uso comercial (semelhante a hotel)	0,0%
Outras edificações de uso especial, com utilização múltipla	-0,1%
Outras edificações de uso coletivo, com utilização múltipla	-0,1%
Outras edificações de uso de serviço, com utilização múltipla	-0,1%
Hotel, pensão ou hospedaria	-0,1%
Outras edificações de uso comercial, com utilização múltipla	-0,1%
Armazéns gerais e depósitos	-0,2%
Escola	-0,3%
Escritório/consultório em condomínio (unidade autônoma)	-0,3%
Prédio de escritório ou consultório, não em condomínio, com ou sem lojas	-0,3%
Indústria	-0,3%
Residência	-1,5%

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR e de uso de solo.

5.4 Locais de revisita frequentes entre 20 e 0 horas diferentes de casa (dias úteis).

Nesse intervalo de tempo, a situação mudou, sendo que por volta 47% dos locais de revisita frequentes estavam até 500 metros em distância euclidiana da célula casa (Figura 37).

Figura 3 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário no período entre 20 e 0 horas

FONTE: Dados CDR

Conforme observamos anteriormente pelo gráfico das distâncias médias dos moradores de suas casas por hora ao longo dos dias úteis (Figura 17), as distâncias médias diminuíram nesse período, o que indica que os deslocamentos frequentes foram próximos a sua região de moradia.

Pelo mapa de densidade das células de estadia frequente (Figura 38) e o mapa das distâncias dos deslocamentos (Figura 39), observou-se uma concentração dos locais de revisita próximos a área residencial, com poucas dispersões em áreas centrais da cidade.

Na Figura 40, o mapa mostra a rota de transporte público mais rápida de sua origem para o destino frequente mais distante de sua residência. Podemos observar que os volumes de rotas para região central diminuíram, voltando a chamar atenção os trechos mais próximos das favelas.

Figura 38 - Áreas de estadia frequentes entre 20 e 0 horas (diferente de casa)

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR.

Figura 39 - Orientação dos deslocamentos frequentes entre 20 e 0 horas

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

Figura 40 - Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência entre 20 e 0 horas

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

A Figura 41 mostra o diagrama de caixas para comparar da distância dos deslocamentos pelas vias de transporte público em metros. Nesse gráfico podemos observar que as distâncias e diferenças entre o primeiro e terceiro quartil voltaram a um patamar próximo a primeira faixa das 0 a 5 horas. Na tabela 13 podemos observar os valores.

Figura 41-Diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 20 e 0 horas dos dias úteis.

FONTE: André Leite Rodrigues

Tabela 13: Dados do diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 18 e 20 horas dos dias úteis.

	DISTÂNCIA (METROS)			
	Leste	Norte	Oeste	Sul
1ºQUARTIL	4214,65	3974,25	2967,13	3766,24
3ºQUARTIL	15709,82	18122,90	19644,93	18490,84
MEDIANA	7088,13	7838,50	12678,61	12655,50
MÉDIA	11949,72	11267,80	12726,38	12918,40

FONTE: André Leite Rodrigues

Como mostra o gráfico (Figura 42), o uso do solo de revisita residencial AB subiu 2% em relação ao período anterior, alcançando o patamar da faixa de tempo entre 0 e 5 horas, enquanto CDE subiu para 50%, retornando aos patamares do período entre 0 e 5 horas. Houve uma diminuição do uso de comercial e de serviços.

Figura 4 - Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente entre 20 e 0 horas

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR, de classe e uso de solo.

Pela tabela mostrando os 36 usos predominantes dos imóveis comparando o crescimento em relação ao período das 18 às 20 horas (tabela 14), podemos observar que praticamente todos os percentuais diminuíram em relação ao período anterior com exceção do residencial (geral e não discriminado).

Tabela 14 - Percentual de área dos imóveis nas células de destinos frequentes entre 20 e 23 horas comparados com o período de 18 às 20 horas

TIPO DE USO	Mudança no perfil de uso em relação ao período de 18 a 20 horas
Residência	2,7%
Residência coletiva, exclusive cortiço (mais de uma residência no lote)	0,9%
Residência e outro uso (predominância residencial)	0,4%
Apartamento em condomínio	0,4%
Cortiço	0,1%
Posto de serviço	0,1%
Asilo, orfanato, creche, seminário ou convento	0,0%
Escola	0,0%
Terreno	0,0%
Flat residencial em condomínio	0,0%
Prédio de escritório, não em condomínio, de uso misto com ou sem loja (predominância comercial)	0,0%
Indústria	0,0%
Estação radioemissora, de televisão ou empresa jornalística	0,0%
Flat de uso comercial (semelhante a hotel)	0,0%
Cinema, teatro, casa de diversão, clube ou congênere	0,0%
Garagem (unidade autônoma) de prédio de garagens	0,0%
Garagem (exclusive em prédio em condomínio)	0,0%
Outras edificações de uso coletivo, com utilização múltipla	-0,1%
Outras edificações de uso de serviço, com utilização múltipla	-0,1%
Clube esportivo	-0,1%
Hotel, pensão ou hospedaria	-0,1%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de escritórios, consultórios ou misto	-0,1%
Armazéns gerais e depósitos	-0,1%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso exclusivamente residencial	-0,1%
Outras edificações de uso especial, com utilização múltipla	-0,1%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de uso exclusivamente residencial	-0,1%
Templo	-0,1%
Loja em edifício em condomínio (unidade autônoma)	-0,1%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso misto, com ou sem loja (predominância residencial)	-0,2%
Hospital, ambulatório, casa de saúde e assemelhados	-0,2%
Oficina	-0,2%
Outras edificações de uso comercial, com utilização múltipla	-0,2%
Loja e residência (predominância comercial)	-0,4%
Prédio de escritório ou consultório, não em condomínio, com ou sem lojas	-0,5%
Escritório/consultório em condomínio (unidade autônoma)	-0,7%
Loja	-1,1%

FONTE: Dados CDR

5.5 Locais de revisita frequentes nos finais de semana diferentes de casa

Nos finais de semana, a distribuição das distâncias das células de estadia frequente foi muito similar aos períodos de 0 a 5 horas e 20 a 0 horas (Figura 43).

Figura 43 - Gráfico das Distâncias das células de estadia frequentes em relação a casa do Usuário nos finais de semana

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

Conforme observamos anteriormente pelo gráfico das distâncias médias dos moradores de suas casas por hora ao longo do final de semana (Figura 18), as distâncias médias de casa por hora não apresentaram uma grande oscilação.

Pelo mapa de densidade das células de estadia frequente (Figura 44) e o mapa das distâncias de casa (Figura 45), observou-se que a grande concentração de pontos de estadia frequentes está próxima a região dos aglomerados subnormais, porém existem locais de visita nas zonas centrais da cidade onde existem possíveis polos geradores de tráfego.

Figura 44- Áreas de estadia frequentes nos finais de semana (diferente de casa)

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

Figura 45- Orientação dos deslocamentos frequentes nos finais de semana

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

Figura 46- Rotas de transporte público estimadas para ponto de revisita frequente mais distante da residência nos finais de semana

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR

Na Figura 46, o mapa mostra a rota de transporte público mais rápida de sua origem para o destino frequente mais distante de sua residência. Foi possível observar uma grande dispersão pela cidade.

A Figura 47 mostra o diagrama de caixas para comparar a distância dos deslocamentos pelas vias de transporte público em metros. Na tabela 15 podemos observar os valores.

Figura 47-Diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo no final de semana.

FONTE: André Leite Rodrigues

Tabela 15: Dados do diagrama de Caixa das distâncias estimadas de rotas em Transporte Público dos moradores de aglomerados subnormais monitorados para seus destinos frequentes mais distantes de casa - separada por zonas no agrupamento de tempo entre 18 e 20 horas dos dias úteis.

DISTÂNCIA (METROS)				
	Leste	Norte	Oeste	Sul
1ºQUARTIL	5261,55	8124,15	8009,83	8347,04
3ºQUARTIL	26979,56	26014,76	21956,71	23821,33
MEDIANA	11373,76	16095,09	15483,22	15856,26
MÉDIA	17011,26	17571,13	15835,02	17664,39

FONTE: André Leite Rodrigues

Como mostra o gráfico (Figura 48), o uso do solo de revisita residencial foi de 80%, muito parecido com o período noturno dos dias úteis. Comércio, serviço e indústria somam 18%.

Figura 48- Histograma de distribuição do tipo de uso de solo nos pontos de estadia frequente nos finais de semana (sábado e domingo)

FONTE: Elaborado por André Leite Rodrigues com dados CDR, de classe e uso de solo.

Pela tabela mostrando os 36 usos predominantes dos imóveis (tabela16), podemos observar os percentuais de distribuição nos finais de semana.

Tabela 16- Percentual de área dos imóveis nas células de destinos frequentes nos finais de semana

TIPO DE USO	% do período
Apartamento em condomínio	19%
Armazéns gerais e depósitos	1%
Asilo, orfanato, creche, seminário ou convento	0%
Cinema, teatro, casa de diversão, clube ou congênere	0%
Clube esportivo	0%
Cortiço	2%
Escola	2%
Escritório/consultório em condomínio (unidade autônoma)	1%
Estação radioemissora, de televisão ou empresa jornalística	0%
Flat de uso comercial (semelhante a hotel)	0%
Flat residencial em condomínio	0%
Garagem (exclusive em prédio em condomínio)	0%
Garagem (unidade autônoma) de prédio de garagens	0%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de escritórios, consultórios ou misto	0%
Garagem (unidade autônoma) em edifício em condomínio de uso exclusivamente residencial	1%
Hospital, ambulatório, casa de saúde e assemelhados	0%
Hotel, pensão ou hospedaria	0%
Indústria	2%
Loja	4%
Loja e residência (predominância comercial)	3%
Loja em edifício em condomínio (unidade autônoma)	0%
Oficina	1%
Outras edificações de uso coletivo, com utilização múltipla	1%
Outras edificações de uso comercial, com utilização múltipla	2%
Outras edificações de uso de serviço, com utilização múltipla	0%
Outras edificações de uso especial, com utilização múltipla	0%
Posto de serviço	1%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso exclusivamente residencial	0%
Prédio de apartamento, não em condomínio, de uso misto, com ou sem loja (predominância residencial)	0%
Prédio de escritório ou consultório, não em condomínio, com ou sem lojas	2%
Prédio de escritório, não em condomínio, de uso misto com ou sem loja (predominância comercial)	0%
Residência	40%
Residência coletiva, exclusive cortiço (mais de uma residência no lote)	11%
Residência e outro uso (predominância residencial)	6%
Templo	1%
Terreno	0%

FONTE: Dados CDR

5.6 Comparação da Distribuição espaço temporal durante os períodos.

O gráfico (Figura 49), a seguir, resume a distribuição do percentual ocupado nas células de estadia frequente pelos moradores de aglomerados subnormais na cidade de São Paulo. As oscilações já foram tratadas no decorrer desse capítulo, o gráfico (Figura 49) apenas facilita a visualização e entendimento do uso da cidade nos diferentes períodos.

O importante é observar as mudanças nos percentuais do tipo de uso do solo ocupado para cada período mostrando uma movimentação entre áreas de diferentes características na cidade.

Figura 49 - Gráfico de distribuição do uso do solo por período

FONTE: Dados CDR

6 CONCLUSÕES

Os usos dos métodos aplicados em estudos internacionais dos *CDRs* como fonte de informação na análise da mobilidade humana se mostraram totalmente adaptáveis para aplicação em estudos no Brasil.

Usar a base de dados do *CDR* bruto, selecionando apenas as estações rádio bases próximas as regiões do estudo constituíram um avanço de filtragem espacial que permitiu o direcionamento do estudo para as áreas de favelas, reduzindo o volume de dados para os usuários únicos frequentes na região. Esse procedimento possibilitou uma coleta direcionada do *CDR* de avistamento, o qual, devido sua melhor acurácia, foi fundamental para identificar os moradores de assentamentos precários dentro da heterogeneidade espacial das faixas de renda dentro da cidade de São Paulo.

Através dos dados de posição no tempo em múltiplos dias, foi possível identificar alguns padrões importantes nas estadias cotidianas dos moradores de áreas precárias em São Paulo. Um exemplo é o fato de que nas faixas de horário comercial, moradores de assentamentos precários estão em média mais distantes do seu local de residência do que os moradores de áreas sem essa condição de precariedade. Também foi possível estimar as prováveis rotas por transporte público utilizadas pelos moradores de favelas em seu deslocamento cotidiano entre sua origem e destino.

Entretanto, as limitações do *CDR* para analisar os motivos de viagem, o modal utilizado e o horário de saída e chegada entre as origens e destinos ainda se mostra um desafio que precisa ser superado.

A tentativa de utilizar os perfis de uso do solo através dos dados do IPTU de São Paulo, mostrou oscilações importantes entre os tipos classificados de áreas de estadias frequentes diferentes do local de residência o que pode servir como base para tentar inferir diferentes padrões de motivos de viagem. Estimar rotas pelos trajetos de transporte público pode ajudar a apontar os prováveis trajetos, porém se mostra de pouca ajuda para estimar os fluxos por faixa de horário pois a informação das horas de partida ainda é incerta pelos dados do *CDR*.

Ainda existe muito para ser trabalhado na melhoria das análises da mobilidade urbana utilizando os dados *CDR*. Neste estudo avançamos um passo no uso desses métodos para ajudar a entender os deslocamentos da população de condições financeiras precárias na cidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS

- Ahmed, N. and Miller, H. J. (2007) 'Time-space transformations of geographic space for exploring, analyzing and visualizing transportation systems', *Journal of Transport Geography*, 15(1), pp. 2–17. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2005.11.004.
- Alexander, L., Jiang, S., Murga, M. and González, M. C. (2015) 'Origin–destination trips by purpose and time of day inferred from mobile phone data', *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Elsevier Ltd, 58, pp. 240–250. doi: 10.1016/j.trc.2015.02.018.
- Brockmann, D., Hufnagel, L. and Geisel, T. (2006) 'The scaling laws of human travel', *Nature*, 439(7075), pp. 462–5. doi: 10.1038/nature04292.
- Caceres, N., Wideberg, J. P. and Benitez, F. G. (2007) 'Deriving origin–destination data from a mobile phone network', *IET Intelligent Transport Systems*, 1(1), p. 15. doi: 10.1049/iet-its:20060020.
- Calabrese, F., Diao, M., Di Lorenzo, G., Ferreira, J. and Ratti, C. (2013) 'Understanding individual mobility patterns from urban sensing data: A mobile phone trace example', *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Elsevier Ltd, 26, pp. 301–313. doi: 10.1016/j.trc.2012.09.009.
- Calabrese, F., Di Lorenzo, G., Liu, L. and Ratti, C. (2011) 'Estimating Origin-Destination Flows Using Mobile Phone Location Data', *IEEE Pervasive Computing*, 10(4), pp. 36–44. doi: 10.1109/MPRV.2011.41.
- Camagni, R., Gibelli, M. C. and Rigamonti, P. (2002) 'Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion', *Ecological Economics*, 40(2), pp. 199–216. doi: 10.1016/S0921-8009(01)00254-3.
- Campos Filho, C. M. (2003) *Reinvente seu bairro: caminhos para você participar do planejamento de sua cidade*. São Paulo: Editora 34.
- Cascetta, E. and Nguyen, S. (1988) 'A unified framework for estimating or updating origin/destination matrices from traffic counts', *Transportation Research Part B: Methodological*, 22(6), pp. 437–455. doi: 10.1016/0191-2615(88)90024-0.
- Chen, C., Ma, J., Susilo, Y., Liu, Y. and Wang, M. (2016) 'The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis', *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Elsevier Ltd, 68, pp. 285–299. doi: 10.1016/j.trc.2016.04.005.
- Chen, G., Viana, A. C., Sarraute, C., Chen, G., Viana, A. C. and Sarraute, C. (2017) 'Towards an Adaptive Completion of Sparse Call Detail Records for Mobility Analysis', in *Workshop on Data Analytics for Mobile Networking*. Kona. doi: hal-01448822.
- Costa, Valéria G.; Nascimento, J. A. S. (2005) 'O conceito de favelas e assemelhados sob o olhar do IBGE, das prefeituras do Brasil e da ONU.', in *ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA*. São Paulo: Anais.
- Egenhofere, M. J. and Franzosa, R. D. (1991) 'Point-set topological spatial relations', *International journal of geographical information systems*, 5(2), pp. 161–174. doi: 10.1080/02693799108927841.
- Giannotti, F., Nanni, M., Pedreschi, D., Pinelli, F., Renso, C., Rinzivillo, S. and Trasarti, R. (2011) 'Unveiling the complexity of human mobility by querying and mining massive trajectory data', *The VLDB Journal*, 20(5), pp. 695–719. doi: 10.1007/s00778-011-0244-8.
- Giannotti, F., Nanni, M., Pinelli, F. and Pedreschi, D. (2007) 'Trajectory pattern mining', in *Proceedings of the 13th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and*

data mining - KDD '07. New York, New York, USA: ACM Press, p. 330. doi: 10.1145/1281192.1281230.

González, M. C., Hidalgo, C. A. and Barabási, A.-L. (2008) 'Understanding individual human mobility patterns', *Nature*, 453(7196), pp. 779–782. doi: 10.1038/nature06958.

Hägerstraand, T. (2005) 'WHAT ABOUT PEOPLE IN REGIONAL SCIENCE?', *Papers in Regional Science*, 24(1), pp. 7–24. doi: 10.1111/j.1435-5597.1970.tb01464.x.

Hasan, S., Schneider, C. M., Ukkusuri, S. V. and González, M. C. (2013) 'Spatiotemporal Patterns of Urban Human Mobility', *Journal of Statistical Physics*, 151(1–2), pp. 304–318. doi: 10.1007/s10955-012-0645-0.

De Holanda, L. and Filho, S. (1999) 'THE ACCESSIBILITY MATRIX - A NEW APPROACH FOR EVALUATING URBAN TRANSPORTATION NETWORKS', in *World Transport Research: Selected Proceedings of the 8th World Conference on Transport Research*. Antwerp, pp. 407–420.

IBOPE (2015) *9ª pesquisa sobre mobilidade urbana*. Available at: www.ibope.com.br (Accessed: 27 April 2017).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) *Aglomerado Subnormais, Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011) *Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário*. Rio de Janeiro: IBGE.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016) *Grade estatística*.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017) *@Cidades - São Paulo*. Available at: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sp/sao-paulo>.

Isaacman, S., Becker, R., Cáceres, R., Kobourov, S., Martonosi, M., Rowland, J. and Varshavsky, A. (2011) 'Identifying Important Places in People's Lives from Cellular Network Data', in, pp. 133–151. doi: 10.1007/978-3-642-21726-5_9.

Jiang, S., Fiore, G. A., Yang, Y., Ferreira, J., Frazzoli, E. and González, M. C. (2013) 'A review of urban computing for mobile phone traces', in *Proceedings of the 2nd ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing - UrbComp '13*. New York, New York, USA: ACM Press, p. 1. doi: 10.1145/2505821.2505828.

Junior, C. P. (2012) *História Econômica do Brasil*. 43ª. São Paulo: Brasiliense.

Kravets, N. and Hadden, W. C. (2007) 'The accuracy of address coding and the effects of coding errors', *Health and Place*, 13(1), pp. 293–298. doi: 10.1016/j.healthplace.2005.08.006.

Lloyd-Sherlock, P. (1997) 'The recent appearance of favelas in São Paulo City: an old problem in a new setting', *Bulletin of Latin American Research*, 16(3), pp. 289–305. doi: 10.1016/S0261-3050(96)00030-7.

Lu, S., Fang, Z., Zhang, X., Shaw, S.-L., Yin, L., Zhao, Z. and Yang, X. (2017) 'Understanding the Representativeness of Mobile Phone Location Data in Characterizing Human Mobility Indicators', *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(1), p. 7. doi: 10.3390/ijgi6010007.

Lu, S., Shaw, S.-L., Fang, Z., Zhang, X. and Yin, L. (2017) 'Exploring the Effects of Sampling Locations for Calibrating the Huff Model Using Mobile Phone Location Data', *Sustainability*, 9(1), p. 159. doi: 10.3390/su9010159.

Marques, M. E. de A. (1980) *Apontamentos históricos, geográficos, biográficos, estatísticos*

e noticiosos da Província de São Paulo: seguidos da cronologia dos acontecimentos mais notáveis desde a fundação da capitania de São Vicente até o ano de 1876 (2 TOMOS). São Paulo: Itatiaia-Edusp.

Ministério da Fazenda, S. de P. E. do (2016) *Relatório da distribuição pessoal da renda e da riqueza da população brasileira*. Available at: <http://www.spe.fazenda.gov.br/noticias/distribuicao-pessoal-da-renda-e-da-riqueza-da-populacao-brasileira/relatorio-distribuicao-da-renda-2016-05-09.pdf>.

Naboulsi, D., Fiore, M., Ribot, S. and Stanica, R. (2016) 'Large-Scale Mobile Traffic Analysis: A Survey', *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 18(1), pp. 124–161. doi: 10.1109/COMST.2015.2491361.

Njuguna, C. and McSharpy, P. (2017) 'Constructing spatiotemporal poverty indices from big data', *Journal of Business Research*. Elsevier Inc., 70, pp. 318–327. doi: 10.1016/j.jbusres.2016.08.005.

Prefeitura de São Paulo (2005) *Abrindo os trilhos para locomotiva*. Available at: http://www.prefeitura.sp.gov.br/portaal/a_cidade/historia/index.php?p=4827.

Prefeitura de São Paulo (2017) *GEOSAMPA*. Available at: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx (Accessed: 1 January 2017).

Ribeiro, D. (1995) *O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil*. 2ª. São Paulo: Companhia das letras.

Rosado, M. C. ; Ulysséa Neto, I. (1999) 'Determinação de índices de acessibilidade a serviços de educação utilizando Sistema de Informações Geográficas.', in *XIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*. São Carlos: Anais do XIII Congresso da ANPET, pp. 29–39.

Sampaio, M. R. A. de and Pereira, P. C. X. (2003) 'Habitação em São Paulo', *Estudos Avançados*, 17(48), pp. 167–183. doi: 10.1590/S0103-40142003000200014.

Santos, M. (1975) *Por uma Geografia Nova*. São Paulo: EDUSP.

SMUL (2015) *Região 8 - Divisão do Município de São Paulo em Oito Regiões*. Available at: <http://dados.prefeitura.sp.gov.br/dataset/regiao-8-divisao-do-municipio-de-sao-paulo-em-oito-regioes>.

Steele, J. E., Sundsøy, P. R., Pezzulo, C., Alegana, V. A., Bird, T. J., Blumenstock, J., Bjelland, J., Engø-Monsen, K., de Montjoye, Y.-A., Iqbal, A. M., Hadiuzzaman, K. N., Lu, X., Wetter, E., Tatem, A. J. and Bengtsson, L. (2017) 'Mapping poverty using mobile phone and satellite data', *Journal of The Royal Society Interface*, 14(127), p. 20160690. doi: 10.1098/rsif.2016.0690.

Tagire, M. R. and Sikdar, P. K. (1996) 'A New Accessibility Measure Accounting Mobility Parameters. Volume 1: Travel Behavior', in *World Transport Research. Proceedings of the 7th World Conference on Transport Research*. Sydney, pp. 305–315.

Tomasiello, D. B. (2016) *MODELOS DE REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO E INDIVIDUAL PARA ESTUDOS DE ACESSIBILIDADE EM SÃO PAULO*. Escola Politécnica da USP.

Topalov, C. (1975) *La urbanización capitalista: algunos elementos para su análisis*. Cidade do México: Edicol.

Wang, D., Pedreschi, D., Song, C., Giannotti, F. and Barabasi, A.-L. (2011) 'Human mobility, social ties, and link prediction', in *Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining - KDD '11*. New York, New York, USA:

ACM Press, p. 1100. doi: 10.1145/2020408.2020581.

Zaluar, Alba; Alvito, M. (2004) *Um século de favela*. 4^a. Rio de Janeiro: Editora FGV.

Zang, H. and Bolot, J. (2007) 'Mining call and mobility data to improve paging efficiency in cellular networks', in *Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Mobile computing and networking - MobiCom '07*. New York, New York, USA: ACM Press, p. 123. doi: 10.1145/1287853.1287868.

Zhan, F. B., Brender, J. D., DE Lima, I., Suarez, L. and Langlois, P. H. (2006) 'Match Rate and Positional Accuracy of Two Geocoding Methods for Epidemiologic Research', *Annals of Epidemiology*, 16(11), pp. 842–849. doi: 10.1016/j.annepidem.2006.08.001.