



PÓLOS GERADORES DE VIAGENS E DESENVOLVIMENTO URBANO: O CASO
DO CORREDOR BRT TRANSCARIOCA

Luiz Eduardo Pereira Santos Leal dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientador: Hostilio Xavier Ratton Neto

Rio de Janeiro
Setembro de 2014

PÓLOS GERADORES DE VIAGENS E DESENVOLVIMENTO URBANO: O CASO
DO CORREDOR BRT TRANSCARIOCA

Luiz Eduardo Pereira Santos Leal dos Santos

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO
ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE
ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

Prof. Hostilio Xavier Ratton Neto, Dr.

Prof. Milena Bodmer, D.Sc.

Prof. Vânia Barcellos Gouvêa Campos, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
SETEMBRO DE 2014

Santos, Luiz Eduardo Pereira Santos Leal dos

Pólos Geradores de Viagens e Desenvolvimento Urbano: o caso do Corredor BRT Transcarioca / Luiz Eduardo Pereira Santos Leal dos Santos. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2014.

XII, 103 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Hostilio Xavier Ratton Neto

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2014.

Referências Bibliográficas: p. 101-103.

1. Uso do Solo 2. Pólos Geradores de Viagens. 3. Desenvolvimento Urbano. I. Ratton Neto, Hostilio Xavier. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

*À minha família, dedico os meus
melhores esforços com carinho.*

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Engenharia de Transportes da COPPE (PET/COPPE) e seus docentes, que me deram a oportunidade de aprender e me aprimorar nesta área fascinante que é o transporte público;

aos professores Milena Bodmer e Hostílio Xavier Ratton Neto, pelas oportunidades dadas e pela orientação sempre precisa;

aos funcionários do PET/COPPE, pelo extremo profissionalismo e correção;

aos amigos que fiz no decorrer do mestrado: Marina, Victor, Matheus, Alan, Renata, Tatiana, Carlos, Nilson e outros, que compartilharam risadas, ajudas e a disposição de seguir até o final;

aos antigos professores e amigos: Fernando, Deise, Silvely, Patrícia, Talita, João Victor, Jamila, Cassio, Dennis, Guilherme, Fillipe, Rafaela, Loana, Rodrigo e outros tantos a citar, pelo estímulo dado ao desafio que é cursar um mestrado;

aos colegas da Secretaria Municipal de Urbanismo, da Secretaria Municipal da Fazenda e da Secretaria Municipal de Transportes, que foram de grande valia no fornecimento de dados e na explicação de fundamentos urbanísticos necessários à execução da pesquisa;

à minha família, por tudo.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

PÓLOS GERADORES DE VIAGENS E DESENVOLVIMENTO URBANO: O CASO DO CORREDOR BRT TRANSCARIOCA

Luiz Eduardo Pereira Santos Leal dos Santos

Setembro/2014

Orientador: Hostilio Xavier Ratton Neto

Programa: Engenharia de Transportes

Este trabalho tem por objetivo traçar um procedimento para a seleção de áreas candidatas a abrigarem Pólos Geradores de Viagens (PGVs) no âmbito do corredor BRT Transcarioca, de modo a trazer maior fluxo de passageiros para o mesmo e incentivar o desenvolvimento urbano local. Para que tal objetivo seja alcançado, os conceitos de Pólos Geradores de Viagens, de uso do solo (principais características, parâmetros, atividades), sua relação com os transportes (notadamente o *Traffic-Oriented Development*, ou desenvolvimento orientado para o transporte público) e o zoneamento urbano da área de influência do corredor foram revisados. Para determinar a dinâmica sócio-econômica e de transportes dos bairros atendidos, procedeu-se à análise estatística de variáveis selecionadas, como população, número de empregos formais e de viagens na hora-pico, de forma a se avaliar o comportamento espacial destas variáveis. Como resultado, duas áreas foram escolhidas: uma da Zona Oeste (a área de influência localizada sobre o bairro do Tanque) e uma da Zona Norte (a área de influência que abrange os bairros da Vila da Penha, Vila Kosmos e Vicente de Carvalho), que reúnem fraca dinâmica sócio-econômica e de transportes e boas condições de acessibilidade e integração (estações duplas do corredor BRT Transcarioca e proximidade a estações metroviárias).

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

CENTERS OF TRAVEL GENERATION AND URBAN DEVELOPMENT:
THE CASE OF BRT CORRIDOR TRANSCARIOCA

Luiz Eduardo Pereira Santos Leal dos Santos

September/2014

Advisor: Hostilio Xavier Ratton Neto

Department: Transportation Engineering

This study aims to establish a procedure for choosing potential areas to locate Centers of Travel Generation near the BRT corridor Transcarioca in order to increase passengers flow and encourage local urban development. In order to achieve this objective, the concepts of Centers of Travel Generation and land use (such as main characteristics, parameters, activities), their relation to transport (notably the Traffic-Oriented Development planning) and urban zoning of corridor's vicinity were reviewed. To determine the socio-economic and transportation dynamics, a statistical analysis of selected variables such as population, number of formal jobs and travel in peak hour was executed, in order to evaluate spatial behavior of these variables. As a result, two areas were chosen: one from Zona Oeste (the area near Tanque stations) and one from the North (the area of Vila da Penha, Vila Kosmos and Vicente de Carvalho), whose combined low socio-economic and transportation dynamics and privileged conditions of accessibility and integration (double-service stations at Transcarioca BRT corridor and proximity to subway stations).

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 – APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	1
1.2 – OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	2
1.3 – METODOLOGIA E CAPÍTULOS.....	4
2 – PÓLOS GERADORES DE VIAGENS	8
2.1 – DEFINIÇÕES GERAIS E EVOLUÇÃO DO CONCEITO.....	8
2.2 – GERAÇÃO DE VIAGENS EM PGVs.....	11
2.2.1 - A GERAÇÃO DE VIAGENS E OS TIPOS ESPECÍFICOS DE PGVs	12
2.2.1.1 – USO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR E MULTIFAMILIAR.....	13
2.2.1.2 – USO EDUCACIONAL.....	13
2.2.1.3 – SHOPPING CENTERS.....	15
2.2.1.4 – ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE.....	16
2.2.1.5 – SUPERMERCADOS E HIPERMERCADOS.....	17
3 – TRANSPORTES E USO DO SOLO.....	20
3.1 – USO DO SOLO: PRINCIPAIS DEFINIÇÕES E MODELOS.....	20
3.2 - USO DO SOLO E TRANSPORTES: INFLUÊNCIA DOS PRINCIPAIS FATORES	23
4 – O CORREDOR BRT TRANSCARIOCA.....	36
4.1 – O SISTEMA BRT	36
4.2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CORREDOR BRT TRANSCARIOCA	39
4.2.1- HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS.....	39
4.2.2 – ÁREA DE INFLUÊNCIA.....	43
4.3 – ZONEAMENTO URBANO.....	44
4.3.1 –DECRETO 322/1976.....	47
4.3.2 – DECRETO 2418/1979.....	49
4.3.3- LEI COMPLEMENTAR 70/2004.....	49
4.3.4 – DECRETO 7654/1988.....	53
4.3.5 – DECRETO 3046/1981.....	54
4.3.6 – LEI COMPLEMENTAR 104/2009.....	57
5 – PERFIS GEOGRÁFICOS E ESCOLHA DOS BAIRROS ATENDIDOS PELO CORREDOR BRT TRANSCARIOCA	58
5.1– SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	58
5.1.1- POPULAÇÃO TOTAL.....	58
5.1.2- NÚMERO DE EMPREGOS FORMAIS.....	59
5.1.3 – ARRECADAÇÃO CALCULADA DE ISS.....	61
5.1.4 – ARRECADAÇÃO CALCULADA DE ITBI.....	62
5.1.5 – MATRIZES DE ORIGEM E DESTINO.....	64
5.2 – OS PERFIS GEOGRÁFICOS E OS TESTES ESTATÍSTICOS.....	69
5.2.1 – GETIS-ORD.....	71
5.2.2 – ÍNDICE LOCAL DE MORAN.....	78

5.2.3 – QUARTIS.....	86
5.3 – A ESCOLHA DAS ÁREAS RECEPTORAS E PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO.....	90
6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	97
6.1– CONCLUSÕES.....	97
6.2– RECOMENDAÇÕES.....	98
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fluxograma da revisão conceitual realizada.....	4
Figura 1.2 – Fluxograma da análise urbanística realizada.....	4
Figura 1.3 – Fluxograma dos testes estatísticos realizados.....	4
Figura 1.4 – Árvore de decisão, relacionando as etapas da pesquisa com a escolha das áreas atendidas.....	5
Figura 3.1 – Formas espaciais de estruturação intra-urbana.....	22
Figura 3.2 – Brás de Pina, na Zona Norte carioca, em seus arredores ferroviários.....	29
Figura 4.1 – Ônibus circulando em pista segregada, na cidade francesa de Paris.....	38
Figura 4.2 – O-Bahn circulando na cidade australiana de Adelaide.....	38
Figura 4.3 – Linhas Policromáticas do Plano Doxiadis.....	40
Figura 4.4 – Traçados comparados do Pré-Metrô (Linha 3) e do corredor BRT Transcarioca.....	41
Figura 4.5 – Traçados comparados da Linha Azul e do corredor BRT Transcarioca.....	42
Figura 4.6 – Zoneamento urbano na Área de Planejamento 3	46
Figura 4.7 – Zoneamento urbano na Área de Planejamento 4	47
Figura 5.1 – Fluxograma com os procedimentos realizados no capítulo.....	69
Figura 5.2 – Cálculo da média aritmética.....	70
Figura 5.3 – Cálculo do desvio-padrão.....	70
Figura 5.4 – Cálculo do escore-padrão.....	70
Figura 5.5 – Fórmula para o cálculo do índice Getis-Ord.....	72
Figura 5.6 – Fórmula para o cálculo do índice local de Moran.....	79
Figura 5.7 – Avenida Vicente de Carvalho, entre os bairros de Vila Kosmos e Vicente de Carvalho.....	94
Figura 5.8 – Largo do Tanque, no bairro homônimo.....	94
Figura 5.9 – Zoneamento na AGV dos bairros de Vila Kosmos, Vila da Penha e Vicente de Carvalho.....	95
Figura 5.10 – Zoneamento na AGV do bairro do Tanque	96

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 – Novos projetos de transportes no município do Rio de Janeiro.....	3
Tabela 2.1 – Geração de viagens para uso residencial unifamiliar e multifamiliar.....	13
Tabela 2.2 – Geração de viagens para uso educacional.....	14
Tabela 2.3 – Geração de viagens para shopping centers.....	16
Tabela 2.4 – Geração de viagens para estabelecimentos de saúde.....	17
Tabela 2.5 – Geração de viagens para hipermercados e supermercados.....	17
Tabela 3.1 – Tipos de centro organizados por projetos de <i>Transit-Oriented Development</i>	30
Tabela 3.2 - Tipos de indicadores usados para avaliar projetos de <i>Transit-Oriented Development</i>	32
Tabela 4.1 – Características gerais do corredor BRT Transcarioca.....	42
Tabela 4.2 – Geração de viagens em diferentes zonas urbanísticas.....	45
Tabela 4.3 – Parâmetros e zonas urbanísticas do Decreto 322/1976.....	48
Tabela 4.4 – Parâmetros e zonas urbanísticas do Decreto 2418/1979.....	49
Tabela 4.5 – Parâmetros e zonas urbanísticas da Lei Complementar 70/2004.....	50
Tabela 4.6 – Parâmetros e zonas urbanísticas do Decreto 7654/1988.....	53
Tabela 4.7 – Parâmetros e zonas urbanísticas do Decreto 3046/1981.....	54
Tabela 4.8 – Parâmetros e zonas urbanísticas da Lei Complementar 104/2009.....	57
Tabela 5.1 – População total, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	58
Tabela 5.2 – Empregos formais, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca	59
Tabela 5.3 – Arrecadação estimada de Imposto sobre Serviços, em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	61
Tabela 5.4 – Arrecadação estimada de Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis, em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	63
Tabela 5.5 – Viagens de saída e chegada no pico matinal, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	64
Tabela 5.6 – Viagens de saída e chegada no pico noturno, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	65
Tabela 5.7 – Índice de Getis-Ord para a população total, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	73
Tabela 5.8 – Índice de Getis-Ord para o total de empregos formais, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	74
Tabela 5.9 – Índice de Getis-Ord para a arrecadação estimada de Imposto sobre Serviços, em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	75
Tabela 5.10 – Índice de Getis-Ord para a arrecadação estimada de Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis, em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	76
Tabela 5.11 – Índice de Getis-Ord para as viagens de saída e chegada no pico noturno, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	77
Tabela 5.12 – Índice local de Moran para a população total, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	81

Tabela 5.13 – Índice local de Moran para o total de empregos formais, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	82
Tabela 5.14 – Índice local de Moran para a arrecadação estimada de Imposto sobre Serviços, em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	83
Tabela 5.15 – Índice local de Moran para a arrecadação estimada de Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis, em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	84
Tabela 5.16 – Índice local de Moran para as viagens de saída e chegada no pico noturno, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	85
Tabela 5.17 –Classificação em quartis dos indicadores selecionados para os bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.....	86

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Apresentação do Tema

Esta dissertação, requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ, se refere à pesquisa realizada pelo autor na área de Transporte Público, e estuda a relação entre uso do solo, desenvolvimento socioeconômico e transportes no âmbito do corredor Bus Rapid Transit (BRT) Transcarioca, operante no município do Rio de Janeiro e inaugurado em junho de 2014.

A relação entre estes três elementos é estudada por autores como Litman (2013), que afirma ser a centralidade – a presença de empregos, estabelecimentos comerciais e outros atributos em um determinado local - relacionada ao crescimento no uso de modos alternativos de transportes, notadamente os não-motorizados, e à redução na quantidade e quilometragem das viagens percorridas por automóveis particulares. Outro elemento explicado pelo autor é a densidade – a concentração de atributos como a população, empregos e estabelecimentos comerciais em uma certa área – que influencia vários aspectos relacionados aos sistemas de transportes. A maior densidade de atividades e população aumenta a oferta de modos públicos, encoraja a realização de viagens pedonais pela menor distância entre os pontos de interesse e desestimula os deslocamentos realizados em automóveis particulares. Já o *mix* de uso do solo são os tipos de uso – comercial, industrial, residencial, institucional etc – agregados em uma determinada região, e de acordo com Litman, áreas com usos misturados tendem a reduzir as distâncias pendulares e a incentivar as viagens realizadas por modos não-motorizados e públicos. Vale dizer que o desenvolvimento socioeconômico é decorrente justamente do uso equilibrado e diverso do solo urbano.

Berke et al (2006) afirmam ainda que a retroalimentação entre os sistemas de transporte e o uso do solo exige, em certos casos, uma revisão nos planos de uso do solo para permitir, ou estimular, o desenvolvimento conectado aos sistemas de transporte. Por exemplo, uma linha de transporte massivo pode fomentar uma ocupação mais densa ao seu redor no intuito de majorar os ganhos de acessibilidade advindos deste novo sistema.

Duarte (1974) expõe a relação entre transportes, desenvolvimento socioeconômico e uso do solo ao estudar os subcentros funcionais do Rio de Janeiro. De acordo com a autora, a decrescente acessibilidade à Área Central se constituiu em um incentivo para a localização de atividades comerciais e de serviços em outros bairros da cidade, como Madureira, Copacabana e Tijuca. Por sua vez, ainda de acordo com a autora, um pré-requisito para a formação de subcentros funcionais é a oferta de transportes e comunicação, que garante a acessibilidade de importantes áreas de mercado para as atividades ali instaladas. Um dos modos garantidores desta acessibilidade é o ferroviário, cujas estações deram origem a diversas concentrações comerciais e de serviços em bairros suburbanos da metrópole carioca.

Pode-se constatar ainda que os órgãos estatais consideram a relação entre as três dimensões já citadas no planejamento do espaço urbano. Os artigos 63 e 64 do Projeto de Lei Complementar 33/2013, que propõe a Lei de Uso e Ocupação do Solo carioca, estipulam que a intensidade do uso do solo nos subcentros urbanos considerará *a capacidade de suporte relacionada à infraestrutura, à disponibilidade da rede viária estrutural e dos meios de transporte, bem como os impactos ambientais e de vizinhança* e observará as diretrizes para o fomento de atividades comerciais e de serviços *ao longo dos Corredores de Transportes, em especial no entorno imediato das estações hidroviárias, metroviárias, ferroviárias, de BRT e de BRS*. Outra preocupação da LUOS é a redução do fluxo pendular em direção à Área Central da cidade, o que se coaduna com o exposto por Duarte (1974) sobre a organização interna da metrópole carioca.

1.2 – Objetivos e Justificativa

Dentro da interface entre os temas de uso do solo, desenvolvimento socioeconômico e transportes, o objetivo da presente dissertação é criar um procedimento para orientar a escolha de áreas aptas a receberem Pólos Geradores de Viagens (PGVs, superfícies de variados usos e portes que atraem fluxos e impactam seu entorno), no âmbito do corredor BRT Transcarioca.

Este procedimento considera a análise quantitativa de indicadores como a população total dos bairros atendidos pelo corredor em questão, o número de empregos formais, a arrecadação de impostos sobre as transações imobiliárias (ITBI) e sobre as atividades econômicas (ISS) e o número de viagens geradas e atraídas na hora-pico da manhã, de forma a avaliar a dinâmica populacional, de transportes e econômica da área

diretamente atendida pelo citado corredor. Como fator complementar, foi considerada a legislação urbanística incidente em uma faixa de 500 metros para cada direção do traçado do corredor: este conjunto de leis define as atividades e o porte das edificações a serem construídas.

A justificativa para a escolha do tema se relaciona ao período de preparação para a Copa do Mundo 2014 e Jogos Olímpicos 2016. Estes eventos esportivos trouxeram um pacote de intervenções na área de transportes, como a tabela abaixo aponta.

Tabela 1.1: Novos projetos de transportes no município do Rio de Janeiro.

Corredor	Sistema	Trecho	Passageiros diários transportados (x 1000)	Inauguração
Transcarioca	Bus Rapid Transit - BRT	Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro x Barra da Tijuca	113	junho de 2014
Transoeste	Bus Rapid Transit - BRT	Campo Grande x Barra da Tijuca	230	2012
Transolímpica	Bus Rapid Transit - BRT	Deodoro x Recreio dos Bandeirantes	400 (previsão)	2016
Linha 4	Metrô pesado	Ipanema x Barra da Tijuca	300 (previsão)	2016 (previsão)
Porto Maravilha	Light Rail Transit - LRT (VLT)	Área central do Rio de Janeiro	250 (previsão)	2016

Estas intervenções trazem maior acessibilidade a áreas diversas – no caso do corredor BRT Transcarioca, regiões como a Baixada de Jacarepaguá e a área situada entre os ramais Saracuruna e Belford Roxo da Supervia, que abrange bairros como a Vila da Penha e Vaz Lobo. Esta acessibilidade pode representar um incentivo ao desenvolvimento socioeconômico destas áreas, através das alterações do uso do solo – tipologias permitidas e parâmetros definidos, por exemplo – que incentivem a instalação de novas atividades comerciais e de serviços. Este tema também é justificado pelo interesse dos planejadores urbanos em unir o uso do solo aos transportes, gerando o decorrente desenvolvimento socioeconômico. Desta forma, a criação de um método baseado em indicadores acessíveis aos planejadores e capaz de ser aplicado a quaisquer áreas e sistemas de transporte pode auxiliar o desenvolvimento do espaço urbano.

1.3 – Metodologia e Capítulos

Os procedimentos metodológicos da pesquisa consistem das seguintes etapas, realizadas de forma paralela, de acordo com os fluxogramas abaixo:

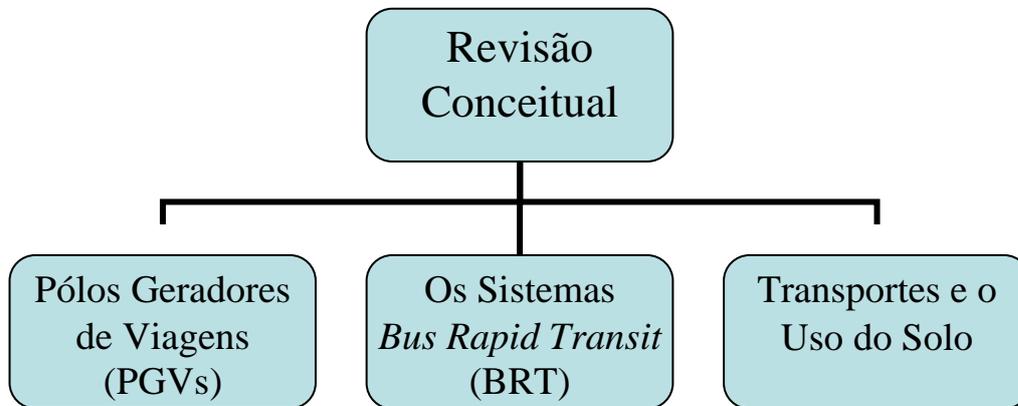


Figura 1.1 : Fluxograma da revisão conceitual realizada (fonte: elaborado pelo autor)

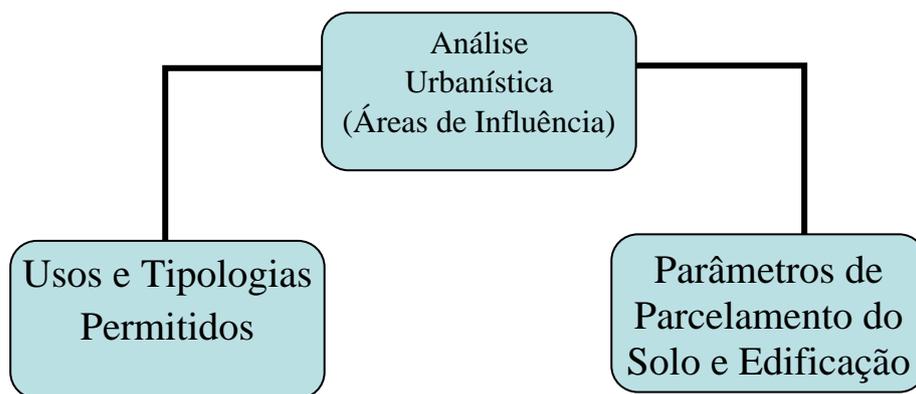


Figura 1.2 : Fluxograma da análise urbanística realizada (fonte: elaborado pelo autor)

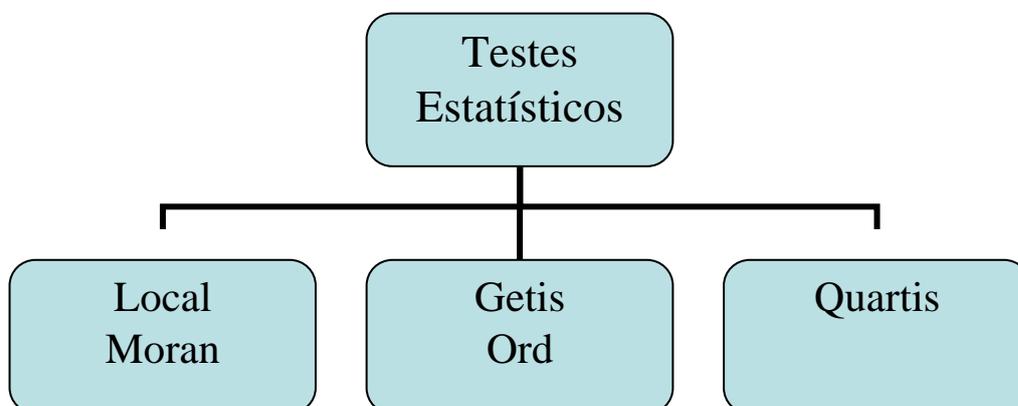


Figura 1.3 : Fluxograma dos testes estatísticos realizados (fonte: elaborado pelo autor)

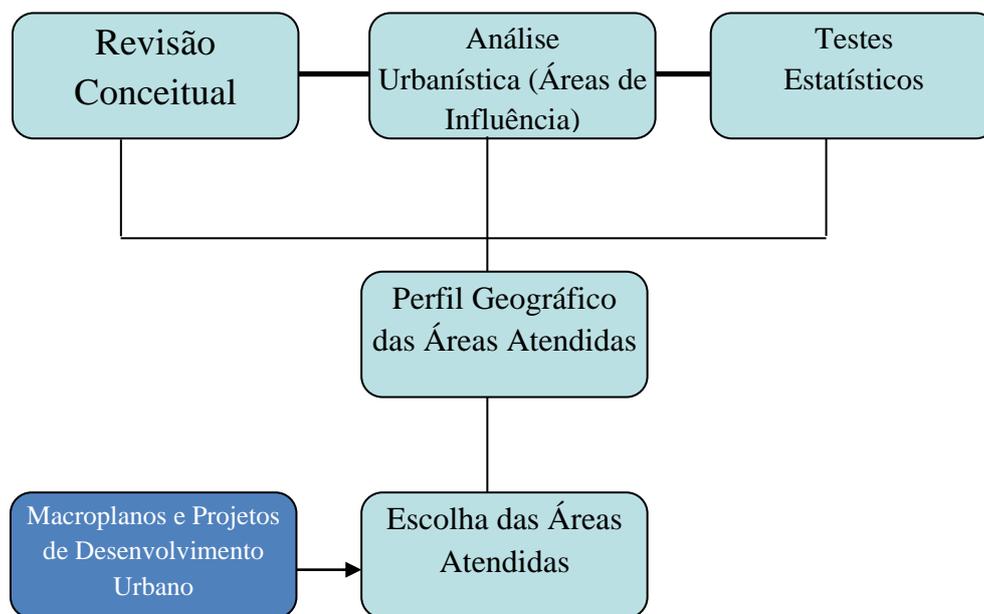


Figura 1.4 : Árvore de decisão, relacionando as etapas da pesquisa com a escolha das áreas atendidas (fonte: elaborado pelo autor)

- Revisão conceitual sobre os temas que fundamentam o procedimento proposto: Pólos Geradores de Viagens (PGVs), Sistemas BRTe a relação entre transportes e uso do solo. Esta revisão teve por objetivo definir a natureza dos elementos que integram a pesquisa realizada;
- Análise do corredor BRT Transcarioca: histórico, traçado e estações, bairros abrangido, legislação urbanística (parâmetros e usos incidentes). Esta análise, por sua vez, define mais detalhadamente a área espacial de estudo e verifica as zonas nas quais a instalação de grandes equipamentos, como os PGVs, é permitida pela lei;
- Seleção dos indicadores estudados: população total, número de empregos formais, arrecadações calculadas de ISS (Imposto sobre Serviços) e ITBI (Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis), matrizes de origem/destino, no pico da manhã, dos bairros atendidos pelo corredor BRT. Esta seleção confere uma idéia aproximada da dinâmica socioeconômica e de transportes dos bairros atendidos pelo corredor, a qual será um fator de escolha das áreas para alocação de PGVs;
- Realização dos testes estatísticos, a serem detalhadamente explicados no capítulo correspondente, envolvendo os indicadores citados no tópico anterior. Estes testes (Moran Local e Getis-Ord) visam avaliar a distribuição espacial dos indicadores pelos bairros, de modo a descobrir possíveis concentrações espaciais de altos ou baixos

valores. Estas concentrações refletiriam áreas com menor ou maior dinamismo socioeconômico e de transportes;

- De acordo com o resultado dos testes acima relacionados, houve a divisão dos bairros em cinco grupos, de acordo com a dinâmica verificada pelos indicadores escolhidos;

- A partir destes grupos de bairros, da análise urbanística (fatores como os parâmetros de edificação e parcelamento do solo e as atividades permitidas) e de escolhas discricionárias (neste caso, a necessidade de se desenvolver as áreas menos dinâmicas), os bairros propícios à instalação dos PGVs foram escolhidos.

Desta forma, cinco capítulos foram organizados:

- Capítulo 2: Pólos Geradores de Viagens – principais definições e classificações (Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, *Institute of Transportation Engineers*, Prefeitura do Rio de Janeiro), geração de viagens pelos principais tipos de PGVs. Neste capítulo foram escolhidas as tipologias que se assemelhassem aos usos permitidos nas zonas urbanísticas definidas pela legislação;

- Capítulo 3: Transportes e Uso do Solo – principais definições e fatores relacionados ao uso do solo; e a relação entre transportes e uso do solo. Nesta seção é explicado o *Transit-Oriented Development*, conjunto de diretrizes que busca o desenvolvimento socioeconômico de certa área a partir da instalação de sistemas de transporte;

- Capítulo 4: O Corredor BRT Transcarioca – principais definições sobre os sistemas *Bus Rapid Transit* (BRT), características e histórico do corredor Transcarioca, legislações urbanísticas na faixa de influência do corredor (500 metros para cada lado, tendo como referência seu eixo). Os parâmetros para edificação/parcelamento do solo e os usos permitidos foram considerados, por estarem diretamente relacionados às características e possibilidades de alocação dos PGVs;

- Capítulo 5: Perfis Geográficos e Escolha dos Bairros Atendidos pelo Corredor BRT Transcarioca – indicadores aplicados para o estudo (população total, número de empregos formais, arrecadações calculadas de ISS (Imposto sobre Serviços) e ITBI (Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis), matrizes de origem/destino, no pico da manhã), aplicação dos testes estatísticos (Moran Local e Getis-Ord), formação dos

grupos de bairros de acordo com a distribuição espacial dos indicadores e a escolha das áreas que podem abrigar os Pólos Geradores de Viagens;

- Capítulo 6: Conclusões e Recomendações – análise das conclusões extraídas do Capítulo 5 no que tange ao comportamento espacial dos indicadores selecionados e recomendações, tanto para novas pesquisas quanto para a aplicação do procedimento proposto.

2– PÓLOS GERADORES DE VIAGENS

Este capítulo tem por objetivo revisar alguns conceitos sobre os Pólos Geradores de Viagens, abordando suas principais características e classificações. Para melhor desenvolvimento do tema, o capítulo foi dividido em duas partes: as definições gerais e os conceitos e a geração de viagens em PGVs.

2.1 – Definições Gerais e Evolução do Conceito

O conceito de Pólo Gerador de Viagens deriva dos chamados Pólos Geradores de Tráfego. Portugal *et al* (2012) o define como um *empreendimento de grande porte que atrai ou produz grande número de viagens*. A classificação do empreendimento, importante para fins de estudo ou planejamento, será vista posteriormente.

Estruturas semelhantes são os denominados Pólos Atrativos de Trânsito. Eles são edificações com capacidade para gerar fluxo de carros e pessoas, e seu licenciamento está a cargo dos órgãos municipais competentes. A Lei 9503/1997, em seu artigo 93, determina que

nenhum projeto de edificação que possa transformar-se em pólo atrativo de trânsito poderá ser aprovado sem prévia anuência do órgão ou entidade com circunscrição sobre a via e sem que do projeto conste área para estacionamento e indicação das vias de acesso adequadas.

Vale ressaltar que o tratamento dado aos Pólos Atrativos de Trânsito e aos Pólos Geradores de Tráfego enfatiza a necessidade de se haver infra-estruturas de circulação para escoar o fluxo gerado e espaço suficiente para se guardar os veículos correspondentes. Considera-se, ainda, que as viagens seriam individuais e motorizadas.

A perspectiva de análise se altera com os Pólos Geradores de Viagens, definidos por Portugal *et al* (2012) como empreendimentos que *incluem viagens nos demais modos - em especial as não-motorizadas e o transporte público – considerando ainda impactos no desenvolvimento socioeconômico e qualidade de vida*. Nota-se que o estudo dos PGVs precisa também levar em consideração fatores como a rede de transportes que atende ao empreendimento e a adequação deste às características urbanas do entorno. O Projeto de Lei Complementar 33/2013, que visa instituir a Lei de Uso e Ocupação do Solo do município do Rio de Janeiro, define os Pólos Geradores de Viagens como *empreendimentos que atraem ou produzem grande número de viagens, causando*

reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em certos casos, prejudicando a acessibilidade de toda a região, além de agravar as condições de segurança de veículos e pedestres. Atividades comerciais e de serviços estão incluídas nesta categoria.

Vale destacar ainda o conceito de Pólos Geradores de Viagens Sustentáveis, explicados por Portugal et al (2012) como empreendimentos cuja localização incentiva a geração de viagens sustentáveis, isto é, aquelas realizadas por modos não-motorizados e transporte público.

O Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), em seu Manual de Procedimentos para o Tratamento de Pólos Geradores de Tráfego (2001), ressalta que a operação dos pólos geradores de tráfego

comumente causa impactos na circulação viária (...) Os impactos sobre a circulação ocorrem quando o volume de tráfego nas vias adjacentes e de acesso ao pólo gerador de tráfego se eleva de modo significativo, devido ao acréscimo de viagens gerado pelo empreendimento, reduzindo os níveis de serviço e de segurança viária na área de influência.

Observação semelhante foi feita por Sola, no boletim técnico da Companhia de Engenharia de Trânsito do município de São Paulo (CET/SP), intitulado Pólos Geradores de Tráfego (1983). O documento ressalta ainda a necessidade de se compatibilizar o zoneamento planejado e o conseqüente adensamento das atividades resultantes com a capacidade do sistema viário da área estudada, de forma a não se criar gargalos nas vias de acesso e no entorno.

A classificação dos Pólos Geradores de Tráfego, por sua vez, segue dois critérios distintos: a natureza das atividades exercidas no empreendimento e seu porte. Em relação à natureza, o Denatran (2001) lista as seguintes atividades: habitacional, comunitário (educação, saúde, lazer, cultos religiosos, assistência social), comércio/serviços e industrial.

Por sua vez, o *Institute of Transportation Engineers* (ITE) define as seguintes atividades básicas: Portuário/ Terminal de transporte, industrial, residencial, hotéis/motéis, recreacional, institucional, saúde, escritório, comércio e serviços.

Embora alguns órgãos públicos usem a tipologia do empreendimento como fator classificatório, como é o caso do Distrito Federal, o critério mais comum é o porte do empreendimento associado a algumas atividades específicas.

Vale notar ainda que o Denatran classifica os Pólos Geradores de Viagens a partir de sua área construída. Os PGVs de pequeno porte seriam menores que 100 m², enquanto os de médio porte teriam entre 100 e 400 m², e os de grande porte, mais de 400 m². Por sua vez, o ITE divide os empreendimentos de acordo com o número de viagens geradas no horário de pico. Assim, os PGVs de pequeno porte gerariam até 499 viagens, enquanto os de médio porte gerariam de 500 a 1000 viagens, e os de grande porte, mais de 1000 viagens. A Prefeitura do Rio adota critério semelhante no Projeto de Lei Complementar 33/2013, que introduz a Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS), embora não quantifique o número total de viagens e não detalhe os empreendimentos da mesma forma que as legislações locais: os Pólos Geradores de Viagens conteriam atividades que concentrariam veículos leves e de passageiros e trariam impactos ao sistema viário do entorno. O citado projeto também considera o transporte de cargas, definindo as atividades atratoras de veículos pesados ou de cargas como *atividades potencialmente geradoras de tráfego de veículos pesados ou de carga, que inibam a fluidez do trânsito e causem impacto em seu entorno*.

É importante comentar que a Lei Complementar 111/2011 (Plano Diretor), em três artigos, estabelece os conceitos e atribuições relativos ao funcionamento e influência dos Pólos Geradores de Viagens. Os seguintes artigos tratam do tema:

Art. 50 - Constarão da Lei de Uso e Ocupação do Solo os conceitos e definições relativos à:

(...) XVIII - controle das atividades geradoras de tráfego, considerando o porte e a concentração das mesmas.

Art. 99 - O Relatório de Impacto de Vizinhança – RIV, é o instrumento destinado à avaliação dos efeitos negativos e positivos decorrentes da implantação ou ampliação de um empreendimento ou de uma atividade econômica em um determinado local e a identificação de medidas para a redução, mitigação ou extinção dos efeitos negativos e terá prazo de validade regulamentada em legislação específica.

*Art. 100 - O Relatório de Impacto de Vizinhança deverá conter:
(...)
IV - análise da intensificação do uso e ocupação do solo, a geração de viagens*

de pessoas e veículos motorizados ou não, relacionado à demanda por transporte público e tráfego viário.

Parte importante do estudo dos PGVs é seu licenciamento. Portugal e Goldner (2003) observam que, para o município do Rio de Janeiro, vigora o constante na Lei Orgânica (1990), em seu artigo 408: *o licenciamento de obras ou de funcionamento depende de parecer prévio sobre o impacto no volume e no fluxo de tráfego, nas áreas do entorno.* Este parecer pode remeter ao citado Relatório de Impacto de Vizinhança, de acordo com o potencial de impactos que o empreendimento trará ao seu entorno.

As atribuições específicas, no caso do Rio de Janeiro, são divididas entre dois órgãos:

- CET-Rio/ Secretaria Municipal de Transportes Rodoviários (SMTR): acessos, interação entre a edificação e o viário do entorno, capacidade de suporte e escoamento do fluxo gerado;
- Secretaria Municipal de Urbanismo (SMU): a partir de porte determinado nas legislações locais, o empreendimento é classificado como PGV. Os técnicos da secretaria avaliam a disponibilidade de estacionamento (número de vagas de acordo com a legislação competente) e as vias internas (largura da caixa de rolamento e presença de passeio para pedestres, além da distância entre as vias de acesso e as edificações).

Cabe ressaltar que o licenciamento de PGVs pode precisar atender a parâmetros ambientais, de acordo com as resoluções estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Setores específicos, como atividades industriais, têm de apresentar o EIA – Estudo de Impacto Ambiental aos órgãos competentes para conseguir as licenças correspondentes – prévia, de instalação e de operação.

2.2 – A geração de viagens em PGVs

A geração de viagens em PGVs se relaciona a vários fatores, como o tipo de edificação e as variáveis explicativas selecionadas. Portugal e Andrade (2012) definem um modelo, o baseado em atividades, afeito ao objetivo desta dissertação. De acordo com os autores, este modelo deixa de considerar uma dada zona de tráfego para focar especificamente um empreendimento ou atividade. Ao mesmo tempo, as viagens

atraídas para o empreendimento ou atividade são contabilizadas. Vale destacar ainda que a instalação de grandes empreendimentos, como shopping centers, podem gerar alterações no uso do solo do entorno e impactar o total de viagens para a área.

Este modelo necessita de dados que tornem possível a estimativa do número de viagens. Assim, torna-se importante criar métodos para a coleta destas informações, e alguns passos são necessários:

- determinação do tipo de empreendimento (supermercado, universidade, escola secundária, *shopping* etc) e dia/hora de projeto;
- seleção dos PGVs a serem estudados, que se encaixem nos critérios anteriormente levantados acima. É necessário ter as características de cada um: porte, localização e funcionamento são exemplos;
- seleção das variáveis independentes, que precisam manter correlação estatística com o volume de viagens. Estas variáveis precisam ser primárias (coleta direta), se ajustar estatisticamente ao modelo proposto e ter relação direta à edificação propriamente dita;
- escolha do procedimento a ser realizado: regressão (linear ou multivariada) ou média ponderada da quantidade de viagens pela variável explicativa. Para a regressão ser aplicada, é necessário haver uma amostra suficientemente numerosa para a coleta dos dados. Os autores recomendam 20 indivíduos como limite desejável.

A regressão é um procedimento matemático que visa estimar o valor de uma variável dependente de outras variáveis, denominadas independentes. Algumas pré-condições são necessárias: a variável dependente precisa estar ajustada à equação proposta (alto coeficiente de ajustamento, ou R^2), as variáveis independentes não podem estar relacionadas entre si (colinearidade) e nem terem erros diferentes para cada observação (heterocedasticidade), e os parâmetros calculados precisam ser estatisticamente não-nulos.

2.2.1 - A geração de viagens e os tipos específicos de PGVs

A criação de modelos para previsão de viagens em PGVs guarda direta relação com o tipo de empreendimento estudado e as variáveis selecionadas. No âmbito espacial, a

maior ou menor geração de viagens dependerá das regras urbanísticas vigentes para cada parte da cidade, que regula a tipologia e as dimensões dos PGVs.

O caso carioca é um exemplo destas condicionantes. As diversas leis locais estabelecem o uso do solo, com presença ou não de Pólos Geradores de Viagens. Na área selecionada para análise, isto é, uma determinada faixa ao longo do corredor BRT Transcarioca, as seguintes atividades foram escolhidas: uso residencial unifamiliar e multifamiliar, uso educacional, uso hospitalar, *Shopping centers*, supermercados e hipermercados.

A escolha foi realizada levando-se em conta a presença das atividades nas leis urbanísticas e a disponibilidade de taxas específicas de geração de viagens

2.2.1.1 – Uso Residencial Unifamiliar e Multifamiliar

A taxa de geração de viagens para os usos residenciais unifamiliares e multifamiliares está associada a diversos fatores, como os socioeconômicos. Portugal et al (2012) afirmam que *é importante considerar nos estudos de impacto que compreendam o uso residencial, os fatores que influenciam nas taxas de geração de viagens, que tipicamente são de natureza socioeconômica ou locacional*. Alguns fatores socioeconômicos são a renda familiar e a posse de automóveis, e fatores locacionais são o desenho urbano, a densidade demográfica e de atividades do bairro, entre outros.

Tabela 2.1: Geração de viagens para uso residencial unifamiliar e multifamiliar.

Estudo	Características do PGV	Variável explicativa	Equação Proposta/ Taxa Média	R ²
ITE (2008)	Casas unifamiliares isoladas, qualquer dia da semana, período integral	Número de pessoas por casa	$\text{Ln}(Y) = 0,91 \text{Ln}(X) + 1,52$	0,94
ITE (2008)	Prédio de apartamentos, qualquer dia da semana, período integral	Número de unidades residenciais	$Y = 6,06 X + 123,56$	0,87

2.2.1.2 – Uso Educacional

Os PGVs destinados ao uso educacional compreendem diversos tipos: ensino seriado e não-seriado e educação básica e superior são possíveis classificações. Estes pólos têm especificidades próprias, como sinalizam Bertazzo et al (2012):

As instituições de ensino são PGVs com algumas características especiais que devem ser consideradas nos estudos de impacto. A análise quanto à localização deste tipo de empreendimento, por exemplo, deve considerar o impacto que este produz sobre a articulação e o tráfego de veículos e pedestres por sua área de influência.

Em relação às características da geração de viagens, continuam os autores:

As viagens geradas pelas instituições de ensino, similarmente ao que ocorre com as viagens realizadas com o propósito trabalho, ocorrem de modo regular e previamente programado, especialmente nos dias úteis. Os picos de geração de viagens desse tipo de PGV são, em geral, coincidentes com os picos de tráfego no sistema viário.

Alguns fatores importantes precisam ser levados em conta ao se planejar a geração de viagens para os PGVs educacionais: os impactos nas áreas de influência, a necessidade de se adequar os acessos às edificações, o porte do empreendimento (correlação com o número de estudantes), e os períodos e dias de projeto.

Os modelos e taxas aplicáveis aos PGVs citados são os seguintes:

- CET/SP (1983): dados para instituições de ensino superior. A variável explicativa é o número de estudantes;
- ITE (2008): dados para ensino primário, ginásial e médio

O quadro abaixo resume as equações propostas pelos diferentes estudos.

Tabela 2.2: Geração de viagens para uso educacional.

Estudo	Características do PGV	Variável explicativa	Equação Proposta	R²
ITE (2008)	Ensino primário, pico da manhã	X = Número de estudantes	$\ln(Y) = 1,14 \ln(X) - 1,86$	0,5
ITE (2008)	Ensino primário, pico da tarde	X = Número de estudantes	$\ln(Y) = 1,09 \ln(X) - 1,92$	0,54
ITE (2008)	Ensino ginásial, pico da manhã	X = Número de estudantes	Y = 0,54 viagem/estudante	-
ITE (2008)	Ensino ginásial, pico da tarde	X = Número de estudantes	Y = 0,28 viagem/estudante	-
ITE (2008)	Ensino médio, pico da manhã	X = Número de estudantes	Y = 0,68 viagem/estudante	-
ITE (2008)	Ensino médio, pico da tarde	X = Número de estudantes	Y = 0,55 viagem/estudante	-
CET/SP (1983)	Ensinos básico e superior	X = Número de estudantes	Y = 0,432 X - 106,303	0,707
CET/SP (1983)	Ensinos básico e superior	X = Número de viagens/ Y = Número de vagas necessárias para o PGV	Y = 0,29 X	-

Vale destacar que as equações definidas por Bertazzo indicam gerações de viagens mais intensas para as instituições privadas, e para as saídas noturnas nas instituições públicas. Neste último caso, pode-se pensar que os estudantes deste período deixem a escola juntos, pelo término do horário de funcionamento da instituição (não é possível estender a permanência realizando outras atividades, por exemplo) e por questões de segurança.

2.2.1.3 – *Shopping Centers*

Os *shopping centers* são estabelecimentos definidos pela Abrasce (Associação Brasileira de Shopping Centers)

como os empreendimentos com Área Bruta Locável (ABL), normalmente, superior a 5 mil m², formados por diversas unidades comerciais, com administração única e centralizada, que pratica aluguel fixo e percentual. Na maioria das vezes, dispõe de lojas âncoras e vagas de estacionamento compatível com a legislação da região onde está instalado.

A tabela abaixo expõe dois modelos de geração de viagens para tal tipo de empreendimento, o de Andrade (2005) e o da CET/SP *apud* Portugal e Andrade (2012). Ambos definem como variável explicativa a área bruta locável ou a área computável, isto é, a área do empreendimento efetivamente destinada às atividades comerciais. Vale notar que o dia de referência foi considerado separadamente nos dois modelos.

Tabela 2.3: Geração de viagens para *shopping centers*.

Estudo	Características do PGV	Variável explicativa	Equação Proposta	R ²
Andrade (2005)	Área Bruta locável menor que 68436 m ² ; dia de projeto = sexta-feira	X = área bruta locável (m ²)	$Y = 1091e^{0,4063X'}$, onde $X' = ABL/10000$	0,89
Andrade (2005)	Área Bruta locável maior que 68436 m ² ; dia de projeto = sexta-feira	X = área bruta locável (m ²)	$Y = 19,148X^{0,643} - 7020$	-
Andrade (2005)	Área Bruta locável menor que 69433 m ² ; dia de projeto = sábado	X = área bruta locável (m ²)	$Y = 1,3471e^{0,4X}$	0,915
Andrade (2005)	Área Bruta locável maior que 69433 m ² , dia de projeto = sábado	X = área bruta locável (m ²)	$Y = 29,464e^{0,4X} - 10688$	-
CET-SP (2012)	Dias de projeto = segunda a quinta-feira	X = área total computável (m ²)	$Y = 0,092X$	-
CET-SP (2012)	Dia de projeto = sexta-feira	X = área total computável (m ²)	$Y = 0,105X$	-
CET-SP (2012)	Dia de projeto = sábado	X = área total computável (m ²)	$Y = 0,147X$	-
CET-SP (2012)	Dia de projeto = domingo	X = área total computável (m ²)	$Y = 0,114X$	-

2.2.1.4 – Estabelecimentos de saúde

De acordo com o ITE (2008) *apud* Raia et al (2012), um hospital é uma instituição onde cuidados médicos ou cirúrgicos e acomodações são disponibilizados para pacientes ambulatoriais e não-ambulatoriais. No entanto, o termo “hospital” não se refere às clínicas médicas (facilidades que dispõem somente de diagnósticos e cuidados ambulatoriais) ou casa de enfermagem (locais dedicados a cuidar de pessoas incapazes de cuidar de si mesmas). Os autores ressaltam ainda a variedade de definições que se referem a tais PGVs, o que dificulta a comparação entre os modelos de geração de viagens.

A tabela abaixo mostra modelos produzidos pelo ITE (2008) e CET/SP (1983). Vale notar que o ITE diferencia hospitais e clínicas.

Tabela 2.4: Geração de viagens para estabelecimentos de saúde.

Estudo	Características do PGV	Variável explicativa	Equação Proposta	R ²
ITE (2008)	Hospitais, dias de projeto = úteis	Número de leitos	$Y = 7,42X + 1733,31$	0,69
ITE (2008)	Hospitais, dia de projeto = sábado	Número de leitos	$\text{Ln}Y = 0,58\text{Ln}X + 4,65$	0,71
ITE (2008)	Hospitais, dia de projeto = domingo	Número de leitos	$\text{Ln}Y = 0,61\text{Ln}X + 4,38$	0,73
ITE (2008)	Clínicas, dias de projeto = úteis	Área bruta (x 1000 pés quadrados)	$Y = 7,42X + 1733,31$	0,69
ITE (2008)	Clínicas, dia de projeto = sábado	Área bruta (x 1000 pés quadrados)	$\text{Ln}Y = 0,58\text{Ln}X + 4,65$	0,71
ITE (2008)	Clínicas, dia de projeto = domingo	Área bruta (x 1000 pés quadrados)	$\text{Ln}Y = 0,61\text{Ln}X + 4,38$	0,73
CET-SP (1983)	Indefinido	Número total de funcionários	$Y = 0,483X + 36,269$	0,837
CET-SP (1983)	Indefinido	Área total construída (m ²)	$Y = 0,023X + 28.834$	0,742
CET-SP (1983)	Indefinido	Número total de leitos	$Y = 36,065 \cdot (1,5)^{X \cdot 10^{-2}} + 141,793$	0,645

2.2.1.5 – Supermercados e hipermercados

De acordo com Galarraga *et al* (2012), os supermercados podem ser definidos como *estabelecimentos comerciais que oferecem bens de consumo em sistemas de autoatendimento, com oferta diversa de alimentos e outros produtos*. Já os hipermercados se diferenciam pelas áreas mais extensas e divisão dos produtos por setor. Vale ressaltar que a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) classifica os estabelecimentos levando em conta também a área de vendas e o número de caixas, enquanto o ITE também diferencia os gêneros de produtos ofertados.

A tabela abaixo mostra alguns modelos e taxas de geração de viagens, também propostos pelo ITE (2008) e pela CET/SP (1983). A variável comum aos dois estudos foi a área construída do estabelecimento.

Tabela 2.5: Geração de viagens para hipermercados e supermercados.

	Características do PGV	Variável explicativa	Equação Proposta/ Taxa Média	R ²
ITE (2008)	Hipermercado, o dia todo, dias úteis	Área total construída	$\text{Ln}Y = 1,35\text{Ln}X + 2,11$	0,54
ITE (2008)	Hipermercado, o dia todo, sábados	Área total construída	$\text{Ln}Y = 1,45\text{Ln}X + 1,74$	0,55

	Características do PGV	Variável explicativa	Equação Proposta/ Taxa Média	R²
ITE (2008)	Hipermercado, o dia todo, domingos	Área total construída	$\text{Ln}Y = 1,74\text{Ln}X + 0,09$	0,63
ITE (2008)	Supermercado com desconto, o dia todo, dias úteis	Área total construída (x 1000 pés quadrados)	96,82 viagens por 1000 pés quadrados (média de 77000 pés quadrados)	–
ITE (2008)	Supermercado com desconto, o dia todo, sábados	Área total construída (x 1000 pés quadrados)	117,03 viagens por 1000 pés quadrados (média de 82000 pés quadrados)	–
ITE (2008)	Supermercado com desconto, o dia todo, domingos	Área total construída (x 1000 pés quadrados)	102,54 viagens por 1000 pés quadrados (média de 84000 pés quadrados)	–
CET-SP (1983)	Indefinido (número de viagens atraídas pelo estabelecimento na hora-pico)	Área comercial total	$Y = (0,4X + 600).HP$, onde HP = índice de hora-pico (relação entre a área comercial total e a área de produtos básicos)	–
CET-SP (1983)	Indefinido (número total de vagas do estabelecimento)	Número de viagens atraídas pelo estabelecimento na hora-pico	$Y = 0,67X$	–

Como conclusão, pode-se dizer que os Pólos Geradores de Viagens (PGVs) são edificações, de variadas tipologias, usos e portes, que produzem fluxos de pessoas e impactam seu entorno. Exemplos são shopping centers, supermercados e estabelecimentos de saúde. A classificação destas edificações é realizada por órgãos como o *Institute of Transportation Engineers* (ITE) e a Companhia de Engenharia de Tráfego do município de São Paulo (CET/SP), a partir de variáveis como o número de viagens geradas na hora-pico e a área edificada. Órgãos de planejamento urbano e licenciamento, como a carioca Secretaria Municipal de Urbanismo, também estipulam classificações para os PGVs em alguns de seus dispositivos legais. Como exemplo, tem-se a Lei Complementar 70/2004, que normatiza as regras urbanísticas para a ocupação do solo em parte da área de Jacarepaguá, define os PGVs como edificações que concentram veículos leves e causam impacto no entorno pelo porte e quantidade de viagens geradas.

Para o desenvolvimento do modelo proposto nesta dissertação, o estudo dos Pólos Geradores de Viagens (PGVs) é necessário para se compatibilizar suas características com a dinâmica e os usos e parcelamentos permitidos na área de influência do corredor BRT Transcarioca. Por exemplo, a geração de viagens para supermercados e

hipermercados, de acordo com os modelos aqui explicados, é diretamente relacionada à área total construída. Esta área, por sua vez, é diretamente determinada pelos parâmetros urbanísticos definidos para cada região. Se os parâmetros forem restritivos e os tipos de uso e tipologias edilícias não permitirem atividades comuns aos Pólos Geradores, como os supermercados e os estabelecimentos de saúde, sua instalação não será possível. Por outro lado, a maior ou menor geração de viagens, objetivo desta dissertação para fomentar o desenvolvimento socioeconômico, também tem direta relação com os usos e os parâmetros urbanísticos permitidos.

Os próximos capítulos tratam mais aprofundadamente desta relação entre geração de viagens, uso do solo e condições urbanísticas.

3 – TRANSPORTES E O USO DO SOLO

Neste capítulo, são estudadas as relações entre o uso do solo e os sistemas de transportes. Inicialmente, o uso do solo é explicado, com algumas definições gerais e modelos esquemáticos, seguindo pela relação entre transportes e uso do solo e concluindo com um caso específico de união entre transportes e uso do solo.

3.1 – Uso do solo: principais definições e modelos

O uso do solo pode ser definido como a variedade de atividades espacialmente localizadas de acordo com pré-requisitos locacionais e regras urbanísticas. Esquemáticamente, é possível dividir o uso do solo em seis categorias: residencial, comercial, industrial, institucional (públicos e privados), áreas vagas (passíveis ou não de ocupação) e circulação. A ocupação do solo é um fator associado, que delinea a densidade dos usos a partir dos parâmetros urbanísticos fornecidos para a área em questão – índice de aproveitamento de terreno e taxa de ocupação do lote, por exemplo.

As características de ocupação do solo são importantes na atração de viagens e, desta forma, não devem ser desconsideradas: Goldner *apud* Andrade e Portugal (2011) e CET-SP (2011), para o cálculo de viagens atraídas por *shopping centers*, usam a área bruta locável do estabelecimento como variável positiva, isto é, diretamente proporcional ao número de viagens atraídas.

Vale notar que a conformação do uso do solo pode ser explicada de acordo com certos modelos de organização urbana. Três exemplos, que se encaixam na denominada Ecologia Urbana, são as zonas concêntricas de Burgess, os setores de Hoyt e os núcleos múltiplos de Harris e Ullman. Embora estes modelos visem explicar a organização interna das cidades norte-americanas entre as décadas de 1920 e 1940, alguns pressupostos podem ser transferidos para metrópoles como o Rio de Janeiro.

De acordo com Corrêa (2004), as zonas concêntricas de Burgess consideram o crescimento da cidade ocorrente em faixas, a partir do CBD (Central Business District), o único centro urbano. De forma geral, algumas faixas podem ser distinguidas: o

núcleo, com atividades comerciais e de serviços; a área de transição e futura expansão, próxima ao CBD e que abrigava uma população empobrecida e estabelecimentos industriais; as zonas que abrigam as residências de classe média, e as faixas mais externas, compostas de subúrbios dormitórios onde se localizam as porções mais abastadas da população. Nota-se que a parca estrutura de transporte condicionava fortemente a forma urbana: os habitantes de menor renda moravam em áreas mais próximas ao Centro, pela dificuldade em fazer longos trajetos pendulares. Desta forma, as regiões mais distantes eram preenchidas por áreas residenciais de renda mais alta.

As características de transporte influenciam a configuração espacial do uso do solo, como se pode notar nos setores de Hoyt. As zonas são delineadas a partir de estruturas como vias, trajetos de bonde e percursos de ônibus, com as áreas mais valorizadas estando localizadas em suas proximidades. O CBD continua como o único centro comercial e de serviços, e em seu redor há zonas retangulares onde se concentram as atividades industriais e a população de baixa renda. As populações de média e alta renda se localizam mais afastadas da área central, da mesma forma que o esquema de Burgess presumia.

O último modelo, de Harris e Ullman, pressupõe a configuração polinucleada da cidade. Além do CBD, outros centros exercem funções comerciais e de serviços, financeiras ou mesmo administrativas. O uso do automóvel particular, que despontava nesta época (década de 1940), possibilitou a desconcentração das atividades econômicas, a criação de grandes áreas residenciais suburbanas e a alocação das indústrias em regiões periféricas.

A metrópole carioca, a ser retratada nesta dissertação, apresenta características comuns aos três modelos, embora impulsionada por diferentes processos espaciais. A proximidade de eixos de circulação, pontos terminais de rotas e estações de transporte fomentou a descentralização das atividades de comércio e serviços e a formação de subcentros – Madureira, Tijuca, Méier e Copacabana podem ser citadas como exemplos. Ao mesmo tempo, o uso do solo é caracterizado por uma mistura maior de usos e classes sociais que os modelos teóricos apontavam para as cidades norte-americanas. A figura abaixo retrata as diferenças entre os três modelos.

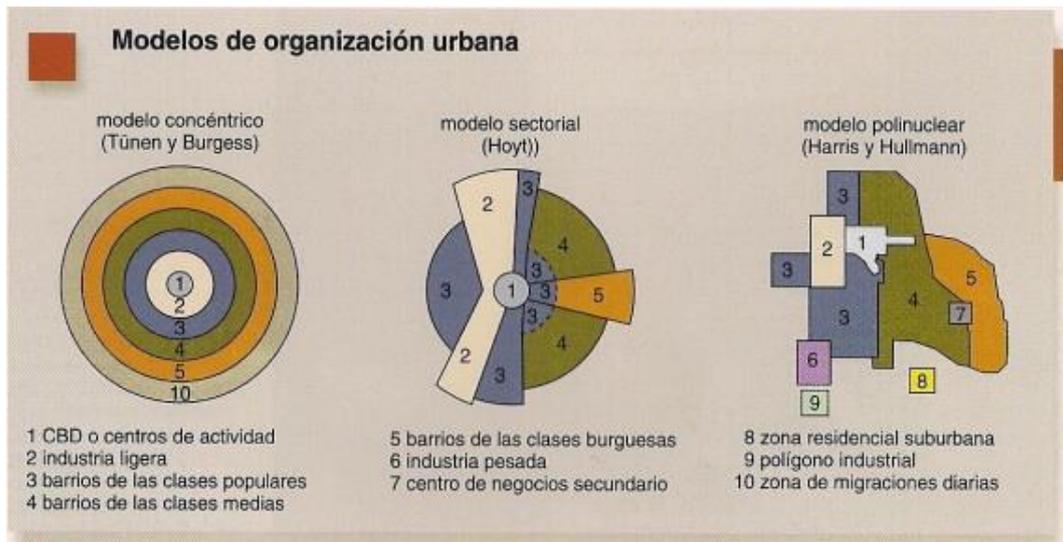


Figura 3.1: Formas espaciais de estruturação intra-urbana (fonte: <http://pavsargonauta.files.wordpress.com/2013/05/modelos-burgess.jpg>)

O uso do solo, independente de suas características espaciais, abrange elementos específicos. Littman (2014), em artigo intitulado *Land Use Impacts on Transport: How Land Use Patterns Affect Travel Behavior*, lista alguns deles:

- A *densidade* pode ser definida como relação de atributos como pessoas ou empregos pela área do local, usualmente medida em quilômetros quadrados. Os autores propõem, para avaliar a adequação do sistema viário à estrutura urbana, indicadores específicos de densidade: populacional, residencial e comercial. Alterações nas legislações urbanísticas, como o gabarito permitido para novas edificações, podem afetar diretamente a densidade específica do local, tanto para moradores ou residências quanto para estabelecimentos comerciais ou industriais;
- A *centralidade*, atributo diretamente relacionado à densidade, mede a concentração de elementos como estabelecimentos comerciais e empregos em um certo local, se comparado a outros. Kneib (2008) considera que, no âmbito da ecologia urbana, a centralização é a *congregação de pessoas e funções urbanas em um determinado centro urbano, ou em suas áreas funcionais, em busca de certas satisfações econômicas, culturais e sociais*. A autora trata ainda a centralização como decorrência da atração exercida por

áreas comerciais, de acordo com os bens e serviços oferecidos e a acessibilidade. Pode-se dizer que locais com altos índices de centralidade – no espaço urbano, o Centro principal e, em menor escala, os subcentros – apresentam maior quantidade relativa de comércio, serviços e empregos;

- O *mix* do uso do solo é definido como a mistura entre diversos usos – residencial, comercial e industrial. Estes usos podem ser diretamente alterados pelas legislações urbanísticas específicas;
- A *conectividade* se refere às conexões entre as diversas ruas de um dado local e às possibilidades de ligações diretas entre dois pontos. Áreas com boas ligações entre as ruas e condições favoráveis aos pedestres tendem a contar com maior frequência de caminhadas e viagens de bicicleta;
- Por último, a *oferta e gerenciamento de estacionamentos* é uma variável medida pela quantidade de vagas em uma determinada área e suas estratégias de precificação.

Por fim, a necessidade de se fomentar usos do solo mistos e equilibrados é reforçada por Leite e Awad (2012), quando afirmam que

a opção pelos parâmetros advindos da cidade compacta tem sido consenso internacional(...) Este modelo é baseado em um eficiente sistema de mobilidade urbana que conecte os núcleos adensados em rede, promovendo maior eficiência nos transportes públicos e gerando um desenho urbano que encoraje a caminhada e o ciclismo.

3.2 – Uso do Solo e Transportes: Influência dos Principais Fatores

As características de uso do solo, explicadas na subseção anterior, guardam relação com a geração de viagens. Neste âmbito, algumas variáveis podem ser alteradas, individualmente ou em grupo:

- Frequência e distância das viagens realizadas;
- Percurso médio diário per capita em automóveis particulares;

- Repartição modal, isto é, a contribuição de cada modo de transportes para a quantidade total de viagens geradas.

Desta forma, a densidade altera a configuração dos transportes à medida em que aumenta a variedade de destinos passíveis de serem alcançados com uma única viagem, reforça as opções de transporte (a economia de escala favorece as condições operacionais e torna possível a oferta de diversos modos) e tende a reduzir as velocidades de circulação, a aumentar os congestionamentos e a reduzir a disponibilidade de estacionamentos, desestimulando o uso do automóvel particular em favor de modos coletivos de transportes.

Vale ressaltar alguns aspectos específicos da relação entre uso do solo e transportes. Inicialmente, é possível afirmar que a densidade afeta a operação das linhas à medida em que determina a concentração dos passageiros a serem coletados. Áreas com baixas densidades populacionais (*urban sprawl*, ou espraiamento urbano) tendem a requerer maiores quilometragens para atender a grande parte dos passageiros, o que pode aumentar os tempos de viagem e a quantidade de veículos necessários. Accioly e Davidson (2006) corroboram esta afirmação, ao explicarem que

um sistema de transporte público eficiente requer densidades [de ocupação do solo] médias e altas, a fim de poder oferecer um serviço frequente, barato e eficiente. Por esta razão, a densidade do desenvolvimento urbano, incluindo a criação de novas áreas e padrões de espaços residenciais, tornou-se um tema importantíssimo relacionado ao desenvolvimento urbano sustentável.

Cabe destacar que a densidade pode ser analisada de duas maneiras: a densidade populacional, definida pela razão entre o número de habitantes e a área de determinado local, e a densidade de empregos, definida pela divisão entre o número de empregos e a área de certo local. No primeiro caso, Litman (2011) descreve estudos realizados em cidades norte-americanas, que relatam reduções de 25 a 30% na distância média diária percorrida em automóveis particulares em favor de modos coletivos de transporte.

Outros autores também correlacionam a densidade residencial com a taxa de geração de viagens. Marcolini (2011), em estudo de caso na cidade de Niterói, relata que a densidade residencial encontrada em bairros como Icaraí e Santa Rosa, em comparação com os valores encontrados para Pendotiba e a Região Oceânica, afeta a geração de

viagens em automóveis particulares. A zona de tráfego de Icarai, com densidade média de 9200 habitantes/km², apresenta média de 1,62 viagem por domicílio residencial, enquanto a Região Oceânica, com densidade média de 1200 habitantes/km², registra 6,34 viagens por domicílio residencial. É válido notar que a densidade residencial correlaciona vários outros fatores que alteram a taxa de geração de viagens por automóveis particulares: a menor concentração de pessoas e residências em determinada área pode dificultar a prestação de transporte público por conta dos indicadores operacionais (tempo de viagem e distâncias percorridas), enquanto o desenho urbano (longas quadras e poucas conexões entre as ruas, escassez de áreas para caminhadas etc) pode inibir a implantação de comércio e serviços nas proximidades residenciais, o que aumenta a distância das viagens realizadas.

Por sua vez, a centralidade afeta o sistema de transportes à medida em que a concentração de comércio e serviços reduz a quantidade de viagens necessárias para os indivíduos realizarem suas tarefas. Villaça (2001) explica a menor geração relativa de viagens das áreas centrais, ao questionar

Qual o significado desta variedade equilibrada (de atividades em centros)? Significa reduzir ao mínimo o número de deslocamentos dos clientes. Quanto maior a variedade de comércio e serviços existentes num centro, menor o número de viagens que um consumidor precisa fazer para ter todas suas necessidades atendidas.

De outra forma, pode-se entender que a menor quantidade relativa de viagens gerada pelos centros de comércio e serviços é compensada pela sua maior atratividade, o que pode redundar em um maior número total de viagens, com diversos propósitos.

3.2 – Uso do Solo e Transportes: Influência dos Principais Fatores

O uso do solo guarda estreita relação com os sistemas de transporte, individuais ou coletivos. Desta forma, é possível pensar em modelos urbanísticos que integrem estas duas dimensões.

Um exemplo é o *Transit-Oriented Development*, ou desenvolvimento orientado para o transporte público, que estabelece diretrizes para a ocupação ordenada do solo a partir de estações de transporte público e massivo. A instituição norte-americana *Center for Transit-Oriented Development* o define como um desenvolvimento urbano compacto,

com áreas localizadas a distâncias pequenas de estações de transporte – no máximo meia milha, aproximadamente 800 metros. Elas contêm residências, escritórios, atividades comerciais e de serviços, juntamente com um espaço construído de forma a estimular o uso de transporte público e não-motorizado. Algumas características estão listadas abaixo :

- Uso misto do solo: comércio, serviços e residências, além de serviços públicos, se localizam próximos uns aos outros. As residências, por sua vez, são de variados tipos e preços;
- Boas condições para caminhadas e viagens de bicicleta, desestimulando o uso do transporte motorizado para viagens locais;
- As ruas possuem *traffic calming*, de modo a controlar a velocidade do fluxo motorizado;
- Boas condições de acessibilidade, tanto para o transporte público quanto para as atividades espacialmente localizadas.

Definição complementar é dada por Pamphile (2005), que considera o *Transit-Oriented Development* como um modelo urbano que se sustenta na presença de sistemas massivos de transporte, na promoção de viagens realizadas por modos coletivos e não-motorizados, nos usos de solos combinados, com agrupamento de áreas residenciais e terciárias e na união de diversos órgãos e empresas – urbanísticos, transportistas, imobiliários etc. Há a melhoria da acessibilidade das áreas beneficiadas, com consequentes desdobramentos para o valor das propriedades, que podem ser capturadas e revertidas ao próprio sistema de transportes.

As causas para se implantar projetos de desenvolvimento orientado para o transporte público são diversas. Nas cidades norte-americanas, fatores demográficos (maior número de famílias com um chefe e solteiros, por exemplo), financeiros (maiores gastos com transporte para os residentes nas áreas suburbanas) e institucionais (maior facilidade para financiamento federal de infraestruturas de transporte público) são

especialmente relevantes. Motivos de fundo ambiental também podem ser citados: de acordo com Glaeser (2011), a família média norte-americana que more em uma área com densidade superior a 3900 habitantes/km² consome 2600 litros anuais de gasolina, valor que sobe para 4400 litros anuais quando a densidade é inferior a 390 habitantes/km². O autor considera ainda que a concentração populacional – e, em decorrência, de atividades econômicas – é importante pelo fato de muitas viagens realizadas por transporte individual não serem pendulares, mas se destinando às atividades cotidianas (escolas, restaurantes etc). O adensamento urbano propiciado pelos projetos de *Transit-Oriented Development* pode favorecer a realização de viagens não-pendulares por modos coletivos ou não-motorizados de transporte.

O uso do solo permitido por lei pode ser diretamente alterado, através de leis complementares ou da aplicação de dispositivos previstos no Plano Diretor, de forma a aproveitar as vantagens locacionais dos corredores de transporte. Cortez e Nigriello (2004) relatam a experiência do município de São Paulo, atendido por vários ramais metroviários. A área de influência destes ramais foi denominada *território de oportunidades*: de acordo com os autores, *este investimento acaba por promover, em seu entorno, como fenômenos paralelos, a valorização dos imóveis, o adensamento, a renovação do espaço edificado e alterações no uso do solo, atraindo para as áreas beneficiadas pela maior acessibilidade mais habitações e novas empresas*. Desta maneira, os empreendimentos associados estabelecem uma relação de parceria com o sistema de transportes, garantindo benefícios para ambas as partes. Este foi o caso da Linha 4 – Amarela, que abriga em suas proximidades o Shopping Metrô Tatuapé. De acordo com os autores, este empreendimento gerava à Companhia do Metrô cerca de US\$ 1,5 milhão anual. É válido destacar que estudos realizados na Linha 1 – Azul apontam maior valorização imobiliária nas áreas com índices de aproveitamento do solo mais altos e nas áreas com população com renda mais elevada, o que reforça a necessidade de regulamentação de regiões específicas com índices urbanísticos diferenciados.¹

¹ Os autores citam as AIU – Áreas de Intervenção Urbana, que prevêm o majoramento da ocupação do solo urbano. No município do Rio há a AEIU – Área de Especial Interesse Urbanístico, como aquela proposta para os bairros diretamente atendidos pelo corredor BRT Transcarioca e seu entorno.

Os empreendimentos associados podem ainda favorecer o processo de captura de valor por parte de sistemas de transporte. A captura de valor pressupõe alguns postulados:

- A operação e expansão da rede de transportes frequentemente exige consideráveis somas, nem sempre ao alcance dos orçamentos públicos, requerendo assim a participação de entes privados;
- As vantagens locacionais auferidas pelos sistemas de transporte serão revertidas em ganhos monetários – valorização do solo, por exemplo – o que torna possível a captura de parte deste valor criado e sua posterior aplicação no sistema de transportes.

Entretanto, como afirmam Aragão *et al* (2010),

o uso da capitalização do crescimento só poderá se viabilizar tecnicamente se o projeto a ser avaliado disser respeito não apenas a um projeto isolado de infra-estrutura, mas sim a um conjunto integrado de ações em diversos setores de um determinado território de análise.

Ou seja, há dificuldade para se medir a contribuição específica do sistema de transporte, e ainda que tal tarefa seja realizada, outras iniciativas também colaborariam para o desenvolvimento da área. Assim, os autores propõem um conjunto de intervenções de infra-estrutura, econômicas, urbanísticas, entre outros tipos, que interajam entre si e potencializem o desenvolvimento territorial.

Pode-se dizer ainda que as áreas lindeiras às estações metroferroviárias, e às estações de *Bus Rapid Transit*, representam territórios possíveis para a aplicação de estratégias de captura de valor. No âmbito carioca, esta tarefa é dificultada pela estagnação que caracteriza muitas destas áreas, como pode ser visto na foto abaixo.



Figura 3.2: Brás de Pina, na Zona Norte carioca, em seus arredores ferroviários (fonte: elaborado pelo autor).

Este quadro aponta para a necessidade de se considerar incentivos urbanísticos para estimular a renovação das áreas atendidas por sistemas de transporte massivo.

Por sua vez, a implantação de áreas de *Transit-Oriented Development* em cidades como o Rio de Janeiro pode ser atrelada à necessidade de se modular a expansão horizontal do espaço urbano, através da construção em áreas anteriormente desocupadas, e suas futuras consequências, e de se revitalizar as áreas a serem atendidas por novos projetos de transporte massivo, muitas delas com altas densidades populacionais, mas com poucas fontes de empregos e estabelecimentos comerciais e de serviços. Torna-se necessário criar áreas adensadas e de uso misto, que aproveitem os bônus locacionais dos sistemas de transporte e reduzam a necessidade do transporte individual.

As áreas beneficiadas por projetos de TOD podem ser classificadas em vários tipos. Segue abaixo uma proposta de tipologia, que divide as áreas de acordo com variáveis como o tipo de transporte e sua frequência no horário de pico, o tipo estabelecido de comércio e serviços, o tipo de residência (unifamiliares ou multifamiliares e área útil), número pretendido de empregos e perfil desejado. A tabela abaixo, preparada pela instituição americana *Center for Transit-Oriented Development*, explica alguns tipos de área.

Tabela 3.1: Tipos de centro organizados por projetos de *Transit-Oriented Development*.

Tipo de Centro	Centro Regional	Centro Urbano	Centro de Entroncamento de Transportes	Distrito Especializado/ Usos Especiais	Corredores de Uso Misto
Características	Principal centro de atividades econômicas e culturais	Centro importante de atividades econômicas e culturais	Centro local, com atividades econômicas, culturais e comunitárias	Centro com atividades econômicas específicas	Área com atividades comunitárias e econômicas, sem centro definido
Uso do Solo	Mistura de residências, uso comercial e de serviços e cultural, com alta densidade	Mistura de residências, uso comercial e de serviços e cultural, com média ou alta densidade	Mistura de residências, uso comercial e de serviços e cultural, com média densidade	Concentração de atividades comerciais, culturais, cívicas e fontes de emprego, possivelmente com residências	Mistura de residências, uso comercial e de serviços e cultural, com média densidade
Sistemas de transporte e intervalos no pico	Todos os tipos, intervalo menor que 5 minutos	Todos os tipos, intervalo entre 5 e 10 minutos	Trem de subúrbio, ônibus locais e regionais, trem leve, intervalo entre 15 e 30 minutos	VLT, bondes, BRT e trem pesado (opcional), intervalo entre 15 e 30 minutos	VLT, bondes, BRT e ônibus locais, intervalo entre 5 e 10 minutos
Tipos de comércio	De escala regional	De escala regional	De escala local	De escala comunitária e regional	De escala comunitária e local
Objetivos	Integrar altas densidades de residências e atividades econômicas	Integrar altas densidades de residências e atividades econômicas, a partir de usos residenciais e comerciais já existentes	Aumentar a densidade e a acessibilidade e por transportes públicos	Criar demanda sustentável fora do pico (a partir do uso do solo) e acomodar a demanda do pico	Expandir as oportunidades para tipos de comércio local e residências de alta densidade

Vale ressaltar que existem outras classificações, como os centros urbanos, as vizinhanças de transporte público, caracterizadas pela integração entre as atividades econômicas de caráter local e os setores residenciais de média densidade, e os centros suburbanos, em áreas com menores densidades. Considerando as áreas da metrópole carioca atendidas pelo corredor BRT Transcarioca, pode-se notar a coexistência de variadas tipologias potenciais, desde centros regionais em bairros como Madureira até os corredores de uso misto ao longo de logradouros como a Avenida Vicente de Carvalho passando pelos possíveis centros suburbanos² na região da Barra da Tijuca.

Os projetos de *Transit-Oriented Development*, dadas suas conexões com fatores espaciais, sociais ou mesmo econômicos, podem ser avaliados de acordo com tais critérios. Embora haja dificuldades de ordem conceitual e prática, pelo fato de um projeto não ser igual a ouro, alguns indicadores podem ser aplicados para estabelecer a eficiência de um TOD. Vale ressaltar que estes projetos podem ter objetivos distintos – aumentar a proporção de viagens realizadas em sistemas de transporte massivo, incrementar a quantidade relativa de empregos e de impostos arrecadados em determinada área, entre outros. Assim, o autor (Renne, 2007) estabelece seis categorias básicas de indicadores, explicadas no quadro abaixo:

2 O centro suburbano define áreas de ocupação mais dispersa e com menores densidades residenciais, remetendo à interpretação norte-americana do termo. As áreas de *Transit-Oriented Development* assim configuradas apresentam atividades comerciais essencialmente locais, com o intuito de se integrar áreas residenciais às atividades econômicas e melhorar a acessibilidade aos sistemas de transporte público.

Tabela 3.2: Categorias de indicadores para avaliação de projetos de *Transit-Oriented Development*.

Categoria	Indicadores Associados
Comportamento de Viagens	Número de veículos por domicílio, extensão das viagens em automóveis particulares, modo e tempo empregado em viagens pendulares
Economia Local	Número de estabelecimentos por tipo, número de empregos, evolução do valor das propriedades, arrecadação dos tributos
Ambiente Natural	Consumo de energia por domicílio, emissões poluentes (sonoras e atmosféricas)
Desenvolvimento Local	Diversidade residencial (renda), incidência de crimes, presença de equipamentos como escolas e bibliotecas
Contexto Político-Institucional	Presença de subsídios públicos e de corpo técnico, legislação urbanística que suporte as alterações na ocupação do solo.

Vale notar que estes indicadores também podem ser aplicados para a escolha de áreas a serem atendidas por projetos de desenvolvimento orientado pelo transporte público, como será explicado em capítulos posteriores.

Em relação aos resultados obtidos por tais projetos, Litman (2014) descreve alguns casos. Um dos mais destacados é a pequena cidade de Maplewood, localizada no estado americano de Nova Jersey. Caracterizada pelas viagens pendulares em direção a Nova York, onde muitos de seus habitantes trabalham, Maplewood observou um aumento no número de automóveis particulares, o que levou à proposta de construção de um estacionamento de 400 vagas no centro da cidade. Tal proposta foi trocada em favor de outra, que incluía a parceria entre órgãos municipais, estaduais e a autoridade de transporte, o uso de micro-ônibus como conectores entre as áreas residenciais e a estação ferroviária, posteriormente reformada, e a proposta de revitalização urbana

tendo como ponto central a estação. Desta forma, uma rua de pedestres foi construída em suas imediações, abrigando variadas atividades comerciais e áreas de convívio comunitário. A melhora da operação ferroviária, com serviços mais rápidos para Nova York, também foi responsável pelo aumento no número de usuários do sistema – no fim dos anos 2000, uma em cada três residências abrigava viajantes pendulares. Vale ressaltar ainda que as viagens que se destinam à estação são realizadas majoritariamente a pé ou pelos micro-ônibus.

O aspecto mais inusitado do projeto de Maplewood, entretanto, é a criação de um serviço de *concierge* para os usuários do sistema ferroviário. Idealizado pela autoridade de trânsito de Nova Jersey, o *concierge* realiza diversas tarefas – compra de ingressos para espetáculos, devolução de livros em bibliotecas e preparativos para viagens, entre outros. Os usuários têm acesso a tal comodidade através do pagamento de uma taxa anual, direcionada à câmara de comércio local. Simultaneamente, a ênfase no transporte massivo e no desenvolvimento urbano gerado a partir dele resultou em um forte argumento de vendas para o setor imobiliário: Maplewood é um lugar com uma abrangente gama de serviços e facilmente acessível pelo transporte ferroviário, não exigindo extensos tempos de viagem para os deslocamentos pendulares. O projeto da pequena cidade norte-americana, além de dinamizar os setores comercial e imobiliário, serve como uma forma de fidelizar o usuário optativo, que pode também usar o automóvel particular em suas viagens, ao transporte público. Tais serviços, que necessariamente contam com a parceria entre autoridades de transporte e a câmara de comércio de determinada área, podem ser replicados em projetos de *Transit-Oriented Development* em regiões com altos índices de viagens particulares por domicílio (ou indivíduo) e indicadores de renda.

Outro exemplo de *Transit-Oriented Development* com resultados positivos, tanto para a geração de viagens quanto para a formação de uma estrutura urbana mais equilibrada, é encontrado na cidade brasileira de Curitiba. Seu sistema massivo, pioneiro no uso de ônibus, teve como panos de fundo o progressivo descongestionamento e preservação histórica do centro da cidade, e a complementar estimulação de atividades econômicas fora desta área. Assim, o modelo urbano da cidade se alteraria de radial para linear.

Os elementos definidores deste novo modelo seriam os eixos viários. Compostos de uma via central (uma canaleta central para o transporte massivo e duas vias marginais

para o acesso aos lotes lindeiros) e duas vias estruturais binárias, conectando a periferia às áreas centrais e abertas ao tráfego misto, os eixos viários foram inicialmente implantados na direção Norte-Sul e depois expandidos para os sentidos Leste e Oeste.. Nas vias centrais, o embarque e desembarque de passageiros seria realizado nas estações-tubo, celebrizadas como símbolo de Curitiba, e nos terminais de integração. Lindau , Hidalgo e Facchini (2010) descrevem o sistema curitibano como um conjunto de diferentes serviços em rede, denominado RIT – Rede Integrada de Transportes, que atende a 14 dos 26 municípios da região metropolitana da capital paranaense. Os serviços podem ser classificados da seguinte forma:

- Expresso Ligeirão: veículos biarticulados que ligam estações-tubo aos terminais de integração, com poucas paradas;
- Expresso: veículos biarticulados que ligam terminais de integração à área central, com poucas paradas;
- Interbairros: veículos *padron*³ e biarticulados que ligam circularmente os diversos bairros às estações-tubo e terminais de integração;
- Alimentadores: veículos de pequeno porte, *padron* ou articulados que ligam os terminais de integração aos diversos bairros;
- Troncais: veículos *padron* ou articulados, que ligam os terminais de integração às áreas centrais por vias compartilhadas;
- Circulares Centro: veículos de pequeno porte, que atendem a pontos de interesse da área central e têm tarifa diferenciada.

Paralelamente, diversas ações foram tomadas para garantir que a estruturação urbana atingisse os objetivos traçados. As regras de zoneamento levam em consideração a proximidade das vias centrais e estruturais para definir a intensidade e a natureza das ocupações residenciais, de comércio e serviços, havendo uma correlação inversa entre a distância dos eixos de transporte e a densidade permitida. Desta forma, as residências e

³ Os ônibus *padron*, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), se caracterizam pela maior capacidade de passageiros em relação aos veículos básicos. O maior conforto para passageiros e motoristas é outro diferencial: os ônibus *padron* devem contar com suspensão preferencialmente mista, piso de menor altura e portas mais largas, facilitando também o embarque e desembarque de pessoas.

atividades estarão mais próximas dos eixos de transporte, majorando os efeitos positivos do sistema de transporte massivo. Vale ressaltar ainda que tal densificação foi gradualmente realizada, através da compra dos lotes adjacentes aos eixos de circulação por parte da Prefeitura municipal.

O zoneamento definido para as áreas adjacentes aos corredores, assim para as áreas mais distantes, segue esta lógica. A Zona Especial Estrutural, vigente nos arredores das áreas cortadas pelos eixos trinários de circulação, apresenta parâmetros mais generosos para a ocupação da área – maiores índices de aproveitamento do terreno, alturas ilimitadas para edificações, taxas de ocupação mais altas, menores lotes – do que as zonas residenciais sequencialmente afastadas. Esta lógica concentra a população e as atividades nas imediações dos sistemas de transporte, reduzindo o tempo de acesso ao veículo e majorando os benefícios advindos destes sistemas.

4 – O CORREDOR BRT TRANSCARIOCA

Este capítulo tratará do corredor BRT Transcarioca. Para melhor exposição do tema, haverá uma divisão em três partes: o sistema BRT e suas características gerais; os precedentes e as características específicas do BRT Transcarioca, e as variáveis urbanísticas vigentes ao longo do corredor.

4.1 – O Sistema BRT

De acordo com o Relatório de Sistemas BRT (2010), os *Bus Rapid Transit* podem ser qualificados como sistemas de ônibus que apresentam alto desempenho e qualidade, operando em faixas separadas do tráfego geral. Atributos relacionados aos BRT são as maiores velocidades operacionais, propiciadas pelo isolamento do tráfego misto e pelo maior espaçamento das paradas e os menores *headways*. Estas características interagem entre si: as maiores velocidades operacionais redundam em menores tempos de viagem e, para frotas quantitativamente equivalentes, intervalos mais curtos. Por sua vez, os veículos empregados em corredores BRT usualmente são articulados ou bi-articulados, com a vantagem de oferecerem maior capacidade estática e poderem ser aplicados em trechos muito demandados.

Elementos complementares são fornecidos por Vuchic (2007), que ressalta a necessidade de investimentos em infra-estrutura – vias, estações de parada, separações de pista – de modo a garantir níveis de performance superiores aos BTS⁴. Para o autor, os sistemas BRT devem possuir ainda os seguintes atributos:

- Separação praticamente total do trânsito misto, incluindo táxis e faixas HOV (*High-Occupancy Vehicles*, ou faixas para veículos com alta ocupação).
Trechos abertos ao tráfego geral são tolerados em pequenas extensões;

⁵ Os BTS, ou *Bus Transit Systems*, são sistemas de ônibus que contam com planejamento operacional, veicular e viário, de forma a apresentarem maior eficiência que os ônibus operantes em condições de tráfego misto.

- Linhas com serviço frequente e confiável durante todas as horas do dia;
- Estações equipadas com proteção ao passageiro, informações operacionais e cobrança de tarifas, devendo estar espaçadas entre 300 e 600 metros nas áreas urbanas;
- Veículos com design diferenciado e apropriados para o rápido escoamento dos passageiros nas estações. Portas largas e alinhamento às plataformas são necessários;
- Prioridade semafórica aos ônibus;
- Uso de ITS (*Intelligent Transportation Systems*, ou sistemas inteligentes de transporte) para monitorar o movimento e a localização dos veículos, além de fornecer informações aos passageiros e auxiliar a cobrança tarifária.

Os sistemas BRT surgiram gradualmente a partir da década de 1970. À época, detectou-se a necessidade do aprimoramento dos serviços de transporte por ônibus. Tal necessidade originou iniciativas como as faixas exclusivas, inicialmente em cidades como Los Angeles, Paris e Cidade do México. O sucesso destas iniciativas esteve relacionado à fiscalização efetiva das condições de uso das faixas exclusivas. Estas condições foram atingidas em alguns casos, como Paris. Outras iniciativas foram estabelecidas posteriormente, como a prioridade semafórica nas intersecções e as pistas segregadas para ônibus (*bus ways*). Em algumas cidades norte-americanas, a *high-occupancy vehicle lane* (HOV lane, ou faixa para veículos com alta ocupação) foi uma outra forma de se garantir prioridade ao transporte, ainda que para veículos de pequeno porte e baixa quantidade de passageiros transportados.



Figura 4.1: ônibus circulando em pista segregada, na cidade francesa de Paris (fonte: elaborado pelo autor)

Vale ressaltar ainda a existência dos *O-Bahn*, ou ônibus guiados. Desenvolvidos pela montadora Daimler-Benz para a cidade alemã de Essen, os *O-Bahn* são ônibus que circulam em pistas completamente separadas do tráfego misto, de maneira análoga ao modo ferroviário. Embora estes ônibus sejam flexíveis, podendo rodar tanto nos trilhos exclusivos quanto nas vias comuns, poucos locais adotaram o sistema: outro exemplo, além de Essen, é a cidade australiana de Adelaide, como visto na figura abaixo.



Figura 4.2: *O-Bahn* circulando na cidade australiana de Adelaide (fonte: <http://tinyurl.com/q9enhqv>)

4.2 – Características Gerais do Corredor BRT Transcarioca

4.2.1 – Histórico e Características Operacionais

O corredor BRT Transcarioca ligará o bairro do Galeão, no qual está instalado o Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim, à Barra da Tijuca. Seu trajeto incluirá bairros importantes das zonas Norte e Oeste cariocas, como a Penha, Madureira, Taquara e Jacarepaguá, caracterizados por concentrarem atividades econômicas e população.

O traçado do corredor remonta ao Plano Doxiadis, projeto urbanístico encomendado pelo governo da cidade-estado da Guanabara na década de 1960. O plano delineava uma rede de vias expressas, em alguns casos complementadas por sistemas massivos de transporte. Silva (2008) considera que o plano prioriza as rodovias, tornando-as coluna vertebral do ordenamento urbano da cidade.

Em relação à estrutura viária, o Plano Doxiadis estabelece as Linhas Policromáticas. Algumas delas são de orientação transversal, isto é, não direcionam o fluxo de pessoas em direção à Área Central. Embora o projeto tenha definido seis vias, apenas duas foram completamente construídas e inauguradas:

- Linha Lilás: conectaria o Cais do Porto a Botafogo. Parte do trecho é representado pelo conjunto Elevado 31 de Março-Túnel Santa Bárbara-Rua Pinheiro Machado;
- Linha Amarela: conectaria a Ilha do Fundão à Barra da Tijuca. Concluída e em operação desde 1997;
- Linha Marron: conectaria o final da Zona Oeste (Santa Cruz) à Zona Portuária, correndo em paralelo à linha férrea. Não saiu do papel;
- Linha Verde: conectaria a Via Dutra, na Pavuna, ao Leblon. Parte de seu traçado corresponde ao eixo Avenida Automóvel Clube-Túnel Noel Rosa-Rua Uruguai, ainda que não diretamente conectado;
- Linha Vermelha: conectaria a Via Dutra, na Pavuna, a São Cristóvão. Concluída e em operação desde 1992;
- Linha Azul: conectaria o Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste, ao Trevo das

Missões, em Cordovil. Seu traçado corresponde ao eixo formado por vias como a Avenida Salvador Allende, a Rua Cândido Benício, a Avenida Ministro Edgard Romero e a Estrada do Quitungo, cruzando a Linha Verde e uma linha de pré-metro em Irajá.

O mapa das Linhas Policromáticas encontra-se abaixo, na Figura 4.3.

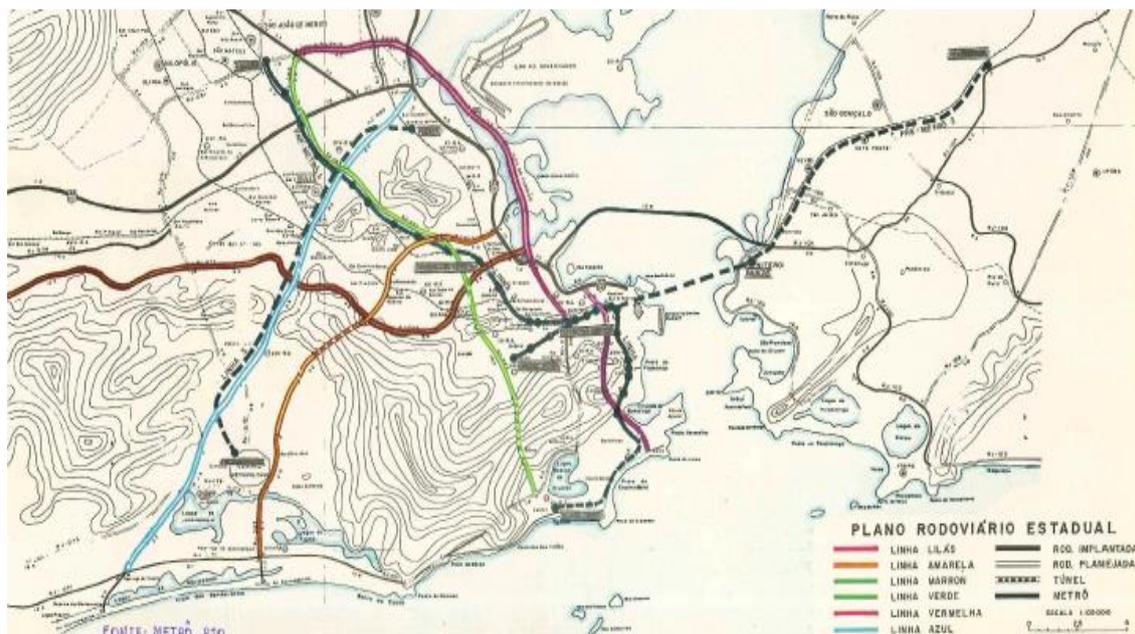


Figura 4.3 : Linhas Policromáticas do Plano Doxiadis (fonte: Metrô-Rio *apud* Souza, 2008).

Comparando o trajeto dos corredores de transporte massivo com a estrutura viária planejada na década de 1960, pode-se observar que a Linha Azul coincide com o atual corredor BRT Transcarioca entre a área de Jacarepaguá e os arredores de Vaz Lobo, e com o corredor BRT Transolímpico entre Jacarepaguá e o Recreio dos Bandeirantes.

Por sua vez, o PIT-Metrô, estudo realizado pela Companhia do Metrô na década de 1970, define como projeção futura para o ano de 1984 a Linha 3 de pré-metrô Avenida das Américas x Penha Circular. Seu trajeto se sobrepõe ao da Linha Azul entre a área de Jacarepaguá e o bairro de Vaz Lobo, incluindo ainda o Centro Metropolitano e duas integrações, uma com a Linha 1 de pré-metrô em Irajá e outra com a estação ferroviária da Penha Circular. O plano de estender o ramal metroviário para a Zona Oeste a partir da Zona Norte e dos bairros de Jacarepaguá não foi levado a cabo, possivelmente pela

demanda rarefeita que representava a área atendida pelas avenidas Alvorada e Abelardo Bueno, abrangendo a Barra da Tijuca e Jacarepaguá. Como visto no capítulo anterior, a menor ou maior concentração de usuários dispostos a usar um dado serviço de transporte é fator relevante para sua implantação, por afetar os custos operacionais do sistema.

As figuras abaixo comparam os traçados previstos para a Linha Azul, a Linha 3 do pré-metrô e o atual corredor BRT Transcarioca. Nota-se que o percurso planejado para os três projetos coincide nas áreas consolidadas da zona Norte e da região de Jacarepaguá: o eixo Taquara x Vaz Lobo, incluindo centros importantes de comércio e serviços, como Madureira.

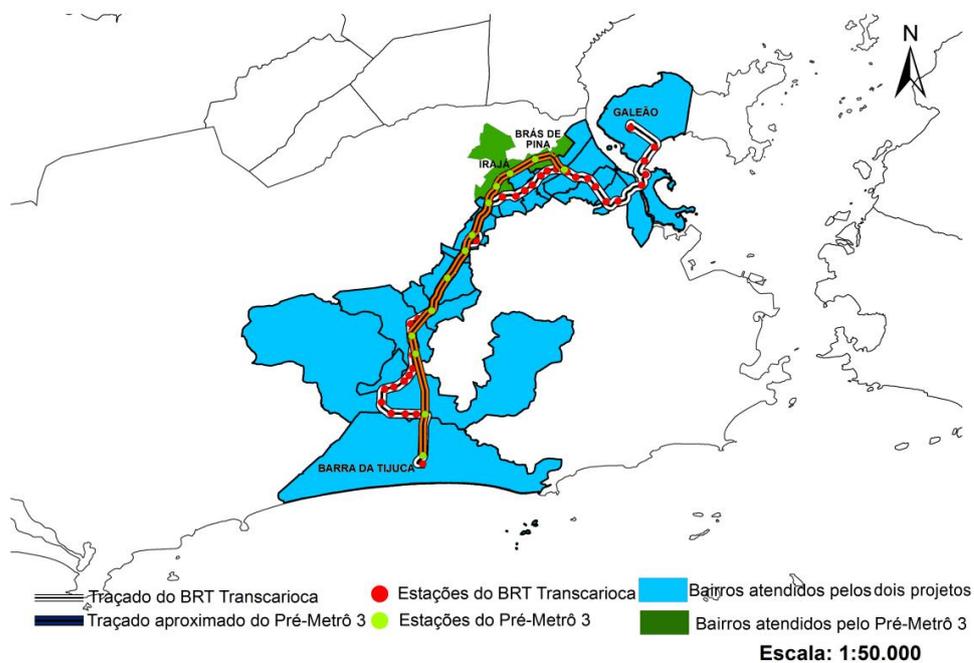


Figura 4.4: Traçados comparados do Pré-Metrô (Linha 3) e do corredor BRT Transcarioca. (fontes: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (2012) e Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro (1977))

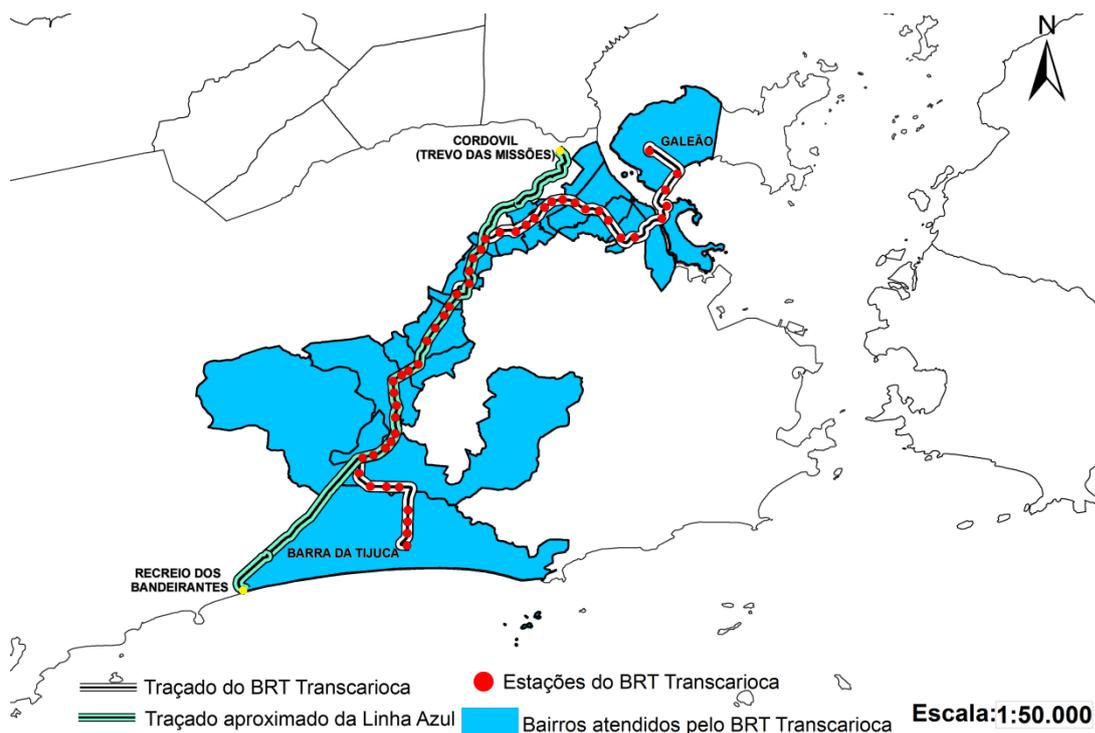


Figura 4.5: Traçados comparados da Linha Azul e do corredor BRT Transcarioca.
(fontes: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (2012) e Silva (2008))

As características operacionais gerais do corredor, por sua vez, estão resumidas na tabela abaixo.

Tabela 4.1: Características gerais do corredor BRT Transcarioca

Extensão (km)	39
Ônibus previstos em operação	Articulados: 250
Custos totais (bilhões de R\$)	1,88
Custos relativos (milhões de R\$/km)	48,2
Passageiros diários (x 1.000)	440
Data de conclusão	Junho/ 2014
Integrações previstas	Alvorada, Taquara, Tanque, Madureira, Fundão, Galeão – Tom Jobim 1: linhas alimentadoras Madureira, Olaria: ramais Supervia (trem) Vicente de Carvalho: metrô
Tempo de viagem previsto	Alvorada x Galeão: 70 minutos
Estações expressas (julho/2014)	Alvorada, Rio 2, Santa Efigênia, Taquara, Tanque, Madureira, Vicente de Carvalho, Galeão

Vale notar ainda que o corredor BRT Transcarioca pode ser classificado como um sistema tronco-alimentado, no qual um conjunto de linhas troncais de alta demanda e operada por veículos de capacidade ampliada (articulados e bi-articulados, por exemplo) atende a áreas densas e próximas a centros urbanos. Alimentando estas linhas, há um conjunto de serviços locais que atende a bairros com menor demanda de passageiros. Há integração física e tarifária, realizada em terminais de transbordo. Vuchic (2005) aponta como vantagens das linhas alimentadoras a maior flexibilidade na alocação de veículos (ônibus menores podem ser operados de acordo com a demanda específica da área a ser atendida) e a possibilidade de maiores frequências com a mesma quantidade de veículos, o que melhora a qualidade do serviço e reduz os custos operacionais .

4.2.2 – Área de influência

A área de influência de um corredor pode ser definida como as regiões localizadas nos arredores dos sistemas de transporte, que concentram os usuários e sofrem as influências geradas pela proximidade com tais sistemas. Vuchic (2005) afirma que a área de cobertura de uma estação precisa ser maximizada por guardar direta relação com a taxa de uso do sistema, junto com a própria facilidade de os usuários acessarem os pontos de parada. Vale notar que o posicionamento das estações é importante: paradas muito próximas podem ter áreas coincidentes de cobertura e prejudicar o funcionamento do sistema, ao imporem paradas frequentes e reduzirem sua velocidade operacional.

Para fins de captura para um determinado sistema de transporte, a área de influência de uma estação se limita a 500 metros de raio. De acordo com o Manual do BRT (2008), esta seria a distância passível de ser percorrida em uma caminhada curta, de 5 a 10 minutos. O referido manual ainda explica que, embora alguns usuários cativos estejam acostumados a percorrerem percursos maiores para acessar o sistema de transporte, as condições de caminhada não favorecem distâncias ampliadas.

O trabalho considerou, para fins de intervenções urbanísticas e de transportes, uma faixa de 500 metros a partir do eixo do corredor.

4.3 – Zoneamento urbano

O zoneamento urbano pode ser explicado como o conjunto de regras que procura disciplinar os usos e a apropriação do espaço urbano por parte de seus atores. Esses usos do solo podem ser regulados de acordo com duas vertentes:

- O conjunto de atividades permitidas, isto é, o que se pode realizar em cada parte da cidade. Zonas residenciais, comerciais e de serviços e industriais se manifestam com diferentes intensidades e formas, das mais simples às complexas – uso misto, por exemplo;
- Os parâmetros para a construção de edificações, que balizam tanto o aproveitamento do terreno quanto o porte das mesmas. Tais parâmetros tornam viáveis ou inviáveis certas atividades, notadamente aquelas consumidoras de espaço, e regulam a intensidade delas nas zonas.

Cabe aqui diferenciar os diversos tipos de parâmetros. Alguns são:

- IAT: índice de aproveitamento do terreno. Multiplicado pela área dele, resulta na quantidade de metros quadrados passível de ser edificada no lote. Como exemplo, um terreno de 1000 m² situado em uma zona de IAT 4 gerará 4000 m² de área total edificável, ou seja, a ATE;
- Lote mínimo: área mínima estabelecida para abrigar uma edificação ou um conjunto de edificações. O tamanho do lote mínimo pode variar de acordo com a atividade – zonas industriais e de serviços, que necessitam de construções mais extensas, costumam apresentar lotes mínimos maiores – e junto com o IAT, determina a densificação possível para a área;
- Gabarito: número máximo de andares permitido para uma dada edificação, destinada a certo uso. Em diversas zonas, os gabaritos podem variar consoante o uso previsto (residencial, comercial/serviços, industrial), o que direciona a localização geográfica das atividades.

Como explicado de maneira mais detalhada no segundo capítulo, os parâmetros urbanísticos alteram a demanda de transportes à medida em que intensificam ou desestimulam a efetiva edificação das áreas disponíveis. Em lotes residenciais, parâmetros mais permissivos resultam em mais unidades, o que guarda direta relação

com o número de viagens geradas. Para outros usos, a maior área edificada também pode gerar mais viagens. A tabela abaixo simula as alterações no número de viagens geradas, tendo como ponto de partida os parâmetros de algumas zonas residenciais unifamiliares e multifamiliares. Vale notar que a situação abaixo retratada considera a ATE completamente ocupada pelas unidades residenciais, desprezando as áreas comuns.

Tabela 4.2: Geração de viagens em diferentes zonas urbanísticas

Dispositivo e Zona	Tipologia	IA T	Lote Mínimo (m2)	Lote Considerado (m2)	ATE total (m2)	Área mínima da unidade (m2)	Unidades	Equação e Número de Viagens Diárias	R ² da Equação
Decreto 322/1976, Residencial 1	Residencial Unifamiliar	0,7	360	1000	700	30	1	$\text{Ln}(V) = 0,92\text{Ln}(U_n) + 2,71 = \mathbf{14,90}$	0,96
Decreto 2418/1979, Residencial 2	Residencial Unifamiliar e Multifamiliar	1,4	360	1000	1400	50	28	$V = 6,06U_n + 123,56 = \mathbf{293,24}$	0,87
Lei Complementar 70/2004, Residencial 2	Residencial Unifamiliar e Multifamiliar	3	225	1000	3000	30	100	$V = 6,06U_n + 123,56 = \mathbf{729,56}$	0,87
Decreto 7654/1988, Residencial Multifamiliar	Residencial Unifamiliar e Multifamiliar	4	125	1000	4000	50	80	$V = 6,06U_n + 123,56 = \mathbf{608,36}$	0,87
Decreto 3046/1981, Zona Especial 5, Subzona A16A	Residencial Unifamiliar e Multifamiliar	1,5	600	1000	1500	30	50	$V = 6,06U_n + 123,56 = \mathbf{426,56}$	0,87

Foram usadas as taxas de 2008 do ITE para casas unifamiliares isoladas e apartamentos. Cabe notar a alta geração de viagens para a tipologia residencial unifamiliar: de acordo com Marcolini e Portugal (2012), este número se relaciona à possibilidade de as

residências unifamiliares serem maiores e abrigarem mais pessoas. No caso específico do Rio de Janeiro, esta hipótese precisaria ser confirmada em possíveis estudos posteriores.

A tabela também permite avaliar a influência dos parâmetros estipulados por cada dispositivo sobre a geração de viagens. Tomando-se como exemplo as zonas Residencial Multifamiliar do Decreto 7654/1988 e a Zona Residencial 2 do Decreto 2418/1979, para o lote de 1000 m² e as unidades residenciais de 50 m², a variação de IAT de 1,4 para 4 faz o número total de viagens pular de 293 para 608. Considerada apenas a dimensão mínima da unidade residencial, uma redução neste número aumentaria o total de apartamentos e intensificaria a produção de viagens diárias.

Na área do corredor BRT Transcarioca, os usos e parâmetros se encontram nas tabelas abaixo, separadas de acordo com os diversos dispositivos existentes. São elas os decretos 322/1976, 2418/1979, 3046/1981, 7654/1988 e as leis complementares 70/2004 e 104/2009

Os mapas abaixo mostram os bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca e as diversas zonas urbanísticas nele incidentes.

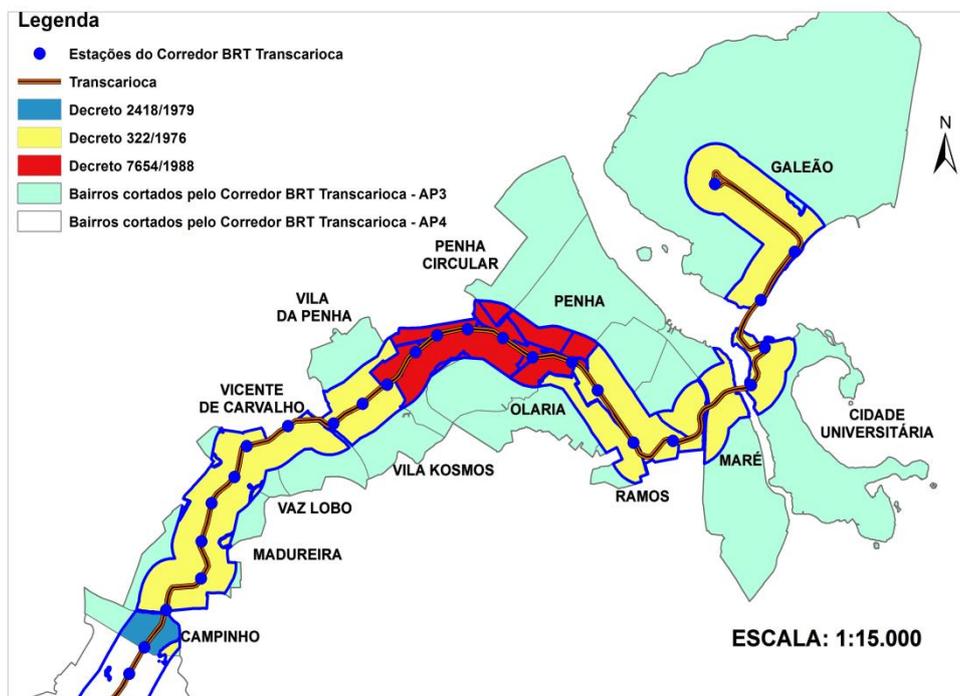


Figura 4.6: Zoneamento urbanístico na Área de Planejamento 3.
(fonte: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2014)

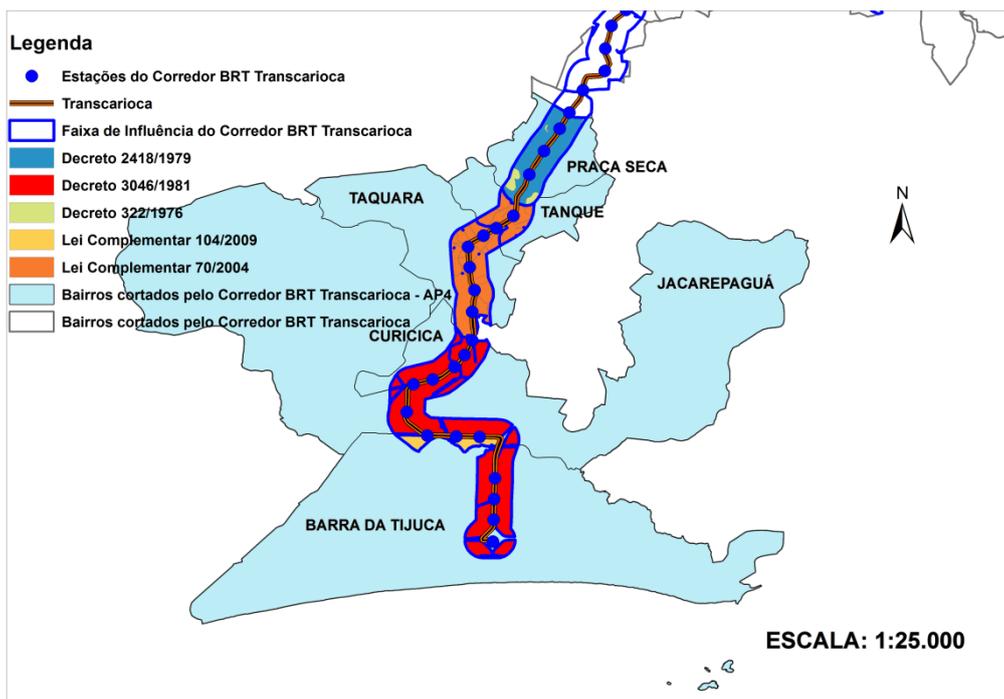


Figura 4.7: Zoneamento urbanístico na Área de Planejamento 4.
(fontes: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2014)

4.3.1 – Decreto 322/1976

O decreto 322/1976, também denominado Regulamento de Zoneamento, estabelece as condições de ocupação para algumas porções do município do Rio de Janeiro – no caso do corredor BRT Transcarioca, abrange os bairros de Madureira, Vaz Lobo, Vicente de Carvalho, Olaria, Ramos, Maré e Galeão. São definidos os usos e atividades permitidas, o gabarito das edificações construídas (isto é, seu porte) e o lote mínimo, o qual define a densificação passível de acontecer na zona em questão. Para o citado decreto, tem-se a seguinte situação:

Tabela 4.3: Parâmetros e zonas urbanísticas do Decreto 322/1976

Dispositivo	Zona	Principais Usos Permitidos	Gabarito Máximo (número de pavimentos)	Lote Mínimo (m ²)	IAT
322/1976	Residencial 1	residencial unifamiliar, guarda de veículos	Variável	360; 600 (Galeão)	0,7
322/1976	Residencial 2	residencial uni e multifamiliar, ensino até 1o grau, creches	5 pavimentos (edificações não-afastadas das divisas do lote), 12 metros (edificações afastadas)	360	1,4 (Galeão e Fundão); 2,1
322/1976	Residencial 4	residencial uni e multifamiliar, serviços médicos biblioteca, clubes, restaurante, creche, hotel, templo religioso, indústria leve	5 pavimentos (edificações não-afastadas das divisas do lote), 12 metros (edificações afastadas)	225	1,4 (Galeão e Fundão); 2,1
322/1976	Residencial 5	Zona Residencial 4 + armazenagem, ferro-velho, laboratório químico	Variável (máximo 18 pavimentos, de acordo com a área)	225	1,4 (Galeão e Fundão); 2,1
322/1976	Industrial 1	residencial uni e multifamiliar, ensino não-seriado, 2o grau e superior, laboratório químico	3 a 5 pavimentos	360	2,1
322/1976	Industrial 2	residencial uni e multifamiliar, armazenagem, confecção de roupas, consultório dentário, ensino não-seriado, 2o grau e superior, indústria I a VI	3 a 5 pavimentos	1200	2,1

Considerando que os Pólos Geradores de Viagens se caracterizam por fatores como uma dada proporção de área construída, e esta proporção só pode ser alcançada com lotes mínimos condizentes com a área a ser edificada, pode-se observar que a região abrangida pelo Decreto 322/1976 apresenta lotes mínimos relativamente pequenos e grande parcelamento do solo, o que torna a instalação de PGVs mais difícil pela obrigação de se unir (lembrar) maiores quantidades de lotes para se alcançar a área necessária. Decorrentemente, a construção destes PGVs está sujeita à disponibilidade de

grandes terrenos na região.

4.3.2 – Decreto 2418/1979

O Decreto 2418/1979, na área do corredor BRT Transcarioca, abrange os bairros do Campinho e da Praça Seca e compreende as zonas abaixo. Vale ressaltar que o citado decreto altera o limite de algumas zonas urbanísticas estabelecidas no Decreto 322/1976, mas mantém as características básicas de uso e ocupação do solo destas zonas. Há algumas diferenças em relação aos lotes mínimos e IAT permitidos, mas a tendência para uma maior parcelamento da terra, assim como a decorrente maior dificuldade de remembramento de lotes e a criação de PGVs de maior porte, se mantém.

Tabela 4.4: Parâmetros e zonas urbanísticas do Decreto 2418/1979

Dispositivo	Zona	Principais Usos Permitidos	Gabarito Máximo (número de pavimentos)	Lote Mínimo (m²)	IAT
2418/1979	Residencial 1- Área A	residencial unifamiliar, guarda de veículos	3 pavimentos	5000	0,7
2418/1979	Residencial 1 - Área B	idem Área A	3 pavimentos	600	0,7
2418/1979	Residencial 1 - Área C	idem Área A	3 pavimentos	225	0,7
2418/1979	Residencial 2	residencial uni e multifamiliar, ensino	3 a 5 pavimentos	360	1,4
2418/1979	Residencial 3	idem Residencial 2 + assistência médica, restaurante	4 a 6 pavimentos	360	1,4
2418/1979	Residencial 4	residencial uni e multifamiliar, serviços médicos, clubes, restaurante, creche, hotel	Até 18 pavimentos	600	1,4

4.3.3 - Lei Complementar 70/2004

A Lei Complementar 70/2004, também denominada Projeto de Estruturação Urbana da Taquara (PEU Taquara), versa sobre as condições de uso e ocupação do solo dos bairros da Freguesia, Pechincha, Tanque e Taquara. Destes, os dois últimos são cortados pelo corredor BRT Transcarioca. As zonas urbanísticas encontram-se na tabela abaixo.

Tabela 4.5: Parâmetros e zonas urbanísticas da Lei Complementar 70/2004

Dispositivo	Zona	Principais Usos Permitidos	Gabarito Máximo (número de pavimentos)	Lote Mínimo (m ²)	IAT
70/2004	Residencial 1	residencial uni e bifamiliar, alimentação, educação pré-escolar e seriada, hotel, manutenção de veículos pesquisa e desenvolvimento, atividades de saúde	3 pavimentos	360	1,5
70/2004	Residencial 2	idem Residencial 1 + residencial multifamiliar, varejo de alimentos, ensino seriado e não seriado, saúde	4 a 8 pavimentos	225	3
70/2004	Comércio e Serviços 1	varejista e atacadista, restaurantes, ensino seriado e não-seriado, saúde, educação, têxteis e papel	3 a 8 pavimentos	360	1,5 a 3
70/2004	Comércio e Serviços 2	idem Comércio e Serviços 1 + fabricação de móveis, material eletrônico, artigos plásticos, vidro, artigos têxteis e de vestuário, produtos alimentícios	4 a 8 pavimentos	360	1,5 a 3
70/2004	Comércio e Serviços 3	idem Comércio e Serviços 2	12 pavimentos	360	4
70/2004	Uso Predominantemente Industrial 1	comércio varejista (área acima de 300 m ²), fabricação de têxteis, alimentos, vestuário, fármacos	4 pavimentos	600	2
70/2004	Uso Predominantemente Industrial 2	idem Uso Predominantemente Industrial 1	4 pavimentos	1000	2

Vale notar que o PEU Taquara define também o tipo de impacto que cada zona pode receber, de acordo com a seguinte classificação:

- Situação de impacto A – edificações que estimulem a concentração de veículos leves;
- Situação de impacto B – edificações que estimulem a concentração de veículos

leves, causado impacto no entorno imediato por conta de seu porte e número de viagens geradas (Pólos Geradores de Viagens – PGVs);

- Situação de impacto C – edificações geradoras de tráfego potencial pela atração de veículos pesados ou de carga, inibindo a fluidez do trânsito;
- Situações de impacto D a F – atividades geradoras de potenciais impactos ambientais.

Combinando-se as diversas zonas com os tipos de usos de solo e as situações de impacto, tem-se o seguinte cenário no âmbito do PEU:

- Zona Residencial 1 – vedadas as edificações multifamiliares nas condições A e B (acima de 200 e 500 unidades no lote, respectivamente) e atividades de serviços nas condições A a E (permitidas edificações até 300 m² de área construída);
- Zona Residencial 2 - restrições às edificações multifamiliares na condição B (acima de 500 unidades por lote), edificações comerciais e de serviços com veto às situações de impacto D a F (permitidas edificações com 600 m² de área construída), permitidas edificações industriais na situação de impacto A (até 500 m² de área construída);
- Zona de Comércio e Serviços 1 – restrições às edificações comerciais e de serviços nas condições A a C (liberada área construída acima de 300 m²) e vedadas as condições D a F (geração de impacto ambiental). Atividades industriais permitidas em edificações de até 300 m² de área construída (situação A);
- Zona de Comércio e Serviços 2 – restrições às edificações comerciais e de serviços nas condições A a D (liberada área construída acima de 300 m²) e vedadas as situações E a F (geração de impacto ambiental). Atividades industriais com algumas restrições às categorias A a C (acima de 500 m² de área construída);

- Zona de Uso Predominantemente Industrial 1 – edificações residenciais uni e bifamiliares permitidas; edificações comerciais, industriais e de serviços com algumas restrições às situações B a F (acima de 500 m² de área construída e, em alguns casos, impactos ambientais);
- Zona de Uso Predominantemente Industrial 2 – edificações residenciais uni, bi e multifamiliares permitidas, com vedação à situação B (até 500 unidades por lote); as outras modalidades com restrições às situações C a F (acima de 300 m² de área construída e, em alguns casos, impactos ambientais).

Como se pode notar, a Lei Complementar 70/2004 estabelece a presença de situações mais graves de impacto (a partir da classificação B, na qual se situam os Pólos Geradores de Viagens) nas zonas mais densificadas, notadamente aquelas com uso misto (Comércio e Serviços), industrial ou, de forma mais restrita, na Zona Residencial 2, a qual permite edificações residenciais multifamiliares.

4.3.4 - Decreto 7654/1988

O decreto 7654/1988 regula as condições de uso e ocupação do solo dos bairros do Circular da Penha, Brás de Pina e Penha. A área abrangida pelo corredor BRT Transcarioca inclui os bairros da Penha e da Penha Circular, e é composto das seguintes zonas, como visto na tabela abaixo:

Tabela 4.6: Parâmetros e zonas urbanísticas do Decreto 7654/1988

Dispositivo	Zona	Principais Usos Permitidos	Gabarito Máximo (número de pavimentos)	Lote Mínimo (m ²)	IAT
7654/1988	Zona Residencial Multifamiliar	residencial uni e multifamiliar, alimentação, serviços de saúde, ensino, comércio varejista de alimentos e roupas	3 a 7 pavimentos	125	2 (3 pavimentos) a 4 (7 pavimentos)
7654/1988	Zona Comercial 1	idem Residencial Multifamiliar + terminais de transporte rodoviário, centros comerciais	3 a 6 pavimentos	225	1,25 (galpão); 3,5 (6 pavimentos), 4,0 (7 pavimentos)
7654/1988	Zona Comercial 2	não disponível	não disponível	225	Não disponível
7654/1988	Zona de Uso Misto	residencial, serralheria, editoração, comércio de alimentos, vestuário, alojamento, confecções	4 pavimentos	360	1,25 (galpão); 2,0 (3 pavimentos), 2,5 (4 pavimentos)
7654/1988	Zona Predominantemente Industrial 1	residencial unifamiliar, alojamento, ensino, produção de alimentos, metalurgia, produção de vestuário	2 pavimentos	600	1,25 (galpão), 1,50

Vale notar que o referido decreto prevê lotes mínimos pequenos, mesmo para as zonas com usos considerados mais intensos – comerciais, serviços e industriais de maior porte, por exemplo – de maneira análoga aos decretos 322/1976 e 2418/1979. Desta forma, a região já apresenta uso do solo consolidado e, similarmente aos decretos acima citados, há maior dificuldade para o remembramento de terrenos e a alocação de PGVs de maior porte.

4.3.5 - Decreto 3046/1981

O decreto 3046/1981 regulamenta as condições de uso e ocupação do solo da Baixada de Jacarepaguá (classificada como Zona Especial 5), incluindo bairros como a Barra da Tijuca e a Curicica. A área cortada pelo corredor BRT Transcarioca abrange partes dos bairros da Barra da Tijuca, Jacarepaguá e Curicica.

As subzonas⁵ do decreto e suas respectivas atividades encontram-se listadas na tabela abaixo:

Tabela 4.7: Parâmetros e zonas urbanísticas do Decreto 3046/1981, Zona Especial 5.

Dispositivo	Subzona	Principais Usos Permitidos	Gabarito Máximo (número de pavimentos)	Lote Mínimo (m²)	Índice de Aproveitamento do Terreno (IAT)
3046/1981	A3	residencial unifamiliar e comercial	residencial unifamiliar e comercial: 2 pavimentos. 600 m ²	600	0,60 a 0,75 (comercial)
3046/1981	A12	residencial uni e multifamiliar	residencial unifamiliar: 2 pavimentos, residencial multifamiliar: 30 metros	1000	0,60 a 0,75 (comercial)
3046/1981	A13	residencial uni e multifamiliar, comércio, atividades culturais e institucionais	residencial unifamiliar: 2 pavimentos; comercial, cultural e institucional: 3 pavimentos, residencial multifamiliar: 6 pavimentos	600	0,60 (unifamiliar), 0,75 (comercial, cultural e institucional) e 1,50 (multifamiliar)
3046/1981	A14A	Aeroporto de Jacarepaguá	não aplicável	não aplicável	não aplicável
3046/1981	A14C	atividades administrativas/ DER (Departamento de Estradas de Rodagem)	3 pavimentos	não aplicável	0,75

⁷A Baixada de Jacarepaguá é definida como Zona Especial 5 pelo Decreto 322/1976.

Dispositivo	Subzona	Principais Usos Permitidos	Gabarito Máximo (número de pavimentos)	Lote Mínimo (m²)	Índice de Aproveitamento do Terreno (IAT)
3046/1981	A14D	comércio, atividades culturais e institucionais	3 pavimentos	não aplicável	0,75
3046/1981	A15	residencial uni e multi, hospital, atividades esportivas	comercial: 2 pavimentos; residencial multifamiliar: 6 pavimentos, hospitalar: 8 pavimentos	600	0,60 (unifamiliar), 0,65 (hospitalar) e 1,50 (multifamiliar)
3046/1981	A16D	residencial uni e multifamiliar, comércio	comercial e residencial unifamiliar: 2 pavimentos, residencial multifamiliar: 6 pavimentos	600 a 3000 (comercial)	0,60 a 1,50 (multifamiliar)
3046/1981	A 17	residencial uni e multifamiliar, comércio, uso especial de interesse social	não aplicável	não aplicável	não aplicável
3046/1981	A18A	residencial uni e multifamiliar, comércio, atividades escolares	comercial e residencial unifamiliar: 2 pavimentos; residencial multifamiliar: máximo de 18 a 30 pavimentos	3500	0,60 (unifamiliar), 0,75 (multifamiliar), 3,0 (comercial)
3046/1981	A26	comércio, industrial	comercial: 2 pavimentos	5000	0,75
3046/1981	A34A	Riocentro	não aplicável	não aplicável	não aplicável
3046/1981	A35	residencial uni e multifamiliar, comércio, indústria	comercial, industrial e residencial unifamiliar: 2 pavimentos; residencial multifamiliar: 18 pavimentos	600 (unifamiliar), 1000 (comercial e industrial), 3000 (multifamiliar)	0,60 (unifamiliar), 0,75 (comercial), 1,0 (industrial) e 1,50 (multifamiliar)
3046/1981	A36A	hotel, residencial uni e multifamiliar	unifamiliar: 2 pavimentos; comercial, cultural, serviços e turístico: 15 pavimentos, multifamiliar: 18 pavimentos	2000	0,50 (unifamiliar) a 1,50
3046/1981	A36B	comércio e serviços, hotel, indústria	não aplicável	não aplicável	não aplicável

Dispositivo	Subzona	Principais Usos Permitidos	Gabarito Máximo (número de pavimentos)	Lote Mínimo (m ²)	Índice de Aproveitamento do Terreno (IAT)
3046/1981	A37	Centro Metropolitano	5 a 35 pavimentos, de acordo com a quadra	não aplicável	não aplicável
3046/1981	A39A	residencial multifamiliar, comércio	comercial: 2 pavimentos; multifamiliar: 30 metros de altura	não aplicável	0,50 (comercial) a 0,75
3046/1981	A39B	residencial unifamiliar	1 pavimento	3000	0,5
3046/1981	A41	residencial uni e multifamiliar, comércio, indústria	unifamiliar, comercial, industrial: 2 pavimentos, multifamiliar: 6 pavimentos	360	0,2 a 0,6 (unifamiliar); 0,75 (comercial), 1,0 (multifamiliar e industrial)
3046/1981	A42	residencial multifamiliar, atividades industriais	industrial: 2 pavimentos, multifamiliar: 12 pavimentos	5000	1,00 a 1,50 (multifamiliar)
3046/1981	A44B	residencial uni e multifamiliar, comércio, indústria	unifamiliar e industrial: 2 pavimentos; comercial: 3 pavimentos, multifamiliar: 12 pavimentos	225	1,00 (industrial); 1,25 (unifamiliar), 1,50 (comercial e multifamiliar)
3046/1981	A44C	residencial uni e multifamiliar, comércio, indústria	unifamiliar e industrial: 2 pavimentos; comercial: 3 pavimentos, multifamiliar: 12 pavimentos	225	1,00 (industrial); 1,25 (comercial e unifamiliar), 1,50 (multifamiliar)
3046/1981	A44D	residencial unifamiliar, uso exclusivo	2 pavimentos	1000	0,50 a 0,60 (uso exclusivo)

Nota-se que grande parte das subzonas cortadas pelo corredor BRT admite os usos residenciais, tanto unifamiliares quanto multifamiliares, e atividades comerciais e de serviços. Em outros casos, as zonas foram escolhidas para abrigar equipamentos públicos de grandes dimensões – Riocentro, subprefeitura da Região Administrativa da Barra da Tijuca, Aeroporto de Jacarepaguá etc – o que restringe a possibilidade de se instalar pólos geradores de viagens. Também é válido considerar a grande extensão das subzonas, característica que se reflete nos lotes mínimos maiores e no IAT menor do que o aplicado pelas outras legislações vigentes nas áreas cortadas pelo corredor,

evitando a densificação acentuada na área do Decreto 3046/1981.

4.3.6 – Lei Complementar 104/2009

A Lei Complementar 104/2009, também conhecida por Projeto de Estruturação Urbana das Vargens (PEU Vargens), abrange o trecho do corredor BRT Transcarioca que se defronta à Lagoa de Jacarepaguá, entre a Avenida Ayrton Senna e a Estrada Coronel Pedro Correia. O setor em questão, na área de influência do corredor BRT Transcarioca, é reservado ao Autódromo de Jacarepaguá, transformado em Parque Olímpico, e às áreas de edificação proibida junto à Lagoa de Jacarepaguá.

Tabela 4.8: Parâmetros e zonas urbanísticas da Lei Complementar 104/2009

Dispositivo	Setor	Principais Usos Permitidos	Gabarito Máximo (número de pavimentos)	Lote Mínimo (m²)	Índice de Aproveitamento do Terreno (IAT)
104/2009	Setor L	Parque Olímpico	não aplicável	não aplicável	não aplicável

5– PERFIS GEOGRÁFICOS E ESCOLHA DOS BAIRROS ATENDIDOS PELO CORREDOR BRT

Este capítulo trata da escolha das áreas aptas a abrigarem PGVs. Para tal tarefa, são realizados alguns testes estatísticos a partir de variáveis previamente escolhidas. Ambos são explicados.

5.1 – Seleção de variáveis

A definição dos locais propícios à instalação de Pólos Geradores de Viagens precisa abranger alguns indicadores que reflitam também as dinâmicas econômica e populacional dos respectivos bairros. São eles:

5.1.1- População total

A população total se refere à quantidade de pessoas residentes nos respectivos bairros, de acordo com os dados compilados pelo censo decenal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Censo 2010/IBGE).

Tabela 5.1: População total em 2010 dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	População 2010 (hab)	% em relação aos bairros do corredor BRT	Proporção em relação ao município (%)
Galeão	22.971	2,18	0,36
Cidade Universitária	1.556	0,15	0,02
Maré	129.770	12,34	2,05
Ramos	40.792	3,88	0,65
Olaria	57.514	5,47	0,91
Penha	78.678	7,48	1,25
Penha Circular	47.816	4,55	0,76

Nome do bairro	População 2010 (hab)	% em relação aos bairros do corredor BRT	Proporção em relação ao município (%)
Vila da Penha	25.465	2,42	0,40
Vila Kosmos	18.274	1,74	0,29
Vicente de Carvalho	24.964	2,37	0,40
Vaz Lobo	15.167	1,44	0,24
Madureira	50.106	4,76	0,79
Campinho	10.156	0,97	0,16
Praça Seca	64.147	6,10	1,02
Tanque	37.856	3,60	0,60
Taquara	102.126	9,71	1,62
Curicica	31.189	2,97	0,49
Jacarepaguá	157.326	14,96	2,49
Barra da Tijuca	135.924	12,92	2,15
Total dos bairros do corredor BRT	1.051.797	100,00	16,65
Total do município	6.317.085	_____	100,00

5.1.2 – Número de empregos formais

O número de empregos formais se refere à quantidade total de empregos existentes por bairro, de acordo com a Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego (RAIS/MTE) para o ano de 2010. A tabela abaixo expõe os dados de empregos de acordo com o bairro estudado.

Tabela 5.2: Número de empregos formais em 2010 dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Total de empregos por bairro (2010)	Proporção em relação aos bairros do corredor BRT (%)	Proporção em relação ao município (%)
Galeão	20.106	5,53	0,86
Cidade Universitária	14.657	4,03	0,62

Nome do bairro	Total de empregos por bairro (2010)	Proporção em relação aos bairros do corredor BRT (%)	Proporção em relação ao município (%)
Maré	1.802	0,50	0,08
Ramos	24.007	6,61	1,02
Olaria	13.179	3,63	0,56
Penha	24.151	6,65	1,03
Penha Circular	19.143	5,27	0,82
Vila da Penha	5.902	1,62	0,25
Vila Kosmos	1.422	0,39	0,06
Vicente de Carvalho	4.245	1,17	0,18
Vaz Lobo	1.885	0,52	0,08
Madureira	22.901	6,30	0,98
Campinho	2.423	0,67	0,10
Praça Seca	3.919	1,08	0,17
Tanque	5.203	1,43	0,22
Taquara	28.818	7,93	1,23
Curicica	11.362	3,13	0,48
Jacarepaguá	17.655	4,86	0,75
Barra da Tijuca	142.365	39,19	6,06
Total dos bairros do corredor	363.260	100,00	15,47
Total dos bairros do corredor excluída a Barra da Tijuca	220.895	_____	9,41
Total do município	2.348.611	_____	100,00

É possível notar a preponderância da Barra da Tijuca como centro de empregos dentre os bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca. Esta primazia, que também se manifesta nos outros indicadores econômicos e de transportes, é tão acentuada que tornou-se necessário também analisar o conjunto de bairros sem a Barra da Tijuca, que corresponde por 39,23% do total de empregos do conjunto de bairros.

Vale destacar concentrações relevantes em alguns bairros. Galeão e Cidade Universitária, por exemplo, se destacam por abrigarem, respectivamente, o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro e diversas instalações educacionais (Universidade Federal do Rio de Janeiro) e de pesquisa (Petrobras e outras empresas). Por sua vez, o subconjunto de bairros formado por Ramos, Olaria, Penha e Penha Circular apresenta

várias instalações industriais e institucionais, como centros de treinamento da Marinha, nos arredores da Avenida Brasil. O bairro de Madureira é um dos principais centros comerciais da Zona Norte carioca, justificando a concentração ali apresentada. Por fim, na Zona Oeste, os bairros da Taquara, Curicica e Jacarepaguá se destacam: uma das razões é a presença do Distrito Industrial de Jacarepaguá, situado nos arredores da Estrada dos Bandeirantes.

5.1.3 – Arrecadação calculada de Imposto sobre Serviços (ISS)

O Imposto sobre Serviços, ou ISS é de natureza municipal e coletado a partir da prestação de um determinado serviço. As alíquotas variam entre 0,01 e 5% do preço cobrado deste serviço, a partir de sua natureza. Os dados recolhidos datam de 2009 e foram cedidos pela Secretaria Municipal de Fazenda, sendo representados por Unidades Fiscais de Referência (Ufir).

Tabela 5.3: Arrecadação estimada de Imposto sobre Serviços em 2009 dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Arrecadação estimada de ISS em 2009 (Ufir)	Proporção em relação aos bairros do corredor BRT (%)	Proporção em relação ao município (%)
Galeão	14.249.548	3,48	0,54
Cidade Universitária	10.339.480	2,53	0,39
Maré	9.908.941	2,42	0,38
Ramos	8.684.979	2,12	0,33
Olaria	5.789.402	1,41	0,22
Penha	13.824.272	3,38	0,52
Penha Circular	7.020.934	1,72	0,27
Vila da Penha	875.188	0,21	0,03
Vila Kosmos	330.874	0,08	0,01
Vicente de Carvalho	1.164.327	0,28	0,04
Vaz Lobo	227.404		

Nome do bairro	Arrecadação estimada de ISS em 2009 (Ufir)	Proporção em relação aos bairros do corredor BRT (%)	Proporção em relação ao município (%)
		0,06	0,01
Madureira	5.471.326	1,34	0,21
Campinho	104.556	0,03	0,00
Praça Seca	615.870	0,15	0,02
Tanque	1.057.995	0,26	0,04
Taquara	14.850.906	3,63	0,56
Curicica	2.041.925	0,50	0,08
Jacarepaguá	22.801.253	5,57	0,86
Barra da Tijuca	289.980.848	70,84	11,00
Total dos bairros do corredor BRT	409.340.027	100,00	15,53
Total do município	2.636.607.512	—————	100,00

A partir dos dados acima expostos, pode-se notar que a arrecadação de ISS não guarda relação diretamente proporcional com o número de empregos, como se pode notar observando bairros como Curicica, Ramos e Olaria. Por outro lado, bairros com forte atividade comercial e de serviços, como Madureira, Taquara e Galeão (setor aeroportuário) apresentam relevante arrecadação do citado imposto.

5.1.4 - Arrecadação calculada de Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis (ITBI)

O Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis (ITBI) é de natureza municipal e corresponde a 2% do valor venal (valor de venda do imóvel, estipulado pela municipalidade a partir de critérios como idade, tipologia, posição e valor constante na Planta de Valores). Os valores considerados para efeitos de estudo datam de 2009, foram cedidos pela Secretaria Municipal de Fazenda e são calculados a partir do número total de transações por bairro (categorias residencial, não-residencial e territorial, ou

seja, os terrenos desocupados) multiplicado por 2% do valor venal médio de cada categoria, em Unidades Fiscais de Referência (Ufir).

Tabela 5.4: Arrecadação estimada de Imposto sobre Serviços em 2009 dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Arrecadação estimada de ITBI (Ufir)	% em relação aos bairros do corredor BRT	Proporção em relação ao município (%)
Galeão	----	----	---
Cidade Universitária	----	----	---
Maré	40.044	0,04	0,01
Ramos	651.934	0,68	0,18
Olaria	772.428	0,81	0,22
Penha	1.037.164	1,08	0,29
Penha Circular	979.911	1,02	0,28
Vila da Penha	1.199.355	1,25	0,34
Vila Kosmos	276.855	0,29	0,08
Vicente de Carvalho	253.977	0,27	0,07
Vaz Lobo	128.698	0,13	0,04
Madureira	1.368.659	1,43	0,39
Campinho	269.732	0,28	0,08
Praça Seca	1.532.800	1,60	0,43
Tanque	767.307	0,80	0,22
Taquara	3.788.487	3,96	1,07
Curicica	430.831	0,45	0,12
Jacarepaguá	11.681.415	12,21	3,31
Barra da Tijuca	70.500.394	73,68	19,97
Total dos bairros do corredor BRT	95.679.991	100,00	27,10
Total do município	353.065.623	_____	100,00

O ITBI é um termômetro do aquecimento do mercado imobiliário da cidade, isto é, quais as tendências espaciais para a expansão e renovação urbanas do município. Neste sentido, a primazia absoluta fica com os bairros da Zona Oeste, cuja área desocupada possibilita a realização de grandes empreendimentos imobiliários. Deste subgrupo, que abrange os bairros da Praça Seca, Tanque, Taquara, Curicica, Jacarepaguá e Barra da Tijuca, os destaques são a Barra da Tijuca e Jacarepaguá, especialmente as imediações

do Autódromo e do Riocentro. Vale destacar que a Barra da Tijuca concentra quase 74% da arrecadação do citado imposto entre os bairros atendidos pelo corredor BRT, e aproximadamente 20% da arrecadação de ITBI de município. Por outro lado, os bairros da Zona Norte, como Ramos, Vila Kosmos e Vicente de Carvalho, apresentam baixas arrecadações de ITBI. Pode-se considerar que a dinâmica de crescimento urbano ao longo do corredor se volta à Zona Oeste, com grande parte da Zona Norte mantendo relativa estagnação.

5.1.5 - Matrizes de origem e destino

Trata-se da quantidade de viagens que, se locomovendo em modos individuais e coletivos, motorizados e não-motorizados, se deslocam entre as zonas de tráfego, definidas como porções dos bairros. Os dados foram fornecidos pela Secretaria Municipal de Transportes e se referem ao ano de 2010, atualizados a partir dos dados do Plano Diretor de Transportes Urbanos para o ano de 2003.

Tabela 5.5: Viagens de saída e chegada no pico matinal, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Viagens de saída - pico matinal	Viagens de chegada - pico matinal	% em relação aos bairros do corredor BRT - viagens de saída	% em relação aos bairros do corredor BRT - viagens de chegada
Galeão	3.511	7.286	2,37	4,10
Cidade Universitária	255	14.085	0,17	7,92
Maré	13.126	3.921	8,84	2,20
Ramos	8.282	7.283	5,58	4,09
Olaria	8.442	10.200	5,69	5,73
Penha	6.615	8.949	4,46	5,03
Penha Circular	4.183	4.356	2,82	2,45
Vila da Penha	4.699	1.649	3,17	0,93
Vila Kosmos	2.175	1.037	1,47	0,58
Vicente de Carvalho	2.717	2.498	1,83	1,40
Vaz Lobo	1342	905	0,90	0,51
Madureira	5.801	17.194	3,91	9,67

Nome do bairro	Viagens de saída - pico matinal	Viagens de chegada - pico matinal	% em relação aos bairros do corredor BRT - viagens de saída	% em relação aos bairros do corredor BRT - viagens de chegada
Campinho	1.204	1.127	0,81	0,63
Praça Seca	7.419	3.355	5,00	1,89
Tanque	3.735	1.870	2,52	1,05
Taquara	8.032	8.059	5,41	4,53
Curicica	3.777	2.367	2,54	1,33
Jacarepaguá	24.383	15.363	16,42	8,64
Barra da Tijuca	38.757	66.361	26,11	37,31
Total dos bairros do corredor BRT	148.455	177.865	100,00	100,00

Tabela 5.6: Viagens de saída e chegada no pico noturno, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Viagens de saída - pico noturno	Viagens de chegada - pico noturno	% em relação aos bairros do corredor BRT - viagens de saída	% em relação aos bairros do corredor BRT - viagens de chegada
Galeão	7.286	3.511	4,09	2,39
Cidade Universitária	14.085	255	7,91	0,17
Maré	1.337	9.584	0,75	6,53
Ramos	7.283	8.282	4,09	5,64
Olaria	10.200	8.442	5,73	5,75
Penha	8.949	6.615	5,03	4,51
Penha Circular	4.356	4.183	2,45	2,85
Vila da Penha	1.649	4.699	0,93	3,20
Vila Kosmos	1.037	2.175	0,58	1,48
Vicente de Carvalho	2.499	2.718	1,40	1,85
Vaz Lobo	906	1.342	0,51	0,91

Nome do bairro	Viagens de saída - pico noturno	Viagens de chegada - pico noturno	% em relação aos bairros do corredor BRT - viagens de saída	% em relação aos bairros do corredor BRT - viagens de chegada
Madureira	17.195	5.801	9,66	3,95
Campinho	1.127	1.204	0,63	0,82
Praça Seca	3.356	7.419	1,89	5,06
Tanque	1.870	3.736	1,05	2,55
Taquara	10.773	9.862	6,05	6,72
Curicica	2.367	3.777	1,33	2,57
Jacarepaguá	15.363	24.383	8,63	16,62
Barra da Tijuca	66.361	38.758	37,28	26,41
Total dos bairros do corredor BRT	178.001	146.749	100,00	100,00

Em relação ao número de viagens por bairros, algumas observações podem ser realizadas:

- Bairros com grande contingente populacional, como a Maré (12,35% de participação), a Barra da Tijuca (12,92 %) e Jacarepaguá (14,96 %) apresentam expressivo número de viagens de saída no pico matinal, o que pode ser explicado pelo movimento pendular casa-trabalho. As viagens de entrada no pico noturno, consideradas como a outra metade do movimento pendular, seguem comportamento similar: os bairros mais populosos atraem mais pessoas;
- Similarmente, as viagens de entrada no pico matinal guardam relação com os bairros concentradores de empregos formais dentre o conjunto atendido pelo corredor BRT Transcarioca. Alguns podem ser citados: Galeão (5,53% dos empregos e 4,10% das viagens de entrada), Penha (6,65% dos empregos e 5,03% das viagens de entrada), Madureira (6,30% dos empregos e 9,67% das viagens de entrada) e Barra da Tijuca (39,19% dos empregos e 37,31% das

viagens de entrada);

- Os bairros cortados por vias de grande porte (casos de Ramos, Penha e Olaria) e com estações ferroviárias em seu entorno, podem apresentar concentração de viagens de entrada e saída nos picos diurno e noturno, por conta das facilidades para baldeação (viagens encadeadas). Este último caso é o de Madureira, que dispõe de acessos para os ramais Deodoro, Japeri, Campo Grande/Santa Cruz e Belford Roxo da Supervia, além de ser um ponto de conexão para a área de Jacarepaguá, a Baixada Fluminense, a Zona Oeste e as regiões do Méier e Irajá, entre outras;
- No que tange ao perfil das viagens de entrada e saída no pico noturno, bairros como a Vila da Penha, com 3,20% das viagens de entrada e 0,93% das viagens de saída, se destacam pelo desequilíbrio entre as duas variáveis. Vale destacar que o citado bairro detém 2,42% da população total e 1,62% dos empregos formais, o que configura uma situação de bairro-dormitório;
- Por fim, a Cidade Universitária apresenta comportamento diferente em relação aos outros bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca, fruto de suas características únicas. Diversos cursos superiores da Universidade Federal do Rio de Janeiro ali se localizam, assim como o Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes) e um pólo tecnológico que congrega várias empresas do setor petrolífero. Esta configuração resulta em uma população pequena (0,15% do total), alta participação de empregos (4,03% do total) e quantitativos de viagens de saída e entrada do bairro marcadamente desequilibrados (7,92% e 0,17% das viagens de saída e entrada no pico noturno, respectivamente)

As variáveis acima citadas podem ser divididas em três grupos:

- A populacional, que leva em conta o número de pessoas residentes em cada

bairro. Esta variável é importante por mensurar o mercado consumidor potencial para as possíveis atividades alocadas nos Pólos Geradores de Viagens, além de ser diretamente relacionada à demanda pendular, a qual se origina dos bairros no pico da manhã em direção às áreas concentradoras de emprego e serviços;

- As econômicas, que consideram as arrecadações de diversos impostos e o número de empregos formais em cada bairro. A arrecadação de ISS é relevante por ser uma variável *proxy* relacionada à dinâmica das atividades nos locais pesquisados, enquanto o número de empregos se relaciona à atratividade pendular de cada bairro, isto é, a quantidade de pessoas que a ele se dirigem de manhã rumo às fontes de emprego. Por último, a arrecadação de ITBI é outra variável que se relaciona indiretamente às tendências futuras de ocupação urbana dos bairros selecionados;
- As relacionadas ao transporte propriamente dito. As matrizes de origem e destino, consideradas nos picos da manhã e da tarde, refletem não apenas o fluxo propriamente dito de transportes, mas também a própria estrutura urbana dos bairros selecionados. Áreas com muitas saídas e poucas entradas no pico da manhã, por exemplo, refletem a ocupação típica de áreas-dormitório, com poucas fontes de emprego e perfis desequilibrados de viagens ao longo do dia.

Também é válido, nesta seção, definir os critérios aplicados para coletar os dados acima citados. Embora existam contagens populacionais mais recentes, abrangendo estimativas para o ano de 2013, optou-se por usar a população de 2010 para não haver diferenças significativas para os outros indicadores, todos datados de 2009 ou 2010. Por sua vez, as matrizes de origem e destino de passageiros, originalmente divididas em zonas de tráfego, foram agrupadas nos bairros correspondentes. Embora tal arranjo espacial distorça os indicadores ao considerar porções distantes do corredor BRT, como acontece principalmente nos bairros da Zona Oeste (Jacarepaguá, Barra da Tijuca e Taquara), pela impossibilidade de se obter os dados de arrecadação de impostos e número de empregos formais por setores censitários, escolheu-se trabalhar com todos os indicadores em uma mesma base geográfica.

O fluxograma com as etapas desta fase segue abaixo.

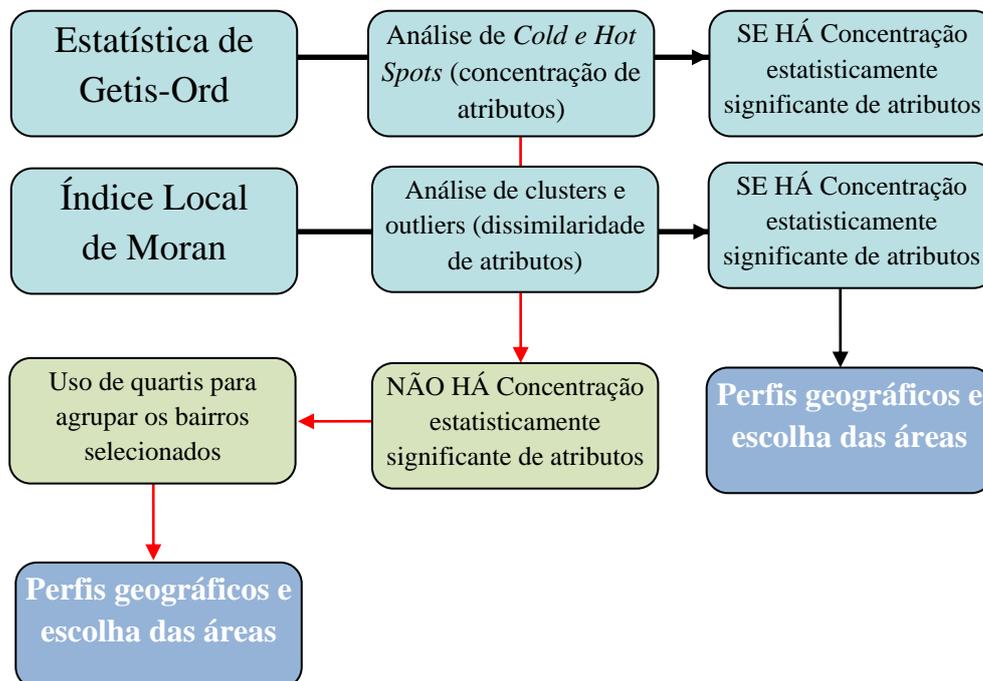


Figura 5.1: fluxograma com os procedimentos realizados no capítulo (fonte: elaborado pelo autor)

5.2 – Os perfis geográficos e os testes estatísticos

Para esta dissertação, aplicou-se os testes de Getis-Ord, Local Moran e quartis para analisar os 19 bairros diretamente atendidos pelo corredor BRT Transcarioca. Os testes foram realizados com o programa de geoprocessamento ArcGis. Vale ressaltar que a amostra escolhida é inferior ao estipulado para obter a melhor confiabilidade possível (mínimo de 30 elementos): por este motivo, outros elementos, como as legislações urbanísticas e as tendências espaciais demonstradas por indicadores específicos, como o ITBI, também foram analisados segundo os quartis nos quais seus elementos se dividem.

Os testes estatísticos aplicados têm como finalidade avaliar a distribuição espacial dos indicadores escolhidos pelos bairros selecionados. Para alcançar este intuito, foram usados dois testes: Getis-Ord e Local Moran. Ambos se apoiam na análise de elementos como o valor individual de cada observação, a média da amostra (ou da população completa) e o desvio-padrão, isto é, a distância dos indivíduos para a média calculada da

amostra ou da população integral. Um terceiro teste foi aplicado posteriormente, os quartis.

A média, μ , pode ser definida como a soma de todas as observações dividida pela sua respectiva quantidade. Para a média aritmética, sua fórmula encontra-se abaixo:

$$\mu = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}, \quad \sum X_i, i = 1 \text{ até } n$$

Figura 5.2: cálculo da média aritmética (fonte: elaborado pelo autor)

Por sua vez, o desvio-padrão, σ , é calculado como:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (x - \mu)^2}}{n-1}$$

Figura 5.3: cálculo do desvio-padrão (fonte: elaborado pelo autor)

Onde μ = média e n = número de indivíduos. A soma do quadrado da diferença entre o valor observado e a média da amostra ou população será dividida pelo número de elementos subtraído de 1 unidade.

Os testes estatísticos aplicados se fundamentam no cálculo do escore padrão, ou z-value. Este valor permite situar certo indivíduo da distribuição em relação aos outros, tendo como referência a quantidade de desvios-padrão. O cálculo do z-value é feito pela fórmula abaixo:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Figura 5.4: cálculo do escore-padrão ou z-value (fonte: elaborado pelo autor)

Em uma distribuição normal, 95% das observações se localizam entre -1,96 e 1,96 desvio-padrão a partir da média calculada. A hipótese nula, a ser vista especificamente nos testes, refletirá estas características.

5.2.1 –Getis-Ord

A estatística de Getis-Ord tem como objetivo medir a autocorrelação espacial. De acordo com Almeida (2013), *um coeficiente de autocorrelação descreve um conjunto de dados que está ordenado segundo uma sequência espacial.*

No caso específico da estatística Getis-Ord, ela analisa os valores positivos de certa variável – no caso desta dissertação, o número de empregos formais ou a população total, por exemplo – e os valores dos indivíduos vizinhos dentro de uma distância estabelecida pelo modelo. Neste caso, como foram considerados apenas os bairros diretamente atendidos pelo corredor BRT Transcarioca, isto é, com estações em seu interior, os elementos considerados estão todos diretamente conectados a pelo menos um outro elemento da seleção. A importância desta estatística para o modelo proposto é a possibilidade de avaliar a distribuição numérica das variáveis selecionadas pelos bairros. Havendo sequências de bairros que detêm altos ou baixos valores, a escolha das áreas aptas a abrigarem PGVs é refinada. Áreas com concentração de altos valores, por exemplo, indicam intensa dinâmica socioespacial e de transportes, o que as descartaria como locais passíveis de instalação destes grandes equipamentos.

A estatística Getis-Ord se apóia no conceito de hipótese nula, como citado anteriormente. Neste caso, a hipótese nula afirma que os valores da distribuição espacial estão arranjados de maneira aleatória, sem haver padrão definido de comportamento destes valores, como concentração de altos/baixos valores ou mesmo uma dispersão intencionalmente provocada. Considerando um intervalo de confiança de 95% e um p-value igual a 0,05 (o p-valor é uma medida que indica o nível de significância da estatística apresentada, e pode descartar ou não a hipótese nula), o escore padronizado, ou z-value, precisará estar entre -1,96 e 1,96 desvio-padrão. Para o resultado ser estatisticamente significativo, o z-value precisará estar fora do intervalo acima descrito e apresentar um p-value menor do que 0,05, o que corresponde a um nível de significância de 5%. Um p-value maior implica na necessidade de se haver níveis de significância maiores para o z-value do indivíduo ser estatisticamente significativo.

Desta forma, altos z-values e baixos p-values correspondem a concentrações respectivas de altos e baixos valores, e não confirmam a hipótese nula. Por sua vez, os altos p-values garantem a não-aleatoriedade estatística fora dos 5% previstos pelo nível de significância.

Como primeiro exemplo, pode-se usar a população total dos bairros que compõem o conjunto do corredor BRT Transcarioca. Os únicos bairros que apresentam Z-values fora do intervalo demarcado (-1,96/1,96 desvio-padrão) foram Madureira (Z-value -2,01) e Curicica (Z-value 2,14). Estes números se explicam pela posição dos bairros em relação ao seu entorno, que apresenta população significativamente mais baixas (Madureira) ou mais altas (Curicica).

A fórmula para o cálculo da estatística Getis-Ord está abaixo. Vale ressaltar que o índice resultante é apresentado na forma Z-value, ou escore-padrão.

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^n w_{i,j} \right)^2}{n-1}}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

Figura 5.5: fórmula para o cálculo do índice Getis-Ord (fonte: ESRI, 2010)

:

Onde

n = número de indivíduos

x = atributo medido do indivíduo;

\bar{x} = média do indivíduo;

wij = pesos espaciais entre os indivíduos i e j;

s = desvio-padrão;

Σ = somatório dos pesos espaciais entre os indivíduos da população.

Para a dissertação, aplicou-se o índice acima às variáveis selecionadas e explicadas acima, distribuídas pelos bairros, a saber: população, número de empregos, arrecadação de Imposto sobre Serviços e Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis e as matrizes de origem e destino.

Os resultados estão apresentados nas tabelas abaixo.

Tabela 5.7: Índice de Getis-Ord para a população total, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	População 2010 (hab)	Z - value Getis-Ord
Galeão	22.971	-0,957
Cidade Universitária	1.556	-0,001
Maré	129.770	0,359
Ramos	40.792	-0,466
Olaria	57.514	-0,743
Penha	78.678	-1,070
Penha Circular	47.816	-1,367
Vila da Penha	25.465	-1,277
Vila Kosmos	18.274	-1,410
Vicente de Carvalho	24.964	-1,719
Vaz Lobo	15.167	-1,908
Madureira	50.106	-2,010
Campinho	10.156	-1,408
Praça Seca	64.147	-0,568
Tanque	37.856	0,683
Taquara	102.126	1,320
Curicica	31.189	2,140
Jacarepaguá	157.326	1,326
Barra da Tijuca	135.924	0,929

Tabela 5.8: Índice de Getis-Ord para o total de empregos formais, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Total de empregos formais por bairro (2010)	Z - value Getis-Ord
Galeão	20.106	0,109
Cidade Universitária	14.657	-0,275
Maré	1.802	-0,305
Ramos	24.007	-0,526
Olaria	13.179	-0,95
Penha	24.151	-0,937
Penha Circular	19.143	-0,891
Vila da Penha	5.902	-0,908
Vila Kosmos	1.422	-0,827
Vicente de Carvalho	4.245	-1,14
Vaz Lobo	1.885	-1,37
Madureira	22.901	-1,57
Campinho	2.423	-1,183
Praça Seca	3.919	-0,794
Tanque	5.203	-0,644
Taquara	28.818	-0,487
Curicica	11.362	1,82
Jacarepaguá	17.655	-0,249
Barra da Tijuca	142.365	2,766

Tabela 5.9: Índice de Getis-Ord para a arrecadação estimada de Imposto sobre Serviços, em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Arrecadação estimada de ISS (Ufir)	Z - value Getis - Ord
Galeão	14.249.548	- 0,336
Cidade Universitária	10.339.480	- 0,502
Maré	9.908.941	- 0,471
Ramos	8.684.979	- 0,727
Olaria	5.789.402	- 0,956
Penha	13.824.272	- 1,007
Penha Circular	7.020.934	- 0,956
Vila da Penha	875.188	- 0,979
Vila Kosmos	330.874	1,058
Vicente de Carvalho	1.164.327	- 1,119
Vaz Lobo	227.404	- 1,113
Madureira	5.471.326	- 1,155
Campinho	104.556	- 0,911
Praça Seca	615.870	- 0,807
Tanque	1.057.995	- 0,756
Taquara	14.850.906	- 0,529
Curicica	2.041.925	1,77
Jacarepaguá	22.801.253	-0,39
Barra da Tijuca	289.980.848	2,848

Tabela 5.10: Índice de Getis-Ord para a arrecadação estimada de Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Arrecadação estimada de ITBI (Ufir)	Z - value Getis - Ord
Galeão	----	----
Cidade Universitária	----	----
Maré	40.044	-0,735
Ramos	651.934	-1,056
Olaria	772.428	-1,146
Penha	1.037.164	-1,29
Penha Circular	979.911	-1,011
Vila da Penha	1.199.355	-0,99
Vila Kosmos	276.855	-1,105
Vicente de Carvalho	253.977	-1,116
Vaz Lobo	128.698	-0,991
Madureira	1.368.659	-0,997
Campinho	269.732	-0,795
Praça Seca	1.532.800	-0,686
Tanque	767.307	-0,456
Taquara	3.788.487	-0,226
Curicica	430.831	2,009
Jacarepaguá	11.681.415	0,121
Barra da Tijuca	70.500.394	2,83

Tabela 5.11: Índice de Getis-Ord para as viagens de entrada e saída no pico noturno, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Viagens de saída - pico noturno	Z – value Getis Ord (viagens de saída)	Viagens de chegada - pico noturno	Z – value Getis Ord (viagens de entrada)
Galeão	7.286	0,005	3.511	-0,749
Cidade Universitária	14.085	-0,236	255	-0,518
Maré	1.337	-0,176	9.584	-0,518
Ramos	7.283	-0,642	8.282	-0,948
Olaria	10.200	-1,024	8.442	-1,128
Penha	8.949	-1,089	6.615	-1,338
Penha Circular	4.356	-1,198	4.183	-1,180
Vila da Penha	1.649	-0,886	4.699	-1,305
Vila Kosmos	1.037	-0,941	2.175	-1,263
Vicente de Carvalho	2.499	-1,132	2.718	-1,263
Vaz Lobo	906	-1,347	1.342	-1,630
Madureira	17.195	-1,426	5.801	-1,653
Campinho	1.127	-0,978	1.204	-1,295
Praça Seca	3.356	-0,701	7.419	-0,912
Tanque	1.870	-0,436	3.736	0,110
Taquara	10.773	-0,463	9.862	0,599
Curicica	2.367	1,760	3.777	2,375
Jacarepaguá	15.363	-0,271	24.383	0,665
Barra da Tijuca	66.361	2,530	38.758	2,203

Pode-se afirmar que as variáveis selecionadas se comportam da seguinte forma em relação ao indicador Getis-Ord:

- População: praticamente todos os bairros apresentam distribuição estatisticamente aleatória da população, não sendo possível observar nenhum padrão de concentração neste conjunto. A exceção é o bairro de Madureira, que apresenta Z-value levemente abaixo do mínimo para assegurar a insignificância estatística (-2,01 desvios-padrão contra -1,96 desvio-padrão). Este fato se deve às reduzidas populações dos bairros vizinhos Campinho e

Vaz Lobo;

- Imposto sobre Serviços: segue padrão parelho à população, com a maioria dos valores localizados dentro da faixa estipulada para a insignificância estatística do Z-value (-1,96 a 1,96 desvio-padrão). Exceção é a Barra da Tiuca, que apresenta arrecadação substancialmente alta do citado imposto e, conseqüentemente, Z-value alto e significativo estatisticamente;
- Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis: dois bairros não dispunham de dados, Galeão e Cidade Universitária. Os restantes apresentaram Z-values estatisticamente insignificativos (-1,96 a 1,96 desvio-padrão), o que implica um arranjo aleatório desta variável. As exceções são os bairros da Curicica, influenciada pelas altas arrecadações dos vizinhos Taquara e Jacarepaguá, e a Barra da Tijuca, que concentra parte significativa da citada variável no âmbito do corredor BRT Transcarioca;
- Número de empregos formais: esta variável segue o comportamento das demais, com Z-values estatisticamente insignificantes em sua grande maioria. O padrão de comportamento da Barra da Tijuca, que detém o único valor estatisticamente significativo dado um grau de confiança de 95%, também se repete.

Desta forma, é possível concluir que não existem clusters de altos ou baixos valores das variáveis selecionadas, considerando como recorte geográfico os bairros. Tais valores estão dispostos de maneira aleatória, havendo apenas algumas concentrações específicas no caso da Barra da Tijuca e bairros como Madureira, que funcionam como centros de concentração populacional e de atividades econômicas para as áreas de seus entornos.

5.2.2 – Índice local de Moran

De acordo com Almeida (2013), o índice local de Moran faz parte de um grupo de indicadores denominados LISA, *Local Indicators of Spatial Association*, ou indicadores locais de autocorrelação espacial. Estes indicadores objetivam detectar padrões geograficamente restritos de autocorrelação espacial. O índice local de Moran se diferencia da estatística Getis-Ord à medida em que detecta também os *outliers*, isto é, elementos que fogem ao padrão estabelecido em seu entorno. Assim, o indicador para cada indivíduo é dividido em quatro categorias:

- HH – *cluster* de altos valores;
- LL – *cluster* de baixos valores;
- HL – *outlier* de alto valor circundado por elementos de baixos valores;
- LH – *outlier* de baixo valor circundado por elementos de altos valores.

Assim como na estatística Getis-Ord, o índice local de Moran é apoiado no teste da hipótese nula, isto é, a distribuição espacial das variáveis selecionadas segue padrão estatisticamente não-significativo. Para esta hipótese ser rejeitada, o escore-padrão (Z-score) medido precisa estar fora do intervalo -1,96/1,96 desvio-padrão. Neste caso, de acordo com os valores do indivíduo e de seus vizinhos imediatos, há a classificação nas quatro categorias acima citadas.

Vale ressaltar a importância deste teste para o modelo proposto. O índice local de Moran complementa a estatística de Getis-Ord à medida em que registra não apenas os *clusters* (conceito semelhante aos *cold* e *hot spots* de Getis-Ord) mas também os *outliers*, indivíduos que divergem significativamente de seus vizinhos. Estes *outliers*, no âmbito do corredor BRT Transcarioca, poderiam ser bairros com dinâmica socioeconômica e de transportes anormal em relação ao entorno, o que poderia fazer deles candidatos a receberem os PGVs. A fórmula do índice local de Moran está exposta abaixo.

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X})$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n (x_j - \bar{X})^2}{n - 1} - \bar{X}^2$$

$$z_{I_i} = \frac{I_i - \mathbf{E}[I_i]}{\sqrt{\mathbf{V}[I_i]}}$$

$$\mathbf{E}[I_i] = - \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}}{n - 1}$$

$$\mathbf{V}[I_i] = \mathbf{E}[I_i^2] - \mathbf{E}[I_i]^2$$

Figura 5.6: fórmula para o cálculo do índice local de Moran (fonte: ESRI, 2010)

Onde

n = número de indivíduos

x = atributo medido do indivíduo;

\bar{x} = média do indivíduo;

w_{ij} = pesos espaciais entre os indivíduos i e j ;

s^2 = desvios-padrão elevados ao quadrado;

z = z-score

$E(I_i)$ = multiplicação por -1 da divisão da soma dos pesos entre os indivíduos i e j pelo número de feições - 1 unidade

De forma geral, o comportamento dos elementos analisados seguiu padrão semelhante ao verificado no teste Getis-Ord, com a grande maioria dos bairros apresentando distribuições estatisticamente insignificantes das variáveis selecionadas (Z-score situado entre -1,96 e 1,96 desvio-padrão). As exceções foram as arrecadações de ISS e ITBI, com a Barra da Tijuca apresentando classificação do tipo HL, ou seja, alto valor colado a um vizinho de baixo valor (neste caso, o bairro de Jacarepaguá) e com Z-value fora do intervalo necessário para assegurar a aleatoriedade estatística.

As tabelas abaixo expõem os resultados encontrados para as variáveis selecionadas.

Tabela 5.12: Índice local de Moran para a população total, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	População 2010 (hab)	I-index value Local Moran	Z - score Local Moran
Galeão	22.971	0,235	0,560
Cidade Universitária	1.556	-0,275	-0,582
Maré	129.770	-0,386	-0,758
Ramos	40.792	0,031	0,292
Olaria	57.514	-0,010	0,171
Penha	78.678	-0,162	-0,441
Penha Circular	47.816	0,066	0,409
Vila da Penha	25.465	0,196	-0,441
Vila Kosmos	18.274	0,229	1,068
Vicente de Carvalho	24.964	0,257	1,170
Vaz Lobo	15.167	0,407	1,557
Madureira	50.106	0,069	0,421
Campinho	10.156	0,370	1,126
Praça Seca	64.147	-0,052	0,009
Tanque	37.856	-0,117	-0,184
Taquara	102.126	0,391	1,023
Curicica	31.189	-0,619	-1,292
Jacarepaguá	157.326	0,084	0,268
Barra da Tijuca	135.924	-0,942	-0,932

Tabela 5.13: Índice local de Moran para o total de empregos formais, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Total de empregos por bairro	I-index value Local Moran	Z - score Local Moran
Galeão	20.106	0,002	0,169
Cidade Universitária	14.657	0,012	0,241
Maré	1.802	0,004	0,196
Ramos	24.007	-0,028	0,109
Olaria	13.179	0,045	0,420
Penha	24.151	-0,039	0,073
Penha Circular	19.143	0,001	0,224
Vila da Penha	5.902	0,093	0,594
Vila Kosmos	1.422	0,088	0,596
Vicente de Carvalho	4.245	0,121	0,734
Vaz Lobo	1.885	0,190	0,981
Madureira	22.901	-0,059	-0,015
Campinho	2.423	0,200	0,914
Praça Seca	3.919	0,110	0,591
Tanque	5.203	0,068	0,469
Taquara	28.818	-0,096	-0,132
Curicica	11.362	-0,237	-0,598
Jacarepaguá	17.655	0,007	0,183
Barra da Tijuca	142.365	-0,997	-1,725

Tabela 5.14: Índice local de Moran para a arrecadação estimada de Imposto sobre Serviços, em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca

Nome do bairro	Arrecadação estimada de ISS (Ufir)	I-index value Local Moran	Z - score Local Moran
Galeão	14.249.548	0,018	0,256
Cidade Universitária	10.339.480	0,029	0,331
Maré	9.908.941	0,032	0,328
Ramos	8.684.979	0,038	0,392
Olaria	5.789.402	0,055	0,473
Penha	13.824.272	0,027	0,359
Penha Circular	7.020.934	0,058	0,359
Vila da Penha	875.188	0,081	0,473
Vila Kosmos	330.874	0,080	0,579
Vicente de Carvalho	1.164.327	0,083	0,589
Vaz Lobo	227.404	0,097	0,634
Madureira	5.471.326	0,079	0,560
Campinho	104.556	0,100	0,608
Praça Seca	615.870	0,084	0,548
Tanque	1.057.995	0,067	0,496
Taquara	14.850.906	0,023	0,295
Curicica	2.041.925	-0,277	-0,827
Jacarepaguá	22.801.253	-0,005	0,177
Barra da Tijuca	289.980.848	-1,227	-2,825

Tabela 5.15: Índice local de Moran para a arrecadação estimada de Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis em 2009, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca

Nome do bairro	Arrecadação estimada de ITBI (Ufir)	I-index value Local Moran	Z - score Local Moran
Galeão	---	---	---
Cidade Universitária	---	---	---
Maré	40.044	0,09	0,51
Ramos	651.934	0,08	0,55
Olaria	772.428	0,07	0,55
Penha	1.037.164	0,07	0,55
Penha Circular	979.911	0,07	0,55
Vila da Penha	1.199.355	0,06	0,55
Vila Kosmos	276.855	0,08	0,57
Vicente de Carvalho	253.977	0,08	0,57
Vaz Lobo	128.698	0,08	0,56
Madureira	1.368.659	0,06	0,49
Campinho	269.732	0,08	0,51
Praça Seca	1.532.800	0,05	0,41
Tanque	767.307	0,03	0,34
Taquara	3.788.487	0,01	0,23
Curicica	430.831	-0,30	-0,87
Jacarepaguá	11.681.415	-0,09	-0,10
Barra da Tijuca	70.500.394	-1,17	-2,47

Tabela 5.16: Índice local de Moran para as viagens de entrada e saída no pico noturno, em 2010, dos bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	Viagens de saída - pico noturno	I-index value Local Moran (viagens de saída)	Z – value Local Moran(viagens de saída)	Viagens de entrada – pico noturno	I-index value Local Moran (viagens de entrada)	Z – value Local Moran(viagens de entrada)
Galeão	7.286	0,000	0	3.511	0,00007695	0,430
Cidade Universitária	14.085	0,000	0	255	0,00000000	0,071
Maré	1.337	0,000	0,05	9.584	0,00000000	0,003
Ramos	7.283	0,000	0,28	8.282	0,00000000	0,146
Olaria	10.200	0,000	0,16	8.442	0,00000000	0,130
Penha	8.949	0,000	0,24	6.615	0,00000000	0,292
Penha Circular	4.356	0,000	0,49	4.183	0,00000000	0,469
Vila da Penha	1.649	0,000	0,81	4.699	0,00000000	0,655
Vila Kosmos	1.037	0,001	0,84	2.175	0,00000000	0,895
Vicente de Carvalho	2.499	0,001	0,81	2.718	0,00000000	1,011
Vaz Lobo	906	0,000	0,77	1.342	0,00000000	1,121
Madureira	17.195	-0,001	-0,82	5.801	0,00000000	0,555
Campinho	1.127	0,000	0,51	1.204	0,00000000	0,742
Praça Seca	3.356	0,000	0,56	7.419	0,00000000	0,187
Tanque	1.870	0,000	0,44	3.736	0,00000000	0,053
Taquara	10.773	0,000	0,11	9.862	0,00000000	0,347
Curicica	2.367	0,000	-0,64	3.777	0,00000000	-1,159
Jacarepaguá	15.363	0,000	-0,19	24.383	0,00000000	-0,817
Barra da Tijuca	66.361	0,000	-2,93	38.758	-0,00027125	-1,780

5.2.3 – Quartis

Os quartis são medidas de posição que dividem uma dada distribuição em 4 partes. O primeiro quartil limita as observações 25% menores, enquanto o quarto quartil define as observações 25% maiores.

No âmbito desta dissertação, que busca escolher áreas para a instalação de PGVs, os quartis têm a vantagem de agruparem os indivíduos sem que eles estejam necessariamente conectados entre si. Esta é uma forma de classificar os bairros atendidos pelo corredor BRT e criar perfis geográficos em um contexto onde os indicadores selecionados se encontram dispostos de forma estatisticamente aleatória pelo espaço, o que impede a criação de *cold* e *hot spots*.

Para o grupo de indicadores selecionados para os bairros do corredor BRT Transcarioca, obteve-se as seguintes combinações:

Tabela 5.17: Classificação em quartis dos indicadores selecionados para os bairros atendidos pelo corredor BRT Transcarioca.

Nome do bairro	População total (quartil)	Impostos sobre Serviços (ISS - quartil)	Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI - quartil)	Número de empregos formais (quartil)	Viagens de chegada - pico da noite (quartil)	Viagens de saída - pico da noite (quartil)
Galeão	1	4	-	3	2	3
Cidade Universitária	1	3	-	3	1	4
Maré	3	2	1	1	4	1
Ramos	2	2	3	4	3	3
Olaria	3	2	2	4	4	3
Penha	3	3	3	4	3	3
Penha Circular	3	3	2	3	2	3
Vila da Penha	1	1	2	2	1	2
Vila Kosmos	1	1	1	1	1	1
Vicente de Carvalho	2	2	2	2	1	2
Vaz Lobo	1	1	1	1	1	1
Madureira	2	2	3	4	4	3
Campinho	1	1	1	1	1	1
Praça Seca	3	1	4	1	3	2
Tanque	2	2	2	2	2	2
Taquara	4	4	4	4	4	4
Curicica	2	2	2	2	2	2
Jacarepaguá	4	4	4	3	4	4
Barra da Tijuca	4	4	4	4	4	4

Estes dados, além de terem a função de separar os valores atribuídos às variáveis, permitem observar como elas se combinam. Pode-se perceber, por exemplo, que os bairros da Zona Oeste, especialmente a Taquara, Jacarepaguá e Barra da Tijuca, apresentam todas as variáveis constantemente localizadas nos últimos quartis, indicando áreas mais dinâmicas em termos sócio-econômicos e de transportes. Posteriormente, o estabelecimento dos perfis geográficos detalhará as conclusões sobre os grupos de bairros analisados, dadas as semelhanças e distinções encontradas.

A partir destes dados, pode ser lembrada uma classificação dos bairros, considerando inicialmente a região geográfica dos mesmos:

- Zona Norte: Galeão, Cidade Universitária, Maré, Ramos, Olaria, Penha, Penha Circular, Vila da Penha, Vila Kosmos, Vicente de Carvalho, Madureira e Campinho;
- Zona Oeste: Praça Seca, Tanque, Taquara, Curicica, Jacarepaguá, Barra da Tijuca.

Tal divisão também se coaduna com a oficialmente aplicada pela prefeitura, que se traduz nas Regiões Administrativas. No caso dos bairros estudados, eles pertencem às RA da Ilha (Galeão e Cidade Universitária), Penha (Penha e Penha Circular), Ramos (Ramos e Olaria), Maré (o bairro homônimo), Irajá (Vicente de Carvalho, Vila Kosmos e Vila da Penha), Madureira (Madureira, Vaz Lobo e Campinho), Jacarepaguá (Praça Seca, Tanque, Taquara, Curicica e o bairro homônimo) e Barra da Tijuca (o bairro homônimo).

Dentro das zonas Norte e Oeste, alguns critérios podem diferenciar os bairros. Considerando a arrecadação de ITBI, o número de empregos e o fluxo de viagens de entrada e saída no pico noturno, que denotam as tendências urbanas dos respectivos bairros e suas dinâmicas sócio-espaciais e de transportes, tem-se o seguinte quadro:

- Arrecadação de ITBI: Maré, Vila Kosmos, Vaz Lobo, Campinho (primeiro quartil), Olaria, Penha Circular, Vila da Penha (segundo quartil), Ramos, Penha (terceiro quartil), Galeão e Fundão (dados não disponíveis);
- Número de empregos formais: Maré, Vila Kosmos, Vaz Lobo e Campinho (primeiro quartil), Vila da Penha, Vicente de Carvalho (segundo quartil),

Galeão, Cidade Universitária (terceiro quartil), Ramo, Olaria, Penha, Madureira (quarto quartil);

- Viagens de chegada no pico noturno: Cidade Universitária, Vila da Penha, Vila Kosmos, Vicente de Carvalho, Vaz Lobo, Campinho (primeiro quartil), Penha Circular (segundo quartil), Ramos, Penha (terceiro quartil), Maré, Olaria, Ramos, Madureira (quarto quartil);
- Viagens de saída no pico noturno: Maré, Vila Kosmos, Vila da Penha, Vaz Lobo, Campinho (primeiro quartil), Vicente de Carvalho (segundo quartil), Galeão, Ramos, Olaria, Penha, Penha Circular, (terceiro quartil), Cidade Universitária, Madureira (quarto quartil).

Por sua vez, na Zona Oeste, tem-se:

- Arrecadação de ITBI: Tanque, Curicica (segundo quartil), Praça Seca, Taquara, Jacarepaguá, Barra da Tijuca (quarto quartil);
- Número de empregos formais: Praça Seca (primeiro quartil), Tanque, Curicica (segundo quartil), Jacarepaguá (terceiro quartil), Barra da Tijuca (quarto quartil);
- Viagens de chegada no pico noturno: Praça Seca, Tanque, Curicica (segundo quartil), Taquara, Jacarepaguá, Barra da Tijuca (quarto quartil)

Alguns comentários podem ser feitos. Na Zona Norte, os bairros de Vaz Lobo, Campinho, Vila Kosmos e Vila da Penha têm grande parte, ou mesmo todos, seus indicadores nos dois primeiros quartis. Isto significa que seus valores se situam na metade inferior da distribuição de dados. Por sua vez, os bairros de Madureira, Penha, Olaria, Ramos e Penha Circular, por sua vez, apresentam vários indicadores localizados na metade superior da distribuição, isto é, terceiro e quarto quartis;

No que tange à arrecadação de ITBI, os bairros da Zona Norte se dividem em dois grupos: aqueles com valores incluídos entre o menor quartil da distribuição (Vila Kosmos, Vaz Lobo, Campinho, Maré) e a porção mais dinâmica (Ramos, Olaria, Penha, Circular da Penha), com números situados nos quartis intermediários. Galeão e Cidade Universitária não constam dados. Por sua vez, as informações de empregos formais sugerem uma repetição do padrão verificado na arrecadação de ITBI, com Maré, Vila Kosmos, Vaz Lobo e Campinho no primeiro quartil e Ramos, Olaria, Penha e

Madureira em quartil mais alto;

Em relação aos dados de transporte, as viagens de chegada no pico noturno se relacionam ao contingente populacional de cada bairro, por ser parte dos deslocamentos pendulares. Os menos populosos, caso de Vila Kosmos, Vila da Penha, Vicente de Carvalho e Cidade Universitária, apresentam menores valores, ao contrário de locais como Ramos, Olaria e Penha. Já as viagens de saída no pico noturno guardam relação com o número de empregos formais. Os bairros com maiores quartis de empregos, como Ramos, Olaria, Penha e Madureira, também apresentam altos quartis de viagens de saída.

Na Zona Oeste, tem-se o seguinte cenário: a arrecadação de ITBI, em quatro dos seis bairros da região (Praça Seca, Taquara, Jacarepaguá e Barra da Tijuca), está no quarto quartil, ou seja, 25% de valores superiores. Os bairros do Tanque e Curicica têm respectivas arrecadações no segundo quartil, ou seja, na metade inferior da distribuição;

Já os dados de empregos formais reiteram, com algumas diferenças, o quadro acima relatado. Os bairros da Taquara e Barra da Tijuca apresentam número de empregos que os classificam no quarto quartil, isto é, nos 25% superiores da distribuição, seguidos pelo bairro de Jacarepaguá (terceiro quartil – 50% superiores). O outro é composto da Praça Seca, Tanque e Curicica, com valores na metade inferior da distribuição (respectivamente, primeiro e segundo quartis);

Finalmente, os dados de viagens (entrada e saída no pico noturno) repetem o padrão verificado nas outras variáveis. Praça Seca, Tanque e Curicica se posicionam nos quartis intermediários (segundo e terceiro quartis), enquanto Taquara, Jacarepaguá e Barra da Tijuca apresentam ambos os quantitativos no quartil mais elevado.

Desta forma, cinco perfis de bairros podem ser divididos:

- Zona Norte dinâmica: composta pelos bairros de Ramos, Olaria, Penha, Penha Circular e Madureira. Eles apresentam altos quartis (terceiro e quarto) em grande parte dos itens selecionados, o que reflete uma intensa dinâmica sócio-espacial e de transportes;
- Zona Norte menos dinâmica: composta pelos bairros da Maré, Vila da Penha, Vila Kosmos, Vicente de Carvalho, Campinho e Vaz Lobo, com alta

incidência de quartis baixos em todas as variáveis analisadas, o que configura uma dinâmica sócio-espacial e de transportes marcadamente pendular (poucos empregos formais, possível desequilíbrio entre os números de viagens de entrada e saída nos picos etc). Vila Kosmos, Vaz Lobo e Campinho apresentam todas as variáveis pertencendo ao primeiro quartil;

- Zona Oeste dinâmica: composta pelos bairros da Taquara, Jacarepaguá e Barra da Tijuca. Estes bairros apresentam maioria absoluta das variáveis selecionadas no quarto quartil;
- Zona Oeste menos dinâmica: composta pelos bairros do Tanque e da Curicica, com todos os indicadores pertencentes à metade inferior da distribuição, e pela Praça Seca, com algumas variáveis pertencendo à metade superior da distribuição (ITBI e viagens de chegada no pico noturno);
- Áreas institucionais: grupo composto pelos bairros do Galeão e Cidade Universitária. A dinâmica sócio-espacial e de transportes destes bairros é diretamente impactada pelo Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro e pelos diversos equipamentos da Aeronáutica no bairro do Galeão e pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES), além do Centro Tecnológico, na Cidade Universitária.

5.3 - A escolha das áreas receptoras e propostas de intervenção

A escolha das áreas passíveis para a instalação de PGVs guarda relação direta com os perfis traçados na subseção anterior, que agrupam os diferentes bairros de acordo com suas características. Pode-se dizer que os bairros dinâmicos, das zonas Norte e Oeste, não necessitariam de muitas intervenções imediatas com vistas a desenvolver atividades e gerar demanda adicional ao corredor BRT. Tais bairros, muito especialmente os da Zona Oeste, já apresentam intensa dinâmica de atividades econômicas e de transporte e são os vetores de expansão do município.

Por sua vez, as áreas institucionais – Cidade Universitária e Galeão - têm seu uso a equipamentos e diretrizes específicas, dificultando a instalação de PGVs por parte de entes municipais, estaduais ou mesmo privados. Não obstante, tais áreas apresentariam

dinâmica intermediária entre os grupos dinâmicos e os menos dinâmicos.

Finalmente, os bairros menos dinâmicos necessitariam de intervenções diversas – socioeconômicas e urbanísticas, por exemplo – para superar o patamar de estagnação em que se encontram. Dada a oportunidade que o corredor BRT Transcarioca traz para melhorar a acessibilidade destas áreas, o que constitui fator preponderante para seu desenvolvimento, este grupo será escolhido para a instalação de PGVs.

Levando-se em conta os bairros das zonas Norte e Oeste e as distribuições das respectivas variáveis pelos quartis, duas áreas foram escolhidas. A primeira delas é o conjunto Vila Kosmos, Vila da Penha e Vicente de Carvalho (trecho entre Praça Aquidauana e Avenida Pastor Martin Luther King Jr.): o bairro de Vila Kosmos apresentou todos os indicadores no quartil mais baixo, o que justifica a necessidade de intervenções. Simultaneamente, o bairro fica próximo ao Shopping Carioca e ao hipermercado Atacadão, situados em Vicente de Carvalho. Adicionalmente, este trecho abriga a estação metroviária de Vicente de Carvalho, o que potencializa sua acessibilidade e as possibilidades de integração intermodal.

A segunda área é o bairro do Tanque. Além de apresentar todos os indicadores no segundo quartil (50% inferior da distribuição), é ponto estratégico no traçado do corredor por nele receber as linhas da Avenida Geremário Dantas (eixo Tanque x Pechincha x Freguesia) e ter prevista uma estação dupla, a qual atenderá os serviços parador e expreso do BRT. Além destes fatores, que aumentam o público potencial para as atividades aqui instaladas, cabe ressaltar a legislação do bairro (Lei Complementar 70/2004), que introduz mais critérios para a instalação de PGVs - e o tratamento dos impactos gerados - em suas zonas.

Pode-se destacar ainda que a parte mais dinâmica do corredor, a porção composta pelos bairros da Taquara, Jacarepaguá e Barra da Tijuca, apresenta-se mais propícia à instalação destes equipamentos pela escala de sua ocupação (grandes lotes, especialmente em Jacarepaguá e na Barra da Tijuca) e pela legislação vigente, que prevê os PGVs e seus impactos no tráfego local. Por sua vez, os bairros menos dinâmicos, expressiva parte deles localizada na Zona Norte (exemplos da Vila Kosmos, Vaz Lobo e Vicente de Carvalho), já apresentam tecido urbano consolidado e parcelado em lotes de menor tamanho, além de uso do solo essencialmente residencial. Estes fatores dificultam o remembramento necessário à construção de grandes equipamentos. Tem-se

uma situação na qual as regiões mais propícias à instalação destes equipamentos são aquelas com dinâmica própria e que não precisariam de estímulos externos, enquanto as áreas menos dinâmicas e que tirariam maior partido de intervenções urbanísticas e de transportes apresentam usos mais restritos, ocupação urbana consolidada e lotes mínimos menores, fatores estes que dificultam a presença de PGVs.

Para solucionar esta questão, é proposta a criação de AGVs – Áreas Geradoras de Viagens. Elas abrangeriam os lotes situados a 500 metros do traçado do corredor, com alterações de acordo com o desenho urbano das respectivas regiões, e abrigariam tanto os Pólos de Uso Misto (edificações com vários usos) quanto os Pólos Múltiplos Geradores de Viagens (conjuntos de edificações comerciais e de serviços próximos entre si). Esta configuração tem a vantagem de não exigir grandes lotes para abrigar PGVs tradicionais, tarefa que pode ser custosa e demorada em áreas urbanas já consolidadas e parceladas, além de respeitar a escala das edificações já existentes no local.

Estas AGVs seguem a classificação adotada pelo *Center for Transit-Oriented Development* (CTOD), que divide as tipologias dos projetos de desenvolvimento orientado para o transporte público em algumas classes, de acordo com suas características principais. A área do Tanque, pelas suas características de entroncamento para vários bairros de Jacarepaguá e pela acessibilidade conferida pela estação dupla, se encaixa na maioria dos requisitos necessários para se formar um *Transit Town Center*, ou Centro de Entroncamento de Transportes. O citado instituto de pesquisas afirma que este tipo de centro apresenta escala basicamente local, com densidade residencial variada (*mix* de residências uni e multifamiliares) e mistura de usos comerciais e de serviços de intensidade relativamente baixa.

Por sua vez, o eixo formado pelos bairros de Vila Kosmos, Vila da Penha e Vicente de Carvalho seria considerado um *Mixed-Use Corridor*, ou um Corredor de Uso Misto. Este tipo de projeto apresenta as atividades econômicas e comunitárias dispersas, sem estarem restritas a uma área central definida. Haveria ainda uma moderada mistura de atividades (residenciais, comerciais e de serviços) e atividades econômicas de caráter basicamente local, o que se coadunaria com o tipo de ocupação atualmente verificado neste trecho.

Outro ponto a ser sugerido é a inclusão de características típicas de *Transit-Oriented Development*, de duas formas: nos projetos de grande porte, o estímulo se daria para a realização de viagens não-motorizadas e por meios coletivos, enquanto nos projetos de menor porte acrescentaria-se o estímulo ao uso misto do solo.

A proposta de intervenção para os dois bairros citados também inclui a instalação de Pólos Geradores de Viagens de uso múltiplo e misto. Portugal *et al* (2012) explica, citando Goldner *et alli* (2012), que os Pólos Múltiplos Geradores de Viagens são *os conjuntos de estabelecimentos comerciais ou de serviços próximos entre si que formam um agrupamento de atividades (clusters)*. De acordo com os autores citados, estes *clusters* potencializam a quantidade de viagens para a região que abriga estas modalidades de pólos, o que requer estudos adicionais sobre os impactos causados no sistema viário.

Portugal *et al* (2012) também afirmam que *os Pólos Múltiplos Geradores de Viagens podem ser diferentes empreendimentos próximos entre si, cujas viagens entre eles podem usar o sistema viário externo, e são facilitadas pela proximidade entre os diferentes usos do solo*. Já o conceito de pólo de uso misto não é consensual entre os pesquisadores brasileiros e ainda está sujeito a alterações, mas considera-se, via de regra, que o uso misto se refira à presença de atividades complementares de comércio e serviços em uma única edificação.

Finalmente, as fotos abaixo mostram o padrão de gabarito das áreas escolhidas, que se situa entre 2 e 3 pavimentos, com atividades de âmbito local e muitas edificações abandonadas. Para desenvolver progressivamente as áreas escolhidas, é importante reavaliar as zonas urbanísticas que as compõem (Zona Residencial 4 do Decreto 322/1976 em Vila Kosmos/ Vicente de Carvalho e Zona de Comércio e Serviços 3 da Lei Complementar 70/2004 no Tanque, por exemplo), de forma a fazer ajustes graduais e concomitantes às melhorias na infra-estrutura de transportes das áreas.



Figura 5.7: Avenida Vicente de Carvalho, entre os bairros de Vila Kosmos e Vila da Penha (fonte: Google Maps, 2014)

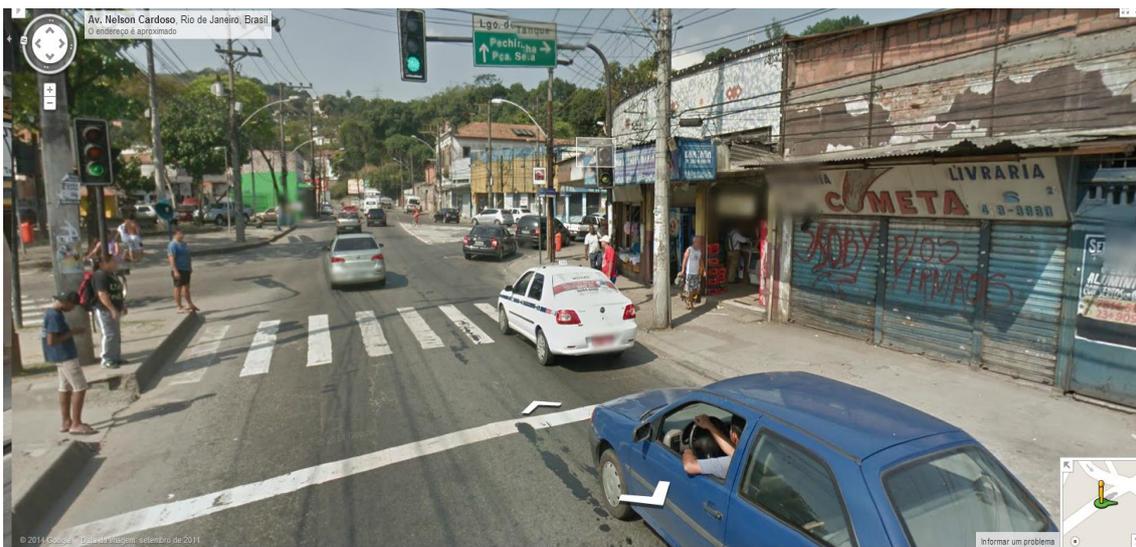


Figura 5.8: Largo do Tanque, no bairro homônimo (fonte: Google Maps, 2014).

Por sua vez, o padrão de zoneamento nas AGVs propostas é mostrado nos dois mapas abaixo.



Figura 5.9: Zoneamento na AGV dos bairros de Vila Kosmos, Vila da Penha e Vicente de Carvalho (fonte: elaborado pelo autor).

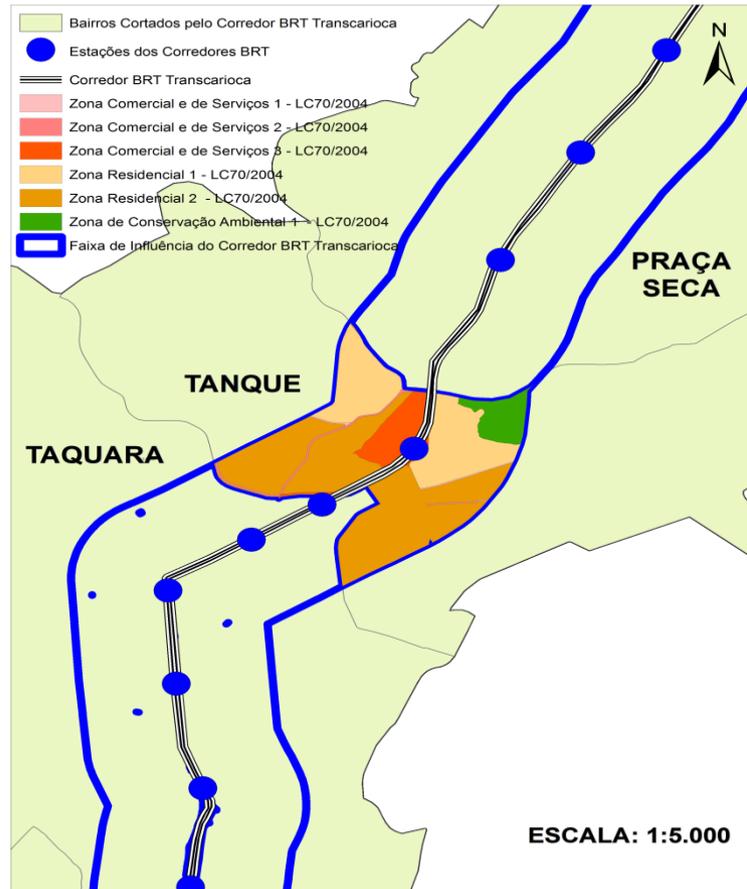


Figura 5.10: Zoneamento na AGV do bairro do Tanque (fonte: elaborado pelo autor).

É possível notar que o zoneamento do Tanque apresenta enclaves de usos e tipologias mais densos, notadamente nas proximidades da estação do corredor BRT. Esta vantagem locacional o destaca em relação a bairros do entorno, como a Praça Seca, e o conjunto formado por Vicente de Carvalho, Vila Kosmos e Vila da Penha, cujo zoneamento, embora permita residências multifamiliares (as quais podem ser PGVs a partir de um determinado porte, conforme visto no capítulo 2), limita o IAT (índice de aproveitamento do terreno, que define a área edificável do lote) e estipula um lote mínimo mais baixo, o que pode favorecer o parcelamento mais intenso do solo.

6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta parte apresenta as conclusões extraídas da pesquisa realizada, assim como as recomendações extraídas destas conclusões.

6.1 - Conclusões

O modelo proposto para a seleção de áreas passíveis de desenvolvimento socioeconômico e de transportes no âmbito do corredor BRT Transcarioca, que se baseia na análise de variáveis que refletem a dinâmica dos bairros atendidos pelo citado sistema de transportes, apresentou resultados que apontam concentração dos atributos em determinados bairros, principalmente a Barra da Tijuca. Entretanto, os testes não comprovaram agrupamentos de altos ou baixos valores, para a maioria dos indicadores, fato que dificultou a escolha das áreas.

Para contornar este problema, a divisão em quartis foi aplicada, e permitiu a criação dos grupos de bairros, agora separados de acordo com a classificação de suas variáveis. Esta classificação, embora não tenha caráter espacial, permitiu perceber os bairros mais e menos dinâmicos. Assim, cinco grupos de bairros foram separados: dois grupos dinâmicos e menos dinâmicos, para as zonas Norte e Oeste, e as áreas institucionais, com usos e dinâmicas muito particulares. Os bairros dinâmicos da Zona Oeste, Taquara, Barra da Tijuca e Jacarepaguá, apresentam todos os indicadores situados nos últimos quartis (3º e 4º), com especial destaque para a Barra da Tijuca, enquanto os bairros dinâmicos da Zona Norte (Ramos, Olaria, Penha, Penha Circular e Madureira) se aproximam da Zona Oeste em indicadores como o número de viagens de chegada e saída no pico noturno e o total de empregos formais e se afastam em indicadores como as arrecadações de ISS e ITBI.

Por sua vez, os bairros menos dinâmicos da Zona Norte (Maré, Vila da Penha, Vila Kosmos, Vicente de Carvalho, Vaz Lobo) apresentam distribuição dos indicadores prevalente nos quartis mais baixos (1º e 2º), com destaque para os bairros de Vila Kosmos, Vaz Lobo e Campinho (1º quartil para todos os indicadores), enquanto os bairros menos dinâmicos da Zona Oeste (Praça Seca, Tanque e Curicica) apresentam indicadores variando entre os quatro quartis da distribuição, com destaque para o Tanque e a Curicica, com todos os indicadores no 2º quartil. Desta forma, é possível concluir, a partir da análise dos quartis e comparando os grupos dinâmicos e menos

dinâmicos, que os bairros da Zona Oeste apresentam maiores arrecadações, totais de empregos formais e geração de viagens do que seus correspondentes da Zona Norte, o que facilmente se percebe ao cotejar bairros como a Taquara e a Barra da Tijuca, na Zona Oeste, e a Penha Circular e Olaria, na Zona Norte, ou mesmo casos como a Curicica, na Zona Oeste, e Vaz Lobo, na Zona Norte.

Outro critério complementar usado para definir as áreas foi a legislação urbanística, que poderia inviabilizar a instalação de PGVs ao estipular usos e parâmetros de edificação e parcelamento dissonantes. Neste aspecto, os bairros da Zona Oeste em expansão, novamente a Barra da Tijuca e Jacarepaguá, apresentam regras mais propícias para a alocação destes grandes equipamentos, com grandes lotes mínimos e poucas limitações às atividades comerciais e de serviços. Dentre os outros bairros da Zona Oeste, de ocupação mais consolidada, destacam-se o Tanque e a Taquara, que possuem legislação urbanística que engloba os usos típicos de PGVs – educacionais e comerciais, por exemplo – e prevê as áreas que podem abrigar tais equipamentos, notadamente aqueles de uso comercial e de serviços mais intenso. Este é o caso de ambos os bairros, ainda que o Tanque não apresente dinâmica socioespacial e de transportes condizente com o zoneamento previsto para o bairro.

Por sua vez, os bairros da Zona Norte apresentam zoneamento compatível com áreas consolidadas. Nota-se que os lotes mínimos são frequentemente menores que os da Zona Oeste (na região da Penha e Penha Circular, o lote mínimo para construção de edificações multifamiliares pode chegar a 125 m²), o que incentiva o parcelamento da terra. Os usos permitidos podem se adequar aos PGVs (comércio e serviços, por exemplo), mas esbarram na posterior necessidade de se lembrar os lotes para se conseguir área mínima compatível com o porte da edificação. Considerando todos estes fatores e a decisão discricionária de se priorizar os bairros que apresentaram os indicadores situados nos quartis mais baixos, foram escolhidas duas áreas: o bairro do Tanque, na Zona Oeste, e o grupo Vicente de Carvalho/Vila Kosmos/Vila da Penha, na Zona Norte. Além de apresentar todos os indicadores situados nos dois primeiros quartis, estas duas áreas dispõem de estações duplas (serviços paradores/expressos), a presença de PGVs já consolidados e que poderiam servir de base para a renovação urbana das áreas (o hipermercado Atacadão e o Shopping Carioca na área de Vicente de Carvalho e o varejista da construção Leroy Merlin no bairro do Tanque). Por fim, o

zoneamento do bairro do Tanque, que estipula uma Zona de Comércio e Serviços, prevê a instalação de PGVs, tornando mais fácil seu licenciamento e posterior instalação.

6.2 - Recomendações

As recomendações finais se referem a possíveis desdobramentos a serem realizados a partir desta pesquisa, que teve caráter eminentemente exploratório na direção de aproveitar a relação entre transportes e uso do solo para fomentar o desenvolvimento socioeconômico no entorno de um corredor de transportes.

Desta forma, uma opção inicial é a realização deste estudo em um horizonte temporal posterior. Considerando-se que esta dissertação usou o número total de viagens do bairro no qual se localiza a estação de transportes como uma aproximação da demanda desta estação, o efetivo funcionamento do corredor BRT Transcarioca tornará possível contar o fluxo de pessoas de cada estação, tornando o estudo mais acurado.

Simultaneamente, o recorte espacial também pode ser alterado. Um possível desdobramento é o uso de unidades geográficas como a zona de tráfego e o setor censitário, combinados de forma a refinar variáveis como a arrecadação de impostos, o total de empregos formais, a população residente e o número de viagens atraídas e produzidas no entorno imediato das estações de transporte.

Além destes desdobramentos, sugere-se a realização de estudos deste tipo em outros sistemas BRT, como o Transoeste (Campo Grande x Barra da Tijuca). O uso de corredores distintos, mas do mesmo modo, traz a vantagem de se poder comparar diretamente os resultados, sem precisar balancear as inevitáveis diferenças – capacidades estática e dinâmica, áreas de influência das estações etc – que o uso de diferentes sistemas de transportes acarreta. Além deste fato, dadas as maiores semelhanças de ocupação e crescimento urbano entre as áreas de influência do corredor Transoeste, é válido verificar o comportamento do modelo proposto em regiões de conformação mais homogênea.

Como solução para a questão encontrada no decorrer da pesquisa, onde as áreas mais aptas a receberem os Pólos Geradores de Viagens são as mais dinâmicas de todo o corredor BRT Transcarioca, enquanto as áreas mais necessitadas de equipamentos e intervenções socioeconômicas e de transportes não se adequavam ao perfil exigido para a presença de grandes edificações, usou-se o conceito de Área Geradora de Viagens,

que contornava a existência de área disponível e zoneamento pertinente à presença de PGVs e aproveitava o desenho urbano dos bairros escolhidos para estimular a instalação de várias atividades geradoras de desenvolvimento socioeconômico e demanda adicional para o corredor BRT Transcarioca. Desta forma, recomenda-se um estudo exploratório sobre as características destas AGVs, tanto no âmbito do sistema BRT Transcarioca quanto em outras regiões que apresentem a mesma necessidade de intervenções socioeconômicas, enfocando diversos aspectos: a tipologia destas áreas (classificações por área construída, número de viagens geradas etc), sua respectiva aplicação no espaço e o necessário reconhecimento urbanístico para fins de planejamento territorial, entre outras questões. Sugere-se ainda a aplicação deste conceito em áreas estagnadas e detentoras de boa acessibilidade por transportes públicos e coletivos, como os arredores de estações de transporte público e coletivo e os entroncamentos de sistemas metroferroviários com vias expressas, como é o caso dos bairros cariocas de Parada de Lucas e Coelho Neto. Adicionalmente, considerando-se também a necessidade de se estimular o transporte não-motorizado para distâncias muito curtas dentro das AGVs ou em seu entorno, devem ser estudadas as aplicações do Transit-Oriented Development (TOD), ou desenvolvimento orientado para o transporte público, que melhor se conformem com esta nova estrutura urbana caracterizada pela geração de viagens em uma área mais dispersa, ao invés de estar concentrada em uma edificação.

Por fim, é necessário considerar que o desenvolvimento socioeconômico e o sistema de transportes nutrem dependência mútua: este confere acessibilidade às atividades espacialmente localizadas e aquele gera fluxo de pessoas que usará o sistema de transportes. Assim, o maior desenvolvimento de certa região, também causado pela instalação de um novo corredor de transporte massivo, pode reverter em ganhos monetários que auxiliem a manutenção ou a expansão deste corredor. Neste contexto, estudos que considerem alterações no padrão de zoneamento urbano das áreas afins (outorgas de uso e de parâmetro, nas quais os construtores pagam determinado valor à prefeitura para obterem usos mais intensos ou parâmetros urbanísticos mais generosos para suas edificações), tanto para determinar o local propício de instalação das AGVs quanto para estimar o possível retorno financeiro para o sistema de transportes, são recomendados.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLY, Claudio, DAVIDSON, Forbes. **Densidade urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbana. 2.ed. Rio de Janeiro: Mauad, 2011, 102 p.

ACIOLY, Claudio, DAVIDSON, Forbes. **Densidade urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbana. 2.ed. Rio de Janeiro: Mauad, 2011, 102 p.

ALMEIDA, Eduardo. **Econometria Espacial Aplicada**. 1.ed. Campinas: Alínea, 2012. 498 p.

ARAGÃO, Joaquim José Guilherme de *et al.* **Fundamentos para uma Engenharia Territorial**. 2010. Disponível em <<http://tinyurl.com/14uymaq>>. Acessado em 30/03/2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO (org). **Estudos de BRT no Brasil**: caderno técnico. São Paulo, 2011, 134 p.

BERKE, Philip R. *et al.* **Urban Land Use Planning**. 5.ed. Chicago: University of Illinois Press, 2006. 490 p.

BERTAZZO, Angela Beatriz Souza *et al.* Estabelecimentos de ensino. In: PORTUGAL, Licínio da Silva. **Pólos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental**: Modelos e Taxas de Geração de Viagens. 1.ed, cap.10, Rio de Janeiro, Interciência, 2012.

BRASIL. Lei 9503/1997, de 23 de setembro de 1997. **Código de trânsito brasileiro**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm>. Acesso em 15/01/2014.

CAVALCANTE, Antonio Paulo de Holanda *et al.* Pólos de uso misto e múltiplo. In: PORTUGAL, Licínio da Silva. **Pólos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental**: Modelos e Taxas de Geração de Viagens. 1.ed, cap.13, Rio de Janeiro, Interciência, 2012.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO (org). **Plano integrado de transportes**: síntese do estudo. Rio de Janeiro, 1977, 153 p.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano**. 4.ed. São Paulo: Ática, 2004, 94 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego**. Brasília: Denatran/Fundação Getúlio Vargas, 2001. 84 p.

DUARTE, Haidine da Silva Barros. A cidade do Rio de Janeiro: descentralização das atividades terciárias. Os centros funcionais. In: **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 36, n.1, p.53-98, jan/mar 1974.

GALARRAGA, José *et al.* Hipermercados e Supermercados. In: PORTUGAL, Licínio da Silva. **Pólos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental**: Modelos e Taxas de Geração de Viagens. 1.ed, cap.12, Rio de Janeiro, Interciência, 2012.

GLAESER, Edward. **Os centros urbanos**: a maior invenção da humanidade. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 333 p.

KNEIB, Erika Cristine. **Subcentros urbanos**: contribuição conceitual e metodológica à sua definição e identificação para planejamento de transporte. Tese (Doutorado em Transportes). Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2008, 206 p.

LEITE, Carlos, AWAD, Juliana di Cesare Marques. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes**: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 264 p.

LINDAU, Luís Antônio, HIDALGO, Dario, FACCHINI, Daniela. **Curitiba, the cradle of Bus Rapid Transit**. Built Environment, v.36, p. 274-282, 2010.

LITMAN, Todd. **Land use impacts on transport**: how land use transports affect travel behavior. 2014. Disponível em www.vtpi.org/landtravel.pdf. Acessado em 01/06/2014.

LITMAN, Todd. **Transit-oriented development**: using public transit to create more accessible and livable neighborhoods. 2014. and use impacts on transport: how land use transports affect travel behavior. Disponível em <http://www.vtpi.org/tdm/tdm45.htm>. Acessado em 01/06/2014.

MARCOLINI, Sérgio. **Ambiente urbano e geração de viagens**: Niterói, um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011, 194 p.

NIGRIELLO, Andreína, FERREIRA, Luis Antônio Cortez. **A criação de “territórios de oportunidade” junto ao sistema metro-ferroviário**: em prol de uma parceria mais efetiva nos processos de transformação urbana nos entornos das estações. 2004. Disponível em <http://tinyurl.com/lp44mw6>. Acessado em 20/12/2012.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (org.). **Manual de BRT – Bus Rapid Transit**: guia de planejamento. 1.ed. Brasília: ITDP e Ministério das Cidades, 2008. 898 p.

PORTUGAL, Licínio da Silva, GOLDNER, Lenise Grando. **Estudo de pólos geradores de tráfego e de seus impactos no sistema viário e de transportes**. 1.ed. Rio de Janeiro: Edgard-Blucher, 2003. 322 p.

PORTUGAL, Licínio da Silva, GONÇALVES, Jorge Augusto Martins. Classificando as estações metro-ferroviárias como pólo promotor de desenvolvimento econômico. In: CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos (org.). **Transporte de passageiros sobre trilhos para o desenvolvimento urbano e regional**. 1.ed, cap.2, Rio de Janeiro, CBTU, 2008.

PORTUGAL, Licínio da Silva *et al.* Caracterização dos pólos geradores de viagens. In: PORTUGAL, Licínio da Silva. **Pólos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental**: Modelos e Taxas de Geração de Viagens. 1.ed, cap.1, Rio de Janeiro, Interciência, 2012.

PORTUGAL, Licínio da Silva, ANDRADE, Eduardo Silva de. Geração de viagens em PGVs. In: PORTUGAL, Licínio da Silva. **Pólos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental**: Modelos e Taxas de Geração de Viagens. 1.ed, cap.4, Rio de Janeiro, Interciência, 2012.

PORTUGAL, Licínio da Silva *et al.* Estabelecimentos residenciais. In: PORTUGAL, Licínio da Silva. **Pólos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental**: Modelos e Taxas de Geração de Viagens. 1.ed, cap.7, Rio de Janeiro, Interciência, 2012.

RENNE, John Luciano. **Measuring the Performance of Transit-Oriented Developments in Western Australia**. 2007. Disponível em http://www.vtpi.org/renne_tod_performance.pdf. Acessado em 28/04/2013.

RIO DE JANEIRO (município). **Decreto 322**, de 3 de março de 1976. Aprova o Regulamento de Zoneamento do Município do Rio de Janeiro. Disponível em <http://tinyurl.com/magfd6w>. Acessado em 01/03/2014.

RIO DE JANEIRO (município). **Decreto 2418**, de 5 de dezembro de 1979. Estabelece condições de zoneamento, de parcelamento da terra e das edificações em parte da XVI Região Administrativa – Jacarepaguá e da XVII Região Administrativa – Bangu. Disponível em <http://tinyurl.com/m6dq6jm>. Acessado em 01/03/2014.

RIO DE JANEIRO (município). **Decreto 3046**, de 27 de abril de 1981. Consolida as Instruções Normativas e os demais atos complementares baixados para disciplinar a ocupação do solo na área da Zona Especial 5 (ZE-5), definida e delimitada pelo Decreto 322 de 03/03/1976. Disponível em <<http://tinyurl.com/ovnq54y>>. Acessado em 01/03/2014.

RIO DE JANEIRO (município). **Decreto 7654**, de 20 de maio de 1988. Estabelece condições de uso e ocupação do solo para a área que compreende os bairros da Penha, Penha Circular e Brás de Pina. Disponível em <<http://tinyurl.com/kg6zpr2>>. Acessado em 01/03/2014.

RIO DE JANEIRO (município). **Lei Complementar 70**, de 6 de julho de 2004. Institui o Peu Taquara – Projeto de Estruturação Urbana (Peu) dos bairros de Freguesia, Pechincha, Taquara e Tanque, integrantes das Unidades Espaciais de Planejamento 42 E 43 (Uep 42 E 43), e dá outras providências. Disponível em <<http://tinyurl.com/pj4h7td>>. Acessado em 01/03/2014.

RIO DE JANEIRO (município). **Lei Complementar 104**, de 27 de novembro de 2009. Institui o Projeto de Estruturação Urbana – PEU dos bairros de Vargem Grande, Vargem Pequena, Camorim e parte dos bairros do Recreio dos Bandeirantes, Barra da Tijuca e Jacarepaguá, nas XXIV e XVI Regiões Administrativas, integrantes das Unidades Espaciais de Planejamento números 46, 47, 40 e 45 e dá outras providências. Disponível em <<http://tinyurl.com/pldhjmt>>. Acessado em 01/03/2014.

RIO DE JANEIRO (município). **Lei Complementar 111**, de 1 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/LC111M.PDF>>. Acessado em 01/03/2014.

RIO DE JANEIRO (município). **Lei Orgânica do município**, de 5 de abril de 1990. Disponível em <<http://tinyurl.com/p7e2z97>>. Acessado em 01/03/2014.

RIO DE JANEIRO (município). **Projeto de Lei Complementar 33/2013**. Define as condições disciplinadoras de uso e ocupação para ordenamento territorial da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://tinyurl.com/ljus3jq>>. Acessado em 01/03/2014.

SILVA, André Luiz Bezerra da. **Transportes e circulação na reprodução social urbana**: considerações sobre o metrô do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008, 239 p.

SOLA, Sérgio Michel. **Pólos Geradores de Tráfego**. 1.ed. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego. 1983, 134 p.

VILLAÇA, Flávio. **O espaço intra-urbano no Brasil**. 1.ed. São Paulo: Studio Nobel/Fapesp/Lincoln Institute. 2001, 373 p.

VUCHIC, Vukan. **Urban Transit: operations, planning and economics**. 1.ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. 2005, 664 p.

VUCHIC, Vukan. **Urban Transit: systems and technology**. 1.ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. 2007, 602 p.

