

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA – DEPARTAMENTO DE URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL - PROPUR

Tese de Doutorado

MODELAGEM, MENSURAÇÃO E SIMULAÇÃO DO MOVIMENTO DE PEDESTRES E VEÍCULOS

por

ANDRÉ DE SOUZA SILVA

Arquiteto e Urbanista., Mestre em Planejamento Urbano e Regional - UFRGS

Orientador

Prof. Dr., DÉCIO RIGATTI

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul_UFRGS como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutor em Planejamento Urbano e Regional.**

Área de concentração

Sistemas de suporte à decisão em planejamento e desenho urbano

Linha de pesquisa

Sistemas configuracionais urbanos

Porto Alegre-RS-Brasil

Setembro de 2010

S586m Silva, André de Souza

Modelagem, mensuração e simulação do movimento de pedestres e veículos / André de Souza Silva; orientação de Décio Rigatti. – 2010.

297 p.: il.

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto Alegre, RS, 2010.

Descritores

1. Planejamento urbano: Transportes.
2. Configuração urbana: Tráfego de veículos.
3. Configuração urbana: Tráfego de pedestres.
4. Distribuição espacial: Vias públicas: Porto Alegre (RS).
5. I. Rigatti, Décio. II. Título.

CDU: 711.4:656

Bibliotecária Responsável

Elenice Avila da Silva – CRB-10/880

Agradecimentos

Como todos que trilham o caminho da pesquisa, o meu foi repleto de desafios, descobertas, ausências, percalços e, evidentemente, muitas alegrias.

O doutoramento foi impulsionado a partir do desdobramento de parte dos resultados obtidos em minha pesquisa de mestrado desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na qual obtive o título de mestre. Durante este período (de 2002 a 2010), fui orientado pelo professor Décio Rigatti – pelo qual tenho grande consideração, tanto por ter me aberto as portas da pós-graduação, desde o mestrado até o doutorado, quanto pelas conversas e trocas de experiências que certamente colaboraram para o meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

Também agradeço aos professores Maria Cristina Lay e Oberon da Silva Mello pela oportunidade a mim concedida para a realização do curso de Doutorado, quando do processo de seleção e ingresso em 2006. Ressalto ainda, meus agradecimentos aos professores Vinícius de Moraes Netto e Marília Pata Ramos que contribuíram para o aprimoramento desta pesquisa, junto ao exame de qualificação do doutoramento. E, aos demais professores do PROPUR que de algum modo puderam contribuir para a elaboração desta pesquisa.

No âmbito profissional, agradeço à oportunidade concedida e confiança depositada pelos professores Adalberto Heck e Vilmar Mayer, atuais coordenadores do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNISINOS. Arquitetos competentes e de destaque nas suas áreas de atuação, são certamente os responsáveis por impulsionar, a partir deste ano, o aprimoramento de minha trajetória acadêmica como docente. Agradeço a satisfação de tê-los como colegas de instituição e eternos mestres.

Agradeço também o apoio de diversas pessoas, dentre as quais destacam-se: os funcionários da Biblioteca FAU-UFRGS que prestam serviço exemplar aos alunos, a exemplo de Margarete Tesainer da Fonseca e Elenice Ávila da Silva pela catalogação da pesquisa e Carmem Lúcia Rubim pelas obras conseguidas através do COMUT; os professores do Núcleo de Estatística da URI_Santiago que me auxiliaram no desenvolvimento do algoritmo Matemático/Estatístico; os senhores Eberli Cabistani Riella e Carlos Eduardo Cosenza Aveiro, profissionais da PROCEMPA que disponibilizaram os dados necessários referentes às áreas em estudo; o engenheiro civil André Cademartori Jacobsen responsável pelo redirecionamento - para melhor - desta pesquisa de doutorado; e, ao Sr. Guido Balde, que auxiliou na correção gramatical, no *abstract*, na participação em eventos nacionais, internacionais e conclusão da tese.

Por fim, agradeço:

- a Robriane, minha esposa, pela paciência, compreensão, incentivo constante, por ser tão especial para mim, e a quem credito a realização desta tese.
- a Isahdora, minha filha - prioridade em minha vida -, embora os estudos, a docência e as atividades profissionais diárias possam parecer o contrário.
- ao meu pai Osvaldo, pela educação e referência de valores ao priorizar os meus estudos sempre.

Obrigado a Deus e, mais uma vez, a todos vocês!

Dedicatória

Àquela que soube, através de sua história de vida, me ensinar o que realmente é importante na existência humana, o amor. Dedico esta pesquisa a memória de minha querida mãe, Odélia, que me gerou e me mantém num sentimento de filho profundamente agradecido pela vida que me deste (em memória, 08/2009).

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas
Lista de Diagramas
Lista de Equações
Lista de Figuras
Lista de Fotos
Lista de Mapas
Lista de Quadros
Lista de Tabelas

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO

18

1 REVISÃO DA LITERATURA

31

- 1.1 O MOVIMENTO DE PEDESTRES E VEÍCULOS NO PROCESSO DE (TRANS)FORMAÇÃO DAS CIDADES..... 32
- 1.2 ABORDAGEM VINCULADA À DEMANDA DE VIAGENS..... 36
 - 1.2.1 O planejamento de transporte por meio da estimativa da demanda de viagens.. 36
 - 1.2.1.1 *Entrevista domiciliar de origem e destino - Edom_OD: abordagem adotada no estudo proposto em relação à demanda de viagens*..... 54
- 1.3 ABORDAGEM VINCULADA À CONFIGURAÇÃO ESPACIAL URBANA..... 58
 - 1.3.1 Abrangência dos modelos configuracionais na leitura e análise morfológica dos tecidos urbanos..... 58
 - 1.3.1.2 *Sintaxe Espacial: abordagem adotada no estudo proposto em relação à configuração espacial urbana*..... 67
- 1.4 RELEVÂNCIA DAS ABORDAGENS ESCOLHIDAS PARA O ESTUDO PROPOSTO: ENTREVISTA DOMICILIAR DE ORIGEM E DESTINO E SINTAXE ESPACIAL..... 85

2 MÉTODO

88

- 2.1 TÉCNICAS DE OBTENÇÃO E TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS..... 89
 - 2.1.1 Variável dependente: discretização e mensuração do movimento de pedestres e veículos..... 89
 - 2.1.2 Variáveis independentes: proposição das expressões matemáticas das medidas do tecido urbano que compõem o modelo de deslocamento 5D..... 97
 - 2.1.2.1 *Medida de distribuição dos caminhos alternativos*..... 98
 - 2.1.2.2 *Medida de diversidade tipo-morfológica*..... 105
 - 2.1.2.3 *Medida de delimitação espacial*..... 109
 - 2.1.2.4 *Medida de densidade de edificações e dimensão do sistema de vias*... 112
 - 2.1.2.5 *Medida de dependência das atividades*..... 116
- 2.2 ANÁLISE DE REGRESSÃO: PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO..... 122

3 ESTUDO DE CASO	125
3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS ÁREAS EM ESTUDO	126
3.1.1 Panorama sintático-espacial das áreas em estudo no contexto atual da cidade.....	134
3.1.2 Espacialização do movimento de pedestres e veículos.....	144
3.2 O MOVIMENTO DE PEDESTRES E VEÍCULOS E A RELAÇÃO COM AS MEDIDAS DO TECIDO URBANO QUE COMPÕEM O MODELO DE DESLOCAMENTO 5D.....	154
3.2.1 Medida de distribuição dos caminhos alternativos e acessibilidade sintática.....	158
3.2.2 Medida de diversidade tipo-morfológica.....	171
3.2.3 Medida de delimitação espacial	180
3.2.4 Medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias.....	187
3.2.5 Medida de dependência das atividades.....	197
3.3 ANÁLISE CONJUNTA E DESAGREGADA DAS MEDIDAS DO TECIDO URBANO DO MODELO DE DESLOCAMENTO 5D E O MOVIMENTO DE PEDESTRES E VEÍCULOS..	209
3.4 MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO TECIDO URBANO ATUAL, LEGAL E PROPOSTO...	221
3.4.1 Cenário atual do tecido urbano.....	224
3.4.2 Cenário legal do tecido urbano.....	227
3.4.3 Cenário proposto do tecido urbano.....	231

CONSIDERAÇÕES FINAIS	235
-----------------------------	------------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	254
-----------------------------------	------------

APÊNDICES	267
------------------	------------

APÊNDICE A: Economias ativas do cadastro imobiliário por trecho de logradouro.....	268
APÊNDICE B: Dados referentes à demanda de viagens, metragem quadrada construída e sistema de vias das áreas em estudo.....	274
APÊNDICE C: Medidas de acessibilidade sintática.....	275
APÊNDICE D: Compilação de dados para as medidas do tecido urbano.....	279
APÊNDICE E: Normalização de dados para regressão linear.....	286
APÊNDICE F: Normalização logarítmica dos dados para transformação em regressão não-linear.....	293
APÊNDICE G: Estatística das referências bibliográficas.....	297

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<i>apud</i>	Citado por
ARLM	Análise de Regressão Linear Múltipla
ANPUR	Associação Nacional em Planejamento Urbano e Regional
ANTP	Associação Nacional de Transporte Público
Av.	Avenida
Cap.	Capítulo
Cel.	Coronel
CET-SP	Companhia Estadual de Transporte de São Paulo
Cia.	Companhia
C^{res} e C^{fres}	Constituições de acesso residencial e não-residencial
$coef^{res}$ e $coef^{fres}$	Coeficientes das constituições de acesso residencial e não-residencial
Coef.	Coeficiente
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
Coord.	Coordenador
[data?]	Obra sem indicação da data de publicação
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
diag.	Diagrama
DMAE	Departamento Municipal de Águas e Esgotos
Dr.	Doutor
Σ accessRn	Somatório da Integração Global da linha axial e de todas as linhas conectadas a esta.
Σ accessR4	Somatório da Integração Local a 4 passos passo topológicos da linha axial e de todas as linhas conectadas a esta.
EDom_OD	Entrevista domiciliar de origem e destino
Ed.	Editor(es)
elvt	Extensão total do sistema de vias de uma área
elvp	Corresponde a extensão total de uma linha axial
eq.	Equação matemática
EUA	Estados Unidos da América
Ex.	Exemplo
EPTC	Empresa Pública de Transporte e Circulação
<i>et al</i>	e outros
etc	dentre outros
<i>f</i>	Padronização por 100 metros por minuto
fc	Formas construídas
FHWA	<i>Federal Highway Administration</i>
Fig.	Figura
<i>foot</i> ²	Equivalente a 0.09290304 m ² .
Gal.	General
HCM	<i>Highway Capacity Manual</i>
HIPA	História Ilustrada de Porto Alegre
HTTP	Protocolo de acesso à Internet
i. e.	Isto é
ip	Índice ponderado
PMPOA	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
IAPI	Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<i>In</i>	Dentro de
IIT	Instituto de Tecnologia de Illinois

ITE	<i>Institute of Transportation Engineers</i>
Jr.	Junior
km	kilômetro
LABECON	Laboratório de Estudos Configuracionais
le	Lote delimitado por edificação
LC	Linhas de continuidade
Ln	Logaritmo natural
m ^{2t} _{res_fires}	Metragem quadrada construída residencial e não-residencial total de uma área
m ^{2l} _{res_fires}	Metragem quadrada construída residencial e não-residencial total de uma linha axial
Mal.	Marechal
M ^a	Maria
m/min	Metros por minuto
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
n ^o	Número em quantidade
Org.	Organizador
<i>passim</i>	Diversas passagens citadas no texto
pdst + vcl	Soma do movimento de pedestres e veículos
Pesq.	Pesquisadores
PGVs	Pólos Geradores de Viagens
p.p.	Página publicada e pesquisada
PDDUA	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental
Pres.	Presidente
PROCEMPA	Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre
Prof ^o	Professor
PROPUR	Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional
pv/100m/5min	quantidade de pedestres e veículos se movimentando a cada 100 metros por período de 5 minutos
qd	face da quadra ao longo da linha axial
R.	Rua
r ²	Coeficiente de determinação
RedPGV	Rede Ibero Americana de Pólos Geradores de Viagens
Rn	Integração Global – ‘R’ representa o raio e ‘n’ o número de conexões
R4	Integração Local com limitação de 4 passos de profundidade
Sig. α	Significância estatística
St ^a	Santa
Sen.	Senador
[S.I.]	<i>Sine loco</i> (quando não foi possível determinar o local da publicação)
SMOV	Secretaria Municipal de Obras e Viação
SPU/PMPOA	Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Porto Alegre
[s.n.]	<i>Sine nomine</i> (quando não foi possível determinar o editor e o impressor da publicação).
[s/p]	Sem paginação (quando a publicação não for paginada ou paginada irregularmente)
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
SSS	Simpósio de Sintaxe Espacial
Tab.	Tabela
Ten.	Tenente
tp	Tipologia edilícia
TRB	<i>Transportation Research Board</i>
UCL	<i>University College London</i>
un	Unidade
URL	Endereço de site
valor-P	Valor de probabilidade estatística
vap	Total de viagens atraídas e produzidas quer sejam de base domiciliar ou de base não-domiciliar de uma área
VGA	<i>Visibility Graph Analysis</i>
Vol.	Volume
WWW	World Wide Web

LISTA DE DIAGRAMAS

	CAPÍTULO 2
DIAGRAMA 2.1: Relações entre variáveis adotadas na construção das expressões matemáticas e estatísticas.....	88
(fonte: original do autor, 2010)	
	CAPÍTULO 3
DIAGRAMA 3.1: Distribuição das viagens por período do dia	154
(fonte: original do autor, 2010; planilha eletrônica do Excel)	
DIAGRAMA 3.2: <i>Escatergrama</i> comparativo entre área construída e extensão viária das áreas em estudo	194
(fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003)	

LISTA DE EQUAÇÕES

	CAPÍTULO 2
EQ. 2.1: <i>Medida de distribuição dos caminhos alternativos</i> de Integração Global e Local_R4.....	103
(fonte: original do autor, 2010)	
EQ. 2.2: <i>Medida de diversidade tipo-morfológica</i>	107
(fonte: original do autor, 2010)	
EQ. 2.3: <i>Medida de delimitação espacial</i>	110
(fonte: original do autor, 2010)	
EQ. 2.4: <i>Medida de densidade de edificações e dimensão do sistema de vias</i>	113
(fonte: original do autor, 2010)	
EQ. 2.5: Fator de ponderação densidade de edificações e dimensão do sistema de vias...	114
(fonte: original do autor, 2010)	
EQ. 2.6: Taxa de viagens	118
(fonte: original do autor, 2010)	
EQ. 2.7: <i>Medida de dependência das atividades</i>	120
(fonte: original do autor, 2010)	
	CAPÍTULO 3
EQ. 3.1: Equação logarítmica linearizada	157
(fonte: BARBETTA, 1999)	
EQ. 3.2: Modelo de deslocamento 5D para o movimento de pedestres Global.....	210
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
EQ. 3.3: Modelo de deslocamento 5D para o movimento de veículos Global.....	210
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
EQ. 3.4: Modelo de deslocamento 5D para o movimento de pedestres e veículos Global.....	210
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
EQ. 3.5: Aplicação do modelo de deslocamento 5D para o movimento de pedestres e veículos Global.....	211
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
EQ. 3.6: Aplicação (cenário atual) do modelo de deslocamento 5D para o movimento de pedestres e veículos Global.....	225
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
EQ. 3.7: Aplicação (cenário legal) do modelo de deslocamento 5D para o movimento de pedestres e veículos Global.....	229
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
EQ. 3.8: Aplicação (cenário proposto) do modelo de deslocamento 5D para o movimento de pedestres e veículos Global.....	233
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

FIGURA i.1: Diagrama esquemático das categorias analíticas adotadas em razão do tema movimento de pedestres e veículos.....	19
(fonte: original do autor, 2010)	
FIGURA i.2: Alternativas de deslocamento entre a origem e o destino	24
(fonte: original do autor, 2004)	

CAPÍTULO 1

FIGURA 1.1: Origem e destino das viagens na zona de tráfego	37
(fonte: original do autor, 2010)	
FIGURA 1.2: Viagens de base domiciliar (residencial) e viagens de base não-domiciliar (não-residencial).....	38
(fonte: adaptado de Ortúzar e Willumsen, 1994)	
FIGURA 1.3. Localização, concentração, diversidade e especialização de atividades no sistema de vias.....	42
(fonte: original do autor, 2010)	
FIGURA 1.4. Planilha da demanda de viagens por pólo gerador de viagem	48
(fonte: adaptado do ITE, 2003: <i>passim</i>)	
FIGURA 1.5: Relação entre atrator, configuração e movimento	73
(fonte: HILLIER <i>et al</i> , 1993: 31)	
FIGURA 1.6: Possibilidades de movimento em função do sistema de vias	73
(fonte: HILLIER <i>et al</i> , 1993: 29).	
FIGURA 1.7: Relações de profundidade em Sintaxe Espacial	78
(fonte: adaptado de HILLIER e HANSON, 1984: 94)	
FIGURA 1.8: Decomposição convexa e axial da forma urbana	78
(fonte: original do autor, 2010)	
FIGURA 1.9: Diferentes relações tipo-morfológicas e potenciais de movimento de pedestres e veículos	82
(fonte: adaptado de VARGAS, 2003 s/p; original do autor, 2010)	

CAPÍTULO 2

FIGURA 2.1. Movimento de pedestres e veículos como um evento axial	89
(fonte: original do autor, 2010)	
FIGURA 2.2: Pontos de observação e contagem do movimento de pedestres e veículos	91
(fonte: original do autor, 2010)	
FIGURA 2.3: Exemplo ilustrativo de aferição visual da estimativa de ocupação dos ônibus	94
(fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003)	
FIGURA 2.4: Gradação de cores dos valores de integração da acessibilidade sintática	100
(fonte: original do autor, 2010)	
FIGURA 2.5: Diferenciação do sistema de vias por meio da medida de distribuição da acessibilidade sintática	104
(fonte: original do autor, 2010)	
FIGURA 2.6: Possibilidade de intersecções das linhas do sistema	104
(fonte: original do autor, 2010)	
FIGURA 2.7: Delimitação espacial entre edificações e quadras por linha axial	109
(fonte: original do autor, 2010)	

CAPÍTULO 3

FIGURA 3.1: Motorização das viagens (etapas) não-motorizadas e motorizadas	149
(fonte: planilha eletrônica do Excel; original do autor, 2010)	
FIGURA 3.2. Distribuição por classe modal	150
(fonte: original do autor, 2010; planilha eletrônica do Excel)	
FIGURA 3.3: Motivos da não utilização de ônibus.....	151
(fonte: original do autor, 2010; planilha eletrônica do Excel)	
FIGURA 3.4: Repartição percentual das viagens por motivos	152
(fonte: original do autor, 2010; planilha eletrônica do Excel)	
FIGURA 3.5: Gráfico da probabilidade normal dos resíduos padronizados.....	219
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
FIGURA 3.6: Cenário atual, legal e proposto do tecido urbano: Rua Mal. Simeão.....	234
(fonte: original do autor, 2010)	

LISTA DE FOTOS

CAPÍTULO 3

FOTO 3.1: Transformação e descaracterização das edificações.....	176
(fonte: original do autor, 2010)	
FOTO 3.2: Edificações destituídas de garagens e a apropriação privada do espaço público pelo transporte motorizado	177
(fonte: original do autor, 2010)	
FOTO 3.3: Tipologias arquitetônicas preservadas. Espaços eminentemente de tipologia residencial com idêntica relação tipo-morfológica: R. Gal. João D. Marting – linhas axiais 2603 e 2605	178
(fonte: original do autor, 2010)	
FOTO 3.4: Intensidade do transporte motorizado junto às vias estruturadoras.....	186
(fonte: original do autor, 2010)	
FOTO 3.5: Espaços abertos públicos desprovidos de constituições de acesso.....	205
(fonte: original do autor, 2010)	
FOTO 3.6: Cenário atual do tecido urbano da Rua Mal. Simeão.....	223
(fonte: original do autor, 2010)	

LISTA DE MAPAS

CAPÍTULO 2

MAPA 2.1: Localização dos pontos de observação visual e levantamento da frequência e ocupação dos veículos	95
(fonte: original do autor, 2010)	
MAPA 2.2: Decomposição axial do sistema de vias da cidade de Porto Alegre	102
(fonte: LABECON_PROPUR; coord. Profº. Décio Rigatti; original do autor, 2010)	
MAPA 2.3: Delimitação do sistema de vias das áreas em estudo	103
(fonte: original do autor, 2010)	

CAPÍTULO 3

MAPA 3.1: Macro-localização das áreas em estudo.....	126
(fonte: original do autor; adaptado da PMPOA, 1999: 4 - 5)	
MAPA 3.2: Localização das áreas de estudo.....	127
(fonte: original do autor, 2010)	
MAPA 3.3: Setores de quadra ortogonal e não-ortogonal e predominância de atividades residencial e não-residencial.....	133
(fonte: original do autor, 2010)	
MAPA 3.4: Mapa de Integração Global de todo o sistema de vias de Porto Alegre, com valores de integração de 0,1212 até 0,5143.....	137
(fonte: obtido no <i>software</i> MindWalk; original do autor, 2010)	
MAPA 3.5: Mapa de Integração Global do sistema de vias das áreas em estudo, com valores de integração de 0,3033 até 0,4568.....	138
(fonte: obtido no <i>software</i> MindWalk; original do autor, 2010)	
MAPA 3.6: Mapa de Integração Local_R4 de todo o sistema de vias de Porto Alegre, com valores de integração de 0,3520 até 3,1177.....	141
(fonte: obtido no <i>software</i> MindWalk; original do autor, 2010)	
MAPA 3.7: Mapa de Integração Local_R4 do sistema de vias das áreas em estudo, com valores de integração de 0,4926 até 2,6988.....	142
(fonte: obtido no <i>software</i> MindWalk; original do autor, 2010)	
MAPA 3.8: Abrangência da área de influência das áreas de estudo.....	143
(fonte: obtido no <i>software</i> MindWalk; original do autor, 2010)	
MAPA 3.9. Aproximação e proporcionalidade entre a contagem do movimento de pedestres e veículos.....	145
(fonte: original do autor, 2010; obtido no <i>software</i> CorelDraw)	
MAPA 3.10: Linhas axiais objeto de estudo (eixos vermelhos) conectadas às linhas axiais adjacentes (eixos amarelos) de distribuição dos caminhos alternativos.....	160
(fonte: original do autor, 2010)	

MAPA 3.11: Mapa de interpolação da <i>medida de distribuição dos caminhos alternativos</i> de Integração Global com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo.....	161
(fonte: obtido no <i>software</i> AutoCAD; original do autor, 2010)	
MAPA 3.12: Mapa de interpolação da <i>medida de distribuição dos caminhos alternativos</i> de Integração Local_R4 com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo.....	162
(fonte: obtido no <i>software</i> AutoCAD; original do autor, 2010)	
MAPA 3.13: Mapa de interpolação da <i>medida de diversidade tipo-morfológica</i> com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo.....	172
(fonte: obtido no <i>software</i> AutoCAD; original do autor, 2010)	
MAPA 3.14: Relação entre tipologia edilícia e forma construída.....	173
(fonte: obtido no <i>software</i> AutoCAD; original do autor, 2010)	
MAPA 3.15: Classificação genérica da relação tipo-morfológica na Vila do IAPI.....	175
(fonte: original do autor, 2010; adaptado do Plano da Vila do IAPI, de Marcos KRUTER, 1942; PMPOA, 1991)	
MAPA 3.16: Mapa de interpolação da <i>medida de delimitação espacial</i> com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo.....	182
(fonte: obtido no <i>software</i> AutoCAD; original do autor, 2010)	
MAPA 3.17: Localização de praças e do parque como articuladores das atividades estacionárias e do movimento de pedestres e veículos.....	184
(fonte: obtido no <i>software</i> AutoCAD; original do autor, 2010)	
MAPA 3.18: Mapa de interpolação da <i>medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias</i> com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo.....	189
(fonte: obtido no <i>software</i> AutoCAD; original do autor, 2010)	
MAPA 3.19: Espacialização da metragem quadrada residencial e não-residencial.....	190
(fonte: original do autor, 2010)	
MAPA 3.20: Espacialização da extensão do sistema de vias.....	191
(fonte: original do autor, 2010)	
MAPA 3.21: Interpolação das zonas de tráfego com as unidades de estruturação urbana.....	193
(fonte: original do autor, 2010; SIG_Arcview por meio de <i>Overlay</i>)	
MAPA 3.22: Comparativo entre as viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e não-domiciliar	196
(fonte: original do autor, 2010)	
MAPA 3.23: Mapa de interpolação da <i>medida de dependência das atividades</i> com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo.....	199
(fonte: obtido no <i>software</i> AutoCAD; original do autor, 2010)	
MAPA 3.24: Predominância de atividades residenciais e não-residenciais	204
(fonte: original do autor, 2010)	
MAPA 3.25: Espacialização das constituições de acesso às edificações residenciais e não-residenciais	206
(fonte: original do autor, 2010)	
MAPA 3.26: Abrangência e frequência de utilização das atividades residenciais e não-residenciais	208
(fonte: original do autor, 2010)	
MAPA 3.27. Recorte de tecido urbano selecionado para modelagem, mensuração e simulação dos cenários atual, legal e proposto.....	222
(fonte: original do autor; 2010)	

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1

QUADRO 1.1: Impactos urbanos advindos da implantação de Pólos Geradores de Viagens..... (fonte: adaptado de PORTUGAL e GOLDNER, 2003: 24)	44
QUADRO 1.2: Variáveis em observação na Entrevista Domiciliar de Origem e Destino..... (fonte: EDom_OD, 2003)	54
QUADRO 1.3: Enfoques interdependentes e complementares quanto ao movimento de pedestres e veículos..... (fonte: original do autor, 2010)	87

CAPÍTULO 2

QUADRO 2.1. Ficha de aferição das contagens de pedestres e veículos (fonte: original do autor, 2010)	92
QUADRO 2.2: Equivalência entre o movimento e o número de pessoas por modo de transporte (fonte: original do autor, 2010)	96
QUADRO 2.3: Categoria do movimento de pedestres e veículos..... (fonte: original do autor, 2010)	96
QUADRO 2.4: Classificação tipo-morfológica (fonte: original do autor, 2010)	106
QUADRO 2.5: Parâmetros do tipo predominante e o valor do índice ponderado da forma construída (fonte: original do autor, 2010)	108
QUADRO 2.6: Valores das viagens produzidas e atraídas, área construída e extensão viária das áreas em estudo (fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003)	115
QUADRO 2.7: Classificação das atividades produtoras e atratoras de viagens (fonte: original do autor, 2010; adaptado dos modelos advindos do ITE, 2003 e do Boletim Técnico 32 da CET- São Paulo, 1983)	116
QUADRO 2.8: Relações quantitativas entre a geração de viagens para atividades residencial e não-residencial nas áreas em estudo (fonte: original do autor, 2010)	118
QUADRO 2.9: Valores das viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e base não-domiciliar (fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003)	119
QUADRO 2.10: Proporcionalidade entre as viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e base não-domiciliar (fonte: original do autor, 2010)	119

CAPÍTULO 3

QUADRO 3.1: Curvas de normalidade após a transformação dos dados (fonte: obtido no <i>software</i> Excel; original do autor, 2010)	156
QUADRO 3.2. Procedimentos adotados para modelagem, mensuração e simulação dos cenários atual, legal e proposto..... (fonte: original do autor, 2010)	221
QUADRO 3.3. Dados referentes ao regime urbanístico atual da Rua Mal. Simeão..... (fonte: original do autor, 2010; adaptado da Declaração Municipal (DM) solicitada junto à Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Porto Alegre – SPU/PMPA)	228

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 2.1: Pontos de observação visual e levantamento da frequência e ocupação dos veículos (fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; original do autor, 2010)	94
TABELA 2.2: Cálculo da demanda de viagem de um Pólo Gerador de Viagem..... (fonte: original do autor, 2010; adaptado do ITE, 2003; CET 1983; IBGE, 2000)	116
TABELA 2.3: Interpretação dos valores numéricos de regressão..... (fonte: adaptado de BARBETTA, 1999)	124

CAPÍTULO 3

TABELA 3.1: Relação de habitantes e renda por domicílio nas áreas de estudo..... (fonte: original do autor, 2010; Anexos I, II da EDom_OD, 2003)	131
TABELA 3.2: Valores dos coeficientes de determinação das regressões entre e movimento de pedestres e o movimento de veículos..... (fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	146
TABELA 3.3: Distribuição do número de pessoas e automóveis por domicílio..... (fonte: original do autor, 2010; adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.1; A.2)	147
TABELA 3.4: Matriz da distribuição do total de viagens por zona de tráfego..... (fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.10; original do autor, 2010)	148
TABELA 3.5: Matriz da distribuição do total de viagens motorizadas por idade e sexo nas zonas de tráfego..... (fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.14; original do autor, 2010)	149
TABELA 3.6: Matriz da distribuição do total de viagens por modo de transporte nas zonas de tráfego..... (fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.17; original do autor, 2010)	150
TABELA 3.7: Motivos da não utilização de ônibus por zona de tráfego (fonte: original do autor, 2010; adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.19)	151
TABELA 3.8: Matriz da distribuição das viagens por motivo nas zonas de tráfego..... (fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.20; original do autor, 2010)	152
TABELA 3.9: Distribuição da duração das viagens..... (fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.25; original do autor, 2010)	153
TABELA 3.10: Matriz da distribuição das viagens por período do dia..... (fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.21; original do autor, 2010)	153
TABELA 3.11: Valores dos coeficientes de determinação das regressões da <i>medida de distribuição dos caminhos alternativos</i> para a Integração Global com o movimento de pedestres e veículos..... (fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	163
TABELA 3.12: Valores dos coeficientes de determinação das regressões da <i>medida de distribuição dos caminhos alternativos</i> de Integração Local_R4 com o movimento de pedestres e veículos..... (fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	167
TABELA 3.13: Valores dos coeficientes de determinação das regressões da acessibilidade sintática das medidas de controle e conectividade (tradicional) com o movimento de pedestres e veículos..... (fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	169
TABELA 3.14: Regressões de Integração Global e Local_R4 entre medidas de acessibilidade sintática (tradicional) e <i>medida de distribuição dos caminhos alternativos</i> (fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	170

TABELA 3.15: Regressões entre a <i>medida de diversidade tipo-morfológica</i> e o movimento de pedestres e veículos.....	174
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
TABELA 3.16: Regressões entre a <i>medida de delimitação espacial</i> e o movimento de pedestres e veículos.....	181
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
TABELA 3.17: Regressões entre a <i>medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias</i> e o movimento de pedestres e veículos.....	192
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
TABELA 3.18: Valores das viagens atraídas e produzidas, área construída e extensão viária das áreas em estudo.....	194
(fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003)	
TABELA 3.19: Regressões da <i>medida de dependência das atividades</i> e o movimento de pedestres e veículos.....	200
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
TABELA 3.20: Matriz do coeficiente de regressão.....	209
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
TABELA 3.21: Matriz de combinação passo-a-passo dos coeficientes de regressões.....	213
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
TABELA 3.22 Capacidade explicativa dos maiores coeficientes de regressão das medidas do tecido urbano em separado.....	216
TABELA 3.23: Matriz de regressão não-linear	220
(fonte: obtido no <i>software</i> Excel, MiniTab; original do autor, 2010)	
TABELA 3.24: Levantamento e tabulação de dados do cenário atual da Rua Mal. Simeão (fonte: original do autor; 2010)	225
TABELA 3.25. Levantamento e tabulação de dados do cenário legal da Rua Mal. Simeão (fonte: original do autor; 2010)	229
TABELA 3.26: Levantamento e tabulação de dados do cenário proposto à Rua Mal. Simeão.....	233
(fonte: original do autor; 2010)	

RESUMO

Analisar a probabilidade dos tecidos urbanos exercerem efeitos junto ao movimento de pedestres e veículos, por meio do desenvolvimento de um modelo matemático-estatístico e, aplicar na prática do planejamento urbano as informações obtidas, são os **objetivos** que se apresentam. O **problema central** está em distinguir quais propriedades são relevantes, que relações mantêm entre si, e o quanto explicam o porquê, como e por onde pedestres e veículos se movimentam? Parte-se da **hipótese** de que propriedades espaciais, formais e funcionais dos tecidos urbanos vinculadas ao sistema de vias, quadras, lotes e edificações, de alguma maneira e intensidade, facilitam, dificultam ou mesmo definem significativamente o movimento de pedestres e veículos, cuja consideração em conjunto e em separado aprimora a modelagem, mensuração e simulação do movimento de pedestres e veículos. As **abordagens** centradas na demanda de viagens (Entrevista Domiciliar de Origem e Destino) e na configuração espacial urbana (Sintaxe Espacial) fundamentam teoricamente a pesquisa e embasam a construção do **método** que compatibiliza e conjuga, por meio da construção do modelo matemático-estatístico, denominado **modelo de deslocamento 5D**, cerca de 20 variáveis do tecido urbano. Em relação aos **resultados obtidos**, as abordagens adotadas se mostram complementares no entendimento das propriedades que influenciam o movimento de pedestres e veículos em torno dos bairros Higienópolis, Santa Maria Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI, em Porto Alegre, tomados como **estudo de caso**. O **modelo de deslocamento 5D** mostra-se operacionalmente viável e promissor, apresentando resultados estatísticos significativos e com alto grau de confiabilidade. Aproximadamente, 85% do movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo é explicado por medidas que consideram: (i) a articulação e continuidade de percursos alternativos possíveis ao longo de uma via em relação as demais vias em seu entorno imediato; (ii) a contribuição das edificações e dos recuos laterais e frontais em relação aos lotes e quadras na conformação do espaço aberto público; (iii) a variedade de tipologias edilícias e possibilidades de combinação entre si e ocorrência de morfologias simultaneamente; (iv) a relação entre movimento, área construída e comprimento de via; (v) a atribuição de valores às diferentes atividades residenciais e não-residenciais desempenhadas nas edificações; e, (vi) a ponderação dos acessos às edificações. A aplicação do **modelo de deslocamento 5D** demonstrou ser um instrumento útil na simulação de condições de total transformação ou relativa homogeneidade dos tecidos urbanos, assim como auxiliar ao planejamento urbano, não determinando, entretanto, o que deve ser feito, mas sim, possibilitando entender o que está sendo feito.

Palavras-chave: planejamento urbano, planejamento de transportes, demanda de viagens, configuração espacial urbana, movimento de pedestres, movimento de veículos.

ABSTRACT

*An analysis of the likelihood of the urban tissues to exercise effects over pedestrian and vehicle movements, through the development of a statistical and mathematical model, and the practical application of the resulting information, are the intended **objectives**. The **core problem** consists in distinguishing which properties are relevant, what are their relations with one another, and to what extent they explain why, how and where pedestrians and vehicles move along? The assumed **hypothesis** is that spatial, formal and functional properties of the urban tissues linked to the system of lanes, blocks, lots and constructions, in some way or intensity, facilitate, impair or even define significantly the movement of pedestrians and vehicles, whose joint or separate consideration improves the modeling, measuring and simulation of pedestrian and vehicle movement. The **approaches** focused on traveling needs (Origin and Destination Domicile Interview) and in the urban space configuration (Space Syntax) lay the theoretical foundation for the survey and are the basis for the construction of the **method** that makes compatible and conjugates, through the construction of the mathematical and statistical model, called **5D displacement model**, about 20 variables of the urban tissue. With regard to the **results obtained**, the adopted approaches show entirely in the understanding of the properties that influence the movement of pedestrians and vehicles surrounding the districts of Higienópolis, Santa Maria Goretti, Passo D'Areia and Vila do IAPI, in Porto Alegre, taken as **case study**. The 5D Displacement Model proves operationally viable and promising, presenting significant statistical results with a high degree of reliability. Approximately 85% of the movement of pedestrians and vehicles in the studied areas is explained by measures that consider (i) articulation and continuity of alternative routes available along a lane with regard to the other lanes on the immediate surrounding; (ii) the contribution of the buildings and lateral and frontal gaps with regard to the lots and blocks in the conformation of open public space; (iii) a variety of edilicious typologies and possibilities for combinations among themselves and the occurrence of morphologies simultaneously; (iv) the relation between movement, constructed area and length of lane; (v) the attribution of values to the different residential and non-residential activities performed at the buildings; and, (vi) and the ponderation of accesses to the buildings. The application of the **5D displacement model** proved to be a useful tool in the simulation of total transformation conditions or the relative homogeneity of the urban tissues, while helping with urban planning, though without determining what should be done, but making it possible to understand what is being done.*

Key words: urban planning, transport planning, travel demands, urban space configuration, pedestrian movement, vehicle movement.



INTRODUÇÃO

Delimita-se como **tema de pesquisa** a modelagem, mensuração e simulação do movimento de pedestres e veículos, o qual relaciona-se à ideia de novos instrumentos para auxiliar no monitoramento permanente do sistema urbano. Reflexões sobre o movimento de pedestres e veículos, enquanto materialidade fundamental para a dinâmica do cotidiano, expressam a necessidade de conhecer melhor esse fenômeno de modo a subsidiar o desenho e o planejamento urbano. Embora o **tema de pesquisa** enfoque as propriedades físicas dos tecidos urbanos que influenciam conjuntamente tanto pedestres quanto veículos, há de se considerar – fora do escopo da presente pesquisa - que existem significativas diferenças de movimento enquanto percepção e apropriação qualitativa do tecido urbano, como por exemplo, os aspectos cognitivos e comportamentais das pessoas com o ambiente construído arquitetônico e urbano.

O **objetivo geral** consiste em analisar os efeitos probabilísticos (não-determinísticos) que os tecidos urbanos exercem junto ao movimento de pedestres e veículos e a aplicação prática das informações obtidas. Em termos **específicos**, o **objetivo** é desenvolver um modelo matemático-estatístico para quantificar o movimento de pedestres e veículos, de modo a simular alternativas de decisões de desenho urbano e verificar a influência dos regimes urbanísticos no planejamento de áreas novas e preexistentes.

Como tecidos urbanos podem apresentar desempenhos variados, dependendo do aspecto que está sendo estudado, e das abordagens adotadas, são definidas e consideradas as seguintes categorias analíticas: espaço, forma, função, suas relações e efeitos (fig. i.1).



Espaço refere-se à separação e distanciamento (avenidas, ruas, praças etc) entre formas construídas. **Forma** é a composição e o arranjo do artefato, na qual a casa, o bairro, a cidade e o sistema de vias são formas de diferentes escalas e padrões. Por sua vez, a noção de **função** implica uma atividade residencial ou não-residencial a ser desempenhada pela forma do artefato. No entanto, faz-se necessário verificar as relações e os efeitos sócio-espaciais das transformações no *espaço*, na *forma* e na *função*. O termo **relação**, refere-se ao modo como os artefatos estão organizados e vinculados. Em princípio, a relação entre *espaço*, *forma* e *função* é direta: um determinado *espaço*, delimitado por uma *forma*, pode desempenhar uma ou várias *funções*. Ou seja, não existe *função* sem a sua *forma* e *espaço* correspondente. Por sua vez, o **efeito** é definido como uma consequência resultante de *relações causais* entre *espaço*, *forma* e *função* que, se considerados individualmente, representam apenas realidades parciais, limitadas do fenômeno urbano. Porém, considerados em conjunto, e relacionados entre si, constroem uma base conceitual, teórica e metodológica a partir da qual é possível discorrer sobre o movimento de pedestres e veículos (adaptado de SANTOS, 1985: 53; em seu livro *Espaço e Método*, o autor utiliza os conceitos de *forma*, *função*, *estrutura* e *processo* para descrever as relações que explicam a organização do espaço).

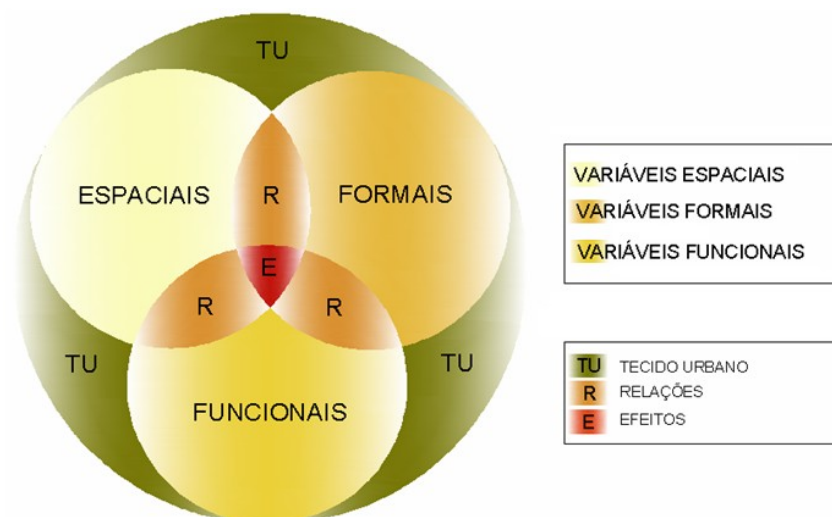


FIGURA i.1: Diagrama esquemático das categorias analíticas adotadas em razão do tema movimento de pedestres e veículos
(fonte: original do autor: 2010)



Quais propriedades espaciais, formais e funcionais dos tecidos urbanos são significativas e devem ser consideradas? Que relações mantêm entre si? O quanto explicam o porquê, como e por onde pedestres e veículos se movimentam?

De modo a responder a estas **questões centrais** considera-se a seguinte **hipótese geral**:

As propriedades espaciais, formais e funcionais dos tecidos urbanos vinculadas ao sistema de vias, quadras, lotes e edificações, de alguma maneira e intensidade, facilitam, dificultam ou mesmo definem significativamente o movimento de pedestres e veículos, cuja consideração em conjunto e em separado aprimora a modelagem, mensuração e simulação do movimento de pedestres e veículos.

As **hipóteses específicas** consideram que o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo pode ser explicado por medidas que consideram: (i) a articulação e continuidade de percursos alternativos possíveis ao longo de uma via em relação as demais vias em seu entorno imediato; (ii) a contribuição das edificações e dos recuos laterais e frontais em relação aos lotes e quadras na conformação do espaço aberto público; (iii) a variedade de tipologias edilícias e possibilidades de combinação entre si e ocorrência de morfologias simultaneamente; (iv) a relação entre movimento, área construída e comprimento de via; (v) a atribuição de valores às diferentes atividades residenciais e não-residenciais desempenhadas nas edificações; e, (vi) a ponderação dos acessos às edificações.



Para testar as hipóteses, são tomadas como **estudo de caso** algumas áreas dos bairros Higienópolis, Santa Maria Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI¹.

Ainda que, atualmente, a área central de Porto Alegre ofereça significativa concentração e diversidade de atividades, e por consequência, onde circula e permanece significativo número de pedestres e veículos, tem diminuído gradativamente, ao longo dos anos, a sua importância em termos funcionais (RIGATTI, 2002). Observa-se um contínuo esvaziamento da área central tanto nas atividades comerciais e residenciais, quanto da administração pública, as quais se deslocam para outras áreas, que surgem e se consolidam, em geral, ao longo de vias articuladas à área central. Devido à concentração de edificações, diversidade de atividades e acessibilidade do sistema de vias, estas novas áreas incorporam e reforçam, paulatinamente, diferenciações morfológicas e funcionais que lhes conferem a condição de centralidades (RIGATTI, 2002).

Algumas destas novas áreas, desde que analisadas conjuntamente, reproduzem com razoável eficiência, a diversidade de atividades da área central, como é o caso (i) do subúrbio residencial e industrial do Bairro St^a M^a Goretti, com emergentes e pontuais áreas de comércio; (ii) do alto padrão residencial ao Sul do Bairro Higienópolis, próximo à Av. Plínio Brasil Milano, e comercial ao longo da Av. Dom Pedro II; (iii) da diversificada área comercial em boa parte do Bairro Passo D'Areia, principalmente em torno da Av. Assis Brasil; e, (iv) da consolidada área residencial operária e tradicional da Vila do IAPI. Estas áreas polarizam diversidade e concentração de atividades, desde as residenciais e comerciais, até as institucionais e administrativas.

As áreas em estudo conformam um mesmo sistema urbano, i.e., possuem relação de proximidade, continuidade e articulação do sistema de vias, porém com níveis diferenciados de acessibilidade, mobilidade, densidade e diversidade de edificações e de atividades residenciais e não-residenciais.

¹ IAPI é a sigla de "Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários", instituição criada durante o primeiro governo Getúlio Vargas, que, entre outros fatos, teve fundamental importância na criação de um conjunto residencial para uma classe operária e urbana, estreitamente relacionada ao processo de industrialização no Brasil. Ressalte-se que o IAPI é uma Vila pertencente ao Bairro Passo D'Areia.



A representatividade destas áreas em termos da acessibilidade do sistema de vias, peculiaridades de desenho urbano, quantidade e diversidade de formas edificadas, concentração e distribuição de atividades residenciais e não-residenciais, possibilita operacionalizar os métodos adotados, responder o problema proposto, e testar as hipóteses levantadas (ver sessão 3.1 do estudo de caso).

As pessoas, ao decidirem o **motivo e o modo de deslocamento**, escolhem, preferencialmente, o **percurso mais direto** entre a origem e o destino, independentemente de condições qualitativas apresentadas no percurso². Com isso, passam a estabelecer **padrões espaciais de movimento** em razão das **propriedades espaciais, formais e funcionais dos tecidos urbanos** vinculadas ao sistema de vias, quadras, lotes e edificações.

O **motivo do deslocamento** está diretamente relacionado à predisposição e/ou à necessidade das pessoas se movimentarem, tais como: onde fazer compras, ir ao trabalho, sair a passeio, e assim por diante. Uma vez decidido o motivo do deslocamento se estabelece à relação entre a origem e o destino por meio do **modo de deslocamento**, ou seja, se o movimento será não-motorizado (a pé ou de bicicleta) ou motorizado (transporte individual por meio de veículos particulares ou transporte público).

De modo complementar ao **motivo e modo do deslocamento** está a **escolha do percurso mais direto**, que consiste numa noção mais ampla dentre as alternativas de deslocamento. Indica o processo pelo qual pedestres e veículos, ao escolherem o percurso, geralmente selecionam, num sistema de vias, as menores distâncias entre os pontos de origem e destino, cujo dispêndio de tempo seja o menor possível.

A experiência cognitiva humana de procurar a menor distância entre dois pontos num sistema de vias, além de observar os vários percursos e suas distâncias a partir da origem, também avalia sua proximidade com o destino em termos de tempo (LUX, 2001: 70). Pedestres e veículos constantemente têm como

² Contemplação e apazibilização da paisagem, e alguns aspectos da infra-estrutura, como por exemplo, o estado de conservação das calçadas, a existência de pavimentação, a inclinação das vias, o sentido do trânsito, dentre outros aspectos.



princípio a busca otimizada da menor distância métrica e tempo como medida primordial na escolha dos trajetos habituais, novos ou alternativos (SILVA, 2004: 23).

Na medida em que a distância aumenta, diferentes modos de deslocamentos são requeridos para que o destino seja alcançado. Como as alternativas de escolha dos percursos nos deslocamentos dos pedestres são maiores, quando comparadas com veículos, estes geralmente escolhem o caminho mais curto que muitas vezes pode coincidir, ou não, ao dos veículos.

Nesta dimensão de análise, o sistema de vias, as quadras, os lotes, e as edificações estabelecem a base das propriedades configuracionais dos tecidos urbanos, essenciais na articulação e na orientação do deslocamento de pedestres e veículos, as quais possibilitam, com maior ou menor grau de acessibilidade³, o alcance das diferentes atividades urbanas, tendo em vista que alguns espaços abertos públicos podem ser mais acessíveis do que outros. Entretanto, de um modo geral, os espaços não podem ser alcançados diretamente de qualquer outro espaço aberto público (caminhos mais curtos), devido às restrições dos percursos impostas pelas formas construídas (edificações, cruzamentos de vias, etc.) que, dependendo de sua configuração⁴ e uso, estabelecem barreiras e passagens, direcionando o movimento de pedestres e veículos (fig. i.2).



**Dentre as duas alternativas de deslocamento, pedestres e veículos tendem a escolher a relação mais direta entre a origem e o destino.*

FIGURA i.2: Alternativas de deslocamento entre a origem e o destino
(fonte: original do autor, 2010)

Da interdependência entre o **motivo e o modo do deslocamento** e a **escolha do percurso mais direto** emerge um **padrão espacial de movimento**. Trata-se dos percursos relativamente constantes (em razão das rotinas habituais

³ No âmbito desta pesquisa, em termos configuracionais, acessibilidade corresponde ao potencial de alcance das atividades e de interação das pessoas em decorrência do posicionamento relativo estabelecido entre diferentes espaços abertos públicos. Tais aspectos poderão ser mais bem compreendidos quando da revisão da literatura no capítulo 1.

⁴ Consiste na relação entre dois espaços levando-se em consideração, pelo menos, um terceiro espaço, ou todos os espaços do sistema de vias (HILLIER *et al*, 1987: 363).



como locais de moradia, trabalho, emprego, lazer, educação etc) que pedestres e veículos estabelecem num determinado intervalo de tempo pelo sistema de vias. Há poucas variações na demanda (diária) dos movimentos de pedestres e veículos, exceto em dias e épocas especiais (final de semana, datas comemorativas, feriados etc), ou acontecimentos inesperados (passeatas, acidentes, congestionamentos etc) que podem vir a representar oscilações estatísticas notáveis (NOVAES, 1982: 13). Helbing e Molnar (1995; 1997: *passim*) observam certas recorrências quanto ao movimento de pedestres e veículos, os quais: (i) regularmente escolhem como destino a menor distância de deslocamento; (ii) possuem uma forte aversão a desvios ou oposições à direção desejada; (iii) mudam de direção, contanto que a rota alternativa apresente melhores condições que a menor distância e que não seja necessário mover-se mais rapidamente para alcançar o destino a tempo (porém, a distância tende a diminuir conforme aumenta a densidade e a velocidade dos deslocamentos dos outros pedestres ou veículos); e, (iv) tendem a formar um padrão de movimento ao seguirem o mesmo sentido de direção de outros pedestres ou veículos.

Por sua vez, **o padrão espacial de movimento** está diretamente relacionado às **propriedades espaciais, formais e funcionais dos tecidos urbanos**. Este aspecto se refere aos espaços abertos públicos, quadras, lotes, edificações e da articulação e interligação de atividades residenciais e não-residenciais, que comportam desde a moradia, o trabalho, o estudo, o transporte, o consumo, até o lazer e a cultura, sendo todas atividades vinculadas à forma dos tecidos urbanos. A distribuição espacial destas propriedades (barreiras e passagens) embora não sendo permanentes, são duráveis, e se mantém ao longo dos anos nos tecidos urbanos, tais como o sistema de vias, o perímetro das quadras, o parcelamento do lotes, as edificações de grande porte, as ocupações de áreas predominantemente residenciais etc.

Entretanto, cabe destacar que as edificações não se vinculam de modo imutável às atividades para as quais foram geradas e vice-versa, tendo em vista, por exemplo, a quantidade de edificações, cuja existência perpetua-se e justifica-se na mudança de atividades residenciais e não-residenciais. Enquanto edificações e atividades se renovam em ritmo mais rápido, as quadras, os lotes e, principalmente o espaço aberto público, pertencem à longa duração no espaço-tempo. Marcam a



inscrição duradoura e referencial de uma determinada sociedade, época e lugar (VEIRECHE e PANERAI: 1983).

A quantidade e diversidade de variáveis existentes nos tecidos urbanos associadas à significativa urbanização que, de um modo geral, passam as grandes cidades brasileiras, tornam complexa a tarefa de identificar e analisar estas propriedades espaciais, formais e funcionais e seus efeitos nos padrões espaciais de movimento de pedestres e veículos. Segundo diferentes ritmos e temporalidades, as grandes cidades brasileiras constituem artefatos em constante processo de (des)construção e (re)ocupação, tendendo à estabilidade e à consolidação. Possuem um pulsar de (trans)formação no qual, ao longo do tempo, partes do tecido urbano são modificadas (espaço aberto público, quadras, lotes, edificações e atividades residenciais e não-residenciais).

Por um lado, para se produzir algo de novo em algumas áreas da cidade (consolidadas e/ou em processo de consolidação) há a necessidade de se alterar o que existia antes. Dentre os fatores que determinam esta substituição (em partes ou em sua totalidade) do tecido urbano preexistente estão a obsolescência e a regenerescência das atividades residenciais e não-residenciais, das edificações, dos lotes e, em última instância, das próprias quadras e espaços abertos públicos imediatos. Por outro lado, observa-se que a troca (ou permanência) de uma determinada edificação ou atividade num mesmo lote - com alteração (ou não) quantitativa de metragem quadrada construída - tende a influenciar a intensidade de movimento de pedestres e veículos em algumas áreas em contraponto a outras (BRIASSOULIS, 2000).

Decorrentes deste processo construtivo infundável, que destina a cidade a destruir-se e a reconstruir-se sem cessar, surgem o que Ferrara (2000: 181) denomina como espaços residuais, que consistem em partes inacabadas e descontínuas dos tecidos urbanos a serem preenchidas com novas edificações e atividades residenciais e não-residenciais. É instigante observar que mesmo lotes e edificações desocupados ou subutilizados mantêm latente certo potencial endógeno de atrair movimento de pedestres e veículos.

Contudo, tanto o tecido urbano quanto o movimento de pedestres e veículos apresentam regularidades e recorrências, e estas, de acordo com o aporte



conceitual e teórico adotado, podem ser mensuráveis através da modelagem matemática e estatística. A opção por conceitos, teorias e métodos, face à apresentação do problema exposto, é comparada e confrontada criticamente no capítulo 1, quando da revisão da literatura em torno dos estudos sobre **demanda de viagens e configuração espacial urbana**. No entanto, cabem algumas considerações de ordem geral destes estudos enquanto abordagens da presente pesquisa. Será visto que o **motivo e o modo do deslocamento** - tomados isoladamente - descrevem parcialmente o movimento de pedestres e veículos, já foi demonstrado pelos estudos centrados na demanda de viagens; e, que o **padrão espacial de movimento de pedestres e veículos** está correlacionado à **escolha do percurso mais direto** também já foi evidenciado pelos estudos configuracionais urbanos.

Deste modo, qual a contribuição da pesquisa para estes campos de conhecimento? Fundamentalmente, está na **identificação e correlação de propriedades espaciais, formais e funcionais** amplamente integradas às duas abordagens, mas que se desenvolvem de modo desarticulado: demanda de viagens e configuração espacial urbana. A abordagem sistêmica proposta, ao vincular estas duas abordagens, apresenta especial vantagem na definição e avaliação conjunta de variáveis do tecido urbano que não poderiam ser tratadas satisfatoriamente em separado diante do problema da pesquisa. Com isso, abre-se o campo das alternativas de questionamento, análise e entendimento em torno tanto do movimento de pedestres e veículos, quanto dos possíveis vínculos conceituais, teóricos e metodológicos que possam existir entre as abordagens.

Assim sendo, em meio a diversas abordagens possíveis do fenômeno urbano em questão, a partir de diferentes áreas do saber e, na medida em que o conhecimento é a soma das contribuições dos diferentes pontos de vistas a respeito de um mesmo fenômeno, esta pesquisa contribui junto aos estudos configuracionais urbanos na análise conjugada com a demanda de viagens, e vice-versa.

A demanda de viagens e os estudos configuracionais urbanos possuem especificidades e aplicações distintas, porém podem ser complementares, possibilitando uma maior quantidade de elementos de análise, além de responder às crescentes busca em diversos campos de conhecimento por uma abordagem interativa e que contemple várias disciplinas. As abordagens possuem propriedades,



Introdução

problemas e vantagens diferenciadas. Ambas partem de princípios distintos e aplicações particulares, de acordo com o arcabouço teórico que lhes dá suporte. Mas, não se trata aqui da substituição de uma pela outra, e sim da verificação de como ambas podem ser aplicadas conjuntamente. São duas áreas de conhecimento específicas, porém essenciais a presente pesquisa, cuja conjugação pode potencialmente melhor descrever e explicar os padrões de movimento de pedestres e veículos.

Importante ressaltar que, em relação a estas duas abordagens, não há, muitas vezes, um completo consenso entre os autores. Contudo, serão enfatizados os aspectos amplamente integrados ao problema da pesquisa, que se aproximam e complementam nas diferentes correntes de pensamento, cuja base para o entendimento dos enfoques analisados por ambas as abordagens será através de uma postura metodológica, sendo esta a perspectiva de contribuição para as áreas de conhecimento.



No que diz respeito à **justificativa**, mesmo reconhecendo-se a participação de distintos pesquisadores, no exterior e também no Brasil, a respeito do tema apresentado, verifica-se que nenhuma das obras consultadas (SSS, RedPGV)⁵

⁵ Foram pesquisadas obras dos sete Simpósios de Sintaxe Espacial (SSS- *Space Syntax Symposium*) e na Rede Ibero Americana de Pólos Geradores de Viagens (RedPGV), liderados



apresenta o escopo aqui proposto, tanto em relação aos exemplos e casos típicos de modelagem e simulação contemplados, quanto por suas aplicações e revisão bibliográfica nas áreas da demanda de viagens e nos estudos configuracionais.

Diante do que se expôs, a pesquisa pretende contribuir como suporte ao planejamento, desenho e gestão de cidades, uma vez que possibilita verificar:

- ***a influência dos regimes urbanísticos no planejamento de áreas urbanas***

Uma cidade dinâmica como Porto Alegre, por exemplo, que a cada dia transforma partes de seu tecido urbano, necessita de monitoramento constante, de modo que os regimes urbanísticos, que regem o parcelamento, o uso e a ocupação de áreas da cidade, estejam sempre atualizados e ajustados aos anseios e necessidades das pessoas. Neste sentido, a pesquisa contribui ao servir de base para ações que dizem respeito ao controle do uso do solo; aos parâmetros internos dos projetos; e a sistemática para aprovação de novos projetos e de mudança de uso em edificações existentes, além dos estudos de impacto de vizinhança e de viabilidade urbanística, para os quais são necessárias técnicas de levantamento de dados para a atribuição das possíveis causas e consequências que a urbanização de determinadas áreas pode acarretar.

A falta de instrumentos aprimorados e adequados para detectar e diagnosticar os problemas existentes e avaliar decisões alternativas na prática do planejamento urbano pode ser um impedimento à gestão urbana satisfatória. Este repertório de informações a respeito do desempenho da transformação dos tecidos urbanos subsidia o planejamento de ações operacionais mais eficazes e condizentes com as expectativas de todos os agentes envolvidos (população, comerciantes, poder público etc), suscitando impactos verdadeiramente positivos na implementação de melhorias da qualidade de vida na cidade de Porto Alegre.



Estudos sistemáticos são constantemente requeridos de modo a acompanhar a dinâmica das transformações nos tecidos urbanos. Discrepâncias podem vir a ocorrer quando faltam instrumentos e tecnologias que auxiliem, por exemplo, na elaboração de regimes urbanísticos mais realísticos que possam prever com mais precisão e, em intervalos maiores de tempo, as influências e implicações - para o movimento de pedestres e veículos -, do zoneamento de usos do solo e dos índices construtivos propostos para as áreas de Porto Alegre.

- **as consequências dos projetos e desenhos urbanos**

Muitas vezes, pedestres e veículos se movimentam pelo sistema de vias de modo totalmente contrário à intenção dos projetos e desenhos urbanos. Argumentos que consideram a condição de efeitos neutros e independentes do sistema de vias, quadras, lotes, edificações e atividades residenciais e não-residenciais junto ao movimento de pedestres e veículos, são irrealistas. Isto porque, se planejadores urbanos não puderem de algum modo antecipar - ao menos alguns dos efeitos de suas soluções adotadas -, perderão a razão de existirem enquanto profissionais. Diante disso, faz-se necessário avançar sobre as práticas indutivistas de "tentativa-erro", por meio da adoção do dedutivismo lógico que segue conceitos, teorias e métodos testados e fundamentados.

A situação mais comum na qual a transformação dos tecidos urbanos deve ser considerada é quando um novo assentamento, loteamento, expansão ou renovação urbana estão sendo planejados. Os resultados das decisões de desenho urbano afetam a intensidade de ocupação construtiva e populacional de áreas da cidade e, conseqüentemente no movimento de pedestres e veículos.

A orientação a respeito das implicações que determinadas propriedades dos tecidos urbanos exercem no movimento de pedestres e veículos significa entender em que medida os projetos urbanos podem ser sistematicamente melhorados de modo a atenderem as expectativas da população usuária, desde o



ponto de vista do espaço urbano projetado até o espaço urbano vivenciado (RIGATTI, 1997).

Após a delimitação do tema propriamente dito em torno do movimento de pedestres e veículos, da enunciação do problema, da formulação da questão central, do levantamento das hipóteses, da exposição dos objetivos e das justificativas, faz-se a **apresentação da estrutura da pesquisa**.⁶

No Capítulo 1 é estabelecido o embasamento conceitual e teórico da pesquisa, cujo propósito é caracterizar as especificidades do tema a partir de um quadro mais abrangente por meio da revisão da literatura centrada na *demandas de viagens e na configuração espacial*. No Capítulo 2, a partir dos subsídios da fundamentação conceitual e teórica, são escolhidos e descritos os métodos para a análise do problema. No Capítulo 3, com base na aplicação do método, faz-se as análises dos resultados obtidos em relação ao estudo de caso proposto nos bairros Higienópolis, St^a M^a Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI, na cidade de Porto Alegre. Nas considerações finais, complementar a anterior, retomam-se os principais pontos abordados na pesquisa e emitem-se as conclusões concernentes ao problema de pesquisa, a demonstração das hipóteses e ao alcance dos objetivos. Discute-se a validade, confiabilidade e aplicabilidade do método e apontam-se as suas possíveis limitações e/ou refutações; determina-se sua relevância e sugerem-se outros caminhos que poderiam ter sido percorridos ao longo desta, ou que poderão vir a

⁶ A formatação desta pesquisa seguiu as orientações contidas no 'Manual para a elaboração e apresentação de trabalhos científicos: Dissertações e Teses', de Macedo (2001). Este Manual está baseado nas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que normaliza os procedimentos de trabalhos científicos e segue os critérios adotados pela Biblioteca da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



Introdução

instigar futuras pesquisas. Por fim, é apresentado o aporte bibliográfico que fundamentou a pesquisa, assim como os apêndices.



1 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são enunciados os principais conceitos, teorias e métodos que embasam o prosseguimento da pesquisa. São enfatizadas e descritas com maior profundidade as escolhas das duas abordagens adotadas, quais sejam: a demanda de viagens por meio da Entrevista Domiciliar de Origem e Destino da PMPOA¹ (Edom_OD, 2003), e a análise das propriedades configuracionais do espaço urbano por meio da Sintaxe Espacial (HILLIER e HANSON, 1984).

A título de esclarecimento e nivelamento conceitual, diante das diferentes terminologias utilizadas pelas abordagens adotadas, *atividade residencial e não-residencial produtora e atratora do movimento de pedestres e veículos* possui equivalência com os termos base domiciliar e base não-domiciliar (em demanda de viagens) e atratores (em configuração espacial urbana). Enquanto que o termo *movimento de pedestres e veículos* possui equivalência com os termos *viagem* (em demanda de viagens) e *movimento de pedestres e veículos* (em configuração espacial urbana).

Cabe salientar que a revisão da literatura abrange teorias, conceitos e métodos. Neste sentido, enfatiza a pesquisa de origem-destino como um método atrelado a abordagem de demanda de viagens e em específico aos pólos geradores de viagens, que por sua vez, possuem relação com teorias da engenharia de tráfego.

¹ PMPOA- Prefeitura Municipal de Porto Alegre

1.1 O MOVIMENTO DE PEDESTRES E VEÍCULOS NO PROCESSO DE (TRANS)FORMAÇÃO DAS CIDADES

Nos primórdios da vida em sociedade, que se estende a alguns milhares de anos, as cidades dependiam de modos lentos² de transporte³, tais como caminhadas, montarias, carroças e carruagens (KOSTOF, 1991). Com isso, durante séculos as cidades permaneceram pequenas e compactas (densidade de construções e habitantes) com grande diversidade e concentração de usos do solo (NEWMAN e KENWORTHY, 1999; FERRAZ e TORRES, 2001), as quais surgiam e se mantinham sob a premissa da interação de pessoas nos espaços abertos públicos (GEHL e GEMZØE, 2001: 14; NEWMAN *et al*, 1992).

Gradativamente, o sentido tradicional da rua como local de convívio deixa de existir (GEHL e GEMZØE, 2001: 13). O crescente desenvolvimento urbano das cidades somado ao aumento populacional, a necessidade de cobrir áreas maiores e, a importância atribuída às rodovias, impulsionaram exponencialmente o uso de veículos (principalmente particulares) e cercearam parte das possibilidades das trocas sociais nos espaços abertos públicos (GEHL e GEMZØE, 2001: 7; FERRAZ e TORRES, 2001: 9; KENWORTHY, 1997: 2; VASCONCELLOS, 1998: 88).

Em parte, isso se deve a oposição à cidade tradicional, tanto por meio da alteração de entidades morfológicas (rua, quadra, lote, edificação, praça), quanto por meio da proposição sectária de zoneamentos funcionais (dito urbanismo racionalista). Contrárias à combinação de usos do solo, estas concepções modernistas - ainda recorrentes na elaboração e revisão de planos diretores atuais em cidades brasileiras - ao desconsiderarem a essência social do espaço aberto público e às peculiaridades sócio-culturais de cada cidade, tem sido um dos principais fatores de rejeição e destruição de tecidos urbanos tradicionais. Estes preceitos

² Modos lentos para a perspectiva atual e pelo que se entende por velocidade na contemporaneidade.

³ Transporte refere-se aos diferentes meios e equipamentos que constituem o sistema de transportes (tipos de veículos e de vias, estações e terminais), portanto, com caráter basicamente qualitativo. Tráfego refere-se aos sistemas ou modelos de escoamento geral e quantitativo de veículos sem distinção modal de locomoção. Existem diversos dispositivos que podem ser utilizados para organizar e controlar o tráfego veicular, cujo objetivo é retirar a ênfase do automóvel no planejamento do transporte, dentre os quais se destacam: o *Transit-Oriented Development*, o *Traffic Calming* e o *Travel Demand Management* (CALTHORPE, 1993; BERNICK e CERVERO, 1997; ESTEVES, 1996; SÁ *et al*, 1995; IEA, 1995).

segregaram os usos do solo em zonas especializadas, aumentando sensivelmente as distâncias dos percursos diários (GEHL e GEMZØE, 2001: 7).

A preocupação obsessiva pela organização (divisão) funcional da cidade em sistemas independentes (habitar, trabalhar, circular e recrear)⁴, gradativamente acaba com a combinação de diferentes usos do solo, diminui as densidades populacionais e aumenta a necessidade de veículos para alcançar distâncias cada vez maiores no menor tempo possível (ENGWICHT, 1992).

Embora, de fato, se possa admitir a classificação das edificações e do espaço aberto público de acordo com a sua função, é inconcebível reduzir a estrutura social dos fatos urbanos tão-somente aos aspectos funcionais (ROSSI, 1995: 61). Esta concepção de planejamento está associada à idéia da cidade “racional”, (funcional e zonificada) em razão de determinações normativas rígidas capazes de regular a transformação dos tecidos urbanos e pré-definir a morfologia da cidade, num patamar de determinismo a respeito do comportamento social.

Porém, os pressupostos da funcionalidade e heterogeneidade do dito “urbanismo racionalista” desconsideram as relações intrínsecas entre espacialidade e processo social. Propunham-se para o espaço um tratamento homogêneo, que não incorporasse a análise das diferenças sócio-culturais (SOUZA, 2003: 28). O espaço urbano era submetido a uma profunda e estrita concepção estético-funcional, negando, ou pelo menos desconhecendo, a influência da configuração espacial como estruturadora da sociabilidade no meio urbano.

Pode-se inferir que a demanda de viagens, sobretudo no que diz respeito ao crescente incremento do veículo (particular) na circulação urbana das cidades, deve-se à fragmentação excessiva dos usos do solo e distribuição das atividades residenciais e não-residenciais produtoras e atratoras de viagens (GEHL e GEMZØE, 2001: 28). Sendo assim:

(...) áreas com maior acessibilidade passam a sofrer maiores concentrações de atividades, que geram maior volume de viagens e por sua vez maiores conflitos de circulação, podendo dar início a processos de degradação de toda a área, dependendo do grau e intensidade dos conflitos (ANTP, 1997: 255).

⁴ Tais “chaves” ficaram dogmatizadas como símbolo do urbanismo moderno de cunho funcionalista a partir dos Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna - CIAM's, desde o primeiro, realizado no Castelo de La Sarraz, na França, em 1928, até o último, realizado em Waterloo, em 1959.



Atividades residenciais e não-residenciais distantes dos centros urbanos normalmente são difíceis de serem alcançadas a pé. Além disso, o tempo despendido em caminhadas inviabiliza o atual modo de vida multiatarefado das pessoas nas grandes cidades. Quanto maior for a separação espacial entre atividades residenciais e não-residenciais, maior será a demanda pelo modo motorizado de transporte (WERLE, 1999: s/p), sendo que apenas o transporte público eficiente pode desestimular a necessidade e o uso do veículo particular pelas pessoas (DENATRAN, 1987: 147; CHAPMAN e DONOVAN, 1996: 101-103).

Para ser eficiente, qualquer deslocamento veicular envolve necessariamente custos (combustível, estacionamento, tarifas de transporte público, etc) que muitas vezes não podem ser cobertos por parte das pessoas, principalmente de baixa renda. Esta segregação espacial e social gerada pelo transporte motorizado⁵ é responsável por uma das maiores distorções entre o movimento de pedestres e veículos no processo de (trans)formação das cidades. Veículos reduzem significativamente o tempo do percurso, ao possibilitarem às pessoas o alcance a um maior número de destinos em relação à caminhada (FERRAZ e TORRES, 2001: 9). Facilitam a expansão urbana, permitindo à cidade expandir-se significativamente, na medida em que os deslocamentos das pessoas não mais se limitam a pequenas distâncias (CHAPMAN e DONOVAN, 1996: 103).

Porém, mesmo nos deslocamentos predominantemente por meios motorizados, o caminhar é imprescindível (BUCHANAN, 1973: 53). Caminhar não consiste apenas no deslocamento entre dois pontos é também um dos meios mais característicos de vivenciar uma cidade (NOBRE *et al*, 2002: 121), sendo um importante modo de transporte utilizado tanto para percorrer pequenas distâncias, quanto na complementação das viagens intermodais (FERRAZ e TORRES, 2001: 26). O caminhar é uma forma primordial e básica de deslocamento, podendo ser combinado com praticamente todos os modos de transporte.

Diante do que se expôs, verifica-se que o ato de estar e não estar em presença de outras pessoas no espaço aberto público possui relação direta com o

⁵ Motorizados são os modos que utilizam no deslocamento outra fonte de energia do que a tração animal ou humana, a qual é normalmente transformada em energia mecânica por um motor. Não-motorizados são todos os modos em que o esforço para a movimentação é realizado pelo homem ou pelo animal (FERRAZ e TORRES, 2001: 3).



processo de (trans)formação das cidades, fundamentalmente pelos meios de deslocamento a pé e veicular (LANG, 1994: 208). Constata-se que, independente da época, lugar ou contexto sócio-cultural, as pessoas se movimentam para satisfazer suas necessidades básicas, como morar, trabalhar, consumir, estudar, divertir-se, etc., condicionadas pela localização das atividades residenciais e não-residenciais produtoras e atratoras de viagens no sistema de vias e, da capacidade de cada uma atrair e complementar as outras atividades. Assim, estas premissas, centrais ao debate da presente pesquisa, têm por fundamento, respectivamente, conjugar os estudos voltados à demanda de viagens e à configuração espacial urbana.

1.2 ABORDAGEM VINCULADA À DEMANDA DE VIAGENS

A finalidade desta sessão é fornecer um apanhado geral dos estudos já realizados sobre o tema centrado na demanda de viagens. Inicialmente, faz-se uma breve descrição dos procedimentos para o desenvolvimento de um estudo de impacto e das etapas de análise da demanda de viagens atraídas pelos empreendimentos considerados Pólos Geradores de Viagens. Apresentam-se os principais métodos e modelos de análise da avaliação de impactos dos Pólos Geradores de Viagens e suas respectivas críticas, fundamentados principalmente nas experiências americana e brasileira, em razão destas representarem a base das análises normalmente empreendidas no Brasil. Posteriormente, enfatiza-se a pesquisa de origem-destino por meio do método da entrevista domiciliar (EDom_OD: 2003) organizada pela Secretaria Municipal de Transportes da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPOA) em parceria com consultores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e consórcio de empresas especializadas em planejamento urbano e de transportes. Esta pesquisa consiste num banco de dados quantitativos e qualitativos sobre o movimento de pedestres e veículos na cidade, sendo de interesse em específico os bairros Higienópolis, St^a M^a Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI, tomados como estudo de caso.

1.2.1 O Planejamento de transporte por meio da estimativa da demanda de viagens

O planejamento de transporte define como a infra-estrutura viária (calçadas e vias) poderá ser utilizada por pedestres e veículos. Envolve as atividades de administração e fiscalização do trânsito, assim como a adoção de medidas que promovam a educação e conscientização de pedestres e motoristas. Ao definir como as ruas devem ser usadas, o planejamento de transporte influencia a escolha dos deslocamentos e os modos de transporte (ANTP, 1997: 29).

No processo tradicional de planejamento de transportes, baseado no 'Modelo de 4 Etapas', interessa caracterizar a demanda de viagens no que diz respeito, fundamentalmente, a quantas viagens têm origem ou destino nas zonas de tráfego consideradas (áreas delimitadas, cuja matriz origem-destino produz e/ou atrai viagens), os modos de transporte utilizados, a distribuição das origens e destinos das viagens geradas e, o arranjo das viagens pelo sistema de vias e de transporte

disponível (HUTCHINSON, 1982; ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994; LOPES, 2005). Em outras palavras, a realização das viagens depende de um processo sequencial, geralmente desenvolvido em quatro fases que permite a estimativa de viagens das pessoas entre as diversas zonas de tráfego, quais sejam, **geração de viagens**, **padrão das viagens**, **distribuição das viagens e alocação de tráfego**, cujos conceitos são descritos na sequência.

A **geração de viagens** consiste no movimento de uma pessoa entre uma origem inicial e um destino final, a fim de satisfazer um determinado motivo, independentemente do número de etapas necessárias para atingir o objetivo inicial, podendo ser utilizados vários modos de transporte. A etapa consiste na parte da viagem feita sem alteração do motivo do deslocamento em que a pessoa troca de modo de deslocamento. Quando ocorre mudança de modo de deslocamento em uma mesma viagem, inicia-se uma nova etapa, e o ponto onde essa mudança ocorre chama-se local de transbordo.

Na geração de viagens deve-se considerar os movimentos – externos e/ou internos – ou seja, as viagens com origem e destino dentro da zona de tráfego; origem dentro e destino fora da zona de tráfego; origem fora e destino dentro da zona de tráfego; e, origem e destino fora da zona de tráfego (ver fig. 1.1).

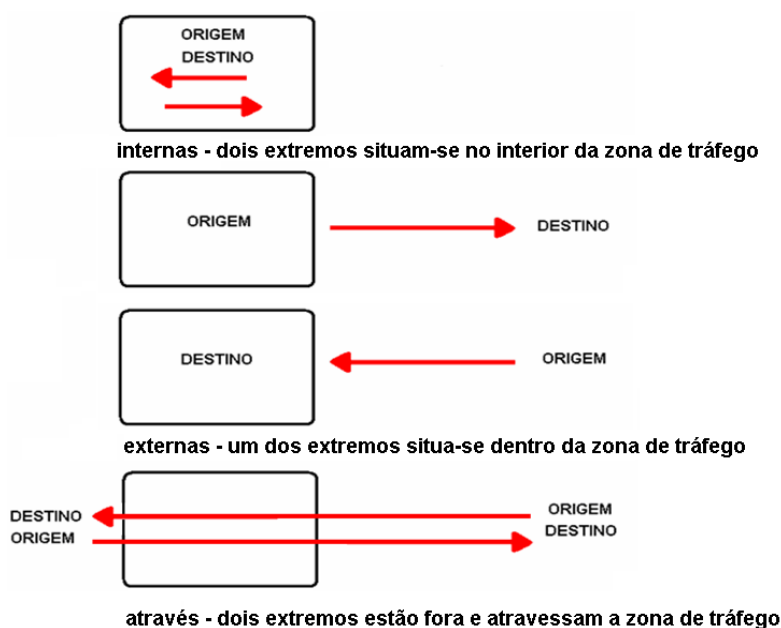


FIGURA 1.1: Origem e destino das viagens na zona de tráfego
(fonte: original do autor, 2010)

A teoria clássica dos modelos de transporte tem como base uma representação discreta do espaço contínuo em que a área a ser modelada é dividida em zonas de tráfego e o sistema de transporte é representado através de uma rede de nós e ligações (trechos de via que conectam pontos do sistema de vias, representados pelos nós). Neste procedimento, as zonas de tráfego passam a ser representadas por um único ponto chamado centróide, que funciona como pólo de produção e atração de viagens das respectivas zonas de tráfego (PAIVA, 2000: s/p). A geração de viagens pode ser estimada de modo agregado (características das zonas de tráfego), ou desagregado (características dos domicílios), através de relações funcionais (frequentemente obtidas por regressão linear) ou uso de taxas médias de viagens por indivíduo ou domicílio.

Interessa na geração de viagens saber quantas viagens têm origem ou destino nas zonas de tráfego consideradas. Isso diz respeito ao número total de viagens produzidas (origem) por atividades de base domiciliar e atraídas (destino) por atividades de base não-domiciliar; ou, produzidas e atraídas entre atividades de base não-domiciliar (GIUSTINA, 2005: 30-40; ver fig. 1.2).

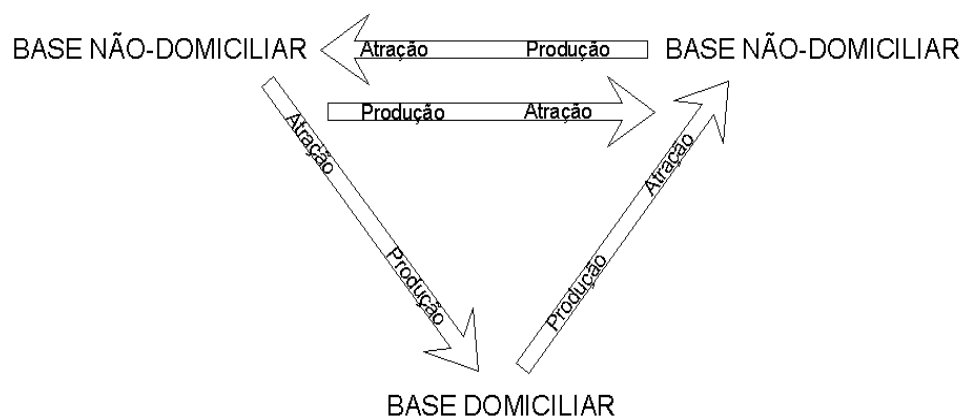


FIGURA 1.2: Viagens de base domiciliar (residencial) e viagens de base não-domiciliar (não-residencial)

(fonte: original do autor, 2010; adaptado de ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994)

As viagens de base domiciliar são as viagens em que o domicílio da pessoa que a realiza é a origem ou o destino. Enquanto que as viagens de base não-domiciliar são as viagens em que a origem ou o destino não é o domicílio da pessoa que a realiza. A produção de viagens refere-se à extremidade domiciliar (origem ou destino) de uma viagem de base domiciliar ou a origem de uma viagem de base não-domiciliar. A atração de viagens refere-se à extremidade não domiciliar (origem ou destino) de uma viagem de base domiciliar ou o destino de uma viagem de base não-domiciliar.

O **padrão de viagens** corresponde às principais características qualitativas das viagens (SILVEIRA, 1991) em termos dos motivos e os modos de deslocamento, agrupados em número que depende do estudo a que se pretende fazer e dos dados disponíveis. Os motivos dos deslocamentos são extremamente variados, refletindo as diversas ocupações e tarefas diárias empreendidas pelas pessoas. O motivo e o modo do deslocamento têm papel significativo no tempo e na distância do deslocamento. Uma pessoa, por exemplo, que se desloca até o trabalho num veículo requer menos tempo e vence maiores distâncias do que uma pessoa que vai passear a pé. Pessoas mais velhas ou muito jovens tenderão a caminhar mais lentamente e a menores distâncias do que outros grupos.

Há uma série de ocupações e tarefas interpessoais vinculadas aos motivos das viagens e, conseqüentemente, o movimento de pedestres e veículos no espaço aberto público, dentre as quais, destacam-se as ocupações e tarefas compulsórias, opcionais e esporádicas (adaptado de GEHL, 1987: 131-185; ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994). As *ocupações e tarefas compulsórias* incluem as relações rotineiras e necessárias, como ir ao trabalho, a escola, retornar ao domicílio, dentre outras incumbências diárias. Este grupo de relações inclui a maior parte dos motivos dos deslocamentos. As *ocupações e tarefas opcionais* consideram a tomada de decisão dentre as alternativas de deslocamento, geralmente associadas ao lazer e ao consumo. As *ocupações e tarefas esporádicas* são as mais circunstanciais, correspondem aos outros motivos sempre relacionados, mesmo que indiretamente, às ocupações e tarefas compulsórias e opcionais, como eventuais deslocamentos em caso de tratamento de saúde, serviços burocráticos, dentre outras.



A partir do motivo do deslocamento decide-se, em cada etapa da viagem, o modo de deslocamento utilizado (a pé ou veicular) para alcançar o destino pretendido. O pressuposto fundamental da escolha modal é que as pessoas procuram maximizar o custo-benefício do modo de transporte disponível (CUNHA NETO e FARIA, 2000: 4). Neste contexto, as variáveis que influenciam neste processo de escolha estão vinculadas às características da viagem e aos modos de deslocamento, tais como o nível de renda individual e familiar, o custo da viagem, a distância envolvida no deslocamento e o tempo. Em termos da escolha modal, o tempo pode ser subdividido em: (i) o tempo para acessar o veículo no início da viagem; (ii) o tempo de espera, no caso do transporte público; (iii) o tempo dentro do veículo, ou caminhando no caso de viagens à pé (reflete a fluidez do deslocamento); (iv) o tempo para acessar o destino final, após deixar o veículo; e no caso de viagens em transporte público com transferência entre veículos, o tempo de transferência, que pode ser apenas andando ou esperando pelo segundo veículo (VASCONCELLOS, 1998).

A divisão modal é realizada tipicamente após a distribuição de viagens e consiste em distribuir o total de viagens, para cada par origem/destino (OD), entre os diferentes modos de transporte existentes. Em alguns casos, a ordem das etapas de distribuição de viagens e divisão modal é invertida. O modelo usado nesta etapa é uma função que representa a porcentagem de viagens realizadas entre os diversos modos (PAIVA, 2000: s/p).

A **distribuição de viagens** diz respeito a quantas viagens são realizadas entre as zonas de tráfego consideradas e por onde se distribui, entre os vários destinos, os totais de viagens obtidos para cada zona de tráfego na fase de geração de viagens. A distribuição de viagens visa identificar as origens ou os destinos das viagens produzidas e atraídas. Estes aspectos têm relação com uma das etapas elementares na avaliação dos impactos no sistema de vias, que consiste na determinação da área de influência das viagens atraídas ou produzidas pela edificação ou conjunto de edificações (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994: 156).

A partir das informações de como as viagens são geradas, que padrões se estabelecem e como se distribuem pela zona de tráfego, faz-se necessário verificar qual o caminho utilizado pelas pessoas. A **alocação de tráfego** busca definir, para cada modo de deslocamento, os percursos utilizados entre cada



par de origem e destino. Esta alocação realiza-se pelo sistema de vias e de transporte existente.

Para entender como se processa a alocação, faz-se necessário um exemplo ilustrativo desta condição (PINTO, *et al*, 2004: s/p). Numa cidade, normalmente existem vários possíveis escolhas de percursos entre um ponto de origem e um ponto de destino. Ao escolherem um determinado percurso para realizarem o seu deslocamento, as pessoas utilizam o seu conhecimento precedente sobre as condições de acessibilidade e mobilidade. Normalmente a escolha recai sobre o percurso com a melhor relação distância-tempo-custo. Se, por exemplo, todas as pessoas escolhessem um mesmo percurso congestionando-o, muito provavelmente outro percurso, menos acessível e congestionado, apresentaria uma melhor relação distância-tempo-custo. Assim, nem todas as pessoas escolheriam o mesmo percurso, o que leva à tendência da ocorrência de um equilíbrio da distribuição dos movimentos pelo sistema de vias.

A decisão de deslocamento de cada pessoa está diretamente relacionada com a escolha do percurso da(s) outra(s), ou seja, a alternância da disponibilidade de espaço para o deslocamento de uma pessoa é o resultado da decisão de deslocamento tomada pela(s) outra(s) pessoa(s) (DIJKSTRA *et al*, 2000). Embora o espaço disponível possa influenciar fortemente o movimento de pessoas, quanto mais restrito o espaço, menor é a distância entre as pessoas e o espaço de negociação do movimento; e, quanto mais livre, maior é a distância entre as pessoas e o espaço de negociação do movimento.

Estes aspectos consideram, por exemplo, a relação otimizada entre fluxo-velocidade-densidade de ocupação do sistema de vias. Considera-se, por exemplo, que quanto maior for a velocidade exercida pelos pedestres e veículos, menores serão as densidades destes e, por consequência, haverá mais fluxo. Em parte isso é verdade, porém pedestres e veículos possuem um limite de velocidade em seus deslocamentos. Assumindo este limite, a velocidade passa a ser uma constante e, na medida em que a densidade for aumentando o fluxo de pedestres e veículos passam a diminuir na mesma proporção.

A alocação do tráfego reproduz o processo de escolha de rotas ótimas pelas pessoas segundo critérios pré-estabelecidos (CYBIS *et al.*, 2002), baseado no princípio de que esta escolha se faça por rotas mais rápidas, curtas ou de menor custo entre o par origem/destino⁶.

A etapa de alocação de tráfego também pode ser multimodal (diferentes modos de deslocamento), o que eventualmente permite suprimir a etapa de divisão modal. Neste caso, se admite que os princípios de escolha entre os modos de deslocamentos são similares aos de escolha entre as alternativas de percurso do sistema de vias.

Dependendo da concentração, diversidade, especialização e localização, principalmente, das atividades não-residenciais no tecido urbano, uma ou mais se sobressaem e passam a estabelecer pólos diferenciados de demanda de viagens (fig. 1.3). Algumas atividades não-residenciais podem tirar partido da proximidade com outras concorrentes (escolher para obter), ou serem suprimidas pela força das atividades concorrentes (GONÇALVES, 1978: 51). Isto remete à noção de que as atividades não-residenciais podem influenciar ou serem influenciadas pelas demais atividades à sua volta. Evidentemente, quanto mais próximas às atividades não-residenciais estiverem umas das outras, maiores serão as influências recíprocas de atração de movimento; e, quanto mais afastadas menos influenciarão. Isso explica o movimento de pedestres e veículos em determinadas áreas do tecido urbano e a consequente densificação construtiva, uma vez que possibilita otimizar a relação entre oferta e demanda da espacialidade das diferentes atividades não-residenciais num menor tempo e distância (KRAFTA, 1992; 1997).

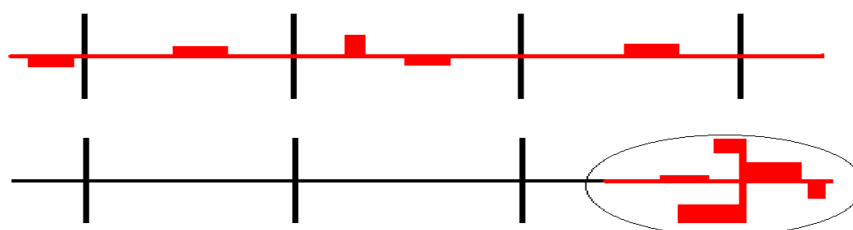


FIGURA 1.3. Localização, concentração, diversidade e especialização de atividades no sistema de vias
(fonte: original do autor, 2010)

⁶ Alguns trabalhos a respeito da alocação de tráfego são: Ortúzar e Willumsen (1994) e Hensher e Button (2000).

Há uma quantidade significativa de literatura que reconhece a densidade construtiva e o porte das atividades como preditores significativos da demanda de viagens e, conseqüentemente, do movimento de pedestres e veículos (PUSHKAREV e ZUPAN, 1977: 24-43; SMITH, 1984: 521; HOLTZCLAW, 1994; EWING *et al.*, 1994: 53; CERVERO e KOCKELMAN, 1997: 199; KRIZEK, 2003: 265). Estudos sugerem que a densidade construtiva aliada à variedade de atividades residenciais e não-residenciais tendem a “reduzir a distância entre origens e destinos”, uma vez que geram menos viagens de veículos e encorajam as viagens de pedestres. Considerando que a estimativa da demanda de viagens pode ser analisada especificamente pelo potencial de geração de viagens de cada atividade residencial e não-residencial produtora e atratora de viagens, faz-se necessário algumas considerações em torno dos estudos voltados aos Pólos Geradores de Viagens – PGVs.

No contexto de um Pólo Gerador de Viagens, a geração de viagens compreende a estimativa da quantidade de viagens (pedestres ou veículos) que serão atraídas ou produzidas por empreendimentos compostos por uma edificação ou conjunto de edificações, cujo porte e oferta de bens ou serviços geram efeitos no movimento de pedestres e veículos (geralmente tráfego veicular). Exemplificando, um conjunto residencial sempre produz viagens, enquanto que um centro de convenções, hospital ou escola, podem produzir e/ou atrair viagens.

Dentre os diversos fatores que influem na geração de viagens, Portugal e Goldner (2003) destacam o porte e a localização do empreendimento; a existência e proximidade de empreendimentos concorrentes; o uso do solo no entorno e, as condições de acessibilidade e mobilidade⁷.

⁷ Tradicionalmente, mobilidade é tida simplesmente como a habilidade de movimentar-se em decorrência das condições físicas e econômicas (VASCONCELLOS, 1998: 30). Parte-se do pressuposto, a partir desta visão, que o transporte tem por objetivo apenas ‘aumentar a mobilidade’. O conceito tradicional de mobilidade denota eficiência de movimento. Admitindo-se variações na definição de mobilidade e considerando-se a literatura corrente, Sales Filho (1997: 988) considera que a mobilidade esteja relacionada com os deslocamentos cotidianos das pessoas no espaço urbano, e que corresponderia a uma medida de comportamento ou a um indicador de potencial. Isto significa maximizar a capacidade de movimento das pessoas e bens enquanto minimiza o custo. Esta mentalidade incitou a construção de mais estradas, o aumento de espaços de estacionamento e o desenvolvimento de automóveis mais velozes.

No entender de Portugal e Goldner (2003: 14) Pólos Geradores de Viagens estão associados “(...) a locais ou instalações de distintas naturezas que têm em comum o desenvolvimento de atividades em um porte e escala capazes de produzir um contingente significativo de viagens”. Para os autores, faz-se necessário analisar os impactos urbanos, ambientais, sócio-culturais, e econômicos advindos da implantação dos Pólos Geradores de Viagens, que podem ser caracterizados do seguinte modo (quadro 1.1):

QUADRO 1.1: Impactos urbanos advindos da implantação de Pólos Geradores de Viagens

<ul style="list-style-type: none">• impacto positivo ou benéfico, o que implica na valorização das áreas entorno do PGV;	<ul style="list-style-type: none">• impacto negativo ou adverso, o que determina descaracterização da área do entorno com prejuízos aos moradores do local;
<ul style="list-style-type: none">• impacto local, aquele cujas transformações locais afetam apenas a área entorno do PGV;	<ul style="list-style-type: none">• impacto regional, aquele que é sentido em locais fora do entorno do projeto;
<ul style="list-style-type: none">• impacto imediato, cujas interferências surgem logo à implantação do projeto;	<ul style="list-style-type: none">• impacto a longo prazo, quando o PGV leva algum tempo para se consolidar;
<ul style="list-style-type: none">• impacto reversível, quando após algum tempo da implantação do PGV o entorno se ajusta às condições originais;	<ul style="list-style-type: none">• impacto irreversível, aquele em que a implantação do PGV gera efeitos negativos que não se revertem;

(fonte: adaptado de PORTUGAL e GOLDNER, 2003: 24)

Para o ITE (2003) os Pólos Geradores de Viagens são centros de atividades com alta capacidade de funcionamento (hospitais, instituições educacionais, *shopping centers*) que necessitam de planejamento da infra-estrutura, para que a oferta dos serviços seja eficientemente compatibilizada, pois atraem grande concentração de tráfego de veículos em determinadas horas de pico e dias da semana.

Para o DENATRAN (2001) Pólos Geradores de Viagens são os empreendimentos de grande porte (escolas, conjuntos de escritórios, *shopping centers*, supermercados) que atraem ou produzem significativo número de deslocamentos de pessoas e cargas, causando reflexos geralmente negativos na mobilidade de seu entorno imediato e, em certos casos, de toda a região.

Kneib (2004) sugere o uso do termo empreendimentos geradores de viagens uma vez que contempla não apenas os impactos no sistema de vias e na circulação, mas, na estrutura urbana causados pelo empreendimento, a médio e longo prazos. Nesse sentido, Pólos Geradores de Viagens passam a ter uma concepção ampliada, considerando seus potenciais impactos no sistema de vias e de transportes (congestionamentos, acidentes e repercussões no meio ambiente), na estrutura urbana como também no desenvolvimento socioeconômico e na qualidade de vida da população, por meio da implementação de políticas de gerenciamento da demanda para a promoção de uma mobilidade sustentável. A autora considera ainda o uso do termo *centro gerador de viagens* em razão da aglomeração de um ou mais Pólos Geradores de Viagens numa determinada área.

Será visto na sequência que as metodologias existentes, tanto no âmbito nacional quanto internacional, propõem diferentes critérios para a análise da estimativa da demanda de viagens, geralmente de automóveis/hora, que tendem a afetar mais diretamente a capacidade do sistema de vias. Não há um consenso entre os autores sobre as melhores propostas, até mesmo porque no estudo da demanda de viagens cada caso necessita de uma análise particular (GIUSTINA, 2005: 55).

O *Institute of Transportation Engineers*, em publicação intitulada *Trip Generation* (2003), reúne uma coletânea de dados e informações a respeito dos Pólos Geradores de Viagens (veiculares) de variados usos do solo. Realizados por diversos pesquisadores no mundo vinculados a agências governamentais, empresas de consultoria em engenharia de trânsito e transporte, universidades e faculdades, e seções locais do *Institute of Transportation Engineers*, consiste na mais completa e conceituada publicação sobre estudos voltados ao assunto,

O ITE (1987) *apud* Portugal e Goldner (2003: 17) indica a necessidade de estudos voltados aos Pólos Geradores de Viagens quando o número adicional de viagens geradas na hora de pico e ao longo do dia, associado ao porte do empreendimento tende a superar a capacidade de tráfego do sistema de vias do entorno imediato.

Em 1989, o *Report on traffic access and impact studies for site development* (ITE, 1989) simplifica os critérios acima relacionados, considerando como fator definidor da necessidade de estudo sobre Pólos Geradores de Viagens a geração de 100 novas viagens veiculares para ou a partir do empreendimento durante o período de pico nas vias adjacentes. Além disso, o ITE classifica o porte das atividades em baixo (menos de 500 viagens veiculares na hora de pico), moderado (de 500 a 1000 viagens na hora de pico) e alto (mais de 1000 viagens na hora de pico).

Atualizado periodicamente, desde os anos de 1960, a sétima edição do *Trip Generation* (2003) possui mais de 4000 estudos e coletas de dados a respeito de 158 diferentes usos do solo, classificados em dez categorias (estadia permanente, estadia temporária, recreacional, comercial_varejo, prestação de serviços_escritório, educacional, assistencial de saúde, institucional, terminal de transporte e industrial). O método do ITE foi desenvolvido para Pólos Geradores de Viagens em geral e enfatiza a previsão de viagens não-local (aquele de passagem que atravessa a área e não tem origem ou destino nela) e a previsão de viagens local gerado pelo Pólo Gerador de Viagens o qual sugere a utilização de valores matemáticos e estatísticos.

O ITE (2003) instituiu para cada Pólo Gerador de Viagens (fig. 1.4):

- A taxa média de viagens de veículos gerada por unidade de tempo, que corresponde à multiplicação de um fator pela unidade da variável independente considerada, e o desvio padrão. É um método tradicional de previsão de viagens, ou seja, o número de viagens pode ser estimado multiplicando o número dos termos de viagens, por unidade da variável independente, pelo número de unidades da variável independente associado com o empreendimento proposto. O desvio padrão indica como estão dispersos os dados ao redor da média calculada. A menor dispersão (menor valor do desvio padrão) significa a melhor aproximação. Os desvios padrões aproximados são indicados para *plotagens* com três ou mais dados. Graficamente, o uso da média ponderada da taxa assume uma relação linear passando através da origem com a mesma inclinação da taxa (RedPGV, 2007: s/p).



- A plotagem de dados dos termos das viagens de veículos (variável dependente) versus a variável independente, que dependendo do estudo podem ser pessoas, estudantes, empregados e/ou funcionários, salas de aula, assentos, área total, unidades de moradia ocupadas, área construída, área do terreno, espaço de estacionamento, camas ocupadas, assentos, dentre outros. As informações são visualizadas através de um escatergrama que permite a estimativa aproximada de viagens, uma vez que expressa as viagens totais e sua relação com uma dada variável independente ou explicativa. Este método é indicado se houver dados suficientes dentro do alcance da variável independente, definindo o relacionamento entre as duas variáveis. De outro modo, as necessidades de interpretação e de interpolação dos dados podem resultar em interpretações incompatíveis dos dados (RedPGV, 2007: s/p).
- A análise da equação de regressão com capacidade explicativa significativa. O uso dessa equação permite uma previsão direta dos termos de viagem, baseado na variável independente do empreendimento proposto, eliminando, assim, diferenças de opiniões que surgem na interpretação de uma *plotagem* de dados individuais. Ao contrário da média ponderada, a equação *plotada* não necessariamente passa pela origem nem tem a forma linear (RedPGV, 2007: s/p). De um modo geral, as equações de regressão adotam a função linear ou logarítmica, sendo empregada a de maior coeficiente de determinação (r^2) com amostras maiores ou iguais a 4.

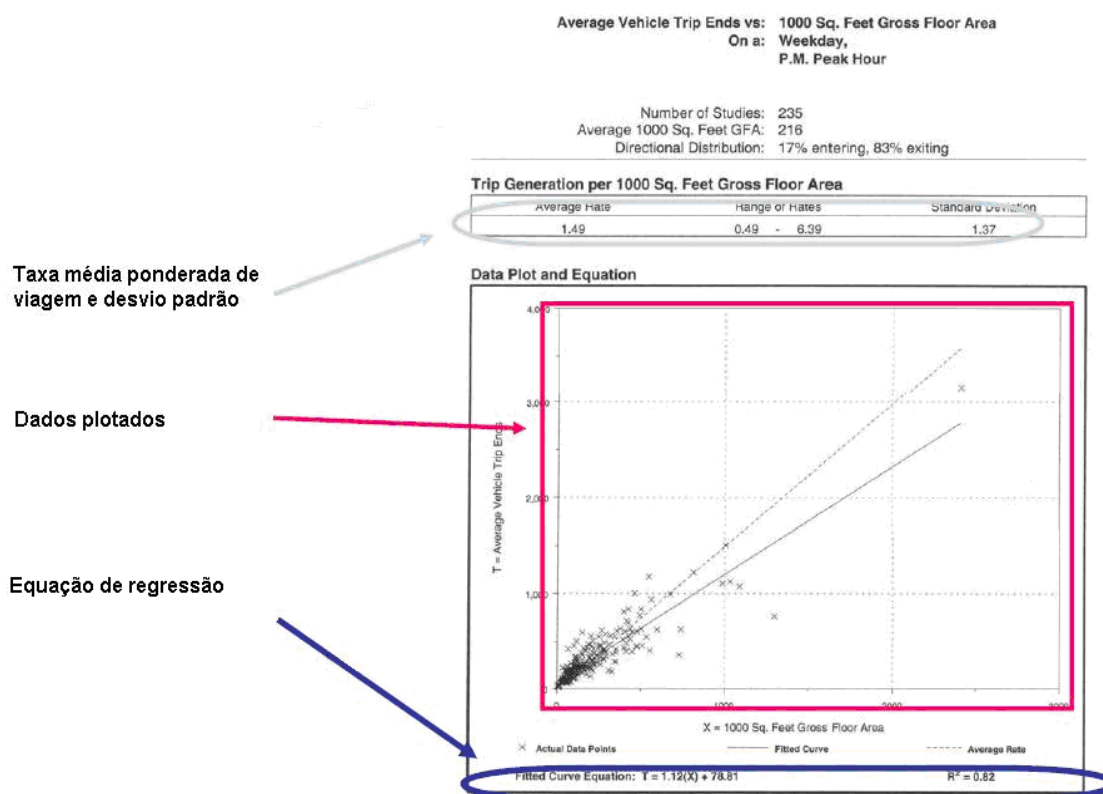


FIGURA 1.4. Planilha da demanda de viagens por Pólo Gerador de Viagem
(fonte: adaptado do ITE, 2003: *passim*)

Portugal e Goldner (2003: 62) salientam que os métodos e os modelos aplicados pelo ITE (2003) envolvem estimativas de viagens a serem geradas por empreendimentos novos ou requalificados (reformados, reconstruídos), as quais podem ser feitas seguindo os procedimentos de:

- determinação das taxas de geração de viagens em empreendimentos semelhantes na área para o mesmo período de projeto (ver FHWA⁸, 1985);
- aplicação das taxas de geração de viagens de uma área similar; e,
- obtenção das taxas de geração de viagens do *Trip Generation* propriamente dito.

Estes procedimentos podem ser usados como ponto de partida, a fim de estimar a quantidade de viagens que pode ser gerada por uma determinada atividade residencial e não-residencial produtora e atratora de viagens. No entanto, sempre que possível, as taxas devem ser ajustadas às condições locais.

Conforme a atividade, variações sazonais existem. Por este motivo, os estudos sobre Pólos Geradores de Viagens consideram as viagens produzidas ao longo do dia, que pode ser dia útil, sábado ou domingo, e ao longo da hora de pico, que pode se referir ao período da manhã ou da tarde. São consideradas as viagens em vias adjacentes ou, quando não explicitado, a do próprio empreendimento. Em alguns casos, são citados os percentuais de entrada e/ou saída (no mesmo intervalo de tempo) de veículos do estabelecimento, normalmente quando elas se afastam da situação sincrônica de equilíbrio, isto é, 50 % entrando e 50% saindo (PORTUGAL e GOLDNER, 2003: 66). Assim, as informações estão baseadas em estudos a respeito de movimentos sincrônicos, ou seja, de quantos veículos entram e saem de uma determinada edificação.

Existem algumas limitações em relação à aplicação dos métodos e modelos fornecidos pelo *Trip Generation* do ITE, dentre as quais:

- O pequeno número de estudos para algumas atividades residenciais e não-residenciais produtoras e atratoras de viagens, para as quais são necessárias informações adicionais para desenvolver estudos estatísticos mais precisos e confiáveis. O ITE (2003) recomenda que sejam pesquisados de 3 a 5 estabelecimentos, para a obtenção de uma taxa média de viagens local, considerando a dificuldade da pesquisa na obtenção e tabulação dos dados. Embora seja útil para estudar a interferência das variáveis independentes na geração de viagens, uma amostra de tal tamanho pode ser estatisticamente insuficiente para o desenvolvimento e aplicação de um modelo de previsão.
- Os períodos sazonais diários e mensais (a época do ano pode influenciar nas viagens) nos quais as contagens foram estabelecidas.
- A influência do *marketing* individual as condições econômicas das atividades.
- A disponibilidade de áreas de estacionamento por atividade produtora e atratora de viagens pesquisada.
- Os bancos de dados disponíveis não consideram a taxa média de ocupação de pessoas por veículo, tampouco há diferenciação entre veículos de transporte coletivo de massa e individual, ou seja, a modalidade do deslocamento se automóvel, transporte público, a pé ou bicicleta.
- Não há dados sobre o padrão, o motivo e a duração da viagem, assim como dados gerais das pessoas.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito ao fato de que, embora os estudos contidos no *Trip Generation* do ITE (2003) sejam seguros, confiáveis e reconhecidos internacionalmente, praticamente todos os modelos foram desenvolvidos nos EUA, no Canadá e na Europa, retratando condições de demanda de viagens diferentes das encontradas no Brasil. Assim sendo, em razão das significativas diferenças socioeconômicas existentes entre os países, assim como das peculiaridades de cada Pólo Gerador de Viagens, são fundamentais os estudos de métodos e modelos compatíveis e vinculados à realidade brasileira.

No Brasil, os estudos mais expressivos em termos de abrangência e diversidade dos Pólos Geradores de Viagens datam a partir da década de 1980 e pertencem à Companhia Estadual de Transporte de São Paulo (CET-SP, 1983). Quanto à intensidade e à natureza da atividade, considerando a força do provável impacto gerado no sistema de vias, a CET-SP, com base em seus próprios estudos, classifica os PGV's em micropolos, cujos impactos isolados são pequenos, porém quando agrupados podem ser significativos e, em macropolos, cujos impactos são consideravelmente maiores. A CET-SP ainda refina essas duas categorias, ampliando e detalhando as atividades, estabelecendo além da categoria a definição de "grande" Pólo Gerador de Viagens.

Sistematizada por meio de dados obtidos em pesquisas de campo, foram desenvolvidos modelos matemáticos de previsão da demanda de viagens, utilizados para a análise do impacto e dimensionamento de estacionamentos (Quadro I do Boletim Técnico nº 32 da CET-SP, 1983). Este método sugere a estimativa do número médio de viagens atraídas na hora de pico e a avaliação do impacto nas vias do entorno imediato ao empreendimento, e ao longo das principais vias de acesso utilizadas pelas pessoas nos limites da área de influência do empreendimento;

Se comparados ao *Trip Generation* do ITE (2003) os estudos sobre Pólos Geradores de Viagens da CET-SP (1983) abrangem uma 'pequena' variedade de usos do solo que não são sistematicamente atualizados e retratam condições de geração de viagens centradas na diferenciada realidade sócio-cultural e econômica de São Paulo em relação às demais cidades brasileiras.

Goldner (1994) desenvolveu um método para avaliar o impacto de *shopping centers* no sistema de vias. Sua contribuição consiste em auxiliar no

processo de tomada de decisão ao considerar a projeção da situação atual e, a análise de desempenho nos anos zero, cinco e dez (PORTUGAL e GOLDNER, 2003). Sobre a análise de desempenho nos anos zero, cinco e dez, é ressaltado que após obtidos os dados da situação atual e os dados da demanda projetada, obtêm-se os índices de desempenho do sistema de vias, podendo-se comparar os níveis de serviço da situação anterior à implantação do Pólo Gerador de Viagens com a situação posterior, no ano de abertura, após cinco e dez anos de funcionamento.

Além dessas etapas, Goldner (1994) estudou amplamente a escolha modal, aspecto não contemplado em outras metodologias. Para tal, sugeriu modelos agregados, considerando os meios de transporte por automóvel e ônibus, além de desenvolver modelos desagregados para as viagens por automóvel, ônibus e a pé.

Quanto à distribuição de viagens, o método proposto por Goldner (1994) recomendou a utilização do modelo gravitacional e a adoção de novos valores para a distribuição de viagens por isócronas e isócotas, procurando diferenciações entre os *shopping centers* dentro e fora da área urbana. O que isto significa?

Isócronas são linhas de tempos iguais, marcadas, por exemplo, de 5 em 5 minutos até o tempo de 30 minutos, ao longo das principais rotas de acesso ao Pólo Gerador de Viagens durante os horários de fluxo normal do trânsito, evitando-se o horário de pico ou períodos sem movimento, sendo ainda observados os limites de velocidade das vias, de modo a estabelecer a área de abrangência e/ou influência de um determinado Pólo Gerador de Viagem. Representam a distância em que é possível se deslocar a velocidades constantes, dentro de um orçamento de tempo pré-determinado. São úteis na determinação das distâncias que uma pessoa (geralmente em veículo) pode alcançar, dentro de certo limite de tempo. Isócotas são linhas de distância iguais, traçadas de 1 em 1 quilômetro, como um círculo, cujo centro é o local onde se situa o Pólo Gerador de Viagem.

Cybis *et al* (1999) desenvolveram um método e modelo para analisar o impacto gerado por um conjunto de vários estabelecimentos potencialmente geradores de viagens. O modelo simula cenários futuros, caracterizados pelo adensamento urbano em termos de uso e ocupação do solo nos bairros vizinhos ao empreendimento. Também permite verificar o impacto no sistema de vias para trechos mais distantes que o entorno imediato do Pólo Gerador de Viagens, aspecto

que, de um modo geral, os demais modelos não consideram em suas bases conceituais. A metodologia desenvolvida avalia o impacto na rede viária de um complexo caracterizado por vários estabelecimentos, incluindo um *shopping center*. Através de uma análise de cenários futuros, o procedimento visa caracterizar os impactos tendo em vista o uso e ocupação do solo em regiões próximas ao complexo. A metodologia consta das seguintes etapas: caracterização da área de abrangência e padrões de viagens, geração e distribuição das viagens geradas pelo empreendimento, prognóstico do crescimento do tráfego, alocação das viagens e avaliação de cenários.

Constata-se que a maioria dos modelos, exceto os da CET_SP, estão centrados em *shopping-centers*, supermercados e assemelhados. Seria interessante, e necessário, o desenvolvimento de um estudo completo (semelhante ao desenvolvido pelo *Trip Generation* do ITE) para os Pólos Geradores de Viagens voltados à realidade social, econômica e cultural das cidades brasileiras.

Devido à dificuldade de obtenção de dados que tornem os modelos mais completos e com melhor capacidade de previsão, tradicionalmente alguns modelos seguem as indicações do ITE, considerando apenas uma variável explicativa para previsão de viagens atraídas por esses empreendimentos, muitas vezes não sendo adequados à realidade local. Assim, muitos métodos e modelos enfocam etapas específicas de análise da demanda de viagens, enquanto poucos propõem métodos completos, contemplando outras etapas do processo de demanda de viagens.

Embora a aplicação dos modelos brasileiros produzam estimativas de viagens próximas ao observado na prática, os modelos tradicionais trabalham com situações em que se considera a prevalência de áreas urbanas relativamente estáveis. Assim se tornam pouco operacionais em termos de planejamento urbano, pois sequer se propõem a analisar conjuntamente as significativas e constantes transformações na configuração espacial dos tecidos urbanos, características das grandes cidades brasileiras (TACO, 1997; SARAIVA, 2000). Além disso, necessitam de uma grande variedade de dados, o que impossibilita a sua atualização rápida e contínua. Estas considerações remetem à importância da interdisciplinaridade dos enfoques como um aspecto particularmente significativo quando se necessita prever a demanda de viagens (HOOVER e ALTSCHULER, 1977).



Vasconcellos (1996) resume as principais limitações dos métodos e modelos de demanda de viagens no Brasil, destacando a falta de dados confiáveis, o uso de modelos importados, que não reproduzem adequadamente as condições brasileiras, e as altas taxas de mudança demográficas, econômica e social.

Diversos métodos e modelos para o estudo da demanda de viagens foram levantados na literatura, assim como uma série de estudos aplicados em cidades brasileiras. Diante disso, verificou-se que os padrões de deslocamentos observados em determinadas situações não necessariamente podem ser repetidos em outros locais, e que muitas vezes as condições para as quais as metodologias foram concebidas não condizem com a realidade que está sendo analisada.

Operacionalmente é inviável a análise individualizada de cada Pólo Gerador de Viagem num contexto de planejamento urbano. Considera-se, que as informações, não do Pólo Gerador de Viagens em si, mas do conjunto de viagens produzidas e atraídas na zona de tráfego, pode prover melhores resultados junto aos propósitos da presente pesquisa, de modo a garantir resultados confiáveis e passíveis de generalizações. Assim sendo, é preciso conhecer os motivos do deslocamento cotidiano das pessoas, saber para onde vão, de onde vêm e por quê. Somente através de um conhecimento desse tipo é possível determinar padrões de viagens e como eles se correlacionam com o uso do solo.

Estudos realizados na área do planejamento de transportes, centrados na análise da demanda de viagens, em especial a Entrevista Domiciliar de Origem e Destino – EDom_OD, coletam dados quantitativos e qualitativos das viagens de pedestres e veículos produzidas e atraídas em determinadas áreas (PORTUGAL e GOLDNER, 2003: 14). Pretende-se demonstrar, na presente pesquisa, a ampla aplicação da EDom_OD como fonte provedora de dados para a análise da demanda de viagens em centros de bairros e de auxílio ao planejamento urbano.

1.2.1.1 *Entrevista domiciliar de origem e destino – EDom_OD: abordagem adotada no estudo proposto em relação à demanda de viagens*

A pesquisa de origem e destino por meio da entrevista domiciliar (onde são levantados os deslocamentos internos da área de estudo) e linhas de contorno (onde são levantados os deslocamentos com origem ou destino fora da área de estudo, mas que a intercepta) tem por objetivo o levantamento da quantidade e características dos deslocamentos multimodais realizados pelas pessoas em suas ocupações e tarefas diárias⁹. Permite identificar os principais deslocamentos diários das pessoas por zonas de tráfego, conforme o motivo e o modo de deslocamento utilizado e diversas outras variáveis, como as características sócio-econômicas, de modo a auxiliar nas projeções de demanda de viagens (quadro 1.2).

QUADRO 1.2: Variáveis em observação na Entrevista Domiciliar de Origem e Destino

Partes do questionário	Variáveis
Agregado familiar	Quantidade de residentes, número de veículos, consumo de água e energia elétrica mensal.
Indivíduo	Sexo, idade, se estuda atualmente, grau de instrução, se possui carteira de habilitação, tipo de trabalho, sistema de horário de trabalho e período, faixas de renda.
Viagens	Origem e destino da viagem, motivo, horário de saída e chegada, meios de transporte utilizados, número de acompanhantes, transbordos realizados, tipos de estacionamento utilizados e valores pagos (para viagens em automóveis), razões de não utilização do automóvel e do ônibus, estações de trem / metrô utilizadas, tempos de caminhada.

(fonte: EDom_OD, 2003)

Para a coleta dos dados, a partir de amostras representativas dos domicílios de uma área, são aplicadas entrevistas e questionários (geralmente extensos), com os moradores, de modo a identificar, dentre outros aspectos, os fatores que determinam o padrão de deslocamento (viagens urbanas) das pessoas no desempenho de suas ocupações e tarefas diárias.

⁹ Serão utilizados apenas os dados levantados nas entrevistas domiciliares em razão de prover os dados necessários para os propósitos da presente pesquisa.

Os resultados da pesquisa domiciliar de origem-destino delimitam a distribuição espacial das pessoas associada à demanda de viagens por zonas de tráfego (MELO, 1975). As tabulações são agrupadas por origem e destino e expandidas em função do total de pessoas de cada zona de tráfego. Obtém-se a matriz origem e destino, que apresenta as viagens entre pares de zonas de tráfego. Podem também ser obtidas matrizes por motivo de viagem, por modo de deslocamento ou totais de viagens.

São essas características, de alcance da validade dos dados obtidos para a área urbana, que diferencia a pesquisa EDom_OD das demais pesquisas do gênero. Seus resultados são sempre de grande valia não só para o planejamento de transportes, como também para áreas afins, como no caso do planejamento urbano que, por vezes, necessita da discriminação espacial mais pormenorizada das atividades e pessoas numa área urbana.

Nas últimas décadas, a EDom_OD tem representado a maior fonte de obtenção de dados sobre demanda de viagens (RICHARDSON *et al.*, 1995; ANTP, 2004; BIELENKI JR., 2007) em diversas cidades brasileiras, tais como São Paulo, Rio de Janeiro, Fortaleza, Goiânia, Natal, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Brasília e Porto Alegre, sendo esta última cidade de especial interesse para a presente pesquisa, tomada como estudo de caso.

A primeira pesquisa deste porte realizada em Porto Alegre foi no ano de 1974 que abrangeu apenas parte de sua região metropolitana. A segunda pesquisa, em 1986, contemplou a mesma área. Já a terceira pesquisa, em 1997, incluiu todos os municípios de sua região metropolitana. Em 2003, foi empreendida a mais recente pesquisa origem e destino na cidade de Porto Alegre, que permitiu identificar os principais deslocamentos diários das pessoas entrevistadas, conforme o motivo e o modo de transporte utilizado, a qual será utilizada na presente pesquisa.

Para a definição do tamanho da amostra na EDom_OD em 2003, foram selecionadas 95 zonas de tráfego e 15816 domicílios, correspondendo a 48.094 pessoas, com cerca de 86 questionários por zona de tráfego, o que abrange toda a área do município de Porto Alegre (EDom, 2003: 22). A distribuição dos endereços, para as 16300 entrevistas domiciliares realizadas na pesquisa origem-

destino, foi baseada nos dados cadastrais de consumidores de água do DMAE (Departamento Municipal de Águas e Esgotos), na base digital dos setores censitários do IBGE de 2000 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e a base de eixos de logradouros mantida pela PROCempa (Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre). A distribuição das 16300 entrevistas nas demais zonas de tráfego, proporcionalmente aos domicílios do censo, resultou em uma quantidade de entrevistas inferior a 40 em 7 zonas de tráfego. Para garantir um número mínimo de entrevistas, fixaram-se 40 entrevistas para cada uma dessas zonas de tráfego, distribuindo as demais 16020 entrevistas pelas demais zonas de tráfego, proporcionalmente ao número de domicílios do censo estimados para cada zona de tráfego.

Após a determinação do número de entrevistas para cada zona de tráfego, foi estimado o número de entrevistas por setor censitário do IBGE (2000), incluído parcial ou totalmente nas zonas de tráfego. Assim, ficou garantido um número mínimo de entrevistas por setor censitário semelhante ao por zonas de tráfego.

O período utilizado para a entrevista foi um dia, tendo sido utilizado como referência o dia anterior ao da realização da entrevista. As viagens referiam-se sempre a dias úteis, pelo que as entrevistas foram realizadas somente de terça-feira a sábado e nunca em dias seguintes a feriados. Para melhor prever e avaliar os procedimentos planejados para a pesquisa domiciliar, foi realizada uma pesquisa preliminar, chamada pesquisa piloto, com uma amostra de 200 domicílios (EDom_OD, 2003: 30).

O banco de dados (EDom_OD, 2003) inclui informações de caracterização do domicílio, indicadores socioeconômicos e características dos deslocamentos realizados pelos residentes, o que possibilita estudar as diferentes variáveis que intervêm no deslocamento a pé e de veículos dentro da cidade (EDom_OD, 2003), em específico nas áreas de estudo (da presente pesquisa), as zonas de tráfego dos bairros Higienópolis, Santa Maria Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI. A análise pormenorizada dos dados da EDom_OD (2003) será empreendida indiretamente ao longo de todo o estudo de caso e diretamente na sessão 3.1.2, quando da análise da espacialização do movimento de pedestres e veículos.



Como a modelagem urbana se baseia na discretização de um determinado fenômeno, evidenciando aspectos que de fato interessam e encobrindo outros, os dados quantitativos e qualitativos da EDom_OD (2003) possibilitam a aferição de uma série de informações de natureza complementar ao estudo, tais como, por exemplo, a distribuição pormenorizada dos padrões de viagens (a classe modal, a categoria dos motivos da viagem, os períodos do dia e a duração das viagens). Ou seja, considera-se que o movimento de pedestres e veículos mantém relativa independência em relação a uma série de informações qualitativas, mas que, no entanto, podem auxiliar na análise desagregada dos resultados obtidos pelo modelo a ser proposto.

As variáveis selecionadas possuem relação com a condição funcional dos tecidos urbanos. Considera-se o porte, a natureza, a diversidade, a concentração e a localização das atividades de base residencial e não residencial como aspectos fundamentais no potencial de movimento de pedestres e veículos. A partir de dados da quantidade de viagens produzidas e atraídas nas áreas de estudo é possível estabelecer uma taxa de diferenciação de atratividade das atividades de base-residencial e não residencial em relação ao movimento de pedestres e veículos. De fundamental importância são as quantificações da geração de viagens que têm origem ou destino nas zonas consideradas, a distribuição da quantidade de viagens realizadas e a divisão modal que as pessoas utilizam em seus deslocamentos.

Em síntese serão utilizados os seguintes dados que irão compor as variáveis do modelo a ser proposto no capítulo 2:

- quantidade de viagens produzidas de base domiciliar
- quantidade de viagens produzidas de base não- domiciliar
- quantidade de viagens atraídas de base domiciliar
- quantidade de viagens atraídas de base não- domiciliar
- divisão modal dos deslocamentos
- motivo dos deslocamentos
- horas, períodos (manhã, tarde e noite) e dias da semana
- metragem quadrada construída residencial
- metragem quadrada construída não-residencial
- metragem linear do sistema de vias

1.3 ABORDAGEM VINCULADA À CONFIGURAÇÃO ESPACIAL URBANA

Como a análise da configuração espacial urbana possui relação direta com a modelagem urbana, considera-se necessário e elucidativo fazer uma breve incursão, abrangente o bastante, a respeito dos elementos morfológicos formadores da cidade, suas relações, estrutura, e principais conceitos da modelagem de sistemas urbanos. Na sequência analisa-se criticamente a capacidade de predição dos modelos urbanos em termos da abrangência dos modelos configuracionais na leitura e análise morfológica dos tecidos urbanos. Apresenta-se, por fim, a teoria da Lógica Social do Espaço, seus conceitos e desdobramentos, métodos de leitura do ambiente urbano e mensuração de propriedades da configuração dos tecidos urbanos com vistas à definição das propriedades configuracionais a serem adotadas na pesquisa.

1.3.1 Abrangência dos modelos configuracionais na leitura e análise morfológica dos tecidos urbanos

Por morfologia urbana entende-se o estudo do processo de formação e transformação da forma urbana ao longo do tempo, ou num determinado período de tempo específico, de modo a entender, essencialmente, as implicações de reciprocidade entre os componentes físico-espaciais (lotes, ruas, tipologias edilícias e áreas livres) e o contexto social-cultural (uso e ocupação) e, subsidiar a intervenção na cidade existente e o desenho de novas áreas (AYMONINO, 1979; BUTINA WATSON, 1987; CONZEN, 1988; DEL RIO, 1990; LAMAS, 1992).

A forma urbana pode ser avaliada segundo sua qualidade e desempenho, e isso constitui um assunto significativo da morfologia urbana. A análise do desempenho da morfologia urbana pode ser abordada segundo diferentes aspectos (geométricos, relacionais, funcionais, simbólicos). Dentre as abordagens mais representativas citam-se a tipológica, histórico-geográfica e configuracional.

Pioneira na abordagem tipológica, a escola italiana baseia-se no trabalho de Savério Muratori, com a identificação da tipologia das construções de Veneza, e seguidores (Gianfranco Caniggia, Gian Luigi Maffei, Aldo Rossi, Carlo Aymonino, Giancarlo Cataldi). Centram-se na análise dos aspectos físicos por meio de descrições e classificações qualitativas da tipologia da forma urbana. Compuseram importante contribuição para a elaboração de um método de análise do tecido urbano e de uma teoria geral de base tipo-morfológica, valorizando a participação de outras disciplinas sociais nos estudos urbanísticos. A abordagem tipológica, a partir da definição de critérios de identificação e classificação analítica da variedade de formas existentes, se detém na regularidade, padrão e repetição dos tipos que compõem a forma urbana. Consiste numa síntese passível de generalizações a partir leitura analítica do aspecto formal, compositivo e funcional das edificações e do entorno.

Entender como se forma, cresce e se modifica a forma urbana enquanto processo é o enfoque da escola francesa, tendo em Jean Castex, Philippe Panerai, Jean-Charles Depaule, da faculdade de arquitetura de Versailles, seus principais autores. Nas pesquisas sobre tipologia edilícia e morfologia urbana apresentam contribuições originais atinentes à relação da cidade com o ambiente natural e o lugar, de encontro à tradição nacional dos estudos de geografia urbana. Contribuem para os estudos morfológicos ao proporem indicações gerais e de diferentes níveis para um método de análise que considere desde a determinação da área de estudo, a classificação dos tipos e a respectiva descrição da tipologia predominante na área.

A escola britânica possui várias vertentes, sendo a histórico-geográfica (Michael Conzen, Jeremy Whitehand, Terry Slater) a mais representativa. Procuram captar os vínculos existentes entre a tipologia e a morfologia através do processo histórico e contemporâneo de transformação urbana. Os trabalhos de Conzen tem sido considerados referência para o entendimento da evolução morfogênica das cidades europeias classificadas pelas suas características geométricas e períodos de formação. Conzen (1988) ao dividir a cidade em períodos morfológicos, faz uma análise das modificações ocorridas nas formas edificadas, nos lotes e planos de cidade.



Verifica-se que a morfologia urbana pode ser analisada de muitas maneiras. Porém, todas as abordagens levam a um senso comum: o da leitura e compreensão dos elementos que compõem as partes da cidade para a estruturação do todo. Os aspectos analíticos presentes em todas as abordagens embora considerem atributos relativos à estrutura física, social e cultural da cidade para a compreensão de sua totalidade, partindo do entendimento das partes, não permitem uma análise capaz de captar a dinâmica implícita nas relações entre aspectos físicos e práticas sociais inerentes aos tecidos urbanos. Enquanto as abordagens citadas anteriormente buscam a representação explícita e descritiva da forma urbana, a abordagem configuracional urbana procurar revelar os processos espaciais que possuem alguma determinação social.

A abordagem configuracional urbana (Paul Longley, Michael Batty, Bill Hillier) refere-se ao sistema de relações entre edificações através do espaço aberto público, em que qualquer alteração em uma das partes tende a se refletir no todo (ECHENIQUE, 1975). Utiliza modelos urbanos para medir e analisar o sistema de relações espaciais da forma física da cidade como um campo de força que influencia a localização de atividades residenciais e não-residenciais e o movimento de pedestres e veículos.

Modelos urbanos objetivam, sobretudo, prover um quadro simplificado e inteligível daquilo que, fundamentalmente, são as características (físicas e conceituais) relevantes de uma situação real, no intuito de se conseguir realizar procedimentos de análise sem perder a validade dos resultados (LEE, 1973: 7; CHADWICK, 1973: 178; ECHENIQUE, 1975: 17). Empregados comparativamente, simplificam a realidade por meio da seleção das principais propriedades capazes de descrevê-la (NOVAES, 1982; SABOYA e CATTONI, 2000). A cada dia, se tornam instrumentos de uso mais frequente pelos planejadores urbanos, pois eliminam a necessidade de testes de campo onerosos e demorados que, não raras vezes, são impraticáveis. Além disso, permitem a visualização rápida e pseudo-realista das alterações morfológicas em sucessivos intervalos de tempo, fundamental quando da análise da transformação dos tecidos urbanos. Fornecem a oportunidade de testar alternativas de desenho urbano, antes da sua implementação de fato, e podem

representar tanto a (des)ocupação de lotes, edificações e espaços abertos públicos em intervalos de tempo, quanto os contatos sociais (movimento de pedestres e veículos). Deste modo, é possível adquirir conhecimento sistemático do comportamento do sistema urbano, ao simular as transformações morfológicas e cogitar suas implicações sociais. Modelos urbanos ao invés de servirem como meio para explicações diretas de fatos observados, enfocam as diferentes possibilidades de relações e interações por detrás dos acontecimentos.

Essencialmente, os modelos urbanos podem ser classificados em duas categorias: modelos microeconômicos e modelos de interação espacial (ECHENIQUE, 1975; BARRA, 1979). A teoria econômica tradicional, com base em modelos microeconômicos, enfatiza aspectos temporais, enquanto os espaciais tendem a ser considerados pouco importantes na explicação do crescimento econômico das cidades. Este tipo de abordagem possui diversas críticas ao considerar como uma função linear a localização da produção em relação ao centro urbano consumidor (*central businnes district*). Já os modelos de interação espacial tratam o espaço não de modo contínuo, como as teorias microeconômicas, mas discreto, ou seja, o espaço é constituído por unidades individualizáveis que comportam quantidades interdependentes de movimento de pedestres, veículos e mercadorias (WILSON, 1974; BARRA, 1979). Os modelos urbanos derivados desta teoria consideram que os movimentos ocorrem mais intensamente quando a capacidade de interação das atividades não-residenciais (especialmente) for maior e a distância espacial entre as localizações for menor.

Modelos permitem explorar diferentes alternativas, matemáticas ou algorítmicas, das possíveis relações de causa-efeito, semelhança formal, associações, correlações, dentre outros aspectos inerentes à estrutura urbana que consiste no suporte espacial das relações sociais. Deste modo, o conjunto de relações estabelecidas entre a estrutura urbana e o movimento de pedestres e veículos define a cidade como um sistema urbano em permanente mudança, a qual possui uma dinâmica própria com características variadas, resultado da interação das múltiplas decisões dos agentes gestores, produtores e consumidores de espaço (ECHENIQUE, 1975: 13-16; ALEXANDER, 1980: 17).

O processo de modelagem está diretamente relacionado com os conceitos, teorias e métodos científicos adotados, uma vez que nele conjecturam-se hipóteses, as quais podem ser confirmadas ou refutadas por experimentos e observações. A modelagem possibilita conceber, testar e avaliar hipóteses em conjunto ou em separado, cujas conclusões podem levar à concepção de novas hipóteses (BATTY, 1976: 2 - 4; COUCLELIS, 1986: 96 - 97). Assim, a modelagem urbana está estreitamente vinculada ao que se deseja encontrar.

Cabe ressaltar que a modelagem urbana centrada em multiagentes, processos auto-organizativos, ou de inteligência artificial, tais como, sistemas especialistas, redes neurais artificiais, algoritmos genéticos, autômatos celulares, dentre outros, fogem ao escopo da presente pesquisa. Isto porque, de um modo geral, as abordagens de cunho dinâmico simulam o crescimento e a ocupação de áreas da cidade segundo a relação de inúmeras variáveis, agentes e regras complexas no decorrer de uma série multitemporal significativamente longa (ALLEN, 1997; PORTUGALI, 2000; WU, 2002). Estes métodos e técnicas centram-se na representação de forças que atuam em determinado fenômeno urbano e dos processos dinâmicos que desencadeiam suas mudanças no tempo.

O que se pretende é, a partir do conhecimento da condição do cenário atual, avançar nas possibilidades de aplicação dos modelos configuracionais urbanos ditos “estáticos” em predições das transformações momentâneas do cenário legal (condição futura das normativas do plano diretor) e cenário proposto (condição futura das alternativas de intervenção e desenho urbano em áreas novas e existentes), dispensando rotinas sistemáticas de observação direta no local (WEGENER, 1994: 18). Ou seja, explorar e demonstrar o potencial de aplicação - especialmente do modelo configuracional de Sintaxe Espacial - como ferramenta prática no entendimento de aspectos da transformação dos tecidos urbanos e seus efeitos no movimento de pedestres e veículos, considerando variáveis espaciais, formais e funcionais dos tecidos urbanos vinculadas ao sistema de vias, quadras, lotes e edificações.

Atualmente, a análise de determinadas variáveis, relações e efeitos complexos que os tecidos urbanos exercem nas pessoas constitui o desafio de pesquisa de diversos autores no âmbito dos estudos configuracionais urbanos. Estes estudos, tanto em nível nacional, quanto internacional aplicam diferentes conceitos, teorias e métodos. Centram-se na dimensão sócio-espacial, como por exemplo, os efeitos da morfologia urbana no movimento de pedestres e veículos. Representam e descrevem as propriedades da forma urbana através da quantificação dos padrões de continuidade e mudanças de direções necessárias para que as pedestres e veículos possam se movimentar de um espaço para todos os demais (PENN *et al*, 1998: 59-84). Ao invés de servirem como meio para explicações determinísticas e absolutas de causa e efeito de fatos observados, enfocam as diferentes possibilidades de compreensão das relações por detrás do fenômeno urbano. Dos estudos voltados à configuração espacial é possível compartilhar os pressupostos de que: i) a sociedade possui componentes espaciais; e, ii) o espaço possui componentes sociais.

Provenientes dos modelos de interação espacial (sessão anterior 1.3), vários modelos configuracionais foram desenvolvidos por renomados autores para o entendimento da morfologia urbana, destacando-se sempre o objetivo ou a necessidade de estabelecer a relação entre a estrutura espacial e a frequência e intensidade com que os espaços abertos públicos são apropriados. Dentre os modelos mais conhecidos, citam-se a Sintaxe Espacial (HILLIER e HANSON, 1984), os Gráficos de Visibilidade (DESYLLAS e DUXBURY, 2000), as Linhas de Continuidade (FIGUEIREDO, 2004), e a Centralidade (KRAFTA, 1997).

A abordagem configuracional do espaço urbano por meio da Sintaxe Espacial¹⁰ (HILLIER e HANSON, 1984) apresenta-se como o método mais satisfatório em casos de morfologia urbana, sobretudo pela sua capacidade de reter a qualidade essencial do espaço aberto público, qual seja: a condição relacional entre espaços do sistema de vias. Trata-se de um método difundido e de aplicabilidade simples. A análise sintática do espaço permite verificar as correlações e influências recíprocas entre o movimento de pedestres e veículos e a configuração espacial urbana. Abrange o menor número de variáveis possíveis para explicar o maior número de fenômenos urbanos sócio-espaciais vinculados à acessibilidade. Ao mensurar as

¹⁰ A teoria em questão surgiu na década de 1970, na *Bartlett School of Graduate Studies, University College London* (UCL), em Londres. Pesquisas realizadas por Hillier, Hanson e colaboradores embasaram sua construção.

propriedades topológicas do potencial de acessibilidade, através do posicionamento relativo do sistema de vias, a Sintaxe Espacial possibilita que propriedades pertencentes à configuração espacial possam ser correlacionadas com uma série de fenômenos que envolvem os estudos de natureza urbana.

Para além dos aspectos normativos, estéticos e das funções internas desempenhadas nas edificações, a Sintaxe Espacial vem ao encontro da condição não-determinística, mas probabilística das propriedades configuracionais do espaço urbano terem efeitos sobre a sociedade. Para a teoria da Lógica Social do Espaço, sociedade e espaço são interdependentes e a cidade é entendida como um artefato sócio-espacial (HILLIER, 1989).

(...) as simulações realizadas por meio da análise sintática do espaço consistem em um instrumento capaz de medir, quantificar e hierarquizar níveis diferenciados de conexões entre cada via e o complexo onde esta se insere, estabelecendo dessa maneira correlações, conexões e a hierarquização entre todas as ruas do complexo urbano (MEDEIROS, 2006: 57).

As Linhas de Continuidade de Figueiredo (2004), com base na Sintaxe Espacial, analisam a acessibilidade do sistema de vias por meio de medidas de convergência angular, a partir do cálculo cumulativo de cada mudança de direção durante o deslocamento. Linha de Continuidade é uma entidade descritiva que representa um caminho urbano em sua máxima extensão. Tal caminho deve poder ser percorrido de maneira “natural” e, por conseguinte, ser percebido como uma única “unidade espacial” (FIGUEIREDO, 2004: 59).

Por meio da noção de permeabilidade física e visual, Gráficos de Visibilidade analisam em que medida pontos no espaço aberto público são visíveis e, por consequência, acessíveis entre si (Análise Gráfica de Visibilidade - *Visibility Graph Analysis – VGA* - DESYLLAS e DUXBURY, 2000). A visibilidade consiste no número de percursos alternativos visíveis de um ponto considerado a outros pontos do mesmo sistema de vias. A Análise Gráfica de Visibilidade calcula através de uma matriz a quantidade de vínculos intervenientes que são necessários para um ponto ver todos os outros pontos e identifica segmentos e potenciais de permeabilidade física e visual que estes espaços abertos públicos têm de estabelecerem maiores contatos sociais. Em termos práticos, isto enfatiza a importância dos percursos

disponíveis em função da direção primária de movimento ao destino mais visível e, por conseguinte, mais acessível (GEHL, 1987: 142).

O modelo de Centralidade de Krafta (1992 e 1997) é uma medida de polarização espacial que se difere dos estudos anteriores ao considerar as relações dos espaços abertos públicos entre si nos aspectos relativos à ocupação. Estes estudos consideram que qualquer unidade de forma construída é alcançável de qualquer outra unidade de forma construída através de uma sucessão de espaços abertos públicos. Por consequência, espaços abertos públicos estão no caminho entre os pares de unidades de formas construídas, sendo assim centrais em relação a estes. Uma distribuição desigual de unidades de formas construídas e uma multiplicidade de caminhos mínimos entre cada par estabelece certa tensão, em que alguns espaços abertos públicos serão mais centrais que outros. Estes estudos aprofundam a discussão em torno da complexidade dos sistemas urbanos, adicionando às análises informações relativas ao potencial das atividades residenciais e não-residenciais produtoras e atratoras de movimento de pedestres e veículos em gerar processos de apropriação espacial.

Os modelos de Sintaxe Espacial, Linhas de Continuidade e Gráficos de Visibilidade captam importantes aspectos do sistema de vias (tais como visibilidade, angularidade, integração e segregação). Salvo algumas variações de ordem conceitual, teórica e metodológica, estes modelos poderiam ser potencialmente melhorados em sua capacidade de predição do movimento de pedestres e veículos se mais estudos se voltarem à consideração de aspectos essenciais à completa caracterização morfológica do espaço urbano, tais como a geometria tridimensional das edificações; a distribuição, concentração e potencial de atratividade das atividades residenciais e não-residenciais produtoras e atratoras de viagens; a mensuração das possibilidades de interface entre o espaço aberto público e as edificações; a diferença de metragem quadrada construída; a subutilização e condições de habitabilidade das edificações; e, os critérios de representação e mensuração da forma urbana.

O modelo de Centralidade lança luz na presente discussão ao atribuir diferenciação ao peso das atividades residenciais e não-residenciais. Embora considerem a distribuição espacial das atividades residenciais e não-residenciais

como um aspecto fundamental, o modo pelo qual os estudos sobre centralidade, de Krafta (1992 e 1997) e seus seguidores, atribuem os respectivos pesos ao porte das atividades residenciais e não-residenciais ainda possibilita aperfeiçoamentos. Isto porque, para definir os respectivos pesos, no modelo de centralidade, é preciso fazer a calibragem, que consiste em buscar valores paramétricos que se ajustem o quanto possível à realidade que se pretende representar. No caso, buscam-se - para as atividades residenciais, comerciais, serviços e industriais - os valores dos parâmetros que produzem a melhor correspondência entre as predições do modelo e os valores observados na realidade. Além das atividades, outros atributos podem ser incorporados na calibração do modelo, tais como as declividades das vias, a pavimentação, dentre outros. Porém, a incorporação de mais atributos implica numa dificuldade ainda maior nas considerações dos respectivos pesos.

Reif (1973: 170-172) considera três métodos de calibragem: *analítico* (baseado em análise estatística), *heurístico* (fundamentado em juízo de valor) e *humano* (baseado em conhecimento e observações empíricas). Batty (1976) também trata de vários métodos para a calibragem de modelos de interação espacial: por tentativas, por regressão, por estimação estatística, entre outros.

A calibragem por tentativa 'e erro' (método indutivista), geralmente adotada nos estudos do modelo de Centralidade, consiste em multiplicar os valores de cada uma das variáveis por um número igual ou diferente de 1. Os valores atribuídos para cada uma das variáveis são alterados até encontrar a melhor correlação do resultado do modelo com o objeto analisado, como por exemplo, com os valores do movimento de pedestres e veículos. A exceção é a variável residencial, cujo valor igual a '1' é sempre mantido como referência (FRANÇA, 2004). Ou seja, os estudos do modelo de Centralidade enunciam como relevantes as considerações sobre as atividades residenciais e não-residenciais. Porém, não estabelecem claramente um procedimento padrão para determinar e ponderar os pesos das diferentes atividades residenciais e não-residenciais, para o qual os estudos da estimativa da demanda de viagens, em específico a Edom_OD, conforme exposto anteriormente (sessão 1.2), podem vir a contribuir, inclusive com o próprio modelo de centralidade (VARGAS, 2001: 5).

1.3.1.2 Sintaxe Espacial: abordagem adotada no estudo proposto em relação à configuração espacial urbana

A análise determinística tão-somente em termos normativo, compositivo, construtivo e funcional do artefato edificado em si mesmo, deixa de considerar a real condição probabilística das implicações sociais da distribuição espacial das edificações (HILLIER *et al*, 1987b: 233). Estudar a forma das edificações tão somente por meio de proporções, cores, texturas ou geometrias – é algo restrito -, pois há de se ponderar os efeitos sociais da relação entre os espaços gerados a partir da distribuição das edificações, como de aproximação ou distanciamento, de continuidade e descontinuidade, de obstrução e permeabilidade física e visual, de agregação e segregação, de permanência e passagem, dentre outros.

Argumentos que consideram, em princípio, que não há efeito positivo ou negativo do arranjo espacial da forma das edificações junto às pessoas, estabelecem uma discutível proposição imaterial, em que o comportamento das pessoas é um elemento neutro e independente da condição morfológica do tecido urbano. Esta proposição consiste num modo pouco aceitável de determinismo amórfico, no qual o espaço é (des)socializado e a sociedade é (des)espacializada (HILLIER e HANSON, 1984: 26; HILLIER, 1997: 184).

Sendo as pessoas afetadas de algum modo pelas edificações e pelos espaços formados entre as edificações, um estudo sobre o sistema de espaços abertos públicos gerado pela disposição espacial do conjunto de edificações e sua lógica social se faz necessário (HILLIER e HANSON, 1984: 1-25).

Se o espaço aberto público urbano tem sua forma (dimensões) parcialmente definida pelo conjunto de edificações que encontram-se em seu perímetro, conseqüentemente, a disposição das edificações é importante para a composição do espaço aberto público, que por sua vez define um conjunto de movimento de pedestres e veículos possíveis. Pode-se, portanto, inferir que as propriedades morfológicas possuem relação direta com o movimento de pedestres e veículos, pois a formação de percursos é gerada por espaços definidos pelas formas construídas, sobretudo as edificações. Isto porque, edificações podem ser comparáveis a outros artefatos na medida em que estão vinculadas a determinada

forma física, mas são incomparáveis ao criar e ordenar os espaços públicos. É esta ordenação espacial o propósito fundamental das edificações em termos sociais no meio urbano, não a construção e relação subserviente do artefato físico à sua condição estética e função desempenhada.

Neste sentido, edificações criam a necessária envolvente construtiva pela qual as pessoas se movimentam e interagem pelo espaço aberto público (HILLIER e HANSON, 1984: 1 - 25).

É fato que o espaço cria uma relação entre função e significado social em edificações, ordenando as relações entre as pessoas. Edificações são símbolos visuais importantes da sociedade, sendo que os modos pelos quais edificações, individualmente e coletivamente, criam e ordenam o espaço, possibilitam reconhecer a sociedade em certos aspectos, como o movimento de pedestres e veículos (HILLIER e HANSON, 1984: 1 - 25). Estas peculiaridades das edificações e dos espaços abertos públicos conduzem a um problema peculiar na tentativa de entendê-las de modo analítico. HILLIER *et al* (1987), abordando o “discurso” sobre arquitetura, afirmam que é mais fácil falar sobre aparecimentos e estilos dos edifícios do que estudar analiticamente seu significado e efeito social.

Diante do exposto acima, o quanto a configuração espacial urbana, em termos da relação entre as edificações e o sistema de vias, influencia o padrão de uso e movimento no sistema de vias, e quais os efeitos sociais decorrentes?

Na busca por respostas a este problema, Hillier e Hanson (1984) na obra intitulada ‘A Lógica Social do Espaço’ (*The logic social of space*) desenvolveram os conceitos da Sintaxe Espacial a fim de possibilitar estudos das relações configuracionais das edificações e dos espaços abertos públicos. Os autores propõem que certas condições potenciais de contato e apropriação social no espaço aberto público são, em grande parte, condicionadas pelo modo como se distribuem e relacionam as partes que compõe o ambiente construído arquitetônico e urbano. A Lógica Social do Espaço contém descrições de diferentes sociedades e suas relações com a morfologia urbana, ou seja, há uma relação mútua, embora não determinística, entre a morfologia urbana e a sociedade. Nas palavras de Rigatti (1995: 145): “*Trata-se de verificar as regras sociais impressas no espaço e as regras espaciais impressas na sociedade*”.

Hillier (1997) considera que para analisar o tecido urbano, sob o enfoque das edificações e os espaços abertos públicos, é necessário compreender três tipos de fundamentos:

- as edificações são agregadas para formar espaços urbanos;
- a sociedade atribui forma espacial às práticas sociais; e,
- a forma urbana atua sobre a sociedade.

O conceito-chave para a compreensão da morfologia urbana, desde o ponto de vista da Sintaxe Espacial, é descrever a maneira pela qual o arranjo de barreiras e passagens controla o acesso e o movimento em cada espaço aberto público a partir de todos os outros espaços abertos públicos do sistema de vias (RIGATTI, 2002: 4). *“Tais barreiras são estabelecidas não apenas por edificações isoladas ou por conjunto de edificações formando quarteirões, mas também por qualquer tipo de obstáculo que restrinja o movimento”* (HOLANDA, 2002: 96 - 97).

Com base nos estudos de Durkheim (1973)¹¹, Hillier e Hanson (1984) sustentam que cada sociedade possui grupos espaciais de pessoas, que vivem e se locomovem em grande proximidade umas com as outras, e grupos transespaciais cujo agrupamento de pessoas não depende da proximidade espacial, embora possa coincidir com um grupo espacial. Isso fez Hillier e Hanson (1984) definirem o axioma para a teoria da Sintaxe Espacial, qual seja:

A organização do espaço urbano é análoga a função de solidariedade social tanto de *grupos espaciais* de pessoas, quanto de *grupos transespaciais* de pessoas, i.e., as sociedades se organizam em espaços com um maior ou menor grau de agregação e separação, gerando padrões de movimentos e encontros. Estes espaços são compostos por formas construídas, nos quais cada parcela da sociedade assume um padrão reconhecível de ordem espacial.

¹¹ Partindo do princípio de que cada sociedade requer diferentes tipos de coesão social, Durkheim (1973) distinguiu dois princípios de solidariedade social: a *solidariedade orgânica*, baseada na interdependência por diferenças sociais de um grupo; e a *solidariedade mecânica*, baseada na integração por semelhanças sociais de um grupo. Durkheim (1973) considera que o espaço estabelece formas de solidariedade social e estas são em troca produto da estrutura da sociedade.



Os estudos de Hillier e colaboradores se apóiam no fato de que as relações sociais estão intimamente vinculadas à configuração espacial. Isto porque o espaço urbano não é algo abstrato e desprovido de conteúdo social, tampouco a sociedade é desprovida de conteúdo espacial. A sociedade é o próprio espaço, ou seja, parte integrante da cidade, uma vez que as relações sociais são espaciais. Não há uma estratificação social e outra físico-espacial independentes. Em princípio, qualquer experiência espacial subentende uma experiência em potencial de organização social. Assim sendo, morar, passear, comprar, trabalhar, são experiências urbanas de forte cunho social que depende fundamentalmente da forma do ambiente construído da cidade. Seja qual for o meio de organização social, desde as relações familiares, trabalho, atividades culturais, associações comunitárias etc, este depende, mesmo que indiretamente, de relações físicas espaciais para ocorrer. Como a sociedade necessita de um suporte espacial para existir, a forma construída urbana, em termos de sua organização sócio-espacial, pode ser um dos condicionantes que tende a influenciar uma maior aglomeração de pessoas em determinadas áreas da cidade, concentração de atividades e assiduidade de usos dos espaços abertos públicos.

Um dos efeitos da organização social é o próprio espaço aberto público. Isto significa que o ambiente construído arquitetônico e urbano é um processo cumulativo cultural que, ao longo dos tempos, revela a história e os costumes da sociedade em que nele está inserida. Pessoas são influenciadas por uma constante e envolvente espacialidade na qual se constitui e concretizam-se ações sociais e relacionamentos (SOJA, 1985: 90). O espaço é um produto social e uma parte fundamental da estruturação material da vida social. Significa dizer que a espacialidade não pode ser apropriadamente entendida e teorizada a parte da sociedade e dos relacionamentos sociais, e, inversamente, que teoria social deve conter uma central e abrangente dimensão espacial (SOJA, 1985: 123).

A organização sócio-espacial está diretamente relacionada com a experiência urbana voltada à prática coletiva da urbanidade, que envolve aspectos diversos da vida social, tais como a maneira de se comportar e relacionar em público. A urbanidade, desde o ponto de vista da organização sócio-espacial, é responsável pela formação, manutenção e enriquecimento contínuo de diversos códigos sociais e pode, dessa maneira, constituir-se em instrumento de coesão social entre diferentes



peças. Muitos dos códigos são formais (leis, regulamentos) enquanto outros são informais (comportamentos, costumes). Considerando que a organização social pode ser diversificada, a urbanidade (vida pública) nas cidades serve como modo de reconhecimento dessa variedade, de conscientização a respeito de diferenças sociais e desenvolvimento de tolerâncias (KRAFTA, 2002).

Desde o ponto de vista da organização sócio-espacial, Hillier e Hanson (1984: 1-25) consideram as propriedades configuracionais do espaço público a partir de duas dimensões fundamentais: a global e a local.

A organização global está mais relacionada com a co-presença e o movimento de pessoas estranhas ao sistema como um todo. Nesta, o espaço aberto público é o meio para realização dos mais variados tipos de eventos sociais. Comícios, passeatas, paradas, desfiles, eventos esportivos, protestos, etc são eventos de forte coesão social que ocorrem no cotidiano e se referem à organização global, cuja configuração espacial fomenta e reforça redes de solidariedade entre moradores e visitantes necessárias ao desenvolvimento da sociedade.

A organização local diz respeito ao movimento de pessoas familiarizadas com as partes do sistema, independentemente do conhecimento do todo. Estrutura-se nas porções do espaço aberto público que tendem a definir certos padrões de co-presença e movimento de pessoas, os quais não constituem uma comunidade, mas a base para a sua formação (HILLIER, 1997: 185), envolvendo as interações de uma pessoa ou um grupo de pessoas com a vizinhança e o modo como essas relações de cooperação ocorrem. Está, portanto, sujeita a determinado modo de controle por pessoas que utilizam, com frequência, do mesmo espaço aberto público. De acordo com Hillier (1997: 187) a co-presença de pessoas não constitui uma comunidade, mas é parte da matéria-prima para a formação da comunidade "virtual", i.e., o padrão natural de co-presença relacionado com a influência da configuração espacial urbana no movimento de pessoas e outros aspectos relacionados ao uso do espaço.

Nesses termos, a *organização global e local* podem ser descritas como *sociedade e comunidade* respectivamente. Os conceitos *durkheimianos* de ‘solidariedade mecânica’ e ‘solidariedade orgânica’ – embora com algumas especificidades, recobrem a mesma problemática (DURKHEIM, 1973 *apud* MAGNANI, 2000: 22).

Hillier *et al* (1993) afirmam que as edificações afetam o padrão de movimento das pessoas através de suas configurações, o que denominam como *movimento natural*. Os autores sustentam que os espaços, em longo prazo, sintetizam através da forma as transformações sócio-culturais de uma sociedade e/ou comunidade; em contrapartida, interagem, em curto prazo, diretamente no comportamento espacial das pessoas. Isto significa dizer que o movimento natural pode ser culturalmente um fenômeno variável, ou seja, reflete as lógicas sociais de diferentes espaços do sistema de vias. O movimento natural, estabelecido a partir da configuração do sistema de vias, cria campos de interfaces probabilísticas de encontros entre categorias sociais: os moradores e visitantes, homens e mulheres, adultos e crianças, e assim por diante. O que é invariável sobre o movimento natural é a lógica que une a configuração espacial ao movimento, ou seja, é a proporção de movimentos gerados em função do arranjo espacial que pode ocorrer de todas as partes para quaisquer outras (HILLIER *et al*, 1993).

A lógica do movimento natural em grande parte é resultado do nível de apreensão e entendimento que as pessoas possuem da estrutura física, captada através das propriedades espaciais. A forma física do espaço e a distribuição espacial das atividades urbanas são no entender de Varela e Pessôa (1994: 457) “(...) geradores e resultantes de padrões de movimentos, influenciados pela articulação dos movimentos de passagem entre pares de origem/destino”. Em espaços urbanos há dois tipos de movimentos: os movimentos “para” e “através” do espaço. Em outras palavras, na maior parte do tempo, os movimentos observados são de passagem entre dois ou mais espaços (HILLIER *et al*, 1993: 30-32). Constata-se deste modo que as atividades residenciais e não-residenciais estão atreladas à configuração espacial, uma vez que necessitam desta para serem alcançadas, conferindo ao sistema de vias um elemento de grande influência.

Esta noção de movimento natural considera que primeiro a organização espacial gera padrões de movimento, que então influenciam as escolhas dos usos do solo, e estes em troca, agem como multiplicadores dos movimentos originais. Parte-se da hipótese da existência de uma parte de movimento diretamente influenciada pela configuração espacial e que independe da distribuição das atividades residenciais e não-residenciais (CUTINI, 1999: 2). Deste modo, configuração espacial urbana pode afetar o movimento de pessoas e as atividades residenciais e não-residenciais, mas parâmetros configuracionais não podem ser afetados por estes (HILLIER *et al*, 1993: 31; ver fig. 1.5).

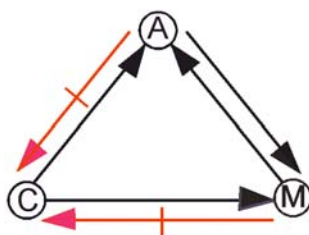


FIGURA 1.5: Relação entre atrator, configuração e movimento
(fonte: HILLIER *et al*, 1993: 31)

'A' é atrator, 'C' é configuração, 'M' é movimento. Atratores e Movimentos podem influenciar um ao outro, mas as outras duas relações são assimétricas (C_A; C_M). Configuração pode influenciar o local dos Atratores, mas o local dos Atratores não pode influenciar nenhuma Configuração. Igualmente, Configuração pode influenciar Movimento, mas Movimento não pode influenciar nenhuma Configuração.

A teoria do movimento natural refere-se aos padrões de acessibilidade, i.e., ao modo pelo qual a forma construída arquitetônica e urbana estabelece barreiras e passagens e define os padrões de movimentos e de relações sociais. As possibilidades de movimento são tidas a partir de formas construídas (edificações, praças, vias, etc) com graus diferentes de atração em função das consequências locais da configuração espacial urbana (HILLIER *et al*, 1993: 29-30; ver fig. 1.6).

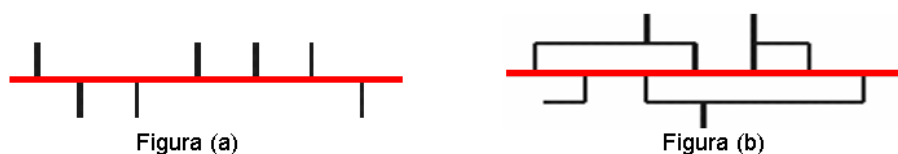


FIGURA 1.6: Possibilidades de movimento em função do sistema de vias
(fonte: HILLIER *et al*, 1993: 29).

No plano simplificado mostrado na figura (a), todas as viagens de "origens de ruas laterais" para "destinos de ruas laterais" têm de passar por um ou mais segmentos da rua principal (em vermelho), estabelecendo um padrão de movimento no qual os segmentos das principais ruas são comparados para serem mais usados, e os segmentos periféricos menos. No caso ligeiramente mais complexo mostrado na figura (b) há uma relação menos determinante entre configuração e movimento, pois diferentes espaços da rua principal são envolvidos (HILLIER *et al*, 1993: 29-30).



Nessa mesma obra, Hillier *et al* (1993: 31-33) sugerem que a configuração do sistema de vias é, por si só, a principal geradora de padrões movimento, cuja variável - o espaço aberto público - qualifica o sistema de vias como determinante na estrutura urbana. Considera-se a configuração espacial como a geradora primária de padrões de movimento, e, em geral, atividades residenciais e não-residenciais (principalmente) multiplicam o padrão básico estabelecido pela configuração. Assim, por exemplo, estabelecimentos comerciais tendem a se localizar em vias com grande fluxo de passagem, tanto ao nível global quanto local; residências tendem a se localizar em ruas com fluxo mais reduzido, e assim por diante.

Propriedades configuracionais do sistema de vias definem o movimento natural (veículos e pedestres) através do espaço urbano, assim como influenciam a localização das atividades residenciais e não-residenciais (HILLIER *et al*, 1993: 31-33). As ruas mais acessíveis, quando comparadas com as ruas menos acessíveis, tendem a gerar mais rotas de movimento entre diferentes lugares e a atrair maiores níveis de uso.

A localização das atividades residenciais e não-residenciais é importante, mas isto pouco influencia na lógica geral do uso do espaço público. Essas afirmações, segundo Varela e Pessôa (1994: 452), não pretendem colidir com os clássicos modelos de planejamento do transporte, os quais se baseiam em geral na 'teoria da atratividade', mas destacar a importância da inclusão de propriedades espaciais nos processos de análise da forma urbana. A estrutura espacial do sistema de vias articula os movimentos e, conseqüentemente, define em grande parte a localização de determinadas atividades urbanas.

Após a apresentação da teoria da lógica social do espaço, na seqüência, são analisadas as medidas de acessibilidade sintática e o respectivo método proposto por Hillier e Hanson (1984) para a análise das propriedades configuracionais do espaço urbano.



Central a noção de movimento natural está o conceito de integração e acessibilidade¹², i.e., o modo pelo qual o arranjo espacial de barreiras e passagens controla o movimento, tendo em vista que alguns espaços abertos público podem ser mais acessíveis do que outros.

Integração é uma medida de acessibilidade sintática que relaciona cada espaço com todos os outros espaços do sistema, i.e., o movimento de pessoas ocorre em função da posição relacional das partes que constituem as propriedades locais do espaço com a estrutura global do sistema (HILLIER, 1997: 360).

Acessibilidade sintática corresponde ao potencial de alcance das atividades e de interação das pessoas em decorrência do posicionamento relativo estabelecido entre espaços abertos públicos que, por sua vez são delimitados por barreiras. Assim, a partir de uma noção mais ampla acerca da tomada de decisão das pessoas dentre as alternativas de deslocamento, a morfologia dos tecidos urbanos é essencial na articulação e na orientação do deslocamento das pessoas, a qual torna possível com maior ou menor grau de integração o potencial de movimentação das pessoas no espaço a partir de diferentes pontos do sistema urbano (RIGATTI, 1993: 87-88).

A organização global e local podem ser quantificadas por meio de medidas de integração global e local respectivamente. Estas medidas possibilitam verificar o quanto e como a posição relativa mantida por cada espaço em relação a todos os demais espaços do sistema pode ser escolhida como parte de um percurso preferencial, considerando todas as possibilidades de deslocamento de um espaço para todos os demais ou a determinado raio de abrangência. Uma vez normalizada estas medidas permitem hierarquizar os espaços da cidade quanto à sua tendência de integração no sistema de modo a comparar sistemas de diferentes tamanhos (HILLIER *et al*, 1993; HILLIER, 1997; PEPONIS *et al*, 1997; PENN *et al*, 1998).

¹² A aplicação do conceito de acessibilidade no Planejamento Urbano e de Transportes tem sido amplamente difundida e envolve conotações singulares, desde a distância entre pontos de uma área urbana, até conceitos complexos que consideram diferentes parâmetros. A este respeito consultar a pesquisa de Werle, 1999. Disponível na URL <<http://www.eps.ufsc.br/teses99/werle/cap5.html>>.

Ressalte-se que análises a respeito das respectivas expressões matemáticas das medidas de acessibilidade sintática (profundidade média, relativa assimetria, relativa assimetria real, força do núcleo de integração, inteligibilidade, conectividade, controle, dentre outras) estão amplamente empregadas e discutidas nos trabalhos de Hillier e Hanson (1984: 82-142) e Teklenburg *et al* (1991: s/p), não sendo o foco da presente pesquisa se deter na análise destes aspectos.

Para medir a acessibilidade sintática por meio da integração do sistema de vias, Hillier e Hanson (1984) substituem a medida métrica pela distância topológica¹³. A distância em Sintaxe Espacial é chamada de profundidade a qual consiste na distância topológica de um espaço a todos os demais espaços do sistema. Relações de profundidade necessariamente envolvem a noção de que o espaço aberto público pode ser acessado a partir de outros espaços adjacentes a este. A menor profundidade existe quando todos os espaços estão diretamente conectados com o espaço de origem, e a maior profundidade ocorre quando todos os espaços estão organizados em uma sequência não linear distante do espaço de origem, ou seja, se todos os espaços adicionais no sistema aumentam um nível de profundidade (HILLIER e HANSON, 1984: 82-102; ver fig. 1.7).

Note-se que essa 'distância' é de natureza antes topológica do que geométrica, ou seja, é obtida em razão de quantas linhas, abstraídas do sistema de espaços abertos, temos minimamente de percorrer para ir de uma dada posição, na cidade, a outra posição, e não em virtude dos metros lineares de percurso que separam minimamente essas posições. Em outras palavras, num sistema muito integrado, temos de dobrar um número pequeno de esquinas para ir, em média, de uma rua para qualquer outra do lugar. O contrário se dá num sistema menos integrado (...) (HOLANDA, 2002: 103).

¹³ Topologia é uma condição relacional entre partes na qual independem forma, tamanho e distância métrica, e sim da articulação entre as partes, enquanto a geometria é a descrição dos elementos físicos em relação às suas dimensões, proporções, escalas etc.

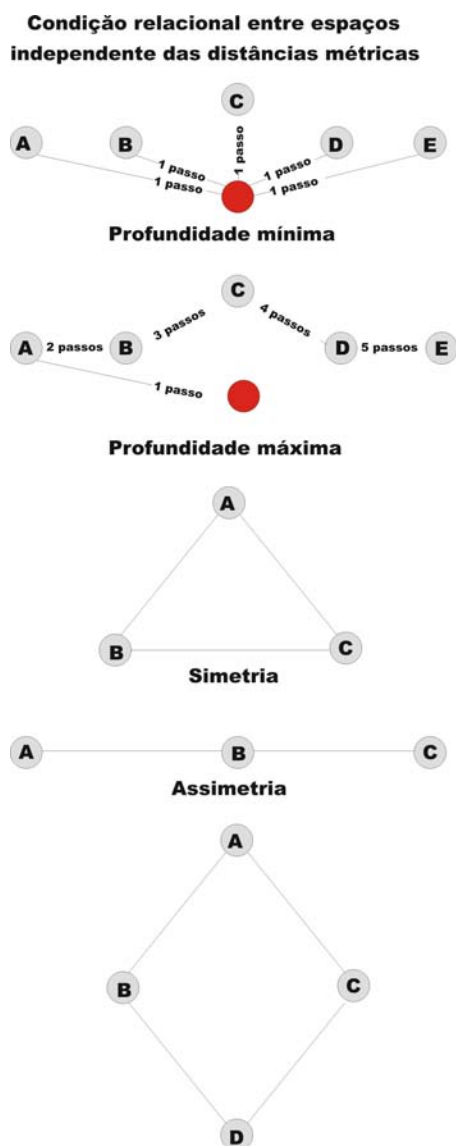


FIGURA 1.7: Relações de profundidade em Sintaxe Espacial

(fonte: adaptado de HILLIER e HANSON, 1984: 96-97)

As condições de integração do espaço aberto público em Sintaxe Espacial estão relacionadas com a noção de simetria e assimetria de uma dada morfologia (fig. 1.7). Uma descrição é simétrica quando a relação entre espaços for igual para ambos; uma descrição é assimétrica quando, para relacionar um espaço com o outro é necessária a intervenção de outro espaço (HILLIER e HANSON, 1984: 94). O sentido sociológico de simetria e assimetria considera que *"quanto mais as descrições sejam simétricas, maior será a tendência de integração de categorias sociais, enquanto contrariamente, quanto mais assimétrica, maior será a tendência à segregação de categorias sociais"* (HILLIER e HANSON, 1984: 96-97). A mensuração dos graus de assimetria, sob o ponto de vista da acessibilidade sintática, permite hierarquizar os espaços da cidade quanto à sua tendência de integração dentro do sistema no que diz respeito à organização sócio-espacial, co-presença e movimento de pessoas.

Ao se movimentarem pelo sistema de vias, as pessoas descrevem eixos (imaginários) de movimento, que podem ser representados através de linhas axiais. A decomposição do sistema de vias em linhas axiais é representada pelo mapa axial, o qual consiste no conjunto do menor número das mais longas linhas de acessibilidade e visibilidade capazes de cobrir todos os espaços convexos e representar as propriedades configuracionais e a integração do sistema de vias. Enquanto a linearidade relaciona os aspectos unidimensionais do espaço, a convexidade relaciona os aspectos planares bidimensionais deste mesmo espaço (HOLANDA, 2002: 97 – 98; ver fig. 1.8).

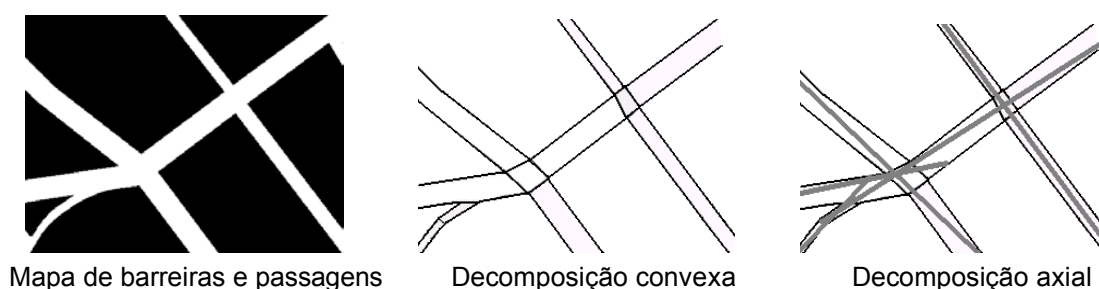


FIGURA 1.8: Decomposição convexa e axial da forma urbana
(fonte: original do autor, 2010)

Em recentes estudos Hillier *et al* (2007) constata-se que a condição espacial dos tecidos urbanos é localmente métrica e globalmente topo-geométrica. A topologia trata das relações do espaço independentemente de sua forma e tamanho e sim da articulação entre as partes, a geometria descreve os elementos físicos em relação às suas dimensões, proporções, escalas etc.

As propriedades métricas e topo-geométricas de acessibilidade sintática dos espaços abertos públicos dependem localmente de medidas métricas, enquanto que globalmente, dependem do posicionamento relativo estabelecido entre espaços abertos públicos de todo o sistema urbano.

Nesta dimensão de análise, a falta de uma aproximação geométrica tridimensional em Sintaxe Espacial é parte de sua crítica nos últimos anos (MONTELLO, 2007). Assim como há uma configuração espacial em duas dimensões, também há uma configuração espacial tridimensional do espaço que influencia o movimento de pessoas.

É nesta perspectiva que se apóiam a proposição de variáveis vinculadas à geometria das edificações em que se considera os atributos que caracterizam as especificidades das edificações como pertencentes a um determinado padrão. As variáveis a seguir são subprodutos dos estudos configuracionais, pertencendo indiretamente à base conceitual e teórica da Sintaxe Espacial. Dizem respeito aos aspectos vinculados à relação tipo-morfológica entre edificações, lotes e quadras, tais como o tipo, a forma construída, a metragem quadrada, as portas de acesso, a testada do lote, e o perímetro da quadra.

Em termos geométricos, as formas edificadas consistem num conjunto de superfícies horizontais e verticais, cujo agrupamento corresponde a um determinado volume e espaço. Como as formas possuem espaços internos, para comportar atividades residenciais e não-residenciais, estas devem ter acessos com o exterior. À medida que aumentam as soluções compositivas adotadas para a forma edificada, tais como os vinculados à volumetria (altura, largura, profundidade, disposição dos acessos, etc) isso altera as relações entre superfície interior e exterior e, conseqüentemente, os efeitos na co-presença e no movimento de pessoas no espaço aberto público.

Evidentemente, não basta haver barreiras, também é necessário que haja interface entre os espaços. Cada edificação se relaciona com o espaço público para o qual faz frente por, no mínimo, uma transição público/privado. Neste caso, tão importante quanto as barreiras são as constituições de acesso (portas de entradas ao nível térreo das edificações) que possibilitam estabelecer conexões e transições entre domínios distintos: o espaço público e o espaço privado. Quando edifícios são diretamente acessíveis a um espaço axial ou convexo, diz-se ser um espaço constituído de acesso às edificações, mas se o espaço é adjacente a edifícios para os



quais não é diretamente permeável, diz-se ser não constituído de acesso (HILLIER e HANSON, 1984: 82-142).

O mapa de convexidade contém as barreiras e os perímetros dos espaços convexos, mas registra também as transições entre estes últimos e quaisquer espaços fechados, cujo acesso seja controlado por meio de portas, portões, correntes, pontes levadiças, ou de quaisquer outros artifícios que marquem sem ambiguidade a diferença entre o que é âmbito público e o que é espaço controlado por uma instituição específica: uma casa, uma igreja, uma escola, etc. A literatura sintática tem denominado tradicionalmente estas transições de 'constituições', e diz-se de um espaço que ele é 'intensamente constituído' quando, ao caminharmos por ele, passamos frequentemente defronte de transições para espaços fechados (HOLANDA, 2002: 98).

As edificações são criadas para terem, além dos aspectos funcionais, interesse visual, sendo que a tipologia das edificações pode ter relação com os níveis de integração do sistema de vias, e com isso potencializar o movimento de pessoas. De acordo com Bueno (2003) verifica-se uma maior utilização dos conceitos de tipologia na arquitetura do que no desenho urbano. Em parte isso deve-se ao fato de que as decisões formais tomadas no ato de produção das edificações ficam imediatamente impressas no artefato, com limites e contornos precisos, enquanto que no espaço coletivo as ações são resultado de várias decisões nem sempre coordenadas tratando-se, portanto, de um ato processual, ou seja, com dimensão temporal. Além disso, a extensão física do artefato urbano dificulta a percepção da totalidade e mesmo do papel que as partes têm no conjunto. A abordagem tipológica, no caso de desenho urbano passa a se dar pela leitura da estrutura subjacente à forma visível, pela compreensão dos princípios abstratos que organizam o espaço urbano além da aparência formal das cidades, e pelo entendimento das relações de interdependência entre os elementos que constituem a estrutura urbana: ruas, quadras, praças, volumes, etc. Estes princípios que ordenam o tecido urbano formam um finito e estável conjunto de relacionamentos formais, cujas unidades elementares são os padrões de interdependência geométrica.

A adoção do conceito de relação tipo-morfológica é um passo fundamental para identificar e conhecer a geometria das edificações em seu conjunto. A idéia de tipo refere-se à disposição dos principais atributos relacionais capazes de descrever a base do processo de concepção formal de um objeto, podendo conduzir à criação de vários objetos totalmente diferentes, porém,

provenientes do mesmo tipo (ARGAN, 1984; MARTINEZ, 1991; CONSIGLIERI, 2000). No entanto, nenhum tipo pode fazer mais do que sugerir uma forma, não podendo nunca determiná-la (CASTEX e PANERAI, 1971; CANIGGIA e MAFFEI, 1981; VEIRECHE e PANERAI, 1983; ROSSI, 1995).

As relações entre tipos edifícios e tecidos urbanos podem ser verificadas, a exemplo da “rua corredor” e o “edifício quarteirão” da cidade tradicional do século XIX, bem como a “via expressa” e o “edifício solto” da cidade moderna do século XX. De fato, cada tipo edifício novo corresponde a uma relação também diferenciada com o espaço urbano, o que demonstra a profunda relação existente entre a forma das edificações e a forma das cidades.

Nesses termos, tanto a noção de tipo quanto de morfologia referem-se à idéia de classificação, conformando uma seleção de partes capazes de descrever similitudes e/ou diferenciações das formas construídas urbanas. Assim sendo, a *relação* tipo-morfológica pressupõe conhecer partes da forma urbana, e o modo (regra) como são geradas e se relacionam (configuração). A relação tipo-morfológica remete ao conceito de “gramática das formas” (*shape grammar*) postulado por Stiny e Gips (1972), os quais consideram que toda e qualquer forma construída (em arquitetura) é gerada a partir da aplicação de um conjunto de regras recursivas (recorrentes). Ampliando este conceito, a relação tipo-morfológica pode ser entendida como a regra e/ou o princípio de articulação de unidades bi e tridimensionais espaciais das formas construídas urbanas (fig. 1.9).



FIGURA 1.9: Diferentes relações tipo-morfológicas e potenciais de movimento de pedestres e veículos

(fonte: adaptado de VARGAS, 2003 s/p; original do autor, 2010)

A adoção da relação tipo-morfológica parte do princípio de que, embora os tecidos urbanos possam estar em constante processo de transformação de suas partes, há regularidades que representam e descrevem objetos. O conhecimento da relação tipo-morfológica arquitetônica e urbana é então comparável a um conjunto estruturado de elementos genéricos identificáveis e capazes de

descrever objetos particulares através de relações de composição ordenada dos objetos de acordo com certas regras.

Em qualquer processo de parcelamento urbano ideal seria que a relação tipo-morfológica entre edificações e espaço aberto público a ser adotado já estivesse prevista, fornecendo indicações sobre as dimensões e a geometria da quadra. Contudo, pelo fato das sucessivas legislações urbanas adotadas, por exemplo, em Porto Alegre, “desenharem” seus tipos fundamentalmente sobre o lote através de dispositivos como recuos, taxas de ocupação, índice de aproveitamento, entre outros, vigora a idéia comum de que o parcelamento do lote precede e induz a morfologia.

Regimes urbanísticos¹⁴ inspirados em índices centrados no lote, acabam por conferir a este influência significativa na determinação morfológica (COMAS, 1993: 191). Este fato nunca ocorreria se o planejamento e o desenho urbano da cidade fosse pensado em termos de gabarito e alinhamento na escala da quadra e do espaço aberto público. Ao considerar os lotes como a unidade básica de aplicação dos regimes urbanísticos, as quadras se configuram como o conjunto de edificações de variadas alturas e recuos, aleatoriamente dispostos sobre os lotes que as integram, gerando alternâncias de saliências e reentrâncias bastante complexas de serem controladas pelo Poder Público. Assim como a pouca identidade dos diferentes tecidos urbanos da cidade, tão fundamentais quando se trata de orientabilidade para o movimento de pessoas. Deste modo, a morfologia urbana deixa de ser uma instância previsível, para se tornar uma dimensão circunstancial no tempo e no espaço, pois é contínua e aleatoriamente definida em função dos índices que incidem nos diferentes tipos de lotes.

A quantificação dos planos diretores frequentemente desconsidera a topografia, as geometrias irregulares do traçado de vias, bem como a relação entre

¹⁴ Para garantir a qualidade (sociabilidade) do domínio público é necessário regulamentar eficientemente o domínio privado (habitabilidade). Regimes urbanísticos constituem um conjunto de definições legais responsáveis pelo controle do parcelamento, da ocupação e do uso do solo urbano, no que diz respeito ao ordenamento e regulação das atividades urbanas e nível de adensamento por zonas da cidade.

Além disso, podem determinar recuos mínimos, número de vagas de estacionamento, localização de acessos, existência de áreas para carga e descarga, embarque e desembarque, dentre outros condicionantes diretamente relacionados aos lotes, às edificações e aos espaços abertos públicos, ou seja, regimes urbanísticos visam determinar condições de sociabilidade e habitabilidade ao tecido urbano.



configuração e tamanho de lotes existentes e a capacidade de acomodarem confortavelmente tipologias arquitetônicas correntes. Decisões formais diferentes oferecem potencialidades e limitações diversas nos planos da habitabilidade, da economia e da cultura da cidade. As soluções urbanísticas adotadas ainda estão baseadas em conceitos do urbanismo modernista. A exemplo disto citam-se as regras que prescrevem recuos laterais, de frente e fundos, para edificações em altura (dependendo do setor da cidade). Isto significa dizer que as dimensões de cada lote influenciam significativamente a fragmentação da configuração dos espaços urbanos, pois para cada lote advém dimensão diferente de recuo.

Os espaços urbanos não são pensados caso a caso em termos de sua relação tipo-morfológica, tais como tecidos cuja temática seja ditada, por exemplo, pela volumetria e geometria de alinhamentos frontais, laterais, fundos e altura etc. A diminuição na aleatoriedade na produção do tecido edificado e a simplificação dos controles urbanísticos, através da utilização da relação tipo-morfológica dos espaços abertos públicos convexos, como referencial para a definição dos limites construtivos das edificações, possibilita estudar detidamente tanto a influência dos lotes e quadras quanto o impacto das edificações sobre o espaço urbano vivenciado.

Pode-se considerar que a menor unidade formadora de uma cidade é o lote que, por sua vez, configura uma quadra, um bairro, uma cidade, uma metrópole, uma região, e assim sucessivamente. Assim sendo, dado que os espaços abertos públicos estão diretamente relacionados com a estrutura do parcelamento e com normativas urbanísticas é possível descobrir em quais tipos de espaços abertos públicos as variações de normativas urbanísticas produzem maiores modificações na composição volumétrica das edificações e vice-versa. As características da estrutura fundiária das cidades quando associadas aos regimes urbanísticos, pode potencialmente vir a alterar a morfologia dos espaços públicos e, portanto, as possibilidades de movimento de pessoas.

No que diz respeito às apropriações para o estudo proposto, foram necessárias algumas adaptações das variáveis originalmente empregadas nos estudos de Sintaxe Espacial. Adotou-se a compilação e convergência de dez variáveis capazes de abarcar aspectos espaciais e formais relevantes dos tecidos urbanos. Em decorrência, são consideradas variáveis de natureza espacial (variáveis métricas e topo-geométricas de acessibilidade sintática dos espaços públicos, tais



como o espaço aberto público, a distância topológica e a distância métrica); e, formal (variáveis geométricas das edificações, tais como o tipo, a forma construída, a metragem quadrada, as portas de acesso, a testada do lote e o perímetro da quadra).

Em síntese serão utilizadas as seguintes propriedades configuracionais urbanas, que irão compor as medidas do modelo a ser proposto (capítulo 2):

- o sistema de vias
- a distância topológica
- a distância métrica
- o tipo edifício
- a forma construída
- as constituições de acesso às edificações
- a testada do lote
- a face de quadra
- o recuo de ajardinamento
- alinhamento predial

1.4 RELEVÂNCIA DAS ABORDAGENS ESCOLHIDAS PARA O ESTUDO PROPOSTO: ENTREVISTA DOMICILIAR DE ORIGEM E DESTINO E SINTAXE ESPACIAL

O estudo sobre os efeitos das propriedades espaciais, formais e funcionais dos tecidos urbanos no movimento de pedestres e veículos não pode ser bem compreendido num nível particularizado, tampouco se deter apenas no nível generalizado. O desafio é como abordar o tema detalhadamente em suas partes sem perder a noção do todo, e vice-versa.

Pelos estudos anteriores, dentre outros encontrados na literatura (RedPGV, SSS, ANPET, ANTP, ANPUR)¹⁵, é possível apontar que as relações entre a demanda de viagens e a configuração espacial urbana podem ser potencialmente significativas. De um modo geral os estudos de demanda de viagens não se detêm na condição de organização sócio-espacial, nos aspectos de desenho urbano, nas tipologias arquitetônicas, na morfologia urbana, nas normativas urbanísticas, e uma gama de aspectos de interesse ao planejamento urbano, cujos estudos configuracionais, em específico a Sintaxe Espacial oferece o seu principal aporte (VARGAS, 2001).

A Sintaxe Espacial considera que os padrões de movimentos de pedestres e veículos sejam decorrentes em grande parte das propriedades configuracionais urbanas, em específico a forma do sistema de vias e das edificações. Entretanto, a análise conjunta da Entrevista Domiciliar de Origem e Destino é pertinente, pois possibilita abarcar aqueles aspectos relacionados à utilização dos espaços que a Sintaxe Espacial não explicita, principalmente quanto às viagens produzidas e atraídas de base domiciliar e não-domiciliar, e os aspectos qualitativos vinculados ao modo e motivo do deslocamento, dentre outros aspectos. A análise configuracional através da Sintaxe Espacial permite o estabelecimento de relações e influências recíprocas do sistema de vias como um todo com as especificidades que os dados da Entrevista Domiciliar de Origem e Destino fornece.

¹⁵ Rede Ibero Americana de Estudo em Pólos Geradores de Viagens (RedPGV), *Space Syntax Symposium* (SSS); Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes (ANPET); Associação Nacional dos Transportes Públicos (ANTP), Associação Nacional em Planejamento Urbano e Regional (ANPUR).

A EDom_OD (2003) demonstra ser um banco de dados complementar bastante útil para a construção de medidas capazes de avaliar, tanto de modo quantitativo, quanto qualitativo, as propriedades funcionais relacionadas às atividades residenciais e não-residenciais que tão somente a configuração espacial urbana não é capaz de explicitar. No entanto, os dados da EDom_OD do modo como vêm sendo utilizados atualmente, mostram-se inaptos em termos de predição. O modelo configuracional de Sintaxe Espacial pode suprir esta limitação, e tirar partido das possibilidades de dados pormenorizados e atualizados como fonte de grande utilidade para o planejamento urbano. Muitas das limitações de uma abordagem são justamente os pontos fortes da outra, o que explica a razão de utilizá-los conjuntamente.

Como o movimento de pedestres e veículos possui relação com a demanda de viagens e a configuração espacial, considera-se que correlacioná-las é um procedimento particularmente adequado de avaliação. Deste modo, são analisadas as diferentes combinações entre as variáveis e determinadas suas interdependências, disponibilizando formas conjugadas de aferição sistemática do movimento de pedestres e veículos. Fundamentalmente, presume-se medir possíveis influências que alterações em uma ou outra variável terão sobre as demais. Ou seja, majorar ou minorar cada variável e controlar os efeitos de sua desagregação. Logo, são analisadas as diferentes combinações entre variáveis e determinadas suas influências recíprocas, disponibilizando formas conjugadas de aferição do desempenho espacial, formal e funcional dos tecidos urbanos.

O quadro 1.3 apresenta a síntese das categorias analíticas consideradas (espaço, forma, função, suas relações e efeitos; capítulo de introdução), das abordagens adotadas (demanda de viagens – Entrevista Domiciliar de Origem e Destino; e, configuração espacial urbana – Sintaxe Espacial), das medidas do tecido urbano (desenvolvidas no método; capítulo 2) e propriedades do tecido urbano selecionadas (sessão 1.2.1.1; 1.3.1.2). As medidas do tecido urbano intituladas: (i) **medida de distribuição dos caminhos alternativos**; (ii) **diversidade tipo-morfológica**; (iii) **delimitação especial**; (iv) **densidade de edificações e dimensão do sistema de vias**; e, (v) **dependência das atividades** serão descritas conceitualmente e terão enunciadas as suas respectivas expressões matemáticas no próximo capítulo, quando da construção do método.

QUADRO 1.3: Enfoques interdependentes e complementares quanto ao movimento de pedestres e veículos

Categoria analítica		Abordagem	Medidas	Propriedades**
relações e efeitos	funcional formal	Demanda de Viagens Edom_OD	densidade de edificações e dimensão do sistema de vias	-metragem quadrada construída residencial -metragem quadrada construída não-residencial -sistema de vias -viagens produzidas de base domiciliar -viagens atraídas de base domiciliar -viagens produzidas de base não-domiciliar -viagens atraídas de base não-domiciliar -distância métrica
	funcional formal		dependência das atividades	-metragem quadrada construída residencial -metragem quadrada construída não-residencial -constituição de acesso às edificações -viagens produzidas de base domiciliar -viagens atraídas de base domiciliar -viagens produzidas de base não-domiciliar -viagens atraídas de base não-domiciliar -distância métrica
	espacial	Configuração Espacial Urbana Sintaxe Espacial	distribuição dos caminhos alternativos	-sistema de vias -distância topológica
	formal		diversidade tipo-morfológica	- forma construída -tipo edifício -distância métrica
	formal		delimitação espacial	-lote -edificação -quadra -recuo de ajardinamento -alinhamento predial -distância métrica

(fonte: original do autor, 2010)



2 MÉTODO

São descritos neste capítulo os critérios para a coleta, compatibilização e representação dos dados (modelagem), assim como são identificadas as principais variáveis das expressões matemáticas que compõem as medidas do tecido urbano (mensuração) do modelo estatístico proposto (simulação). Será apresentado por meio de **representações gráficas** (esquemas que capturam os atributos geométricos e relacionais das partes que formam o tecido urbano); **expressões matemáticas e estatísticas** (números e equações que descrevem dimensões, proporções etc); e, **descrições verbais** (análise e interpretações dos resultados quantitativos e dos atributos qualitativos das variáveis).

Fundamentalmente, o desenvolvimento do modelo proposto pode ser sintetizado por meio do seguinte diagrama (diag. 2.1):

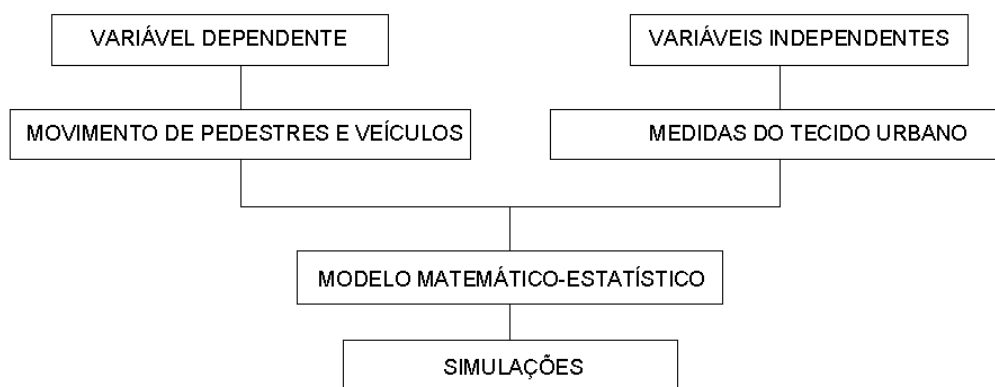


DIAGRAMA 2.1: Relações entre variáveis adotadas na construção das expressões matemáticas e estatísticas
(fonte: original do autor, 2010)

2.1 TÉCNICAS DE OBTENÇÃO E TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS

2.1.1 Variável dependente: discretização e mensuração do movimento de pedestres e veículos

A variável dependente (movimento de pedestres e veículos) diz respeito à condição e o meio pelo qual existe a possibilidade de contato e percepção da presença ou ausência, de estar ou não estar, de ver e ser visto pelas outras pessoas que, mesmo de modo esporádico e circunstancial, tendem a se movimentar pelo mesmo espaço aberto público, independentemente das suas condições sensoriais e motoras, do tempo de permanência ou, do modo de apropriação espacial (motorizado ou não-motorizado).

Na medida em que se deslocam pedestres e veículos definem pontos intermediários de destino, ligando-os a uma reta imaginária. Por este motivo, o movimento de pedestres e veículos é considerado como um evento axial (fig. 2.1).

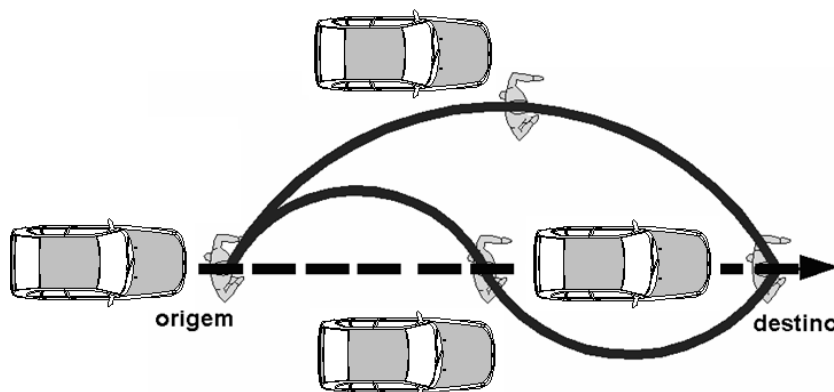


FIGURA 2.1. Movimento de pedestres e veículos como um evento axial

A linha tracejada indica o mínimo percurso entre a origem e o destino.
As linhas curvas indicam os desvios entre a origem e o destino.
(fonte: original do autor, 2010)

O segmento, ou o conjunto de retas corresponde à relação entre a origem e o destino interpostos por uma série de condicionantes que influenciam os deslocamentos (BLUME, 1985: 105–106). Da relação entre o deslocamento e o comportamento de cada pessoa citam-se:

- no meio urbano seguindo os muros e as reentrâncias das edificações; caminhos adjacentes às portas das edificações.
- em espaços públicos ao redor de árvores.
- passeando; crianças realizando curvas na medida em que os objetos que passam retêm o seu interesse; jogando, correndo, saltando e brincando.
- com um propósito menos claro, mais lento, parando para descansar.
- com um propósito bem definido e/ou apressado, passo rápido .
- deslocamento de múltiplos propósitos, descansando, parando ou em movimentos de observação.

A tradicional técnica utilizada em estudos de Sintaxe Espacial, na qual o técnico observador caminha ao longo de toda a extensão da linha axial selecionada (HILLIER *et al*, 1993; PENN *et al*, 1998) e quantifica o número de pedestres e veículos em movimento, embora possa ser de interesse para outros estudos, não captura e expressa adequadamente as diferentes velocidades apresentadas entre o movimento de pedestres e veículos.

De modo a padronizar as velocidades entre o técnico observador e o movimento de pedestres e veículos observado, a técnica adotada para a contagem será aquela na qual o técnico observador se posiciona estático num local pré-estabelecido, geralmente no ponto médio da linha axial, e estabelece a contagem dos pedestres e veículos que, ao se movimentarem, passam através do ponto fixo de observação (conhecida da literatura por *gate*; DESYLLAS e DUXBURY, 2000).

No entanto, a determinação e localização do ponto médio da linha axial não expressa adequadamente a partição do movimento de pedestres e veículos ao longo de toda a extensão da linha axial. Num mesmo segmento de rua há discrepâncias muito grandes em relação ao número de pedestres e veículos em movimento. Pode haver trechos de quadras mais movimentadas que outros trechos, como por exemplo, as quadras localizadas nas extremidades da rua. Sendo assim, as contagens do movimento de pedestres e veículos serão empreendidas por meio de

pontos fixos de observação (*gate*) que corta, através de uma delimitação imaginária, a metade de cada face da quadra em análise em ambos os lados da rua ao longo de toda a extensão de cada linha axial (DESYLLAS e DUXBURY, 2000).

As contagens envolvem registros do número de pedestres e veículos que passem em pontos fixos (*gate*) num determinado espaço de tempo, indicando o movimento presumível (a partir do movimento observado) em cada ponto da linha axial do sistema analisado (fig. 2.2). Cada *gate* é observado cinco vezes por período envolvido, que compreende os horários de pico, quais sejam: 6 às 9 horas e das 16 às 19 horas (HILLIER *et al*, 1993; PENN *et al*, 1998; Edom_OD, 2003).

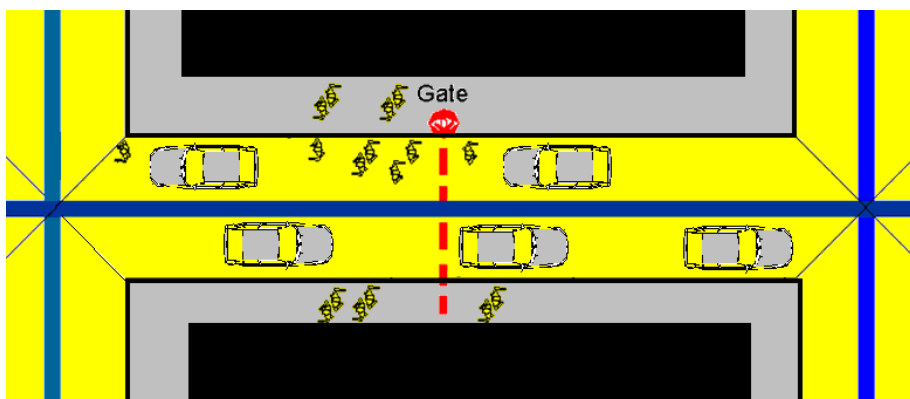


FIGURA 2.2: Pontos de observação e contagem do movimento de pedestres e veículos
(fonte: original do autor, 2010)

As contagens são estabelecidas em dias-padrão (de terça a quinta-feira), considerados típicos para o setor de planejamento de transporte (EDom_OD, 2003: 93) incluindo sábados, exceto domingos e feriados, ou dias nos quais algum evento especial possa alterar o comportamento do movimento de pedestres e veículos, como por exemplo, dias chuvosos, transtorno no trânsito devido a incidentes que impossibilitem a circulação, ou imprevistos como algum tipo de intervenção na via. Quando tal fato ocorreu, o levantamento foi cancelado para um novo dia. Para as devidas contagens são empregadas fichas com aferições diferenciadas para pedestres e veículos (quadro 2.1). Para cada dia da semana considerado (terça-feira, quarta-feira, quinta-feira e sábado) e período de pico foram estabelecidas cinco contagens, a fim de dirimir quaisquer oscilações e imprecisões nas contagens efetuadas. Os dados nos quais havia alguma desconfiança de terem sido corretamente amostrados foram reavaliados e tiveram corrigidas suas possíveis características destoantes do valor amostrado, tornando-os mais representativos.

A pesquisa foi realizada entre os meses de setembro a outubro de 2009. Período delimitado para que fatores como férias, feriados prolongados, festividades e ofertas especiais de época não interferissem nos padrões e quantidade de movimento de pedestres e veículos. As semanas correspondentes aos feriados da Independência do Brasil (em setembro) e de Nossa Senhora Aparecida (em outubro) foram excluídas das contagens.

QUADRO 2.1. Ficha de aferição das contagens de pedestres e veículos

* Contagem do movimento de pedestres e veículos/5min Linha axial () Rua/Av: ()						
Contagens	terça-feira () quarta-feira () quinta-feira () sábado ()				*** Média Geral	
	horários de pico					
	6 às 9 horas		16 às 19 horas		<i>pedestres</i>	<i>veículos</i>
	pedestres	veículos	pedestres	veículos		
1 ^a						
2 ^a						
3 ^a						
4 ^a						
5 ^a						
**Média						
Obs.:						

(*)As contagens foram feitas 5 vezes em dias de semana e 5 vezes nos finais de semana; (**) média de cada contagem por período de pico; (***) média de todas as contagens por período de pico durante o dia. (fonte: original do autor, 2010)

De modo a padronizar o tempo de permanência do técnico observador no *gate* ao longo da linha axial, foi adotado o intervalo de 5 minutos, pois este foi o tempo mínimo para que alguns *gate* (ruas Rio São Gonçalo; Nova Prata; Cacequi) apresentassem, pelo menos, um pedestre ou um veículo se movimentando. Isso evita distorções nas contagens, uma vez que o técnico observador permanece o mesmo período de tempo em cada *gate*. Evidentemente, quanto mais tempo o técnico observador permanecer no *gate*, maiores serão as possibilidades de contar um maior movimento de pedestres e veículos, e vice-versa. Por isso da necessidade de se estabelecer critérios de contagens, tanto em relação aos locais de observação e ao tempo de permanência.



Após este procedimento, foi necessário normalizar, por metro linear, o somatório do movimento de pedestres e veículos ao longo de toda a extensão da linha axial. No caso, utilizou-se 100 metros de comprimento de linha axial, em razão de ser a medida que geralmente delimita uma quadra na área de estudo. A padronização por 100 metros lineares possibilita entender o quanto uma medida qualquer, de valor 10, por exemplo, pode ser proporcionalmente inferior ou superior a outra de mesmo valor. Isto porque as linhas axiais apresentam diferentes comprimentos. Um valor 10 pode ser que esteja distribuído ao longo de uma linha axial de 1000 metros, enquanto que outro valor 10 pode estar distribuído ao longo de uma linha axial de 100 metros. Ou seja, os novos, e reais valores encontrados, seriam respectivamente '1' pedestre e veículo se movimentando a cada 100 metros por período de 5 minutos (1 pv100/5min) e '10' pedestres e veículos se movimentando a cada 100 metros por período de 5 minutos (10pv100/5min), indicando a importância de atribuir diferenciação aos comprimentos das linhas axiais.

Também foram estabelecidas ponderações conforme as pessoas estivessem em movimento a pé ou ocupando veículos. A partir de dados fornecidos pela EDom_OD (2003), EPTC, SMOV¹ e aferições diretamente na área de estudo consideraram-se as médias das contagens, efetuadas por estimativa visual, de ocupação dos veículos nos pontos de observação, denominada pela EDom_OD (2003: 110) de *levantamento visual da frequência e ocupação dos veículos*. Este levantamento foi realizado para veículos em movimento, quer sejam veículos particulares, de transporte público e utilitários. Cada pesquisador determina visualmente quantas pessoas aproximadamente ocupam as diferentes categorias de veículos (motociclistas, automóveis, ônibus) que passam pelos pontos pesquisados (fig. 2.3; mapa 2.1).

¹ EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação; SMOV – Secretaria Municipal de Obras e Viação.

FIGURA 2.3: Exemplo ilustrativo de aferição visual da estimativa de ocupação dos ônibus

1 a 21	C	22 a 33	C	34 a 50	C	51 a 69	C	70 a 92	C	93 a 110	C
<i>média</i>	11	<i>média</i>	28	<i>média</i>	42	<i>média</i>	60	<i>média</i>	81	<i>média</i>	102
1 a 35	A	36 a 54	A	55 a 81	A	82 a 114	A	115 a 152	A	153 a 180	A
<i>média</i>	18	<i>média</i>	45	<i>média</i>	68	<i>média</i>	98	<i>média</i>	134	<i>média</i>	167

Aferição visual da estimativa de ocupação dos ônibus adaptada da Edom_OD (2003). O código da ocupação dos ônibus varia de 1 a 6, sendo que a letra 'A' identifica ônibus articulado e 'C' ônibus comum.

(fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003)

A contagem da média do movimento provável de pessoas em veículos também foi estabelecida por meio da técnica do *gate*. As contagens envolvem registros da categoria, frequência e a quantidade de pessoas que ocupam os veículos que passam pelos pontos fixos (*gate*) em determinados períodos de tempo. A EDom_OD (2003) sugere que os períodos de levantamento (contagem) sejam nos horários de pico da manhã das 6 às 9 horas e da tarde das 16 às 19 horas, de terça a quinta-feira, incluindo os sábados (ver exemplo do mapa 2.1), sendo estes os adotados na presente pesquisa.

Os pontos de observação visual e levantamento da frequência e ocupação dos veículos foram localizados nas proximidades dos principais cruzamentos do sistema de vias das áreas em estudo as avenidas Sertório, Plínio Brasil Milano, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Industriários, Assis Brasil, Brasileiro Índio de Moraes, Mal. José Inácio da Silva (tab. 2.1; mapa 2.1).

TABELA 2.1: Pontos de observação visual e levantamento da frequência e ocupação dos veículos

localização	bairro
Mal. José Inácio da Silva x Plínio Brasil Milano	Passo D'Areia
Plínio Brasil Milano x Industriários	Passo D'Areia
Dom Pedro II x Plínio Brasil Milano	Passo D'Areia
Plínio Brasil Milano x Assis Brasil	Passo D'Areia
Brasileiro Índio de Moraes x Industriários	Vila do IAPI
Brasileiro Índio de Moraes x Assis Brasil	Vila do IAPI
Benjamin Constante x Dom Pedro II	Higienópolis
Cristóvão Colombo x Dom Pedro II	Higienópolis
Mal. José Inácio da Silva x Assis Brasil	Higienópolis
Mal. José Inácio da Silva x Cristóvão Colombo	Higienópolis
Sertório x Vinte e Cinco de Julho	Stª Mª Goretti
Assis Brasil x Vinte e Cinco de Julho	Stª Mª Goretti

(fonte: adaptado da Edom_OD, 2003; original do autor, 2010)

QUADRO 2.2: Equivalência entre o movimento e o número de pessoas por modo de transporte

movimento	equivalência (<i>nº de pessoas</i>)*	modo de transporte
a pé	01	não-motorizado
ciclista	1,02	não-motorizado
motociclista	1,12	motorizado
automóvel	1,63	motorizado
ônibus	19,32	motorizado

* A equivalência do número de pessoas por veículos corresponde ao valor médio obtido. (fonte: original do autor, 2010)

Estes valores (quadro 2.1) significam que, quando da contagem do movimento de pessoas é estabelecida a equivalência entre o modo de transporte e o número de pessoas. Exemplificando, uma pessoa a pé é contada como 1 pessoa em movimento, enquanto que um automóvel é contado como 1,63 pessoas em movimento e um ônibus como 19,32 pessoas em movimento. Isto porque, conforme a observação visual da frequência e ocupação nas áreas em estudo, de um modo geral, os veículos particulares e públicos tendem a ser ocupados por mais de uma pessoa (quadro. 2.3).

QUADRO 2.3: Categoria do movimento de pedestres e veículos

pedestres	Veículos
<ul style="list-style-type: none">• pessoas que possuem julgamento adequado dos riscos de trânsito, como os adultos;• pessoas com algum tipo de inaptidão e/ou dificuldades de locomoção (deficiência sensório-motor). Os limites impostos à locomoção também podem ser provenientes de motivos momentâneos, alheios à aptidão física, tais como: carrinhos de bebês, carrinhos de compras, cadeira de rodas, dentre outros (RAMSAY, 1995 <i>apud</i> GONDIM, 2001: 46)²;• crianças que, ao serem conduzidas por adultos, têm seus deslocamentos influenciados por estes;	<ul style="list-style-type: none">• motociclistas;• ciclistas;• automóveis em movimento;• automóveis utilitários leves, táxis, ambulâncias, carros de bombeiros, polícia, militar, EPTC, transporte escolar; e,• ônibus em movimento; foram considerados os ônibus urbanos, ônibus interurbanos (metropolitano e intermunicipal) e ônibus fretado;

(fonte: original do autor, 2010)

² Atualmente, se observa no planejamento dos espaços abertos públicos de muitas cidades uma consciência crescente da necessidade de prover à melhoria do ambiente para pedestres de modo que mais deslocamentos possam ser feitos a pé, assegurando que independentemente do grau de aptidão física dos pedestres as necessidades destes sejam atendidas e asseguradas (OXLEY, 2002; TOLLEY, 2003).

Cabe destacar que a geração de viagens do transporte de passageiros pode ser quantificada em termos de viagens de pessoas ou de viagens de veículos (EDom_OD, 2003). Há vantagens em se considerar a pessoa em movimento, pois são essas que primordialmente decidem o deslocamento, e não o veículo. Este critério aproxima a contagem do movimento de pedestres e de veículos, uma vez que, em ambos os casos, estão sendo quantificadas pessoas, que por sua vez, possuem motivos e modos de deslocamentos distintos.

A geração de viagens também pode ser baseada nas residências ou nas pessoas. Cálculos baseados nas residências são mais comuns, mas como há disponibilidade de dados mais detalhados fornecidos pela EDom_OD (2003), serão utilizadas as taxas de movimento associadas às pessoas. Com isso, obtém-se maior precisão com a realidade observada, por considerar intrinsecamente os aspectos comportamentais determinantes dos deslocamentos.

2.1.2 Variáveis independentes: proposição das expressões matemáticas das medidas do tecido urbano que compõem o *modelo de deslocamento 5D*

Enunciam-se, na sequência, as expressões matemáticas das medidas do tecido urbano que compõem o ***modelo de deslocamento 5D*** e a averiguação de sua exequibilidade, cujo desmembramento obtém-se respectivamente as *medidas do tecido urbano*:

- ***distribuição dos caminhos alternativos***
- ***diversidade tipo-morfológica***
- ***delimitação espacial***
- ***densidade de edificações e dimensão do sistema de vias***
- ***dependência das atividades***

Como todas as 5 medidas do tecido urbano tratam sobre 'deslocamento' e iniciam pela consoante 'd', denomina-se o modelo como ***modelo de deslocamento 5D***. Faz-se necessário destacar que as medidas do tecido urbano podem ser tomadas individualmente (desagregadas) para compor análises complementares.

2.1.2.1 Medida de distribuição dos caminhos alternativos

Os valores sintáticos da decomposição do sistema de vias de toda a cidade de Porto Alegre são obtidos a partir de mapas de linhas axiais atualizados (2008-2009) no Laboratório de Estudos Configuracionais (LABECON) do PROPUR, sob coordenação do professor Décio Rigatti.

Critérios e procedimentos:

- Com base no mapa digitalizado do sistema de vias da cidade de Porto Alegre são traçadas as linhas axiais, de modo que representem a estrutura contínua destes espaços abertos públicos (mapa 2.2). As linhas axiais são interrompidas a cada deflexão, i.e., a cada mudança de direção entre espaços abertos públicos advindos de uma rua curva, cruzamento (esquina) ou barreira física (forma construída) e, em declividades acentuadas. Todas as linhas foram representadas por retas, mesmo que representassem uma curva na malha viária. Em caso de viadutos, onde as vias não se interceptam na realidade, mas aparentam se cruzar no mapa da malha viária foram desenhados círculos com centro na interseção das vias que não se encontram em nível³.

³ O aprimoramento de representação e quantificação do sistema axial tem sido reavaliado por especialistas nos últimos anos e foi recorrente dentre os artigos apresentados no *4th Space Syntax Symposium* de 2003. Enquanto a extensiva aplicação do sistema axial comprovou sua utilidade, também revelou problemas e questionamentos (TURNER, 2001; DALTON, 2001 e 2003; BATTY e RANA, 2002; THOMSON, 2003; ASAMI, *et al*, 2003; SALHEEN, 2003). Há de se considerar que a construção dos mapas axiais possui certa condição de subjetividade, cujas linhas axiais podem variar conforme a interpretação de quem esteja desenhando o sistema de vias (BATTY e RANA, 2002: 5; DALTON, 2001: 2) que pode gerar diferentes modelos para um mesmo sistema de vias (FIGUEIREDO, 2004). Caminhos curvos ou sinuosos são divididos em diversas linhas axiais, ocultando propriedades configuracionais que essas linhas possuem se consideradas juntas (DALTON, 2001: 3; FIGUEIREDO, 2004). Estes aspectos são amplamente estudados por Figueiredo (2004) em sua obra 'Linhas de continuidade no sistema axial'.



- O mapa axial é então processado através do *software* computacional *MindWalk*⁴. Ressalte-se que, para o sistema de ruas de Porto Alegre, o algoritmo⁵ matemático necessita processar mais de 11000 linhas axiais, sendo que o cálculo deste número de matrizes de acessibilidade sintática⁶ somente é possível com o auxílio computacional. O emprego do mapa axial como recurso auxiliar de representação gráfica da estrutura espacial da cidade determina uma facilidade operacional para fins de comparações. Esse método simplifica a complexa rede de espaços contínuos da cidade em partes que possam ser analisadas.
- A análise sintática do mapa axial produz dois tipos de resultados: dados numéricos dos parâmetros relacionais entre espaços, e dados gráficos na forma de mapas de linhas com gradação de cores conforme seus valores de integração. Do ponto de vista do movimento natural, o resultado fundamental é a distribuição da integração (global e local) no mapa axial. Os maiores e menores valores numéricos de integração, respectivamente, podem ser convertidos para um escala cromática variando de cores quentes a frias, passando pelo vermelho, laranja, verde, azul claro até o azul escuro. Outra opção seria a utilização de tons de cinza, onde o preto corresponde ao vermelho, o cinza muito escuro ao laranja, o cinza escuro ao verde e azul claro, e o cinza claro ao azul escuro (fig. 2.4). Isso permite formar um quadro visual de como a integração se distribui no sistema espacial da cidade por inteiro (HILLIER *et al*, 1993).

⁴ Os mapas axiais são calculados por meio do *software Mindwalk*, desenvolvido por Lucas Figueiredo de Medeiros, na Universidade Federal de Pernambuco, Recife, em 2005. Programa compatível com o ambiente *Windows*. Cabe destacar os créditos aos seguintes *softwares* utilizados na pesquisa: *AutoCad*, *MindWalk*, *ArcView*, *Corel Draw*, *Microsoft Word*, *Internet Explorer*, *Statistical Package for Social Sciences – SPSS*, *MiniTab*.

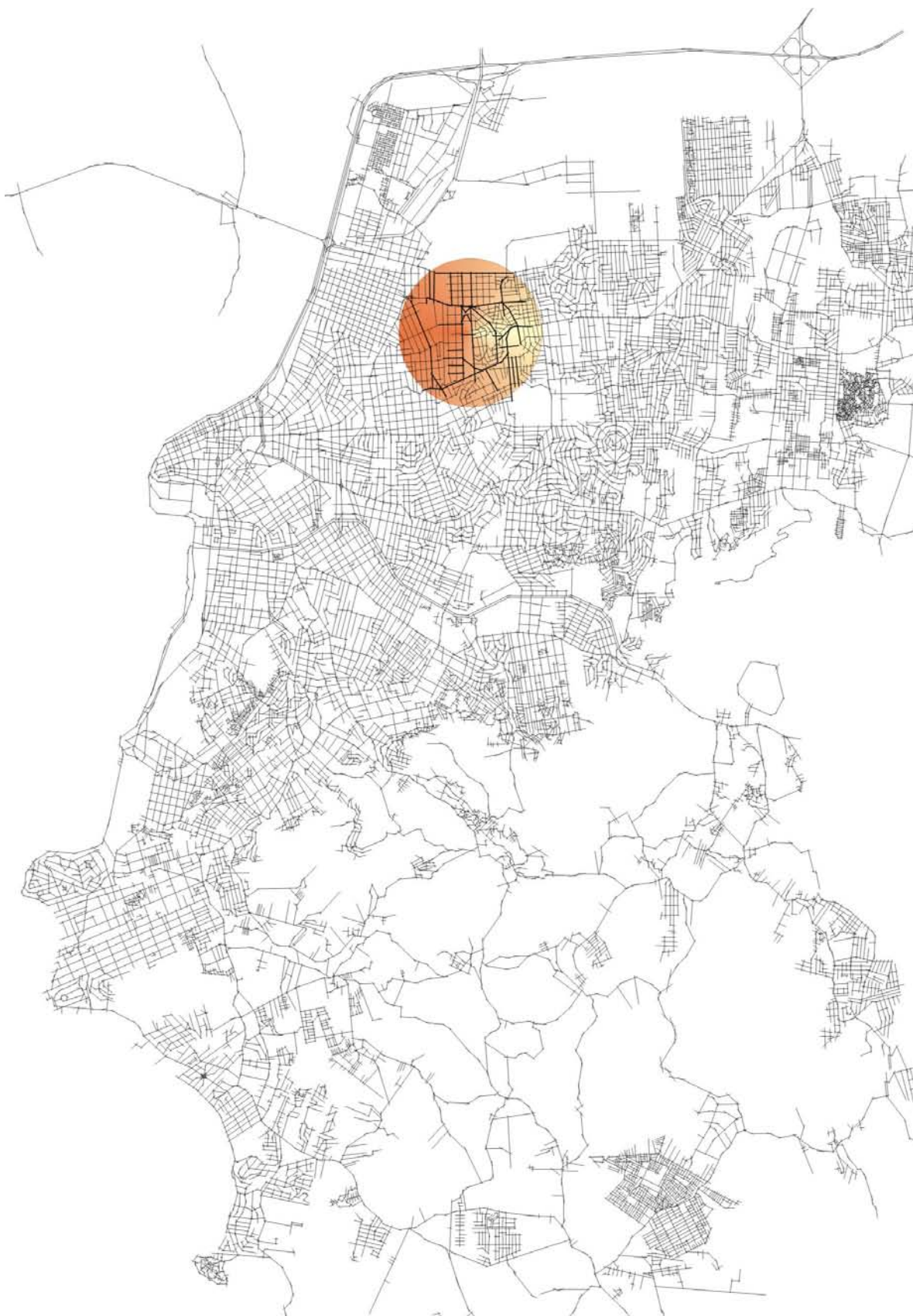
⁵ Um algoritmo é um método preciso de cálculo ou avaliação quantitativa, cuja aplicação conduz a resultados e soluções exatas do ponto de vista matemático (CHADWICK, 1973: 178; NOVAES, 1982: 19).

⁶ Acessibilidade sintática é medida calculando os caminhos mais curtos em termos do menor número de mudanças de direção.



FIGURA. 2.4: Gradação de cores dos valores de integração da acessibilidade sintática
(fonte: original do autor, 2010)

A borda para delimitação da análise corresponde às seguintes ruas e avenidas: Av. Sertório; Av. Cristóvão Colombo; Av. Assis Brasil; Av. dos Industriários; Av. Líbero Badaró cont. Av. Plínio Brasil Milano; Av. Plínio Brasil Milano; Av. Brasileiro Índio de Moraes; Av. Brino; Av. Gal. Emílio Lúcio Esteves; Av. Tapiaçú cont. R. São Gonçalo; R. Visconde de Pelotas cont. Av. Assis Brasil; R. Dom Pedro II; R. Dr. Eduardo Chartier; R. Mal. José Inácio da Silva; R. Augusto Meyer; R. José Scutari; R. Azevedo Sodré; R. Nova Prata; R. Rio São Gonçalo; R. Cacequi; R. Onze de Agosto; R. Dona Sebastiana; R. Vinte e Cinco de Julho; R. Américo Vespúcio; R. Brigadeiro Oliveira Néri; R. Martin Aranha; R. Gal. João D. Marting Travessa São Jacó; Travessa Jundiá; Travessa Sul (mapa 2.3). Este conjunto de 30 vias corresponde a cerca de 52 linhas axiais, abrangendo 4 zonas de tráfego vinculadas aos bairros Higienópolis, St^a M^a Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI. A escolha das linhas axiais em estudo e o descarte de outras deve-se ao fato destas linhas abarcarem suficiente diferenciação espacial, formal e funcional. Um maior número de linhas axiais acarretaria num dispêndio de tempo e recursos (pessoal e financeiro) que inviabilizaria operacionalmente a etapa de levantamento de dados diretamente no local, tanto sob o ponto de vista deste estudo de caso, quanto em termos de aplicabilidade prática do método proposto nesta e/ou outras áreas da cidade.

**MAPA 2.2: Decomposição axial do sistema de vias da cidade de Porto Alegre**

O mapa mostra todo o sistema de ruas de Porto Alegre, que serve de base à Sintaxe Espacial. Em destaque as áreas de estudo em torno dos bairros Higienópolis, Stª Mª Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI.

(fonte: LABECON_PROPUR, coord. Profº. Décio Rigatti; original do autor, 2010)



MAPA 2.3: Delimitação do sistema de vias das áreas em estudo
(fonte: original do autor, 2010)

As medidas de acessibilidade sintática, em termos da organização sócio-espacial global e local, a serem verificadas são: Integração Global (R_n) e Integração Local com limitação de passos de profundidade, pois do rol de obras pesquisadas (HILLIER *et al*, 1993; PENN, *et al* 1998; SILVA, 2004) são as medidas com maiores contribuições e resultados significativos. Na análise global (R_n) são calculados todos os possíveis caminhos de uma linha axial a todas as outras, ou seja, é representada a acessibilidade de uma dada via em relação a todas as outras do sistema. Assim, “R” representa o raio e “n” o número de conexões. Na análise local (RI) calcula-se para cada eixo apenas as linhas que estiverem até o valor do nível de conexão considerado.

A partir do cálculo da acessibilidade sintática tradicional, propõe-se a construção da **medida de distribuição dos caminhos alternativos**, a qual relaciona o nível de carregamento de uma linha axial somando todas as demais linhas intervenientes e conectadas a esta. Isto porque tão-somente a medida de acessibilidade sintática de uma linha axial não expressa necessariamente uma rede densa de articulação e continuidade de percursos possíveis ao longo de uma linha axial (eq. 2.1; apêndice C; D; E).

Dada a fórmula:

(eq. 2.1)

$$\begin{aligned} \text{medida de distribuição dos caminhos alternativos de Integração Global} &= \sum \text{acessRn} \\ \text{medida de distribuição dos caminhos alternativos de Integração Local_RI} &= \sum \text{acessRI} \end{aligned}$$

Que deve ser lida como a “**medida de distribuição dos caminhos alternativos de Integração Global e LocalRI**” é igual ao somatório dos valores de acessibilidade sintática da linha axial considerada e de todas as linhas axiais conectadas a esta.

Onde: $\sum \text{acessRn}$ consiste no somatório da Integração Global da linha axial e de todas as linhas axiais conectadas a esta;

$\sum \text{acessRI}$ consiste no somatório da Integração Local até a abrangência de passos topológicos da linha axial e de todas as linhas axiais conectadas a esta.

(fonte: original do autor, 2010)

A **medida de distribuição dos caminhos alternativos** é diretamente calculada a partir do valor da linha axial em si e do número de conexões de linhas axiais vizinhas e adjacentes a esta. Portanto, trata-se de uma noção mais abrangente da possibilidade de acessar a linha axial considerada a partir das demais linhas axiais que compõem o seu entorno imediato.

Exemplificando:

- **Situação a:** Numa situação limite em que há apenas uma linha axial, o valor desta medida será ‘0’, indicando uma situação improvável, na qual a linha axial não se conecta a nenhuma outra.

$$\begin{aligned} \sum \text{acessRn} &= 0 \\ \sum \text{acessRI} &= 0 \end{aligned}$$

- **Situação b:** Considerando dois sistemas de vias quaisquer e que apresentam o mesmo valor de acessibilidade sintática Global e Local RI em todas as linhas axiais, as linhas do sistema de vias mais conectadas em 'b' tende a incrementar os valores de acessibilidade sintática da linha em destaque (vermelha), na medida em que estabelece a soma da contribuição de todas as demais linhas axiais conectadas (fig. 2.5). A medida de **distribuição dos caminhos alternativos** possibilita diferenciar os 'pesos' dos valores de acessibilidade sintática que contribuem para a linha axial analisada. O somatório da acessibilidade sintática das conexões em 'b', pode (ou não) suplantar a diferença de acessibilidade apresentada em 'a'. Ou seja, importa a quantidade de conexões, mas principalmente os valores de acessibilidade sintática das linhas axiais conectadas a linha analisada.

FIGURA 2.5: Diferenciação do sistema de vias por meio da medida de distribuição da acessibilidade sintática (fonte: original do autor, 2010)

Neste caso, a linha axial considerada (em vermelho) é carregada com valores de acessibilidade sintática a partir da seleção e mensuração das linhas axiais que a interseccionam (fig. 2.4). Isto porque nos mapas axiais percebe-se que comumente uma linha axial pode conter o cruzamento de uma ou várias linhas axiais. Trata-se de um procedimento para representar e atribuir valores de acessibilidade sintática a linha axial (linha vermelha da fig. 2.5) em função dos vínculos e adjacências imediatas do sistema de vias (linha preta da fig. 2.6).



FIGURA 2.6: Possibilidade de intersecções das linhas do sistema (fonte: original do autor, 2010)

No caso da **medida de distribuição dos caminhos alternativos** não é feita a padronização por metro linear de via, uma vez que a acessibilidade sintática carrega a linha axial em toda a sua extensão não devendo ser fracionada pela distância métrica padrão (ml) adotada nas outras medidas.

2.1.2.2 Medida de diversidade tipo-morfológica

Faz-se necessário discretizar as inúmeras tipologias e morfologias relacionadas ao tecido urbano. Este aspecto é fundamental para verificar o quanto a relação tipo-morfológica, sob o ponto de vista das regras em que são geradas, podem






ser modeladas, mensuradas e simuladas junto à **medida de diversidade tipo-morfológica**, que integra parte da expressão matemática do **modelo de deslocamento 5D**.

A relação tipo-morfológica dos tecidos urbanos pode ser classificada segundo cinco categorias de análise: *lotes não-edificados*, *edificações unitárias*, *edificações agregadas horizontalmente*, *edificações agregadas verticalmente*, *edificações excepcionais* (quadro 2.4; apêndice D; E). O critério fundamental da classificação tipo-morfológica é a relação entre base e altura das edificações, sendo que o número de pavimentos é um atributo subjacente.

Critérios e procedimentos:

- classificar a quantidade de tipos encontrados por linha axial;
- praças e parques são classificados como o tipo lotes não-edificados sendo considerados sem formas construídas;
- praças e parques quando possuem edificações se enquadram nas demais classificações, sendo considerada uma (1) forma construída;
- terrenos baldios e edificações abandonadas sem condições de habitabilidade são classificados como o tipo lotes não-edificados, embora não possuam a capacidade de influenciar o movimento de pedestres e veículos, mas a condição potencial futura de vir a influenciar no movimento de pedestres e veículos. O desenvolvimento da expressão matemática da **medida de diversidade tipo-morfológica** é sensível a esta consição [ver (eq. 2.2)].

QUADRO 2.4: Classificação tipo-morfológica

Classificação	Descrição	Exemplo	Ilustração
Lotes não-edificados	Vazio intra-urbanos	-Praças -Parques - Terrenos baldios -Edificações abandonadas sem condições de habitabilidade	
edificações unitárias	Edificações de pequeno porte, de um a três pavimentos, geralmente isoladas, que ocupam parte do lote e, cuja composição formal aproxima à horizontalidade da verticalidade (base=altura).	-Residência térrea - Sobrado	
edificações agregadas horizontalmente	Edificações cuja composição formal tende à horizontalidade (base>altura), independente do número de pavimentos.	-Conjunto residencial horizontal -Galeria comercial -Edificações geminadas	
edificações agregadas verticalmente	Edificações cuja composição formal tende à verticalidade (base<altura), geralmente acima de quatro pavimentos.	-Edifício de escritórios -Edifício de apartamentos -Edifício de comércio e serviço	
edificações excepcionais	Edificações de grande porte (base e/ou altura), geralmente isoladas, que ocupam parte da quadra.	-Supermercado -Shopping Center -Prefeitura -Rodoviária -Aeroporto	

(fonte: original do autor, 2010).

Componente fundamental da **medida de diversidade tipo-morfológica**, o índice ponderado (ip) analisa, ao longo de uma linha axial, a quantidade de tipos entre todas as formas construídas (fc), cujo resultado está normalizado entre '0' e '1' [(eq. 2.2)]. O valor '0' significa que não há formas construídas; neste caso, trata-se de um tecido rarefeito, como por exemplo, vazios intra-urbanos. Já o valor '1', ou próximo a '1', significa uma maior contribuição de determinados tipos de formas construídas por linha axial. Parte-se do princípio que a diversidade de tipos edifícios subentende maior possibilidade de produção e atração de movimento de pedestres e veículos em horários de pico ao longo da semana. O índice ponderado (ip) obtido é multiplicado pela quantidade de formas construídas (fc) de modo a manter ou diminuir a participação das demais formas construídas junto ao movimento de pedestres e veículos. Isto significa que, do ponto de vista tipo-morfológico, quanto maior for o valor de diversidade dos tipos encontrados, mais incrementará o potencial das formas construídas à sua volta atraírem movimento de pedestres e veículos. Interessante observar que a **medida de diversidade tipo-morfológica** está, mesmo que indiretamente, relacionada ao conceito de Pólos

Geradores de Viagens, que devido à sua abrangência, tendem a influenciar as edificações do entorno [(eq. 2.2)].

Dada a fórmula:

$$\text{medida de diversidade tipo-morfológica} = \frac{\text{ip} * \text{fc}}{f} \quad (\text{eq. 2.2})$$

Que deve ser lida como a “**medida de diversidade tipo-morfológica**” é igual à relação entre o tipo predominante (*tp*), e o número de formas construídas (*fc*), pela padronização por 100 metros (*f*).

Sendo: **fc** ≥ **tp**

Onde:

ip representa a expressão $\{[1 - (1 / \text{tp})] * 1,25\}$ que fornece o valor para a ponderação de ‘**fc**’;

tp corresponde ao valor da tipologia predominante (varia de 1 a 5; conforme quadro 2.4);

fc corresponde a unidade de forma construída por lote;

1,25 fator de ponderação constante que torna os dados normalizáveis entre 0 e 1;

f corresponde a padronização por 100 metros

(fonte: original do autor, 2010)

Exemplificando⁷:

- **Situação a:** Numa situação limite em que há 5 edificações e encontram-se 5 tipos, o valor encontrado será o mesmo da quantidade de edificações.

$$\frac{\{[1 - (\frac{1}{5})] * 1,25\} . 5}{1} = 5$$

- **Situação b:** Numa situação limite diametralmente oposta à situação apresentada em ‘a’ na qual não há edificações, apenas praças e terrenos baldios, o valor a ser encontrado em termos de diversidade tipo-morfológica é ‘0’, pois, conceitualmente na presente pesquisa, os tipos estão diretamente relacionados à existência de edificações.

$$\frac{\{[1 - (\frac{1}{1})] * 1,25\} . 0}{1} = 0$$

- **Situação c:** Numa situação em que há apenas uma edificação, o valor a ser encontrado em termos de diversidade tipo-morfológica é ‘0’, pois não há

⁷ Para fins de exemplificação, nas situações ‘a’, ‘b’ e ‘c’ considerou-se ‘1’ metro a distância normalizada.



relação de diversidade tipo-morfológica de uma (única) edificação consigo mesma, mas em comparação com outras (duas ou mais) formas construídas.

$$\frac{\{[1 - (\frac{1}{1})] * 1,25\} . 1}{1} = 0$$

Com base nas situações acima, é possível inferir que há parâmetros bem definidos em torno das cinco classificações de tipos considerados (quadro 2.5), quais sejam:

QUADRO 2.5: Parâmetros do tipo predominante e o valor do índice ponderado da forma construída

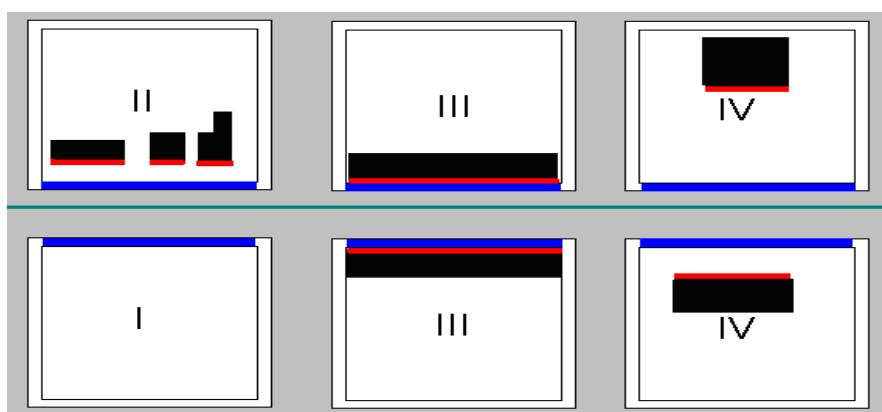
tipo predominante	valor de ponderação da forma construída (fc)
5	1
4	0,9375
3	0,8333
2	0,6250
1	0

(fonte: original do autor, 2010)

2.1.2.3 Medida de delimitação espacial

A **medida de delimitação espacial** compara as extensões da quadra efetivamente delimitada por edificações com aquelas não delimitadas (fig. 2.7). Mede o grau de contribuição das edificações na conformação do espaço aberto público (eq. 2.3; apêndice D; E), cujo resultado está normalizado entre '0' e '1'. Quanto mais próximo de "0" menor a contribuição, quanto mais próximo de "1" maior a contribuição.

Nessas condições, a medida é uma relação entre a soma das partes delimitadas por edificações com a soma de toda a extensão de quadras ao longo de uma linha axial. Denota a eficiência dos tecidos urbanos, na medida em que formas urbanas contínuas e regulares são mais compactas, aproximam as diferentes atividades urbanas, otimizam a infra-estrutura e possibilitam maiores movimentos de pedestres e veículos.



As delimitações das extensões das edificações (em vermelho) e as respectivas extensões das quadras (em azul) por linha axial (em verde) exemplificam: (i) face de quadra sem edificações; (ii) face de quadra delimitada por edificações com recuos laterais e frontais; (iii) face de quadra delimitada por edificações isentas de recuos laterais e frontais; e, (iv) face de quadra delimitada por edificação isolada.

FIGURA 2.7: Delimitação espacial entre edificações e quadras por linha axial
(fonte: original do autor, 2010)

Dada a fórmula:

$$\text{medida de delimitação espacial} = \frac{\text{le/qd}}{f} \quad (\text{eq. 2.3})$$

Que deve ser lida como a “**medida de delimitação espacial**” é igual à relação entre a fração da testada do lote delimitado por edificação (*le*), com a face da quadra (*qd*), pela padronização por 100 metros (*f*).

Onde:

le corresponde à fração da face do lote delimitado por edificação;

qd corresponde a face da quadra ao longo da linha axial;

f corresponde a padronização por 100 metros

(fonte: original do autor, 2010)

Critérios e procedimentos:

- Considera-se a extensão da testada da edificação no lote por extensão de quadra, toda a projeção horizontal ao nível do térreo da edificação que efetivamente ocupa o lote, mesmo que a edificação esteja sobre pilares aparentes (pilotis), ou não possua constituições de acesso.
- Desconsideram-se como extensão de delimitação espacial os muros de fechamento, subsolos, vegetação e assemelhados.
- A face de lote edificado e de quadra referem-se aos dois lados da via considerada ao longo da linha axial.
- Mensura-se a extensão da testada da edificação no lote por extensão de quadra tão-somente quando a edificação estiver no alinhamento predial ou distante a no máximo 5 metros deste. Isto porque as atividades residenciais tendem a utilizar recuos frontais, geralmente até 5 metros, em razão das condições de habitabilidade das edificações em termos de contribuição da incidência solar, e área para ajardinamento. Já as atividades comerciais tendem a utilizar estas áreas para o estacionamento de veículos. Edificações que estiverem a mais de 5 metros do alinhamento predial não são consideradas no cálculo de delimitação espacial do espaço aberto público.



Exemplificando⁸:

- **Situação a:** Numa situação de tecido urbano sem recuos de ajardinamento, na qual os lotes são ocupados em toda a extensão de sua testada pela edificação, como as formas construídas nos tecidos tradicionais, obtém-se o valor '1', que significa um tecido totalmente delimitado espacialmente pelas edificações.

$$\frac{100/100}{1} = 1$$

- **Situação b:** Numa situação na qual há significativas áreas de recuo de ajardinamento e recuos laterais, com a edificação localizada no centro do lote ou da quadra, os valores encontrados tendem a '0', o que significa um tecido pouco delimitado espacialmente pelas edificações.

$$\frac{10/100}{1} = 0,1$$

- **Situação c:** Numa situação na qual não há edificações, ou edificações com recuos de ajardinamento distantes a mais de 5 metros do alinhamento predial, o valor encontrado será '0', o que significa um tecido não delimitado espacialmente e que tende a atrair movimento de pessoas de passagem (pela via pública) do que de permanência (nas edificações).

$$\frac{0/100}{1} = 0$$

⁸ Para fins de exemplificação, nas situações 'a', 'b' e 'c' considerou-se '1' metro a distância normalizada.



2.1.2.4 Medida de densidade de edificações e dimensão do sistema de vias

A concentração, diversidade e localização de atividades por si só não pode mudar a acessibilidade do sistema de vias, pois esta é uma propriedade espacial e depende apenas da posição relativa do sistema de vias entre si. Assim, em princípio é a configuração do sistema de vias que determina a escolha dos deslocamentos pelos pedestres e veículos. Contudo, na prática, ocorrem sucessivas escolhas num constante percurso exploratório entre os diferentes níveis de atratividade disponibilizados pelas edificações. Atividades não-residenciais afins e concorrentes tendem a se localizar próximas, pois isto aumenta o potencial de atrair movimento de pedestres e veículos (agências bancárias, comércio varejista etc). Neste caso, a acessibilidade urbana passa a ser entendida não só como uma medida geométrica-topológica, mas como um potencial de atração específico disponibilizado pelo contínuo e gradual processo de densificação da ocupação pelas formas edificadas.

A partir dos dados da EDom_OD em termos das viagens geradas na zona de tráfego, metragem quadrada construída residencial e não residencial e a metragem linear do sistema de vias⁹ é possível obter um coeficiente capaz de inferir sobre o movimento de pedestres e veículos por linha axial (eq. 2.4; apêndice A; B; D; E).

⁹ O aspecto principal quando se manipulam dados espaciais está relacionado à disponibilidade de dados atuais e confiáveis (LOCH, 2005: 79). Por este motivo, mesmo utilizando dados cadastrais fornecidos pelos órgãos da prefeitura municipal, como a Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre – PROCEMPA, faz-se necessário também averiguar e aferir os dados diretamente no local. Assim sendo, a análise qualitativa por meio da “caminhada de observação” diretamente no local (PARK, 1979; CERTEAU, 1994), conjuntamente com os dados quantitativos da EDom_OD (2003), se mostram fundamentais quando da etapa de obtenção de dados. Trata-se de um procedimento no qual o pesquisador aperfeiçoa seu senso de observação “*in loco*” de modo a captar particularidades qualitativas e quantitativas do fenômeno em estudo (FREITAS e JANISSEK, 2000).

Dada a fórmula:

(eq. 2.4)

$$\text{densidade de edificações e dimensão do sistema de vias} = \frac{\text{fator} * m^{2l}_{res_ñres} * elvp}{f}$$

Sendo: **fator de ponderação** =
$$\frac{vap}{\frac{m^{2t}_{res_ñres}}{elvt}}$$

Que deve ser lida como a “**medida de densidade de edificações e dimensão do sistema de vias**” é igual ao **fator de ponderação** multiplicado pelo total da metragem quadrada construída residencial e não-residencial ($m^{2l}_{res_ñres}$) de uma linha axial, e o total da extensão linear de uma linha axial ($elvp$), dividido pela padronização por 100 metros ao longo desta linha (f).

O **fator de ponderação** consiste na relação do total da geração de viagens atraídas e produzidas (vap) na zona de tráfego, dividido pelo total da metragem quadrada construída residencial e não-residencial ($m^{2t}_{res_ñres}$) de todo o sistema considerado, e dividido pela extensão linear total do sistema de vias ($elvt$).

Onde:

fator de ponderação é o coeficiente obtido a partir da relação entre a geração de viagens produzidas e atraídas com a metragem quadrada construída residencial e não-residencial total e a extensão linear total do sistema de vias de uma área;

$m^{2t}_{res_ñres}$, corresponde a metragem quadrada construída residencial e não-residencial total de uma área;

$m^{2l}_{res_ñres}$, corresponde a metragem quadrada construída residencial e não-residencial total de uma linha axial;

$elvt$ corresponde a extensão total do sistema de vias de uma área;

$elvp$ corresponde a extensão total de uma linha axial;

vap corresponde ao total de viagens atraídas e produzidas quer sejam de base domiciliar ou de base não-domiciliar de uma área;

f corresponde a padronização por 100 metros

(fonte: original do autor, 2010)

Com base no ‘**fator de ponderação**’ é possível obter um valor médio de viagens por metro quadrado construído e metro linear de via para toda a área em estudo. Assim sendo, multiplica-se o valor do ‘**fator de ponderação**’ pela relação entre o total da metragem quadrada construída e o total da metragem linear, dividido por 100 metros lineares, de modo a obter o movimento de pedestres e veículos presumível por linha axial.



A **medida de densidade de edificações e dimensão do sistema de vias** apresenta coerência, pois os dados médios obtidos pela EDom_OD (2003) sempre consideram zonas de tráfego, ou seja, que possuem vias, edificações e pessoas se deslocando. Portanto, os valores sempre serão diferentes de zero, o que possibilita a divisão entre os mesmos. Além disso, sob o ponto de vista da demanda de viagens, baseada em origem e destino, sempre há uma relação entre viagens geradas e atraídas a partir de uma base que seja domiciliar e/ou não domiciliar. Caso haja uma linha axial sem metragem quadrada construída, o valor será considerado '0' em termos de geração de viagens, pois não há origem e sequer destino relacionado a uma edificação. A via pública neste caso serve tão somente como ligação entre outras áreas.

Exemplificando:

- **Situação:** Na medida em que a metragem quadrada aumenta e a metragem linear do sistema de vias permanece constante, o movimento de pessoas cresce. Por outro lado, na medida em que a metragem quadrada permanece constante e a metragem linear do sistema de vias aumenta, o movimento de pessoas diminui.

Obtém-se o **fator de ponderação** a partir dos seguintes dados [(eq. 2.5); qd. 2.6] e expressão matemática:

(eq. 2.5)

$$\text{fator} = \frac{\text{vap}}{\frac{\text{m}^2 \text{t}_{\text{res_ñres}}}{\text{elvt}}}$$

$$\text{fator} = \text{viagens}/\text{m}^2/\text{metro linear}$$

- **vap:** total de viagens atraídas e produzidas quer sejam de base domiciliar ou de base não-domiciliar das áreas em estudo:
225200
- **m²t_{res_ñres}** : total da metragem quadrada construída residencial e não-residencial das áreas em estudo:
3426049
- **elvt:** total da extensão linear do sistema de vias das áreas em estudo:
86656

Aplicando a expressão matemática:

$$\text{fator} = \frac{225200}{\frac{3426049}{86656}} = 0,00000076 \text{ viagens/m}^2/\text{metro linear}$$
$$0,00000076 * 3426049 * 86656 = 225200 \text{ viagens}$$

QUADRO 2.6: Valores das viagens produzidas e atraídas, área construída e extensão viária das áreas em estudo

Bairro	Produção de viagens	Atração de viagens	Área construída total (m ²)	Extensão viária total (metro linear)
Higienópolis	32979	26929	1286715,62	20253,26
Stª Mª Goretti	16190	25091	546868,64	16862,94
Passo da Areia	46201	48279	1309579,16	29457,18
Vila do IAPI	15430	14101	282886,44	20083,59
total	225200		3426049	86656

(fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003)

2.1.2.5 Medida de dependência das atividades

Na escala urbana, as atividades residenciais e não-residenciais produtoras e atratoras de movimento de pedestres e veículos necessitam ser analisadas em seu conjunto, i.e., a relação entre atividades. Os fatores de ponderação de atratividade dos usos do solo, a partir dos dados da EDom_OD (2003), permitem uma facilidade extra em termos de como atribuir valores aos diferentes usos do solo. Isto significa que, para fins da presente pesquisa, as 158 atividades catalogadas pelo ITE (2003), classificadas a partir de dez categorias de usos do solo, são compiladas em tão somente duas categorias, quais sejam: atividade residencial e atividade não-residencial (quadro 2.7; apêndice A; B; D; E).

Ao restringir as análises das atividades apenas em residencial e não-residencial procurou-se abranger as atividades mais significativas do sistema, reduzindo a complexidade, mesmo sabendo que dentro de uma mesma atividade, por exemplo comercial (não-residencial), existem níveis diferenciados de atratividade, desde um armazém até um *shopping center*.

QUADRO 2.7: Classificação das atividades produtoras e atratoras de viagens

Residencial Base domiciliar	Não-residencial Base não-domiciliar
<ul style="list-style-type: none">• Estadia permanente: unifamiliar, multifamiliar...	<ul style="list-style-type: none">• Estadia temporária: hotel, motel, flat...• Recreacional: parques, praças, teatros, cinemas, academias, estádios, ginásios de esporte...• Comercial_varejo: restaurantes, hipermercados, centros comerciais...• Prestação de serviços_escritório: profissionais liberais, escritórios...• Educacional: maternais, colégios, universidades...• Assistencial de saúde: clínicas, postos de saúde, hospitais...• Institucional: igrejas, prédios da administração pública, legislativo, bibliotecas...• Terminal de transporte: porto, aeroporto, carga, estação metro-ferroviária, rodoviária, edifício-garagem, centros logísticos...• Industrial: indústria leve, pesada, manufaturada...

(fonte: original do autor, 2010; adaptado dos modelos advindos do ITE, 2003 e do BOLETIM TÉCNICO 32 da CET- São Paulo, 1983).



Interessa para a pesquisa atribuir valores para duas categorias de análise, quais sejam: atividade residencial e não-residencial, sendo que áreas não-edificadas (terrenos baldios) são passíveis de associação a uma destas duas categorias. Para tanto, podem ser utilizados três critérios: aferição direta no local; aplicação e calibração do modelo estatístico-matemático e taxas de viagens; e, utilização de dados da EDom_OD, sendo este o critério adotado na presente pesquisa.

Critérios e procedimentos:

- ***aferição direta no local*** – algumas informações concernentes às atividades podem ser obtidas diretamente no local, como o movimento de pedestres e veículos. O técnico observador postado nas proximidades da edificação, anota durante os horários de pico durante a semana o número de pedestres e veículos em seus movimentos sincrônicos de entrada e saída da edificação. É verificada assim quantas vezes a atividade não-residencial atrai mais movimento de pessoas do que a atividade residencial.
- ***aplicação e calibração do modelo estatístico-matemático e das taxas de viagens*** – com base nas mesmas edificações adotadas no critério anterior (aferição direta no local) podem ser aplicados os modelos e/ou as taxas de viagens apresentados por diferentes autores de modo a verificar o movimento presumível. Com base nestes valores, é possível obter a diferença das viagens geradas pelos empreendimentos. No entanto, deve-se observar que pode haver certa majoração no movimento gerado pela aplicação e calibração do modelo estatístico-matemático em comparação com o critério da aferição direta no local. Isto se deve, possivelmente, ao aspecto econômico e social dos países dos quais estes estudos são provenientes, os quais, em sua maior parte, privilegiam o deslocamento motorizado [tab. 2.2 e (eq. 2.6)].

TABELA 2.2: Cálculo da demanda de viagem de um Pólo Gerador de Viagem: Igreja com 5000m² de área construída

Nº de Estudos (X médio)	Unidade ou variável explicativa X- Variável independente	Taxa média Viagens geradas por unidade de tempo (intervalo)	Equação	r ²
8 (19)	1.000 pés quadrados de área total construída (92,903m ²) ¹⁰	1,63 (0,78 – 4,04) (hora do pico da tarde em final de semana – domingo)	$Ln(T) = 0,490 Ln(X) + 1,847$	0,58

(eq. 2.6)

Modelo
 $Ln(T) = 0,490 Ln(X) + 1,847$
 $Ln(T) = 0,490 Ln(50) + 1,847$
 $V = (0,490 * 3,9 + 1,847)$
 $V = 3,4$
V = 30 viagens por hora do pico da tarde em final de semana – domingo

Taxa de viagens
Taxa menor = $0,78 * 50$
Taxa = 39 viagens por hora do pico da tarde em final de semana – domingo
Taxa maior = $4,04 * 50$
Taxa = 202 viagens por hora do pico da tarde em final de semana – domingo
Taxa média = $1,63 * 50$
Taxa = 81 viagens por hora do pico da tarde em final de semana – domingo

(fonte: original do autor, 2010; adaptado do ITE, 2003; CET 1983; IBGE, 2000)

- **utilização de dados da EDom_OD** – a partir dos dados de geração de viagens é possível verificar, e calibrar, o quanto as atividades não-residenciais atraem mais movimento (ou não) de pessoas do que as atividades residenciais. Para isso, faz-se necessário estabelecer as seguintes relações quantitativas (qd. 2.8):

QUADRO 2.8: Relações quantitativas entre a geração de viagens para atividades residencial e não-residencial nas áreas em estudo

atividade residencial	atividade não-residencial
<ul style="list-style-type: none"> • somatório das viagens produzidas de base domiciliar 	<ul style="list-style-type: none"> • somatório das viagens atraídas de base domiciliar • somatório das viagens atraídas de base não-domiciliar • somatório das viagens produzidas de base não-domiciliar

(fonte: original do autor, 2010; apêndice A; B)

¹⁰ 1 foot² equivale a 0,09290304 m². No caso, 1000 pés quadrados de área total construída multiplicado por 0,09290304 é igual a 92,903m².

A partir da compilação dos resultados obtidos pela demanda de viagens da EDom_OD em toda a área de estudo e, considerando todos os modos de viagens, obtém-se o **coeficiente (coef)** da relação entre a atividade residencial e a atividade não-residencial, que neste caso é de 1:2,578 (qd. 2.9; 2.10). Ou seja, a atividade não-residencial gera em média 2,578 vezes mais viagens do que as atividades residenciais (quadro 2.9).

QUADRO 2.9: Valores das viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e base não-domiciliar

Identificação		Demanda de Viagens			
Bairro	Zona de tráfego	Produção de base domiciliar	Atração de base domiciliar	Produção de base não-domiciliar	Atração de base não-domiciliar
Higienópolis	31340	29781	23641	3198	3288
Stª Mª Goretti	72250	13030	22997	3160	2094
Passo da Areia	72352	41815	42295	4386	5985
Vila do IAPI	72251	13755	12661	1675	1440
Total		98381		126820	

(fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003; apêndice A; B)

QUADRO 2.10: Proporcionalidade entre as viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e base não-domiciliar

atividade residencial	atividade não-residencial
98381 viagens produzidas de base domiciliar 2*	101594 viagens atraídas de base domiciliar 12419 viagens produzidas de base não-domiciliar 12807 viagens atraídas de base não-domiciliar
49190,5 viagens	126820 viagens
1	2,578

* Produz 98381 viagens com base domiciliar, sendo metade saindo de casa e outra metade voltando. Por este motivo, dividi-se pela metade o número de viagens produzidas de base residencial, pois se subentende que toda a viagem gera o retorno ao domicílio.

(fonte: original do autor, 2010; apêndice A; B)

Verificou-se a média de viagens entre as zonas de tráfego. Porém, como há diferenças fortes de demanda de viagens entre elas, cada linha poderia adotar o valor de sua respectiva zona de tráfego. Assim sendo, os valores de proporcionalidade entre as viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e base não-domiciliar podem ser desagregados por zona de tráfego, sendo neste caso, a relação de 1:1,01 para o bairro Higienópolis, de 1:2,16 para o Stª Mª Goretti, de 1:1,26 para o Passo da Areia e de 1:1,14 para a Vila do IAPI.

A **medida de dependência das atividades** procura verificar a disposição do sistema de barreiras qualificando as passagens e, com isso, as possibilidades de interface entre os espaços abertos públicos e as edificações [(eq. 2.7)].

Dada a fórmula:

$$\text{medida de dependência das atividades} = \frac{(C^{\text{res}} * \text{coef}^{\text{res}}) + (C^{\text{ñres}} * \text{coef}^{\text{ñres}})}{f} \quad (\text{eq. 2.7})$$

Que deve ser lida como “**medida de dependência das atividades**” é igual a relação entre o total de constituições de acesso por metragem quadrada de forma construída (C^{res} , $C^{\text{ñres}}$) ponderada com a atratividade das atividades, pela padronização por 100 metros (f).
Sendo: uma constituição (C^{res} , $C^{\text{ñres}}$) para cada 92,903m² de área construída.

Onde :

C^{res} e $C^{\text{ñres}}$ corresponde ao número de constituições de acesso residencial e não-residencial, respectivamente;

coef^{res} e $\text{coef}^{\text{ñres}}$ corresponde aos fatores de majoração das constituições de acesso; (ver quadro 2.10; apêndice A; B);

f corresponde a padronização por 100 metros

(fonte: original do autor, 2010)

Critérios e procedimentos:

- São consideradas tão somente uma constituição por atividade residencial e não-residencial para cada 92,903m² de área construída, independentemente da quantidade, tamanho, material, localização e distância das constituições de acesso (aberturas e portas ao nível térreo das edificações). O valor 92,903m² se deve ao fato do ITE adotar este valor em suas taxas médias de geração de viagens. Com isso é possível diferenciar, por exemplo, uma constituição de acesso a uma residência e uma constituição de acesso a um *shopping center*.
- As constituições de acesso são diferenciadas e ponderadas conforme a atratividade dos usos do solo a que estiverem relacionadas (apêndice D; E);
- Adota-se o valor 1 (por atividade residencial e não-residencial para cada 92,903m²) se houver constituição de acesso e a edificação estiver ocupada (acima de 50% das unidades) ou em condições de habitabilidade (condições mínimas de conforto, segurança e higiene de acordo com os códigos de obra e responsabilidade técnica profissional); do contrário, adota-se o valor 0 se não houver constituição de acesso e a edificação estiver desocupada (abaixo de 50% das unidades) ou sem condições de habitabilidade. Este critério é um refinamento que permite majorar ou minorar a força de determinadas atividades residenciais e não-residenciais;



- Os terrenos baldios serão considerados sem constituição de acesso, pois seque há edificações;
- As praças e parques serão consideradas constituídas de um acesso por espaço público convexo para o qual está a via pública;
- As edificações excepcionais possuem atividades nas quais tendem a atrair um significativo contingente de pessoas independentemente de sua localização no espaço aberto público (CUTINI, 2001). Atividades excepcionais são calibradas na medida em que quantifica a relação de uma constituição de acesso para cada unidade de forma construída por atividade, i.e., uma constituição de acesso por 92,903m².
- Ocupações irregulares, glebas sem orientação urbanística e conjuntos habitacionais para famílias de baixa renda, enquanto vazios intra-urbanos, que são mantidos como reserva especulativa e, não raras vezes, também ocupados clandestinamente, são passíveis de análise, uma vez que a medida de transformação tipo-morfológica contabiliza “*in loco*” as unidades de forma construída que realmente existem.

Exemplificando¹¹:

- **Situação a:** numa situação limite em que não há constituições de acesso, o valor desta medida será ‘0’, indicado que inexistente a possibilidade de entrada e saída das edificações. Neste caso, os fatores de ponderação ($coef^{res}$; $coef^{fires}$) não influenciam no cálculo da medida.

$$\frac{0^{res} * 1 + 0^{fires} * 2,578}{1} = 0$$

¹¹

Tanto na situação ‘a’ quanto ‘b’ considerou-se ‘1’ metro a distância métrica padrão.



- **Situação b:** verifica-se o quanto os fatores de ponderação são capazes de calibrar esta medida e capturam a diferenciação entre as situações 'a' e 'b'. A título de exemplificação:

i) a maior quantidade de unidades de formas construídas edificadas de uso residencial em relação ao uso não residencial.

$$\frac{1000^{\text{res}} * 1 + 0^{\text{ñres}} * 2,578}{1} = 1000$$

ii) a mesma quantidade de formas construídas residenciais e não residenciais.

$$\frac{500^{\text{res}} * 1 + 500^{\text{ñres}} * 2,578}{1} = 1789$$

iii) a menor quantidade de unidades de formas construídas edificadas de uso residencial em relação ao uso não residencial.

$$\frac{0^{\text{res}} * 1 + 1000^{\text{ñres}} * 2,578}{1} = 2578$$

2.2 ANÁLISE DE REGRESSÃO: PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Inicialmente, cabe salientar que não existe um único procedimento estatístico para selecionar a "melhor" equação de regressão. A escolha da regressão linear múltipla recai sobre os diversos estudos que a utiliza como parâmetro de análise. O que se pretende verificar é o quanto a equação de regressão linear múltipla é capaz de explicar satisfatoriamente o fenômeno em estudo (apêndice D; E; F).

Amplamente utilizadas em análises urbanas, as análises estatísticas tratam de quantificar determinados fenômenos e verificar as relações de causa e efeito. A análise de regressão, significa a existência de variáveis independentes, também chamadas de preditoras, capazes de explicar algum fenômeno representado por uma variável dependente (movimento de pedestres e veículos). Em outras palavras, a análise de regressão informa o quanto da variação na dependente é explicado pela independente (BARBETTA, 1999: 242).

Técnicas e procedimentos estatisticamente controlados passíveis de generalizações são utilizados para verificar o grau de dependência das variáveis envolvidas. Para tanto os dados são tratados utilizando-se o sub-programa "regressão", componente do software "Statistical Package for Social Sciences" –



SPSS, que permite organizar numericamente os dados e rodar inúmeras regressões. Para verificar o grau de dependência das variáveis consideradas utiliza-se a Análise de Regressão Múltipla, que pode ser mais bem explicada pelas funções logarítmica, exponencial ou linear.

Esta função estatística correlaciona duas ou mais variáveis independentes 'X' a uma variável dependente 'Y'. A técnica consiste em selecionar as variáveis independentes e correlacionar com 'Y'. Obtém-se uma equação de 'Y' como sendo função destas variáveis. A teoria deste método de análise pode ser encontrada em textos de estatística (DRAPER e SMITH, 1981; KERLINGER, 1980; SEARLE, 1971; GRAYBILL, 1961).

As possíveis relações funcionais entre as variáveis são avaliadas por meio do coeficiente de determinação (r^2) que corresponde à medida da proporção de variabilidade de uma variável explicada pela variabilidade da outra, havendo duas ou mais variáveis independentes. Revela a proximidade dos valores estimados da linha de tendência, i.e., o quanto duas ou mais variáveis estão relacionadas e/ou associadas (quanto mais próximo de "0" menor a relação, quanto mais próximo de "1" maior).

Todas as variáveis são identificadas e ordenadas em colunas, de modo que o conjunto de dados sejam tratados estatisticamente (apêndice D; E). Tanto os valores tabulados quanto os encontrados pelo **modelo de deslocamento 5D** são iguais ou maiores que '0'. Trata-se de um procedimento paramétrico¹² e quantitativo, no qual a escala de razão (escala de valores ou escores como também é chamada) representa o nível mais completo de mensuração, permitindo utilizar todas as operações matemáticas na análise de dados. É semelhante a uma escala intervalar, mas nesse caso o valor 'zero' representa o valor mínimo ou a ausência de característica mensurada. A existência de um valor zero absoluto, na escala de medida, permite identificar quantas vezes um dado/observação é maior que outro (BARROS e REIS, 2003: 13).

¹²

Estatísticas paramétricas são aquelas que atendem a determinados pressupostos, tais como a normalidade da distribuição de homogeneidade de variância dos dados (BARROS e REIS, 2003: 07).

A adoção destes procedimentos estatísticos permite testes sistemáticos, pois a composição do modelo e o procedimento estatístico de análise de regressão provêm uma estrutura flexível capaz de medir a influência de diferentes unidades de análise entre si. A tabela seguinte (tab. 2.3) fornece um guia de como descrever em palavras o valor numérico de uma dada regressão. Evidentemente que as interpretações dependem de cada contexto em particular.

TABELA 2.3: Interpretação dos valores numéricos de regressão

Valor da regressão*	Determinação r^2	Interpretação da regressão
0,9000 a 1	0,8100 a 1	muito forte
0,7000 a 0,8900	0,4900 a 0,7921	forte
0,4000 a 0,6900	0,1600 a 0,4751	moderada
0,2000 a 0,3900	0,0400 a 0,1521	fraca
0,0000 a 0,1900	0,0000 a 0,0361	bem fraca

(*) valores positivos ou negativos

(fonte: adaptado de BARBETTA, 1999)

Cumprida a etapa de construção do método e, após os esclarecimentos de ordem geral das consistências e coerências matemáticas das medidas do tecido urbano propostas, procede-se agora à efetiva análise das amostras reais em torno dos bairros Higienópolis, St^a M^a Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI, na cidade de Porto Alegre/RS. Os resultados obtidos acompanhados de suas respectivas análises são os que seguem.



3 ESTUDO DE CASO

Neste terceiro capítulo, são expostos os resultados alcançados em torno de como as **medidas do tecido urbano**, que compõem o **modelo de deslocamento 5D**, captam as propriedades espaciais, formais e funcionais apresentadas pelas áreas de estudo, e os respectivos efeitos quantitativos no movimento de pedestres e veículos.

Inicialmente, empreende-se uma breve, porém necessária consulta à historiografia¹ da cidade de Porto Alegre em relação às áreas de estudo. Isso permite abarcar aspectos qualitativos voltados à formação das áreas de estudo, as tendências de crescimento dos últimos anos (expansão do sistema de vias, mudança de uso do solo, densificação construtiva e demográfica) e os prognósticos de transformação e a dinâmica social correspondente.

Na sequência, faz-se a análise descritiva e interpretativa da condição atual das áreas de estudo, em termos de sua configuração espacial urbana e espacialização do movimento de pedestres e veículos.

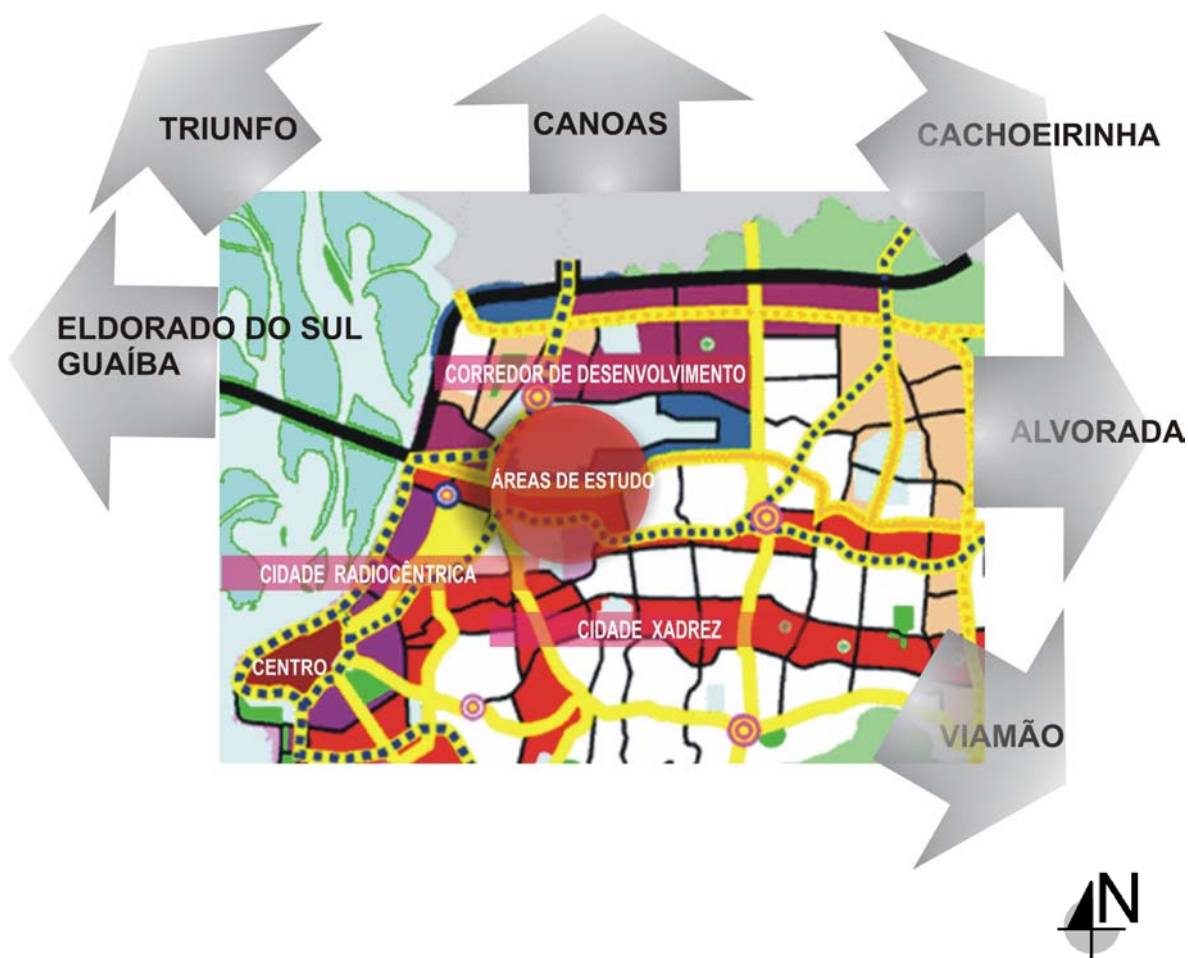
Esta caracterização geral pretende embasar a posterior análise aprofundada dos usos do solo, tipologia edilícia, quantidades de formas construídas, interface entre o espaço aberto público e privado, recuos de ajardinamento, dentre outras propriedades que compõem cada **medida do tecido urbano (distribuição dos caminhos alternativos, diversidade tipo-morfológica, delimitação especial, densidade de edificações e dimensão do sistema de vias, dependência das atividades)**.

¹ Análises centradas nos diferentes aspectos sociais, culturais, ambientais, políticos, econômicos (dentre outros) que analisam historicamente o processo de (trans)formação do tecido urbano de Porto Alegre fogem ao escopo deste estudo de caso. Informações desta natureza podem ser obtidas na literatura de MACEDO (1968), PESAVENTO (1991, 1996), FRANCO (1992), SOUZA e MÜLLER (1997), dentre outras obras e pesquisadores.

Por fim, a expressão matemática e estatística com maior coeficiente de determinação da regressão encontrada junto ao **modelo de deslocamento 5D** é testada por meio da modelagem e simulação do movimento de pedestres e veículos numa amostra de tecido urbano.

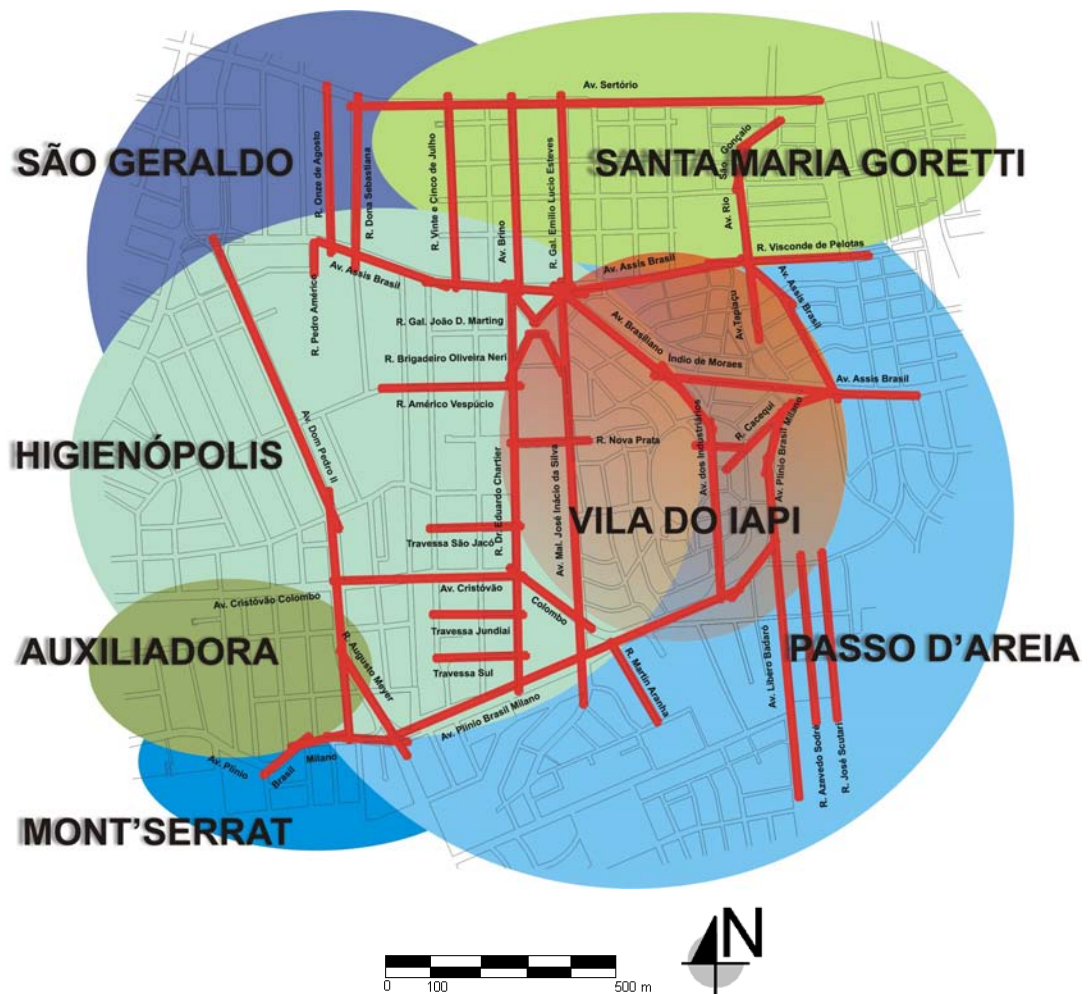
3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS ÁREAS EM ESTUDO

Implantadas na zona norte da cidade, a menos de 6 km da área central, com uma superfície de cerca de 424 ha, e aproximadamente 50000 habitantes (tab. 3.1), as áreas de estudo localizam-se próximas à confluência de três macrozonas de ocupação, quais sejam: cidade radiocêntrica, cidade xadrez e corredor de desenvolvimento (mapa. 3.1), abrangendo partes dos bairros Higienópolis, St^a M^a Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI (mapa 3.2).



MAPA 3.1: Macro-localização das áreas em estudo

(fonte: original do autor; adaptado da PMPOA, 1999: 4 - 5)



MAPA 3.2: Localização das áreas de estudo
(fonte: original do autor, 2010)

Os bairros Mont'Serrat, Auxiliadora e São Geraldo compõem o entorno das áreas em estudo. Em destaque (linhas em vermelho) as respectivas ruas e avenidas analisadas quanto ao movimento de pedestres e veículos e ao **modelo de deslocamento 5D**. Como trata-se de um sistema, as demais vias são indispensáveis enquanto relações que estabelecem entre as áreas de estudo e seu entorno imediato, o núcleo de integração, a área central e a cidade como um todo.

O surgimento dos bairros Higienópolis, St^a M^a Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI está ligado ao desenvolvimento industrial e à urbanização de Porto Alegre, que se expandiu, a partir de 1900, para a Zona Norte da cidade. Foi a partir da abertura e expansão de três longas vias paralelas no sentido leste-oeste, as atuais avenidas Assis Brasil (antiga Estrada do Passo D'Areia), Plínio Brasil Milano (antiga Estrada da Pedreira), Cristóvão Colombo (antiga Estrada da Floresta), presentes ainda hoje no sistema de vias da cidade, que se tornou possível a formação, ocupação, crescimento e processo de consolidação morfológica e funcional das áreas de estudo (FRANCO, 1992).

Estas vias passaram por um duplo processo: o de consolidação do padrão de tecido residencial dos referidos bairros, ao longo das décadas de 1940 a 1960, para, ainda durante sua consolidação, lentamente incorporarem o atributo funcional de atividades não-residenciais (comércio a varejo e atacado, serviço especializados), com um padrão tipo-morfológico marcado pela diversidade, desde o *tipo de edificação unitária, tipo agregado verticalmente, até o tipo excepcional*².

Devido à considerável acessibilidade e mobilidade destas três vias, novas vias foram implantadas ao longo dos anos, diversas outras foram alargadas e pavimentadas, de modo a eliminar os caminhos e estradas ainda remanescentes dos arraiais. Neste sistema de vias, destacam-se duas outras vias fundamentais: a Av. Dom Pedro II (aberta na segunda década do século XX) e a Av. Sertório (que remonta sua origem às últimas décadas do século XIX em 1875), responsáveis pela estruturação dos bairros Higienópolis e St^a M^a Goretti, respectivamente.

Localizada junto ao Bairro Higienópolis, a Av. Dom Pedro II, a partir de sua reestruturação ocorrida nos últimos anos, tornou-se uma das mais importantes (em termos de acessibilidade e mobilidade) avenidas do sistema de vias da cidade,

² Ver, no capítulo do método, a sessão 2.1.2.2 relacionada à **medida de diversidade tipo-morfológica** e, em específico, o quadro 2.4. **Edificações do tipo unitária** são edificações de pequeno porte, de um a três pavimentos, geralmente isoladas, que ocupam parte do lote e, cuja composição formal aproxima à horizontalidade da verticalidade (base=altura), como por exemplo residência térrea, sobrado. **Edificações agregadas horizontalmente** são edificações cuja composição formal tende à horizontalidade (base>altura), independente do número de pavimentos, como por exemplo, conjunto residencial horizontal, galeria comercial, edificações geminadas. **Edificações agregadas verticalmente** são edificações cuja composição formal tende à verticalidade (base<altura), geralmente acima de quatro pavimentos, como por exemplo, edifício de escritórios, edifício de apartamentos, edifício de comércio e serviço. **Edificações excepcionais** são edificações de grande porte (base e/ou altura), geralmente isoladas, que ocupam parte da quadra, como por exemplo, supermercado, *shopping center*, prefeitura, rodoviária, aeroporto. **Lotes não-edificados** são os vazios intra-urbano, como por exemplo, praças, parques, terrenos baldios, edificações abandonadas sem condições de habitabilidade.

sendo, atualmente, trecho da Terceira Perimetral de Porto Alegre (FRANCO, 1992). Nas duas últimas décadas, o mercado imobiliário expandiu-se ao longo da Av. Dom Pedro II, cuja diversidade de edificações do *tipo agregada verticalmente* concentra desde o uso residencial até uma variedade de atividades não-residenciais especializadas (bancos, escritórios, comércio, lazer), atividades mistas (comércio no térreo e residência nos demais pavimentos), atividades institucionais (igrejas, postos de saúde, escolas) e uma considerável quantidade de áreas verdes (FRANCO, 1992). De acordo com os dados do último EDom_OD (2003) o Bairro Higienópolis conta com 13935,05 habitantes, em uma área de 103 ha, cuja densidade é de 135 hab/ha. O rendimento médio mensal dos responsáveis pelo domicílio é de 15,06 salários mínimos.

Após 1944, devido às obras de alargamento, pavimentação e oferta de transporte coletivo, a Av. Sertório, ao integrar e demarcar boa parte do limite do Bairro St^a M^a Goretti, tornou-se uma das vias mais acessíveis e movimentadas das áreas de estudo e da cidade (FRANCO, 1992). Embora mantenha-se predominantemente residencial, o Bairro St^a M^a Goretti apresenta variedade de uso comercial (supermercados, estabelecimentos de venda em atacado) e indústrias. É composto por edificações de baixa altura, do *tipo edificação unitária e agregada horizontalmente*, cujo uso misto (residencial e comercial), apresenta por vezes, edificações sem condições de habitabilidade ou subutilizadas. Conta com uma população de 6546,52 habitantes, em uma área de 77 hectares, e densidade de 85 hab/ha, cujo rendimento médio mensal dos responsáveis pelo domicílio é de 8,54 salários mínimos (de acordo com dados da última EDom_OD, 2003).

Somam-se as estas vias anteriormente citadas (Assis Brasil, Plínio Brasil Milano, Cristóvão Colombo, Dom Pedro II, Sertório) as demais vias estruturadoras das áreas de estudo (Brasilião Índio de Moraes, Industriários, Dr. Eduardo Chartier, Mal. José Inácio da Silva). Responsáveis por interligar as áreas de estudo entre si, com os demais bairros e também com a área central, possibilitaram a partir de 1940, quando da implantação do transporte coletivo, a transformação mais efetiva das áreas de estudo.

No período compreendido entre as décadas de 1900 e 1950 significativos processos de renovação urbana na cidade de Porto Alegre modificaram

sensivelmente o sistema de vias e a tipologia edilícia da área central³ e das áreas de estudo. Neste período, ocorre considerável apogeu sociocultural e econômico das áreas de estudo, em razão das expressivas mudanças em termos de reorganização da estrutura física da cidade com importantes obras de infra-estrutura viária e de parcelamento e ocupação do solo. Cita-se como exemplo, a transformação ocorrida na configuração do Bairro Passo D'Areia no que diz respeito à urbanização, a partir do projeto de parcelamento do solo para fins residenciais implementados na década de 1946.

O Conjunto Residencial da Vila do IAPI (Instituto de Aposentadoria e Previdência dos Industriários) tinha por objetivo atender às demandas de moradia para os trabalhadores das indústrias. Construído em uma área de 67 hectares, o empreendimento aumentou significativamente a população do Bairro Passo D'Areia, além de trazer melhorias de infra-estrutura, como transportes, saneamento e energia elétrica (FRANCO, 1992).

A Vila do IAPI apresenta como características morfológicas a multiplicidade de padrões tipológicos (*edificações unitárias e agregadas horizontalmente* de dois, três e quatro pavimentos, por vezes geminadas) com edificações padronizadas de uso predominantemente residencial; o traçado sinuoso de seu sistema de vias - em adaptação às condições topográficas de acentuadas declividades do sítio natural de implantação; e, a variedade de recintos de convívio e espaços abertos públicos. Trata-se de um conjunto residencial com notáveis qualidades arquitetônicas e urbanísticas, vasta diversidade de tipologias arquitetônicas, com cerca de 28 variações, desde edificações uni e plurifamiliares até edificações comerciais e institucionais. Juntas, estas características configuram a Vila do IAPI como uma parcela de tecido urbano marcadamente diversificada, mas que ao mesmo tempo possui forte unidade morfológica e funcional.

Em contraponto, o Bairro Passo D'Areia, ao qual pertence a Vila do IAPI, mistura atividades residenciais e não-residenciais, possuindo algumas indústrias e dispondo de comércio e serviços variados, como escolas de ensino fundamental, médio e superior, que atendem tanto os moradores da Vila quanto dos arredores (FRANCO, 1992). Em termos gerais, o Bairro Passo D'Areia possui um acessível

³ Ver a reestruturação viária do Plano de Melhoramentos para a Cidade de Porto Alegre (assim denominado), proposto em 1914 por Moreira Maciel.

sistema de vias interligado à cidade como um todo; densidade de edificações construídas e em construção e diversificado comércio. O Bairro Passo D'Areia, principalmente ao longo da Av. Assis Brasil, possui algumas edificações características do *tipo edificações excepcionais* que comportam atividades não-residenciais especializadas em prestação de serviços, por vezes substituindo as antigas residências por uma tipologia diferenciada, configurada também por adaptações construtivas. A quantidade do tipo *edificações excepcionais* encontradas ao longo desta via fortalece o sentido de orientação espacial tanto de pedestres quanto de veículos. Nesta via também evidenciam-se *edificações agregadas verticalmente*, característica dos anos 1990 em diante (ocupadas por atividades residenciais e não-residenciais).

Ocupando 244 hectares de área, e com uma densidade de 110 hab/ha, o Bairro Passo D'Areia possui, de acordo com dados do último EDom_OD (2003), 26814,92 habitantes, sendo que cerca de 7865,91 habitantes pertencem a Vila do IAPI. O rendimento médio mensal dos responsáveis pelo domicílio é de 9,96 salários mínimos no Bairro Passo D'Areia e de 6,04 salários mínimos na Vila do IAPI. Interessante observar que a Vila do IAPI, com os *tipos de edificações unitárias e agregadas horizontalmente* apresenta maior densidade (117 hab/ha) do que o restante do Bairro Passo D'Areia (107hab/ha) que possui uma série de edificações do *tipo agregada verticalmente*. Isto porque, o tecido da Vila do IAPI, embora seja composto pelo *tipo de edificações unitárias e agregadas horizontalmente*, o que subentende-se uma menor densidade de hab/ha, é fundamentalmente ocupado por atividades residenciais, ao contrário do Bairro Passo D'Areia, que embora possua edificações do *tipo agregada verticalmente*, predominam atividades não-residenciais.

Enquanto a Vila do IAPI foi implantada como conjunto habitacional operário vinculado ao Instituto de Aposentadoria e Previdência dos Industriários, os bairros St^a M^a Goretti, Higienópolis e Passo D'Areia foram erigidos pela iniciativa privada e pelo mercado imobiliário. Por esta razão, cada bairro exhibe propriedades espaciais, formais e funcionais diferentes de tecido urbano em razão dos grupos sociais de diferentes faixas de renda e classes sociais (tab. 3.1), da estrutura de propriedade da terra e parcelamento do solo implantado.

TABELA 3.1: Relação de habitantes e renda por domicílio nas áreas de estudo

Bairro	Habitantes	Renda / por domicílio (salário mínimo)
Higienópolis	13935,05	15,06
Stª Mª Goretti	6546,52	8,47
Passo D'Areia	18949,01	12,48
Vila do IAPI	7865,91	6,04
total	47296,49	10,52 (média)

(fonte: original do autor, 2010; Anexos I, II da EDom_OD, 2003)

Atualmente, as intervenções no tecido urbano não se fundamentam tão-somente na expansão do sistema de vias, mas no crescimento, ocupação e densificação construtiva das áreas existentes. Constatou-se que a médio e longo prazo, a configuração do sistema de vias influenciou a dinâmica urbana que passou a ocorrer não mais em função de um único centro polarizador - a área central -, mas em função da articulação com outras centralidades, no caso em específico, as áreas em estudo.

Complementar ao entendimento da formação, expansão e inter-relação do conjunto de vias que estrutura longitudinalmente e transversalmente as área de estudo é possível analisar a forma e disposição das quadras, enquanto setores de quadra ortogonal e não-ortogonal, juntamente com a análise genérica e qualitativa em termos da predominância dos usos do solo (mapa 3.3).

Os setores de quadra ortogonal e não-ortogonal do sistema de vias conformam um conjunto anelar que possibilita diferentes níveis de acessibilidade entre os diversos espaços da área. A axialidade das vias, principalmente em torno do setor de quadra ortogonal, onde se localiza parte das vias estruturadoras, é responsável pela articulação do conjunto de formas construídas que compõem a estrutura espacial das áreas de estudo. Condiciona a disposição das atividades e o sistema de circulação, sendo uma referência estrutural importante para todos os demais subsistemas (calçadas, praças, parques, terminal de transporte) que influenciam direta ou indiretamente o movimento de pedestres e veículos. O setor de quadra ortogonal está distribuído por praticamente todo o bairro Higienópolis e parte do Bairro Passo D'Areia. Deste modo, estes espaços favorecem os deslocamentos em trechos subsequentes e repetitivos ao longo de extensas linhas axiais. As



possibilidades de haver espaços pouco movimentados são pequenas, pois a geometria destes disponibiliza praticamente o mesmo grau de interesse.

O setor de quadra não-ortogonal está localizado em sua totalidade junto a Vila do IAPI. Característico de sítios de implantação com declividades acentuadas, possui extensas áreas verdes (Parque Alin Pedro) e muitas áreas permeáveis não-edificadas, junto aos lotes, em razão dos critérios de menor compacidade e densidade construtiva. As atividades residenciais tendem a se concentrar quase que exclusivamente no setor de quadra não-ortogonal, sendo pouco atrativo para as atividades não-residenciais este tipo de arranjo espacial. A maior extensão de quadras no Bairro Higienópolis, ao longo da Av. Dom Pedro II, em comparação aos demais bairros das áreas de estudo, gera uma maior fragmentação e descontinuidade espacial e funcional, reduzindo as alternativas de movimento principalmente para os pedestres.



MAPA 3.3: Setores de quadra ortogonal e não-ortogonal e predominância de atividades residencial e não-residencial

Em destaque atividade não-residencial (vermelho), atividade residencial (azul), setor de quadra ortogonal (plano de fundo preto), setor de quadra não-ortogonal (em torno do círculo tracejado), demais edificações (cinza claro). (fonte: original do autor, 2010).

A partir da análise da forma e disposição das quadras constata-se que as áreas em estudo encontram-se num sistema de vias privilegiado, com várias linhas axiais bem integradas para acessá-las de diferentes pontos da cidade. Será visto na sequência que estas linhas axiais reforçam a integração (global e local) do sistema de vias e favorecem (aos moradores e visitantes) a articulação espacial tanto das áreas em estudo entre si quanto da própria cidade.

Parte-se agora para a análise das principais medidas sintáticas responsáveis pela organização global e local das áreas em estudo, as relações que mantêm entre si, com a área central, e com a cidade como um todo. São utilizados alguns procedimentos-padrão de análise em Sintaxe Espacial (amplamente adotados na literatura especializada), de modo a embasar a posterior análise das medidas do tecido urbano e, em específico, a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** do **modelo de deslocamento 5D** que utiliza diretamente valores de acessibilidade sintática na composição de sua expressão matemática.

3.1.1 Panorama sintático-espacial das áreas em estudo no contexto atual da cidade

O conhecimento prévio do sistema de vias da cidade como um todo permite uma facilidade extra em termos de comparação, pois é possível verificar a importância da acessibilidade sintática das áreas em estudo em relação à cidade. Isto estabelece um contraponto interessante da relação do todo (a cidade) e das partes (áreas de estudo) nos aspectos relacionados à distribuição espacial das atividades e às características do sistema de vias em termos de acessibilidade sintática. Além disso, decompondo em linhas axiais o sistema de vias de toda a cidade é possível inferir como a forma urbana - descrita e entendida através da relação entre integração e segregação da acessibilidade sintática - tende a influenciar o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo.

Trata-se de um sistema de vias que perde integração na medida do acréscimo de profundidade na Vila do IAPI e no Bairro St^a M^a Goretti. Ou seja, as deflexões das linhas axiais desarticulam as continuidades entre espaços gerando uma perda gradual nos valores de integração. Do ponto de vista da organização global, essa diferenciação de distribuição sintática observada na Vila do IAPI e no Bairro St^a M^a Goretti implica numa menor diferenciação de orientação espacial que

tende a privilegiar os deslocamentos dos moradores do que os visitantes. Embora espacialmente integradas localmente, estas áreas mantêm boa condição de acessibilidade sintática, pois estão envolvidas por importantes avenidas (Assis Brasil, Plínio Brasil Milano, Sertório).

As áreas em estudo encontram-se num sistema de vias privilegiado, com várias linhas axiais bem integradas para acessá-las de diferentes pontos da cidade. Possuem linhas axiais que estão articuladas tanto ao núcleo de integração⁴ da cidade quanto à área central, que tendem a um maior número de conexões (menor profundidade) com outras linhas axiais, estabelecendo um sistema de vias altamente integrado tanto internamente quanto externamente (mapa 3.3; 3.4).

As áreas de estudo apresentam variadas possibilidades de movimento, devido à diferenciação nos níveis de acessibilidade sintática, que reforça o movimento de pedestres e veículos que desconhecem a área ao longo do sistema de vias estruturadoras (vias Assis Brasil, Brasileiro Índio de Moraes, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Plínio Brasil Milano, Industriários, Dr. Eduardo Chartier, Mal. José Inácio da Silva, Sertório). Este sistema de vias estruturadoras das áreas de estudo, pouco deformado, bastante raso e altamente inteligível⁵, contribui significativamente para a maior acessibilidade em relação ao seu entorno, a outros bairros adjacentes, a área central e ao núcleo de integração (mapa 3.4), reforçando a condição de centralidade morfológica, funcional e sintática das áreas de estudo.

As linhas axiais com altos valores de Integração Global, que se relacionam com a área central e ao núcleo de integração da cidade, são reflexos das extensões de linhas axiais que partem da área central e interligam diversas áreas da cidade. Entretanto, se observa que esta continuidade é relativamente interrompida pelas deflexões nas avenidas Assis Brasil, Plínio Brasil Milano e Cristóvão Colombo, que ao longo de sua extensão total trocam de nome, porém pertencem à mesma relação de prolongamento das vias. Pela gradação de cores das linhas axiais verifica-

⁴ O núcleo de integração "(...) compreende os espaços mais facilmente acessíveis ou melhor integrados no layout urbano como um todo" (RIGATTI, 2002: 8).

⁵ A medida de inteligibilidade avalia a noção do todo (global) através da compreensão das partes (local). Nas palavras de HOLANDA (2002: 103-104): "(...) se estou numa rua que é, ao mesmo tempo, fortemente integrada ao todo do sistema, e intensamente cruzada por outras ruas, tal sistema é "inteligível" porque o que percebo localmente da via (isto é, seu intenso número de cruzamentos) me oferece uma informação sobre sua posição global (sua alta integração que, entretanto, não vejo a partir dela própria). (...) quanto maior for a inteligibilidade de um sistema mais provável será que o movimento, tanto de pedestres, quanto de veículos, concentrem-se ao longo das linhas axiais mais integradas".



se que o mapa de Integração Global possui uma maior intensidade de integração na direção da Av. Plínio Brasil Milano, tendendo a níveis mais altos de segregação à medida que se aproxima da Av. Sertório em direção ao Bairro St^a M^a Goretti (mapa 3.3; 3.4).

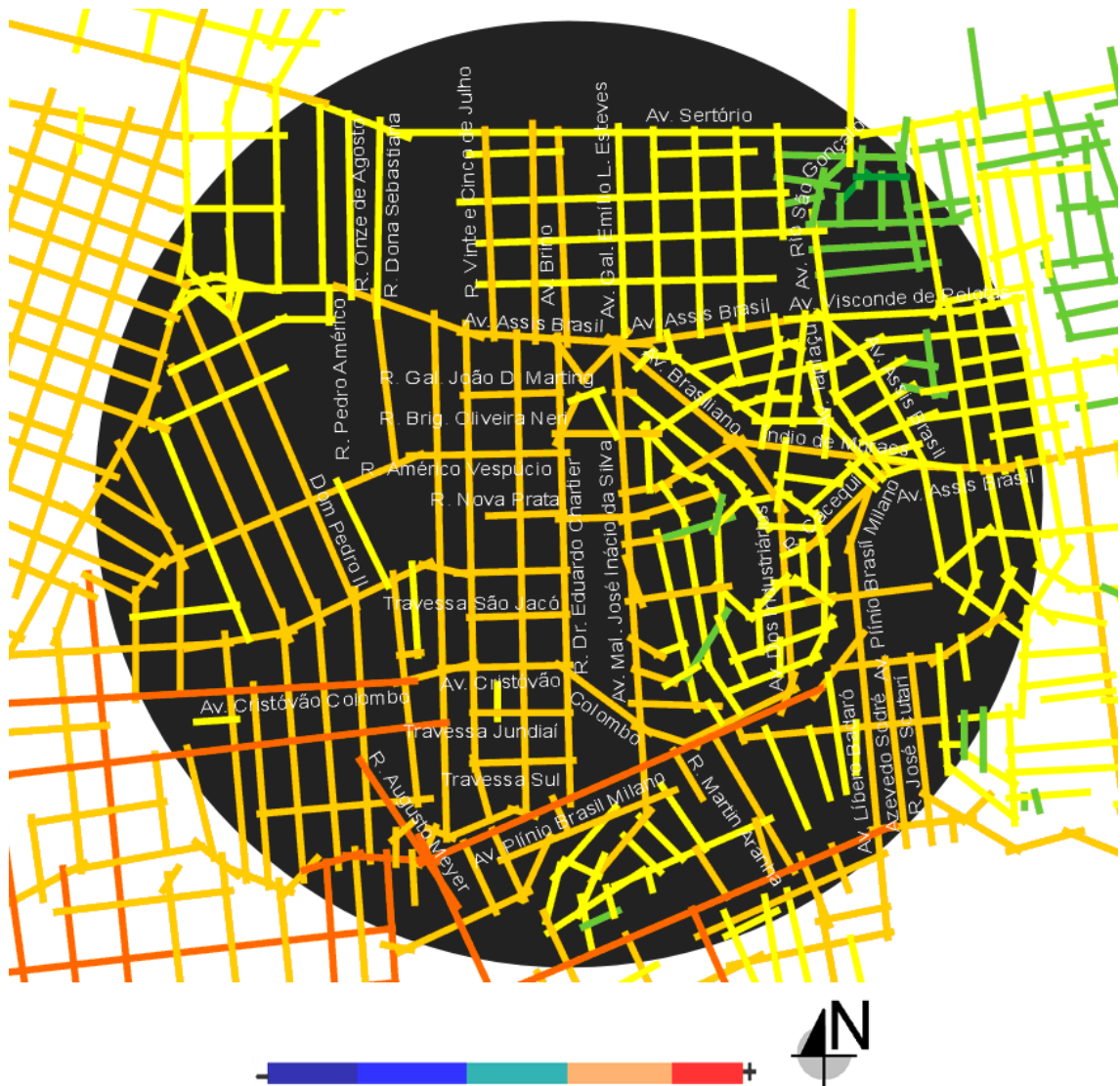
Os valores da medida de Integração Global encontrados variam de 0,3033 até 0,4568, com integração média de 0,4309, para as áreas em estudo, e de 0,1212 até 0,5143, com integração média de 0,3563, para a cidade. Embora haja diferenças nos valores de integração de cada área em estudo, se consideradas em separado, os valores indicam que as áreas de estudo, em conjunto, são relativamente integradas globalmente, e que tendem a facilitar a co-presença de pedestres e veículos a partir do conhecimento espacial das diferentes áreas que compõe o sistema de vias (mapas 3.4; 3.5), fundamentalmente em torno das vias estruturadoras.

O sistema de vias menos integrado entre as áreas em estudo pertence ao Bairro St^a M^a Goretti, ao invés do sistema de vias da Vila do IAPI onde há mais deflexões de linhas axiais. Isto porque o Bairro St^a M^a Goretti possui apenas uma (a Av Sertório) das nove vias consideradas estruturadoras das áreas de estudo. Já a Vila do IAPI está envolta por cinco vias (avenidas Assis Brasil, Brasiliano Índio de Moraes, Plínio Brasil Milano, Industriários, Mal. José Inácio da Silva) altamente integradas, sendo todas interligadas ao Bairro Passo D'Areia. Semelhante situação, embora com menor número de deflexões nas linhas axiais, ocorre com o Bairro Higienópolis, estruturado fundamentalmente por outras cinco vias altamente integradas (vias Assis Brasil, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Plínio Brasil Milano, Dr. Eduardo Chartier).



MAPA 3.4: Mapa de Integração Global de todo o sistema de vias de Porto Alegre, com valores de integração de 0,1212 até 0,5143

Em destaque (círculo menor) a área de estudo e seu entorno imediato e (círculo maior) o núcleo de integração da cidade. (fonte: obtido no *software* MindWalk; original do autor, 2010)



MAPA 3.5: Mapa de Integração Global do sistema de vias das áreas em estudo, com valores de integração de 0,3033 até 0,4568

Em destaque o nome das vias consideradas.

(fonte: obtido no software MindWalk; original do autor, 2010)

Os aumentos nos níveis de integração na direção do Bairro Passo D'Areia, em torno das avenidas Assis Brasil e Plínio Brasil Milano, indicadas pelo mapa de Integração Global, são coerentes, pois praticamente inexistem os entraves de expansão do sistema de vias que há no quadrante norte ao longo da Av. Sertório (linha axial 9378) em razão da abrangência do polígono entorno do Aeroporto Salgado Filho que impede, por questões de segurança, a ocupação desta área (apêndice C). Como consequência, embora a Av. Sertório carregue Integração Global, devido em grande parte a sua extensão que, por consequência, acaba integrando a cidade no eixo leste-oeste, estes aspectos, acabam dificultando a sua apropriação mais intensa.

No entanto, muitas atividades não-residenciais de grande porte (supermercados Bourbon, BIG e outras) migraram para a Av. Sertório, cuja condição de acessibilidade sintática permite uma facilidade extra em relação ao movimento de veículos. Enquanto o movimento de pedestres corresponde a 12,54 p/100m/5min o de veículos é de 59,88 v/100m/5min. Recapitulando (sessão 2.1.1 do método) que estes valores significam a quantidade de pedestres e veículos se movimentando a cada 100 metros, ao longo da linha axial, por período de 5 minutos de permanência do técnico observador no *gate* por quadra. Neste caso, o movimento de pedestres tende a ser significativamente inferior ao de veículos, pois as atividades não se concentram em uma determinada área, mas se distribuem em determinados pontos ao longo de toda a extensão da Av. Sertório.

Num primeiro momento os dados dos mapas axiais permitiram analisar a Integração Global do sistema de vias da cidade e das áreas em estudo. Entretanto, faz-se necessária a descrição da Integração Local_R4 do sistema de vias vinculada à Integração Global. A propriedade local considerada é estabelecida pela medida de Integração Local com limitação de passos topológicos. Para o sistema de vias de Porto Alegre, a limitação de 4 passos de profundidade é o raio de abrangência que possibilita (i) entender, por meio da análise numérica e visual do mapa sintático, a diferenciação entre sistemas de linhas axiais localmente organizadas; (ii) identificar a posição relativa de cada sistema de linhas axiais em relação a todos os demais; e, (iii) comparar os sistema de linhas em termos de integração Local e Global.

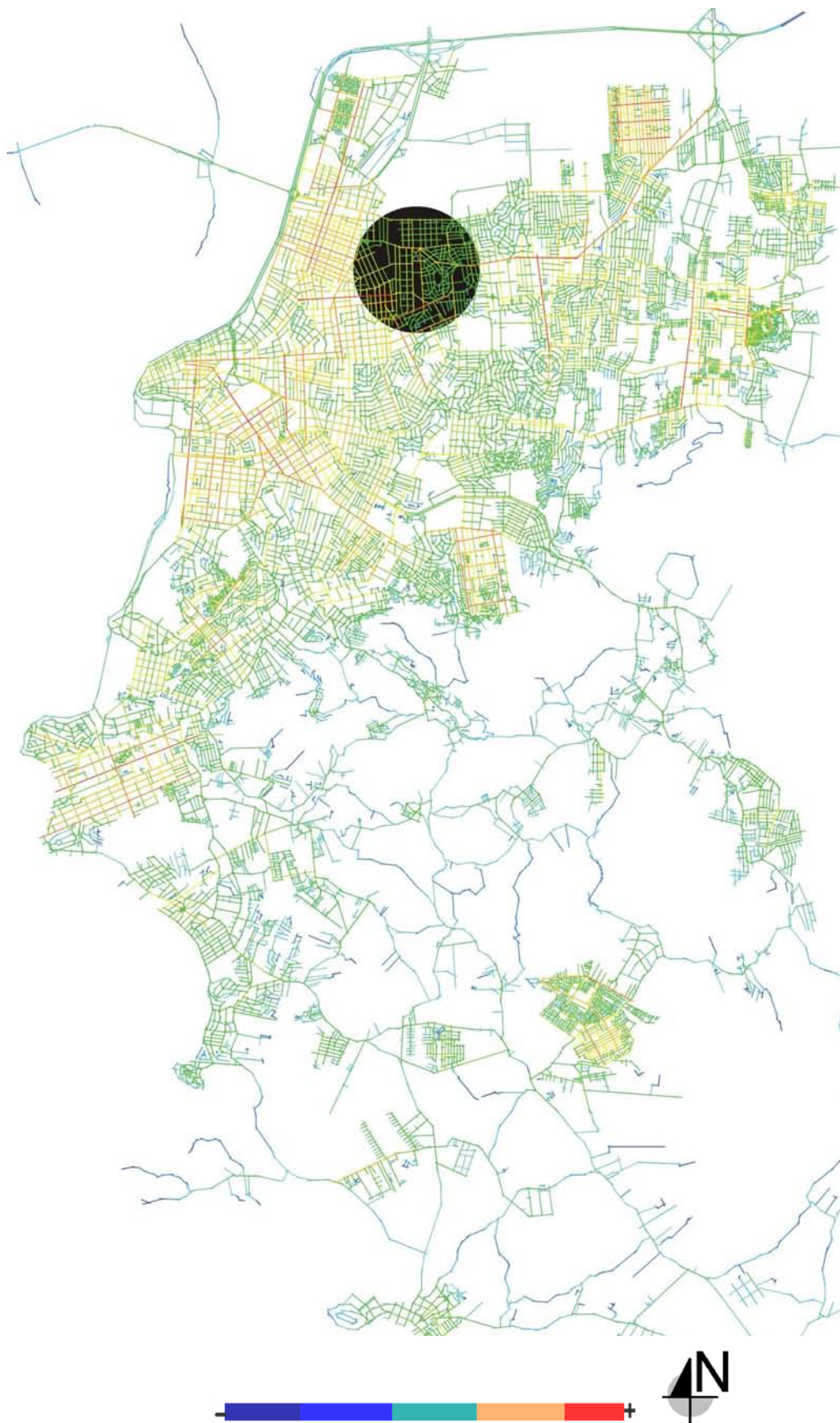
Da análise dos mapas axiais de Integração Global e de Integração Local_R4 da cidade verificou-se que nas áreas em estudo pedestres e veículos tendem a receber informações globais e locais simultaneamente, pois inexistem a associação de linhas axiais com forte Integração Global e fraca Integração Local_R4, e vice-versa. Ou seja, de um modo geral as linhas axiais são integradas global e localmente.

Os valores de Integração Local_R4 para as áreas em estudo variam de 0,4926 até 2,6988, com integração média de 2,1084, enquanto que para a cidade variam de 0,3520 até 3,1177, com integração média de 1,5755 (mapas 3.6; 3.7). Esta variação dos valores é coerente, pois como as áreas em estudo possuem um traçado que se assemelha a uma grelha ortogonal deformada, e está envolta por linhas axiais

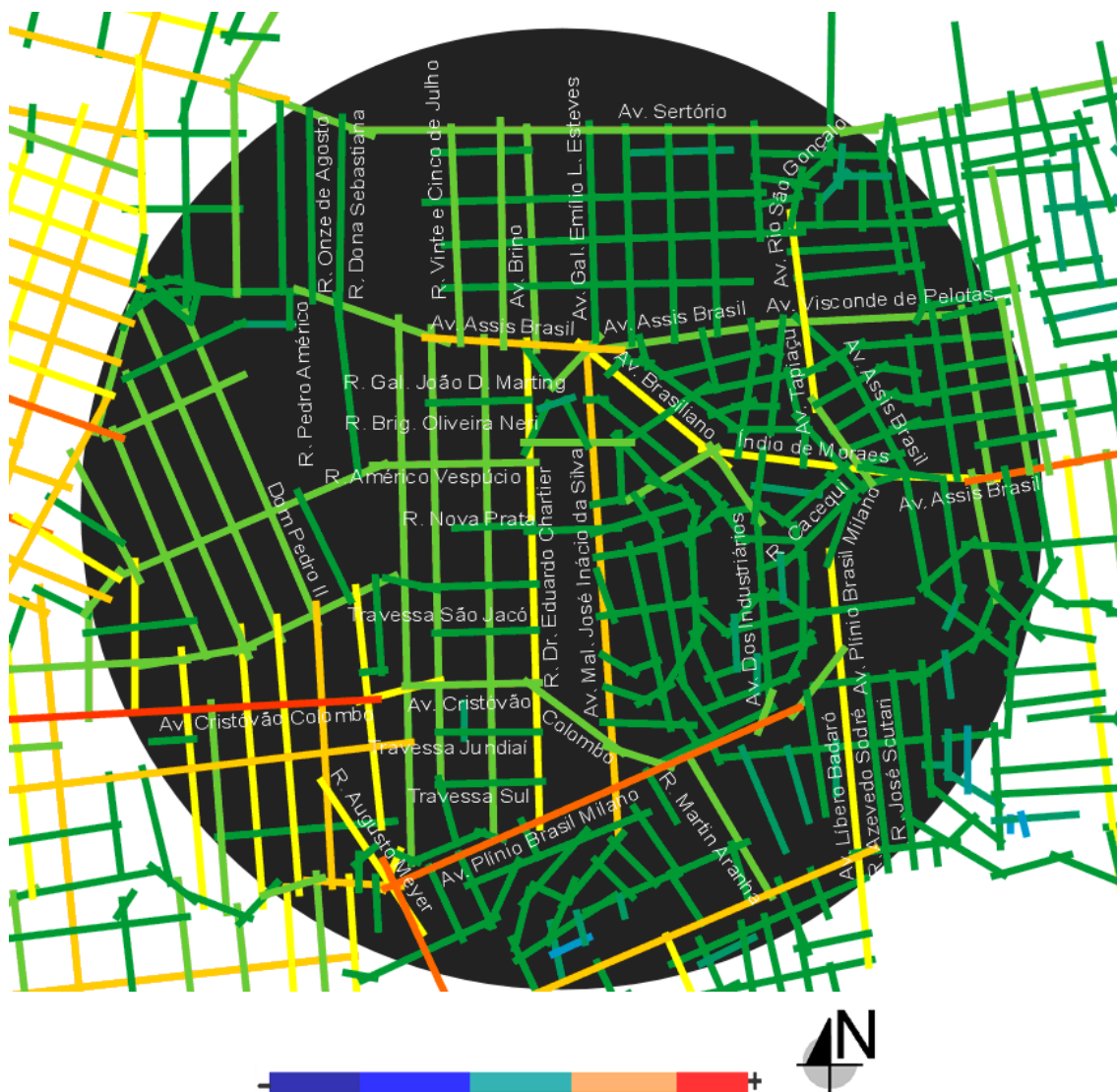


integradas, os ganhos de profundidade tendem a ser mínimos. Isto significa que nas áreas em estudo a tomada de decisão do movimento de pedestres e veículos tende a ocorrer no máximo até 4 passos topológicos de profundidade.

Ao estabelecer a limitação de 4 passos topológicos no cálculo da integração de cada linha axial, foi possível constatar que praticamente todas as linhas axiais das áreas em estudo são localmente importantes devido às extensões das linhas axiais que estabelecem maiores probabilidades de cruzamento com outras linhas axiais.



MAPA 3.6: Mapa de Integração Local_R4 de todo o sistema de vias de Porto Alegre, com valores de integração de 0,3520 até 3,1177
Em destaque a área de estudo e seu entorno imediato.
(fonte: obtido no *software* MindWalk; original do autor, 2010).



MAPA 3.7: Mapa de Integração Local_R4 do sistema de vias das áreas em estudo, com valores de integração de 0,4926 até 2,6988

Em destaque o nome das vias consideradas. (fonte: obtido no *software* MindWalk; original do autor, 2010).

Para permitir uma melhor visualização da acessibilidade sintática em torno das áreas de estudo foram traçadas linhas axiais até o raio de abrangência de 4 passos topológicos. O conjunto de linhas axiais com sucessivas distâncias topológicas em relação a uma determinada área de referência possibilita verificar, a cada passo topológico, a distância e o sistema de vias de acesso 'para' e 'através' das áreas de estudo, sendo ainda observados a relação com o núcleo de integração da cidade e com a área central, de modo a estabelecer a área de abrangência e/ou influência. Esta área representa a distância em que é possível se deslocar dentro dos limites de entendimento da organização global até 4 passos topológicos de distância.

Delimita-se a área de influência das áreas de estudo como produtoras e atratoras do movimento de pedestres e veículos, as quais correspondem a maior probabilidade de haver origens e destinos em torno das áreas de estudo, desde o limite mais imediato (1 passo topológico) em termos da escolha dos caminhos alternativos, até o limite (4 passos topológicos) mais abrangente de movimento (mapas 3.7). As linhas axiais mais acessíveis das áreas de estudo, que direcionam a expansão do sistema de vias, estão em média a 4 passos de profundidade topológica do núcleo de integração da cidade, com ocasionais linhas axiais com mais passos de profundidade topológica (mapa 3.8). Isto significa que as linhas axiais que compõem as áreas em estudo reforçam as características de hierarquia na Integração Global, e acentuam os aspectos relacionais com outras áreas da cidade, no caso em específico, com o núcleo de integração da cidade e com a área central.



MAPA 3.8: Abrangência da área de influência das áreas de estudo

As linhas axiais vermelhas correspondem a linhas axiais da área em estudo. As linhas axiais na cor laranja apresentam a profundidade de 1 passo topológico, a cor verde 2 passos topológicos, a cor verde-azulado 3 passos topológicos e a cor azul corresponde a 4 passos topológicos. Em destaque o núcleo de integração (círculo maior), a área central (círculo menor) e a área de influência das áreas de estudo até 4 passos topológicos (círculo tracejado).

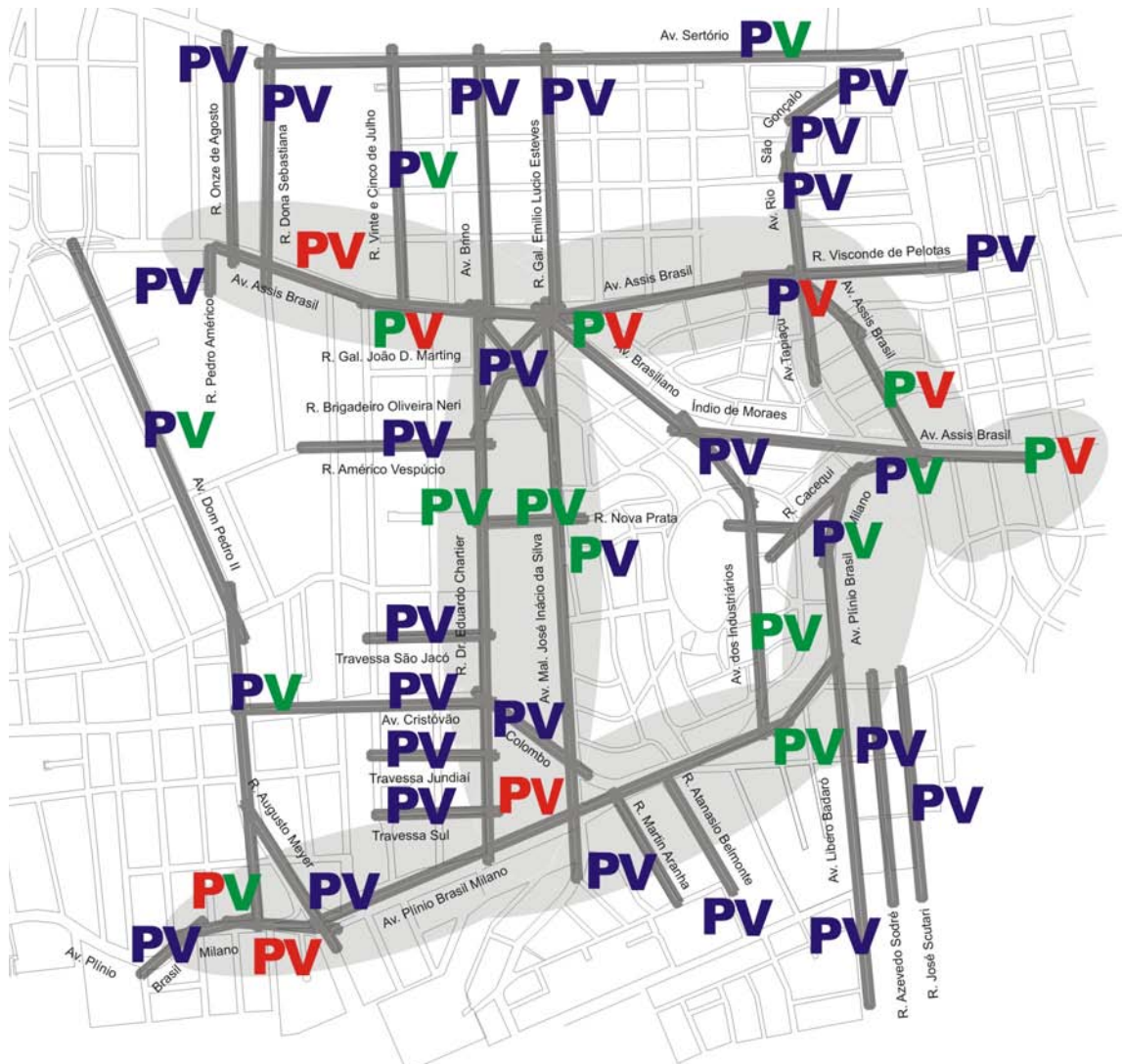
(fonte: obtido no *software* MindWalk; original do autor, 2010).

A abrangência do sistema de vias das áreas de estudo coincide com a delimitação das zonas de tráfego para a estimativa da demanda de viagens e com a noção de áreas de centralidade em estudos configuracionais, compreendendo os espaços mais facilmente acessíveis e integrados. Centralidade corresponde a um processo sistêmico de relações entre a quantidade de usuários, a localização e a proximidade espacial das atividades. Por este motivo, o sistema de vias é dotado de níveis próprios e diferenciados de centralidade em relação a outros sistemas semelhantes em termos de acessibilidade sintática (CUTINI, 2001: 32.2). Geralmente, áreas de centralidade são locais onde circulam e permanecem o maior número de pessoas da cidade (CUTINI, 2001: 32.1). A noção de centralidade também pode ser avaliada através de um enfoque historicista ao se considerar uma área urbana central como o lugar onde a memória histórica da sociedade é materializada, estratificada e conservada. Porém, a centralidade não é espacialmente rígida ou totalmente estável, seus limites físicos são gradativamente (re)definidos pela morfologia urbana nos diferentes períodos ao longo dos anos.

Para concluir a caracterização geral das áreas de estudo, parte-se agora para a análise qualitativa da espacialização do movimento de pedestres e veículos (modo e motivo do deslocamento, origem e destino das viagens...) a fim de embasar a posterior análise desagregada de cada **medida do tecido urbano**.

3.1.2 Espacialização do movimento de pedestres e veículos

Com base nos valores do movimento de pedestres e veículos fez-se a ordenação e representação gráfica esquemática dos seus respectivos postos. Trata-se de uma avaliação visual do grau de associação entre duas ou mais variáveis que facilita a percepção das grandezas representadas pelos números dos vários valores atribuídos ao movimento de pedestres e veículos (mapas 3.9).



MOVIMENTO DE PEDESTRES (100m/5min)

P	> 25,56	< 37,84
P	> 13,28	< 25,55
P	> 0,99	< 13,27

MOVIMENTO DE VEÍCULOS (100m/5min)

V	> 67,62	< 100,54
V	> 34,70	< 67,61
V	> 1,77	< 34,69



MAPA 3.9. Aproximação e proporcionalidade entre a contagem do movimento de pedestres e veículos

Os valores do movimento de pedestres e veículos variam de 0,99 até 100,54. Observa-se a proporcionalidade de 1: 2,65 na relação entre pedestres e veículos. Em destaque (marcação na cor cinza) as áreas de maior movimento de pedestres e veículos.

(fonte: original do autor, 2010; obtido no software CorelDraw)

Há aproximadamente 2,65 vezes mais movimento de veículos em comparação ao movimento de pedestres (mapa 3.8). Destes valores, o coeficiente de determinação da regressão entre o movimento de pedestres e veículos alcança valores notáveis (r^2 0,9031; sig. 5,43E-20) que indica o quanto há de aproximação na proporção do movimento de pedestres e veículos (tab. 3.2).

TABELA 3.2: Valores dos coeficientes de determinação das regressões entre e movimento de pedestres e o movimento de veículos

Variáveis		r^2	∞
		Determ.	Sig.
Movimento de pedestres*	Movimento de veículos*	0,9031	5,43E-20

*dados normalizados para raiz quarta ($\sqrt[4]{}$). Onde r^2 é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística.

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

Como cada **medida do tecido urbano** avalia quantitativamente o movimento de pedestres e veículos, faz-se necessário a análise qualitativa de dados complementares que caracterizam os aspectos gerais das viagens, suas etapas, bem como os motivos de realização das mesmas, dentre outros aspectos, por meio dos dados da pesquisa domiciliar de origem e destino. A EDom_OD (2003; apêndices A; B) apresenta a distribuição das pessoas imóveis, móveis e móveis motorizadas. Entende-se por pessoa imóvel aquela que não realiza nenhuma viagem (não sendo objeto de interesse da presente pesquisa), enquanto que a pessoa móvel é aquela que realiza pelo menos uma viagem (no dia anterior no qual foi aplicada a pesquisa EDom_OD), podendo ser pessoa móvel motorizada (viagem não foi realizada exclusivamente a pé), se utilizar algum meio de transporte numa das etapas da viagem efetuada. Para fins de nivelamento conceitual e terminológico, *pessoas móveis* são consideradas como *pedestres* e *pessoas móveis motorizadas* como *veículos (em movimento)*, enquanto que os termos *viagens* e *domiciliar* são considerados, respectivamente, como *movimento* e *residencial*.

No que diz respeito à distribuição das viagens por modo, motivo e períodos do dia, algumas áreas com predomínio do uso residencial (Vila do IAPI, Stª Mª Goretti) tendem a apresentar um movimento de pedestres e veículos aos sábados igual ou superior ao movimento de terça à quinta-feira (técnica da 'caminhada de observação' diretamente no local para obtenção de dados). Possivelmente, o movimento nestas áreas aos sábados esteja mais voltado ao passeio, descanso, recreação, contemplação, compras etc, o que denota uma apropriação diferenciada

do espaço aberto público em comparação com outros dias da semana em que as pessoas estão voltadas a outras atividades como trabalhar, consumir e estudar. Tanto as contagens de terça à quinta-feira, quanto às contagens aos sábados não apresentaram grandes diferenças de movimento, o que oscilou foi a quantidade de pedestres e veículos, porém a proporção se manteve estável. O maior movimento de pedestres e veículos envolveu o período das 16 às 19 horas de terça a quinta-feira. Embora os maiores fluxos de movimento de pedestres e veículos tenham sido observados nos períodos das manhãs de sábado, estes não se mantiveram durante o dia, pois de um modo geral o comércio tende a fechar no período da tarde.

Em média há 2,68 pessoas por domicílio nas áreas em estudo, sendo que 75% dos domicílios (12814) são ocupados por até três pessoas (tab. 3.3). A taxa de motorização é relativamente baixa, em torno de 0,62 automóveis por domicílio, sendo que 88% (15540) dos domicílios possuem no máximo um automóvel. A Vila do IAPI apresenta a menor taxa de motorização (0,47), enquanto que o Bairro Higienópolis alcança taxas de 0,75 automóveis por domicílio, possivelmente em razão das diferenças de renda entre a Vila do IAPI e o Bairro Higienópolis (9,96 e 15,06 salários mínimos por domicílio respectivamente).

TABELA 3.3: Distribuição do número de pessoas e automóveis por domicílio

Zona de tráfego	Número de Pessoas						TOTAL		Média *
	1	2	3	4	5	6 ou mais	pessoas	domicílios	
Higienópolis	1128	1461	1194	820	346	106	13278	5055	2,62
Stª Mª Goretti	457	696	555	472	170	67	6654	2417	2,75
Passo D'Areia	1490	1969	1711	1070	467	188	18304	6895	2,65
Vila do IAPI	535	864	754	330	219	128	7708	2830	2,72
total	3610	4990	4214	2692	1202	489	45944	17197	2,68

Zona de tráfego	Número de Automóveis						TOTAL		Média **
	0	1	2	3	4	5 ou mais	automóveis	domicílios	
Higienópolis	2169	2236	479	115	29	27	3790	5055	0,75
Stª Mª Goretti	1013	1219	157	28	0	0	1617	2417	0,67
Passo D'Areia	3356	2912	603	24	0	0	4190	6895	0,61
Vila do IAPI	1800	835	125	43	27	0	1322	2830	0,47
total	8338	7202	1364	210	56	27	10919	17197	0,62

* relação pessoas por domicílio; ** relação automóvel por domicílio

(fonte: original do autor, 2010; adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.1; A.2)

Das 83248 viagens diárias com origem e destino em torno das áreas em estudo, as mulheres, com 43720 (52%), realizam mais viagens do que os 39528 (48%) de homens em movimento, sendo a faixa etária dos 25 aos 49 anos a que apresenta as maiores taxas (38907 homens e mulheres; 47%) do total de pessoas em movimento (tab. 3.4). Na faixa etária dos maiores de 65 anos, este quadro é de apenas 8% (7107 homens e mulheres) de participação no total de viagens (desconsiderou-se a faixa etária de 0 a 6 anos que representa menos de 1% das viagens).

TABELA 3.4: Matriz da distribuição do total de viagens por zona de tráfego

Distribuição do total de viagens por idade e sexo nas zonas de tráfego													
Zona de	0-6 anos		7-17 anos		18-24 anos		25-49 anos		50-64 anos		>65 anos		Total
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Higienópolis	52	0	1508	1459	1424	1661	5060	6675	2110	2296	662	1502	24410
	Masculino 10818						Feminino 13592						
Stª Mª Goretti	137	206	1031	1058	797	767	2615	2291	802	643	282	404	11035
	Masculino 5665						Feminino 5370						
Passo D'Areia	242	109	2247	2450	2849	2387	8496	9450	2825	2797	1170	997	36018
	Masculino 5217						Feminino 6568						
Vila do IAPI	345	69	843	1017	506	859	1899	2421	683	1053	941	1149	11785
	Masculino 17828						Feminino 18190						
total	Masculino 39528						Feminino 43720						83248

(fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.10; original do autor, 2010)

Embora a distribuição do total das viagens de homens seja maior, são as mulheres que realizam mais viagens motorizadas. A distribuição (por idade e sexo) das viagens motorizadas nas zonas de tráfego é maior para a faixa etária compreendida dos 25 aos 49 anos, com cerca de 30294 (50%) das 60344 viagens motorizadas. Deste total, 48% são homens e 52% são mulheres em movimento motorizado (tab. 3.5; fig. 3.1).

TABELA 3.5: Matriz da distribuição do total de viagens motorizadas por idade e sexo nas zonas de tráfego

Zona de tráfego	0-6 anos		7-17 anos		18-24 anos		25-49 anos		50-64 anos		>65 anos		Total
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Higienópolis	0	0	803	699	851	1416	4457	5521	1680	1559	662	979	18627
Stª Mª Goretti	69	34	456	680	733	646	1960	1664	802	478	196	253	7972
Passo D'Areia	189	53	1087	1423	2083	1784	6786	6592	2471	1561	779	743	25551
Vila do IAPI	178	69	306	336	506	813	1483	1831	467	839	678	688	8194
total	436	156	2652	3138	4173	4659	14686	15608	5420	4437	2315	2663	60344

(fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.14; original do autor, 2010)

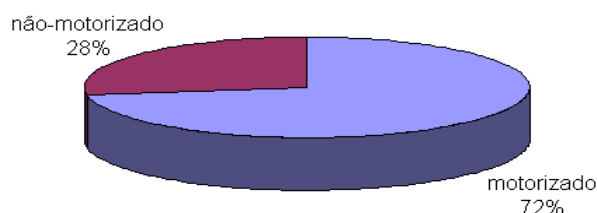


FIGURA 3.1: Motorização das viagens (etapas) não-motorizadas e motorizadas (fonte: planilha eletrônica do Excel; original do autor, 2010; EDom_OD, 2003)

A distribuição das viagens entre os modos de transporte revela a quota de mercado do transporte público (36%) e a utilização do modo a pé e bicicleta (28%). O transporte individual responde por 33% das viagens e os outros modos (transporte fretado, transporte escolar, caminhão) totalizam apenas 3% (tab. 3.5; fig. 3.2).

Do total de 83248 viagens diárias, 22904 são realizadas exclusivamente a pé/bicicleta (tab. 3.6; fig. 3.2). Este valor é obtido a partir da diferença entre a distribuição do total de viagens e a distribuição do total de viagens motorizadas nas áreas em estudo. Isto representa 28% do total de viagens, revelando a expressiva participação das viagens a pé no sistema de transporte das áreas em estudo. Dentre as diversas razões que explicam este significativo percentual de participação dos deslocamentos não-motorizados destacam-se: (i) a falta de recursos financeiros por parte da população, para utilização de um meio de transporte motorizado, seja ele coletivo ou individual; (ii) a distância física entre o local de moradia e da atividade principal, que se for curta, não justifica a utilização de um meio de transporte motorizado; e, (iii) a escassez de oferta de transporte público numa área ou no seu entorno.

TABELA 3.6: Matriz da distribuição do total de viagens por modo de transporte nas zonas de tráfego*

Zona de tráfego	pé / bicicleta	TI	TP	Outro	Total
Higienópolis	5783 – 24%	10990 – 45%	7097 – 29%	540 – 2%	24410 –100%
Stª Mª Goretti	3063 – 28%	3437 – 31%	4346 – 39%	190 – 2%	11035 –100%
Passo D'Areia	10467 – 29%	11139 – 31%	13267 – 37%	1144 – 3%	36018 –100%
Vila do IAPI	3591 – 30%	2780 – 24%	4791 – 41%	622 – 5%	11785 –100%
Total	22904	28346	29501	2496	83248

* **a pé / bicicleta**: viagens cujas etapas foram todas efetuadas a pé ou de bicicleta; **TI**: quando todas as etapas motorizadas foram realizadas de automóvel e motocicleta; **TP**: quando todas as etapas motorizadas foram realizadas em transporte público, que inclui ônibus, metrô, lotação, táxi; **Outros**: transporte fretado, transporte escolar, caminhão, outros.

(fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.17; original do autor, 2010)

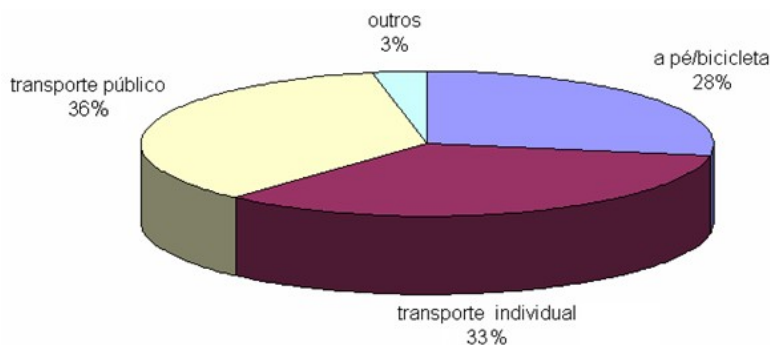


FIGURA 3.2: Distribuição por classe modal

(fonte: original do autor, 2010; planilha eletrônica do Excel; EDom_OD, 2003)

As alternativas de deslocamento pelo transporte coletivo ocorrem obrigatoriamente ao longo de determinados trajetos pré-estabelecidos no itinerário (as vias estruturadoras, Assis Brasil, Brasileiro Índio de Moraes, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Plínio Brasil Milano, Industriários, Dr. Eduardo Chartier, Mal. José Inácio da Silva, Sertório), enquanto que o transporte individual possui maiores alternativas de caminhos devido às possibilidades de combinações e de formação de trajetos pessoais.

Santa Maria Goretti é uma área com característica de uma população de renda média (8,47 salários mínimos; tab. 3.1; sessão 3.1), onde o movimento predominante da população é através do transporte coletivo. A Vila do IAPI possui peculiaridades comportamentais de sua população quando da escolha da alternativa de transporte, pelo fato de ser essencialmente residencial, com uma população de renda média-baixa (6,04 salários mínimos) onde há predominância pelo transporte coletivo também em razão da sua distância dos grandes centros de serviços,

independentemente do motivo. Os bairros Higienópolis e Passo D'Areia são áreas com características de uma população de renda alta e média-alta (15,06 e 12,48 salários mínimos, respectivamente) em que o movimento predominante da população é o transporte individual e seletivo (lotação), independentemente do motivo.

As pessoas que não utilizam ônibus para realizarem a viagem apontam como principal motivo da não utilização do ônibus o trajeto efetuado (40%) e o conforto dos ônibus (38%), sendo que o tempo de espera e o custo da tarifa são considerados satisfatórios, uma vez que foram citados por apenas 3% das pessoas (tab. 3.7; fig. 3.3). Em relação ao trajeto, isto significa que, em geral, o itinerário das linhas de ônibus pouco coincide com o percurso desejado pelas pessoas.

TABELA 3.7: Motivos da não utilização de ônibus por zona de tráfego

Zona de Tráfego	de Viagem Tempo	Tempo de Espera	Custo da Tarifa	Trajetos	Distância da Parada	Conforto	Imagem do Transporte Colectivo	Outros	Total
Higienópolis	1985	-	370	5440	125	8582	127	919	17548
Stª Mª Goretti	437	84	108	2762	43	2986	66	579	7065
Passo D'Areia	1916	158	540	10682	262	7792	514	2321	24185
Vila do IAPI	179	43	372	3304	50	1943	54	1407	7352
total	4517	285	1390	22188	480	21303	761	5226	56150

(fonte: original do autor, 2010; adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.19)

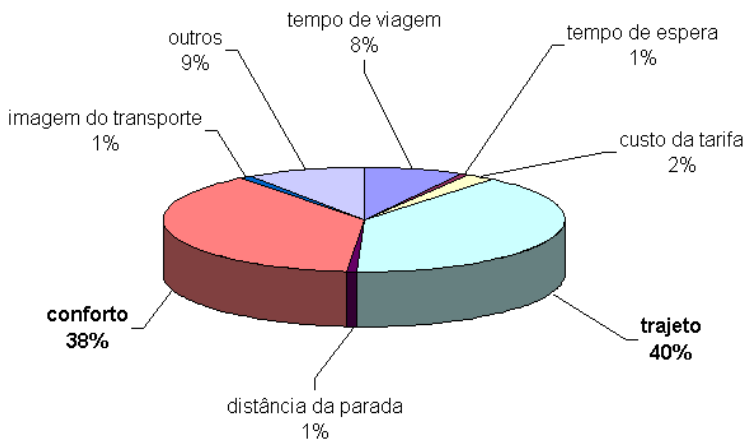


FIGURA 3.3: Motivos da não utilização de ônibus
(fonte: original do autor, 2010; planilha eletrônica do Excel)

Retirando as viagens realizadas pelo motivo “voltar à residência” (cada viagem realizada por qualquer motivo implica sempre “voltar à residência”), que corresponde a 37820 (45%) das viagens realizadas, verifica-se que os motivos “Trabalho” e “Escola / Educação” são os motivos que geram maior número de viagens. Os motivos de realização das viagens revelam que 19642 viagens (24%) são realizadas para ir ao trabalho e 7868 (9%) para atividades relacionadas à educação, ou seja, os motivos “Trabalho” e “Escola / Educação” correspondem a 33% e se conjugados com o motivo “Voltar a residência” abarcam 78% das viagens realizadas nas áreas em estudo. Os demais motivos como “compras”, “saúde”, “recreação”, “assuntos pessoais”, “levar outras pessoas” e “outros motivos” respondem por 6%, 2%, 3%, 6%, 4%, 1% dos restantes 22% do total, respectivamente (tab. 3.8; fig. 3.4).

TABELA 3.8: Matriz da distribuição das viagens por motivo nas zonas de tráfego

Zona de tráfego	Voltar à residência	Trabalho	Escola / Educação	Compras	Saúde	Recreação	Assuntos pessoais	Levar outra pessoa	Outros	Total
Higienópolis	10989	5756	1567	1706	202	1257	1954	887	92	24410
Stª Mª Goretti	5156	2635	1544	392	110	113	587	389	108	11035
Passo D’Areia	16132	8828	3063	1829	661	1248	2378	1404	475	36018
Vila do IAPI	5543	2423	1694	689	319	53	823	242	0	11785
total	37820	19642	7868	4616	1292	2671	5742	2922	675	83248

(fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.20; original do autor, 2010)

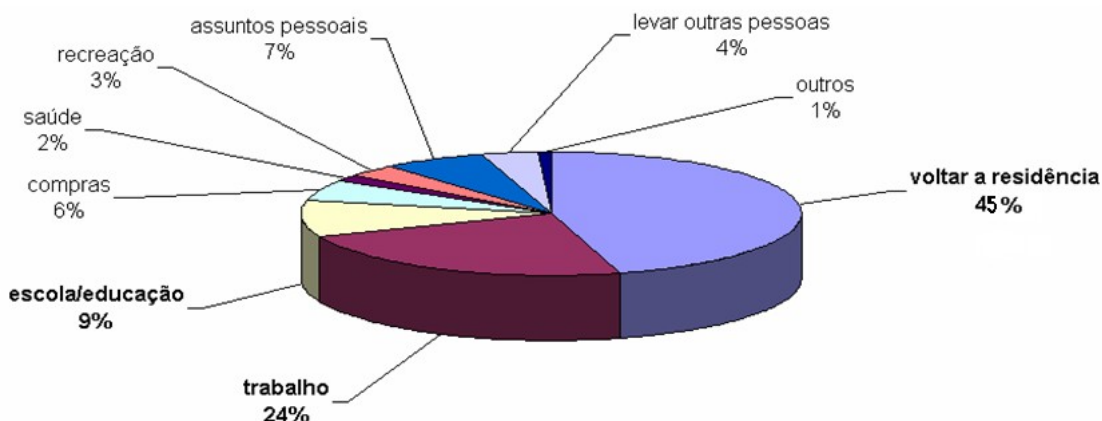


FIGURA 3.4: Repartição percentual das viagens por motivos
(fonte: original do autor, 2010; planilha eletrônica do Excel)

Analisando a duração das viagens, verifica-se que a maioria das viagens (56%) tem duração de até 20 minutos, sendo que praticamente a totalidade das viagens (96%) é de até 60 minutos (tab. 3.9). As viagens realizadas a pé/bicicleta têm duração aproximada de 15 minutos, enquanto que as viagens por transporte individual têm duração média de 30 minutos. As viagens mais demoradas são aquelas realizadas em outros modos de transporte, como o ônibus, metrô, lotação, táxi, transporte fretado, vans escolares, pois percorrem distâncias maiores entre a origem e o destino.

TABELA 3.9: Distribuição da duração das viagens

Zona de tráfego	0 - 10 min	11 - 20 min	21 - 30 min	31 - 60 min	61 - 90 min	91 - 120 min	> 120 min	Total
Higienópolis	7138	6333	6244	3875	278	77	466	24411
Stª Mª Goretti	3165	2952	2313	2268	251	0	85	11034
Passo D'Areia	10484	10240	7399	6271	1069	269	287	36019
Vila do IAPI	3802	2811	2326	2433	323	52	39	11784
total	24588	22335	18282	14847	1921	398	877	83248
	a pé/bicicleta		transporte individual	transporte público / outros				

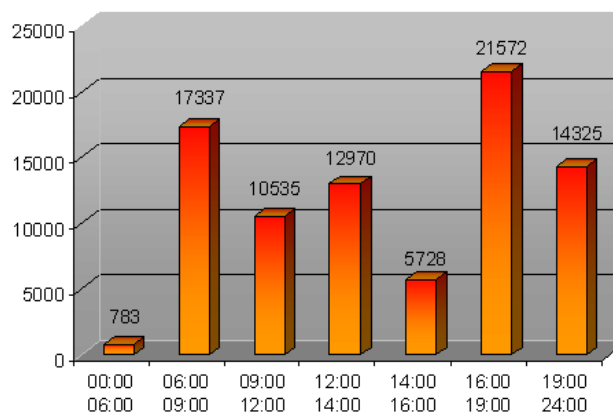
(fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.25; original do autor, 2010)

O maior número de viagens, incluindo todas as categorias (a pé/bicicleta; transporte individual, transporte público e outros) ocorre no período das 6:00 às 9:00 horas (21%) e das 16:00 às 19:00 horas (26%), coincidindo com os horários de pico do trânsito e representando cerca de metade de todo o movimento durante o dia (tab. 3.10; diagrama 3.1).

TABELA 3.10: Matriz da distribuição das viagens por período do dia

Distribuição das viagens por período do dia								
Zona de tráfego	00:00 06:00	06:00 09:00	09:00 12:00	12:00 14:00	14:00 16:00	16:00 19:00	19:00 24:00	Total
Higienópolis	204	4964	2422	2996	1723	6467	5635	24410
Stª Mª Goretti	75	2580	1453	2008	443	3101	1375	11035
Passo D'Areia	390	7485	4707	6150	2975	8912	5400	36018
Vila do IAPI	114	2308	1953	1816	587	3092	1915	11785
total	783	17337	10535	12970	5728	21572	14325	83248

(fonte: adaptado da EDom_OD, 2003; Anexo II_ Indicadores de Mobilidade_Tabela A.21; original do autor, 2010)

DIAGRAMA 3.1: Distribuição das viagens por período do dia

(fonte: original do autor, 2010; planilha eletrônica do Excel)

3.2 O MOVIMENTO DE PEDESTRES E VEÍCULOS E A RELAÇÃO COM AS MEDIDAS DO TECIDO URBANO QUE COMPÕEM O MODELO DE DESLOCAMENTO 5D

Para que as diferentes variáveis envolvidas possam ser comparadas e analisadas são necessárias algumas verificações estatísticas. Testes paramétricos (coeficiente de regressão) permitem uma visão mais apurada e um refinamento maior do método estatístico adotado. O primeiro procedimento consiste em examinar a necessidade de se padronizar os dados das variáveis. À exceção da **medida de distribuição dos caminhos alternativos**, que devido à sua base conceitual não requer padronização, constatou-se que as demais medidas (**diversidade tipomorfológica, delimitação espacial, densidade de edificações e dimensão do sistema de vias e dependência das atividades**) se apresentam padronizadas por 100 metros de linha axial. A contagem do movimento de pedestres e veículos feita por 100 metros a cada 5 minutos também torna os dados padronizados. Portanto, todas as *medidas do tecido urbano* já estão padronizadas em sua base conceitual, o que permite uma facilidade extra em termos operacionais ao manipular os dados estatisticamente.

O procedimento seguinte consiste na análise da estatística descritiva dos dados a fim de verificar, dentre outros aspectos, a distribuição da curva de 'Gauss', a qual permite aceitar a condição de normalidade dos dados tornando-os

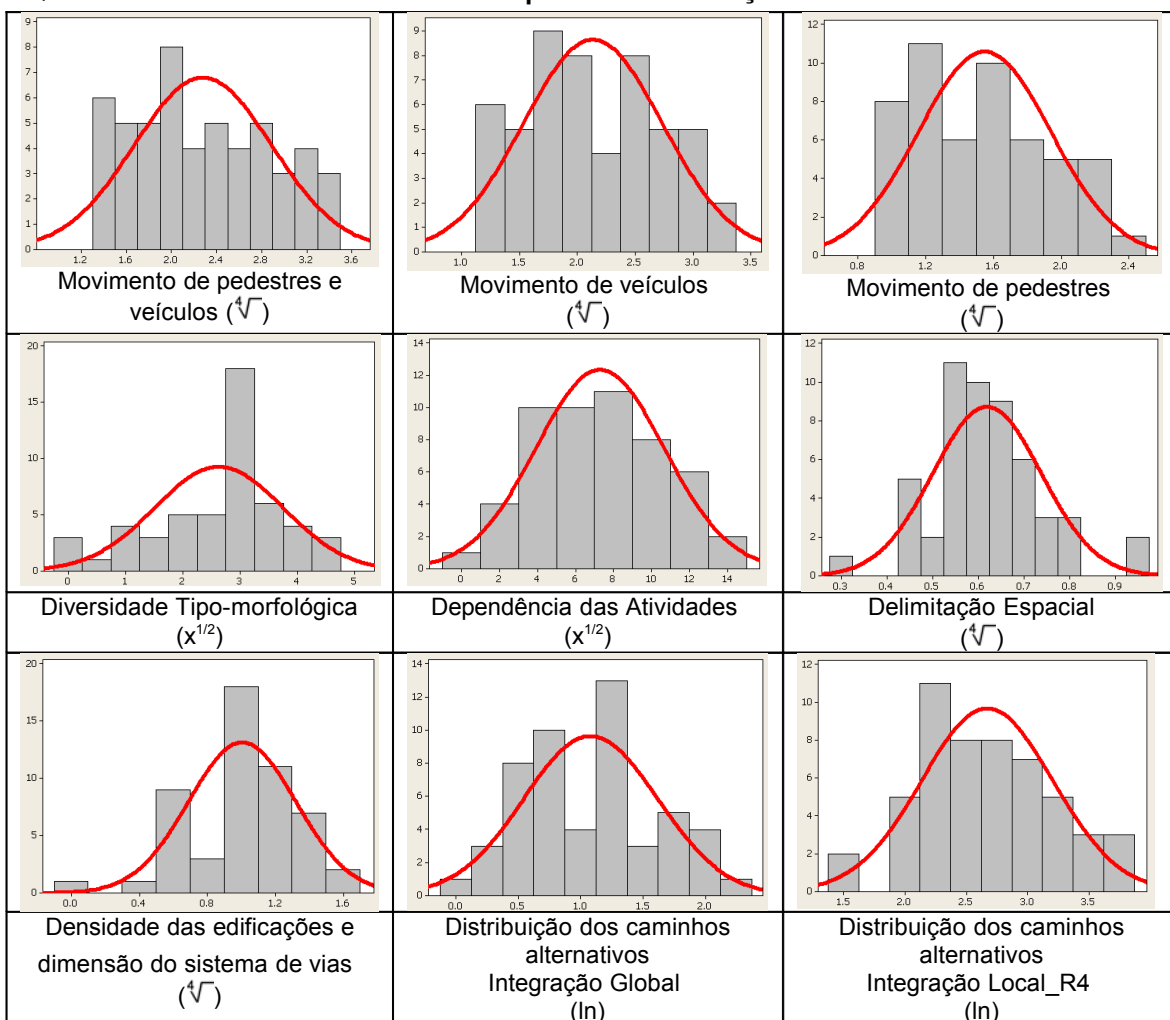
confiáveis e significativos estatisticamente. Para a normalização dos dados, faz-se necessário utilizar fórmulas matemáticas. A transformação logarítmica ($y = \ln x$), por exemplo, em geral produz dados normalmente distribuídos. Outro exemplo é a transformação exponencial ($y = x^{1/2}$), que também produz resultados satisfatórios, uma vez que estabiliza a variação dos dados. Há ainda a transformação recíproca ($y = 1/x$), a transformação quadrática ($y = x^2$), a transformação logística, dentre outras (BARROS e REIS, 2003: 67).

Tanto a variável dependente (o movimento de pedestres e veículos) quanto as variáveis independentes (distribuição dos caminhos alternativos, diversidade tipo-morfológica, delimitação espacial, densidade de edificações e dimensão do sistema de vias, dependência das atividades) necessitaram ser normalizadas, a fim de permitir uma comparação mais confiável das análises estatísticas de regressão. Ao serem normalizados, a variabilidade existente entre os dados tende a diminuir, de modo que se aproximem de uma distribuição normal (curva de 'Gauss'). A normalidade⁶ da distribuição dos dados é um dos principais critérios a observar quando da seleção de testes de hipótese e outros procedimentos de análise (BARROS e REIS, 2003: 54).

Para o movimento de pedestres e veículos a fórmula matemática em que se obteve a melhor transformação dos dados foi a extração da raiz quarta ($\sqrt[4]{}$), de modo que aproxima os dados de uma distribuição normal, diminuindo a variabilidade existente entre estes. Esse mesmo procedimento (extração da raiz quarta) também foi utilizado para normalizar os dados das **medidas de delimitação espacial e densidade de edificações e dimensão do sistema de vias**. As **medidas de diversidade tipo-morfológica e dependência das atividades** obtiveram melhores resultados com a transformação exponencial, enquanto que a transformação logarítmica sugeriu significativas curvas de normalidade para a **medida de distribuição dos caminhos alternativos**.

⁶ Para o caso de amostras iguais ou inferiores a 30 dados (n menor ou igual a 30), a distribuição normal não se aplica adequadamente, pois a curva se deforma à medida que n decresce. Para amostras iguais ou inferiores a 30 dados, quando ocorrem, deve-se aplicar a teoria das pequenas amostras utilizando-se a Distribuição "t" de student, para que a média da população possa ser avaliada dentro dos limites de confiança especificados.

De um modo geral, antes da transformação dos dados, todas as variáveis correspondiam às expectativas da curva normal. Porém, após as transformações, as distribuições aumentaram consideravelmente as hipóteses de normalidade. Com a normalização dos dados, as variáveis apresentaram uma distribuição normal bivariada, ou seja, para qualquer valor fixo da variável independente os valores correspondentes da variável dependente possuem uma distribuição normal aproximada, e vice-versa. Verifica-se no histograma que as transformações apresentam pouca variabilidade entre os dados, indicando que a distribuição das frequências tende a simetria, e com isso, fornece semelhança com a curva normal (quadro 3.1).

QUADRO 3.1: Curvas de normalidade após a transformação dos dados

(fonte: obtido no *software* Excel; original do autor, 2010).

Como a pesquisa trata com dados amostrais, ao encontrar os coeficientes de regressão, são feitos os testes de hipóteses. Porém, cabe salientar

que ao serem interpretados os resultados dos testes de hipóteses, se procura sempre discernir a significância estatística da importância prática das variáveis. Através do nível de *significância- α* é possível observar o elevado valor estatístico dos dados amostrados, cujos valores (inferiores a 0,05) indicam a existência de significância e a plausibilidade dos resultados amostrais. Complementar a análise tradicional do nível de significância (*Sig. α*) é verificado também o valor de probabilidade (*valor-P*) de modo a descobrir quais variáveis discrepantes (quando associadas as demais variáveis) distorcem a significância da análise de regressão.

Verifica-se também a dispersão dos valores amostrados, denominados resíduos, ao redor das retas de regressão para cada variável, que corresponde à análise da variação inexplicada, atribuída a outros fatores diferentes da relação entre 'x' e 'y'. Os valores encontrados nos diferentes gráficos dos resíduos estão espalhados acima e abaixo da reta ajustada, cuja soma dos quadrados dos desvios fica próxima de zero, evidenciando a adequação dos modelos adotados. Além disso, não se observam evidências preponderantes de violação do pressuposto da normalidade da regressão dos resíduos.

Além da análise de regressão linear múltipla verifica-se a possibilidade da regressão não-linear fornecer um modelo, cuja equação possa mais bem descrever a relação entre as variáveis consideradas. Para isso é empreendida a função de linearização por transformação de variáveis. O ajuste linear do modelo geométrico testado utiliza a equação logarítmica linearizada [(eq. 3.1)].

(eq. 3.1)

$$\text{Ln}Y = b_0 + b_1 \cdot \text{Ln} X_1 + b_2 \cdot \text{Ln} X_2 + b_3 \cdot \text{Ln} X_3 + b_n \cdot \text{Ln} X_n$$

(fonte: BARBETTA, 1999)

Todos estes procedimentos adotados são necessários e fornecem uma facilidade e confiabilidade maior na manipulação dos dados, principalmente quando estão envolvidos cruzamentos com algoritmos matemáticos e relações estatísticas.

Após padronizar os dados, transformar sua distribuição normal, fazer os testes de hipóteses e verificar os resíduos, serão fornecidas informações a respeito das regressões que alcançaram resultados mais expressivos, as quais



servem para testar a aplicação das **medidas do tecido urbano** que compõem o **modelo de deslocamento 5D** de modo a permitir a escolha do menor e, ao mesmo tempo, melhor conjunto de variáveis para explicar o movimento de pedestres e veículos.

3.2.1 Medida de distribuição dos caminhos alternativos e acessibilidade sintática

Dada a fórmula:

(compilação da eq. 2.1 do capítulo2)

medida de distribuição dos caminhos alternativos - Integração Global = $\sum \text{acessRn}$
medida de distribuição dos caminhos alternativos - Integração Local_RI = $\sum \text{acessRI}$

Onde: $\sum \text{acessRn}$ consiste no somatório da Integração Global da linha axial e de todas as linhas axiais conectadas a esta.

$\sum \text{acessRI}$ consiste no somatório da Integração Local até a abrangência de passos topológicos da linha axial e de todas as linhas axiais conectadas a esta.

Variável considerada na composição desta medida:

- **espaço aberto público**
- **distância topológica**

(fonte: original do autor, 2010)

A **medida de distribuição dos caminhos alternativos** relaciona o nível de carregamento de uma linha axial somando todas as demais linhas intervenientes e conectadas a esta (mapa 3.10).



MAPA 3.10: Linhas axiais objeto de estudo (eixos vermelhos) conectadas às linhas axiais adjacentes (eixos amarelos) de distribuição dos caminhos alternativos (fonte: original do autor, 2010)

De modo a permitir uma sensibilidade maior de análise fez-se a abstração e ordenação dos postos das linhas com maiores (linhas vermelhas) e menores (linhas azuis) valores da medida **de distribuição dos caminhos alternativos** e do movimento de pedestres e veículos⁷. Evidentemente, trata-se de uma avaliação visual do grau de associação entre duas variáveis, pois consideram-se os postos ao invés de utilizar seus verdadeiros valores. Porém, esta representação esquemática permite verificar a relação notável entre o movimento de pedestres e veículos com a medida **de distribuição dos caminhos alternativos**, tanto em termos

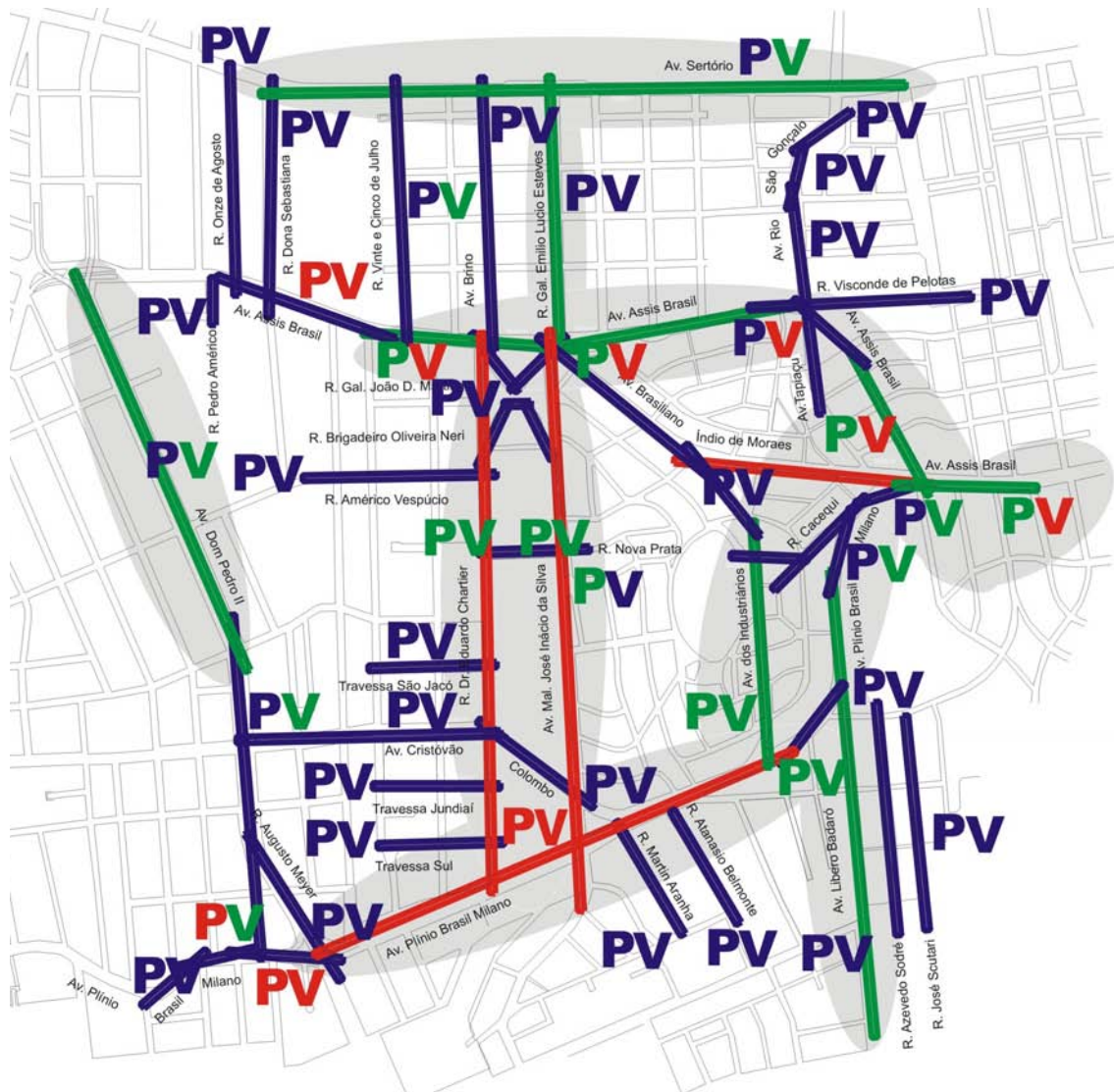
⁷

Mesmo procedimento adotado para todas as demais medidas do tecido urbano.



das propriedades Globais quanto Locais das áreas de estudo (mapa 3.11; 3.12). As linhas axiais que melhor correspondem ao movimento de pedestres e veículos são as que representam as linhas axiais mais diretas e facilmente acessíveis do sistema de vias estruturadoras. Sendo que as áreas de estudo também asseguram espaços importantes sob o ponto de vista local em relação ao movimento de pedestres e veículos, conforme verificado nas linhas axiais entorno do sistema de vias estruturadoras.

Juntas, as vias estruturadoras, que possuem as maiores possibilidades de caminhos alternativos (mapa 3.11), concentram cerca de 82% do movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo (apêndice D; E). Destas, há vias coletoras de menor capacidade de movimento de pedestres e veículos como as ruas Dr. Eduardo Chartier e a Av. Mal. José Inácio da Silva, que integram as áreas em estudo internamente. Além de vias próprias para transporte de alta capacidade de passageiros, como as avenidas Assis Brasil e Sertório, cuja continuidade interliga as áreas em estudo externamente aos municípios de Alvorada, Cachoeirinha (sentido leste), Canoas (sentido norte), Eldorado do Sul e Guaíba (sentido oeste).



MOVIMENTO DE PEDESTRES (100m/5min)

P	> 25,56	< 37,84
P	> 13,28	< 25,55
P	> 0,99	< 13,27

MOVIMENTO DE VEÍCULOS (100m/5min)

V	> 67,62	< 100,54
V	> 34,70	< 67,61
V	> 1,77	< 34,69

MEDIDA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CAMINHOS ALTERNATIVOS

	> 6,81	< 9,74
	> 3,86	< 6,80
	> 0,90	< 3,85

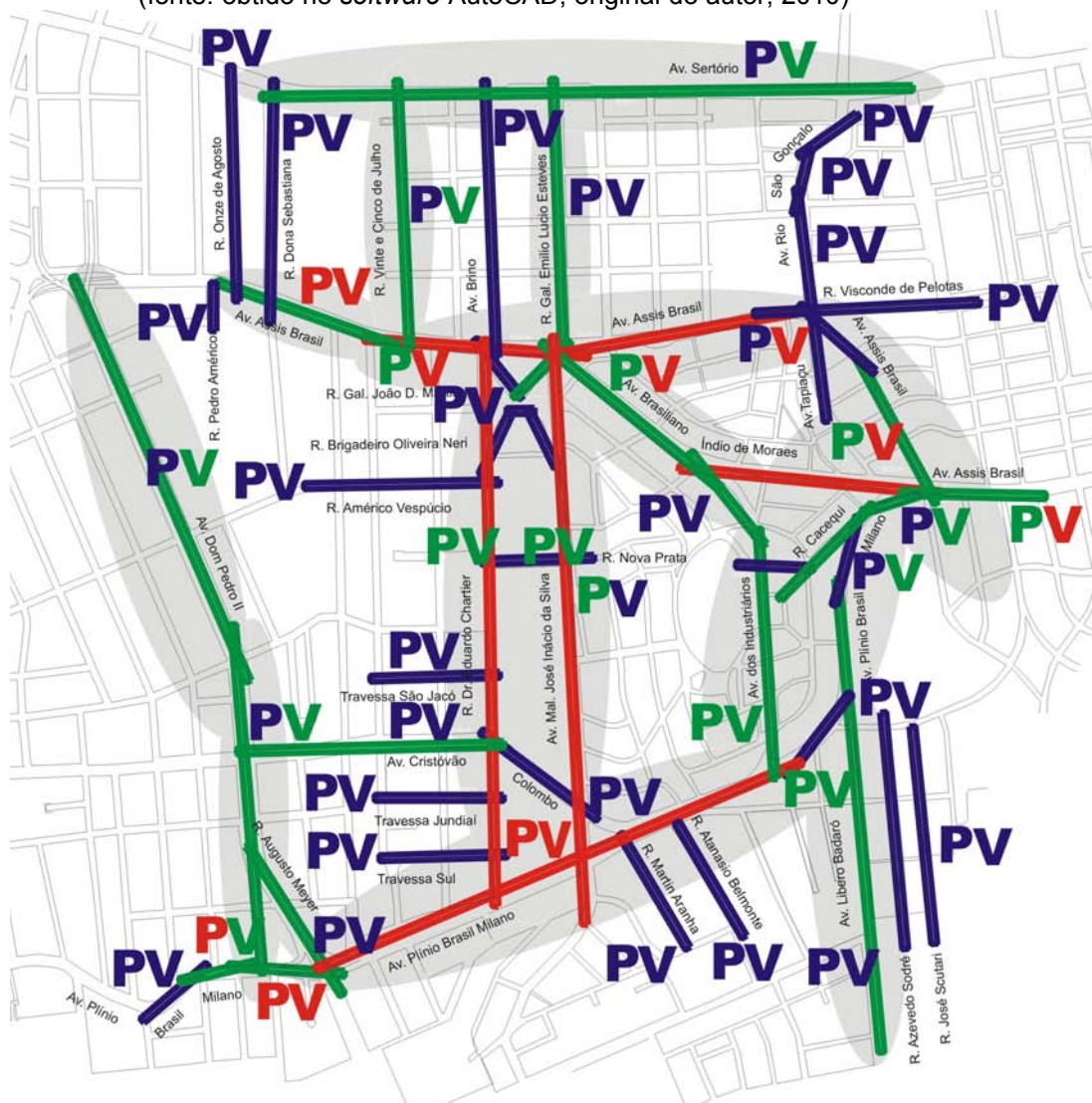
GLOBAL



MAPA 3.11: Mapa de interpolação da medida de *distribuição dos caminhos alternativos* de Integração Global com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo

Uma escala de cor espectral é usada com vermelho representando o maior valor até o azul representando o menor valor. Os valores para a medida variam de 0,90 até 9,74; os valores do movimento de pedestres e veículos variam de 0,99 até 100,54. Em destaque (marcação na cor cinza) as áreas com maiores valores da medida de distribuição dos caminhos alternativos.

(fonte: obtido no software AutoCAD; original do autor, 2010)



MOVIMENTO DE PEDESTRES (100m/5min)

P	> 25,56	< 37,84
P	> 13,28	< 25,55
P	> 0,99	< 13,27

MOVIMENTO DE VEÍCULOS (100m/5min)

V	> 67,62	< 100,54
V	> 34,70	< 67,61
V	> 1,77	< 34,69

MEDIDA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CAMINHOS ALTERNATIVOS

	> 29,90	< 42,33
	> 14,46	< 29,80
	> 5,01	< 14,45

LOCAL_R4



MAPA 3.12: Mapa de interpolação da medida de *distribuição dos caminhos alternativos* de Integração Local_R4 com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo

Uma escala de cor espectral é usada com vermelho representando o maior valor até o azul representando o menor valor. Os valores para a medida variam de 5,01 até 42,33; os valores do movimento de pedestres e veículos variam de 0,99 até 100,54. Em destaque (marcação na cor cinza) as áreas com maiores valores da medida de distribuição dos caminhos alternativos.

(fonte: obtido no software AutoCAD; original do autor, 2010)

As **medidas de distribuição dos caminhos alternativos** foram comparadas com as medidas de acessibilidade sintática (Integração Global e Local_R4) adotadas tradicionalmente na literatura de Sintaxe Espacial (tab. 3.11; 3.12).

TABELA 3.11: Valores dos coeficientes de determinação das regressões da medida de distribuição dos caminhos alternativos para a Integração Global com o movimento de pedestres e veículos

Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r ²	∞
		Determ.	Sig.
Acessibilidade sintática	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,0094	0,4924
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,0254	0,2590
Integração Global (tradicional)	Movimento de veículos/100m/5min**	0,0064	0,5727
Distribuição dos caminhos alternativos	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,5025	4,07E-09
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,4777	1,41E-08
	Movimento de veículos/100m/5min**	0,4917	7,05E-09
Integração Global (ln*)			

*dados normalizados para logaritmo natural (ln); ** dados normalizados para raiz quarta ($\sqrt[4]{}$). A abreviatura 'pdst + vcl' significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r² é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística. (fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

Os coeficientes de determinação para as regressões entre as medidas de acessibilidade sintática (tradicional na literatura de Sintaxe Espacial; HILLIER e HANSON, 1984) e os movimentos de pedestres e veículos são inexpressivos, todos abaixo de 3% de explicação (r² 0,0254), assim como é baixo o nível de significância (valores acima de 0,05). Ao ser empreendida a regressão das mesmas variáveis dependentes com a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** (medida proposta), normalizada por meio do logaritmo natural (ln), obteve-se significativos coeficientes de explicação, todos em torno de 50% (r² 0,5025) com níveis de significância inferiores a 0,05.

A diferenciação dos valores do coeficiente de determinação encontrados para o movimento de pedestres e veículos entre as medidas de acessibilidade sintática tradicional (r² 0,0094; sig. 0,4924) e a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** (r² 0,5025; sig. 4,070E-09) se deve ao fato de que a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** considera o somatório da acessibilidade sintática de todas as linhas axiais conectadas a uma determinada linha axial. Como pontos cruciais na dinâmica urbana, resultado basicamente da

convergência de vias, os cruzamentos (linhas axiais conectadas) articulam o sistema de vias e promovem o deslocamento de pedestres e veículos.

A **medida de distribuição dos caminhos alternativos** apresenta maior sensibilidade em capturar e expressar os valores entre a menor e a maior integração para uma dada linha axial. Os valores das linhas axiais correspondem, pelos menos aproximadamente e, proporcionalmente, a esta variação observada. Isso possibilita uma maior diferenciação na análise de **distribuição dos caminhos alternativos** do que as medidas de acessibilidade sintática tradicionalmente adotadas.

Os espaços abertos públicos com menores valores da **medida de distribuição dos caminhos alternativos**, as ruas Martim Aranha (linha axial 2503) e Brig. Oliveira Neri (linhas axiais 2604 e 2609), atraem juntas um movimento médio de 4 pedestres e veículos/100m/5min, enquanto que os espaços com maiores valores da **medida de distribuição dos caminhos alternativos**, as avenidas Brasiliano Índio de Moraes (linha axial 2507), Plínio Brasil Milano (linha axial 9379), e Mal José Inácio da Silva (linha axial 2532), atraem uma média de 90 pedestres e veículos/100m/5min. Constatou-se que espaços abertos públicos com maiores valores em termos da **medida de distribuição dos caminhos alternativos** concentram cerca de 22 vezes mais movimento de pedestres e veículos do que os espaços abertos públicos com menores valores.

Ao fazer a mesma análise para as medidas de acessibilidade sintática (tradicional) verifica-se que os espaços abertos públicos com menores valores são a R. Rio São Gonçalo (linhas axiais 2688 e 2690) e a Av. Sertório (linha axial 9378), que atraem juntas um movimento médio de 28,6 pedestres e veículos/100m/5min. Enquanto que os espaços abertos públicos com maiores valores da medida de acessibilidade sintática são as avenidas Plínio Brasil Milano (linhas axiais 8957 e 9379) e Mal José Inácio da Silva (linha axial 2532), que atraem uma média de 98,1 pedestres e veículos/100m/5min. Os espaços abertos públicos com maiores valores em termos da medida de acessibilidade sintática chegam a concentrar cerca de 3,5 vezes mais movimento de pedestres e veículos do que os espaços abertos públicos com menores valores.

O único espaço aberto público, captado pelas duas medidas, é a Av. Plínio Brasil Milano (linha axial 9379), sendo que os restantes dos espaços abertos públicos são totalmente distintos. Significa dizer que a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** relaciona o movimento de pedestres e veículos através da linha axial, para a linha axial e, advindos de outras linhas axiais.

A relação entre as duas medidas é de 1:22 e de 1:3,5 respectivamente. Porém, interessa também comparar a medida de acessibilidade sintática tradicional, considerando os mesmos espaços abertos públicos analisados na **medida de distribuição dos caminhos alternativos**. O resultado sugere que a diferenciação entre o menor e o maior valor da medida de acessibilidade sintática possui uma relação de 1:01 vezes, enquanto que a diferenciação entre o menor e o maior valor da **medida de distribuição dos caminhos alternativos** é de 1:11 vezes. Ou seja, o valor de 1:11 é o que mais se aproxima da relação de 1:22 do movimento de pedestres e veículos observado, representando cerca de 50% deste valor. Como a análise de regressão considera relações de valores matemáticos (escala de razão) e não simplesmente o *ranking*, obtém-se coeficientes significativos de explicação. O que explica o fato do coeficiente de regressão girar em torno de 0,5025. Sua principal vantagem é justamente esta, a capacidade de diferenciar a relação entre os valores da **medida de distribuição dos caminhos alternativos** e a aproximação com o movimento de pedestres e veículos.

De modo intrínseco, a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** diferencia as extensões métricas das linhas axiais. Embora não seja regra, probabilisticamente, grandes extensões de linhas axiais aumentam consideravelmente o potencial de serem linhas axiais com muitos cruzamentos, e conseqüentemente, influenciar mais as linhas axiais à sua volta, como as avenidas Brasiliano Índio de Moraes (linha axial 2507), Plínio Brasil Milano (linha axial 9379) e Mal. José Inácio da Silva (linha axial 2532) com média de 18 linhas axiais conectadas. A tendência é que estas linhas axiais (2507; 9379; 2532) influenciem, e sejam influenciadas, diretamente por todas as demais linhas axiais que estejam a uma distância de poucos passos topológicos e para a qual converge o movimento de pedestres e veículos. Isto significa que a influência ocorre em função da proximidade e conectividade das linhas axiais, onde o *movimento natural* tende a ser mais de passagem e de transição para outros espaços abertos públicos.

As linhas axiais de maior extensão métrica das áreas de estudo se prolongam em direção a diferentes bairros, garantido a conexão com parte do sistema de vias do restante da cidade, o que gera caminhos prioritários para outras áreas, i.e., maior integração. No entanto, cabe a ressalva da possibilidade de haver vias com pouca extensão métrica, mas com muitos cruzamentos, sendo eficiente, também neste caso, o uso da **medida de distribuição dos caminhos alternativos**.

Ao considerar os valores de todas as linhas axiais conectadas diretamente a uma linha axial, a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** possibilita uma maior diferenciação entre os valores de acessibilidade sintática que carregam as linhas axiais. É possível entender porque determinadas linhas axiais possuem baixos valores de Integração Global e Local_R4, mas que, entretanto, estão envoltas por linhas axiais com altos valores de acessibilidade sintática, e acabam por apresentar significativo movimento de pedestres e veículos. Ou seja, a medida calcula a influência da(s) linha(s) axial(s) em torno da linha axial considerada, como parte dos movimentos mais imediatos dos pedestres e veículos em seus deslocamentos até a distância de um passo topológico. Esta consideração explica porque os valores do coeficiente de determinação para o movimento de pedestres e veículos são aproximados, uma vez que os movimentos, quer sejam a pé ou de veículo, seguem uma lógica imediata de um passo topológico a cada mudança de direção.

Na sequência, é verificada a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** para a Integração Local_R4, a qual não apresenta muitas novidades em relação ao que já foi mostrado na análise da Integração Global. Tratam-se (Integração Global e Local_R4) de medidas fundamentalmente recíprocas, as quais possibilitam uma noção mais abrangente da probabilidade de acessar estas linhas axiais a partir das demais linhas axiais que compõem o seu entorno imediato. A Integração Local_R4 é uma medida que possibilita entender o todo a partir das partes do sistema de vias até 4 passos de distância topológica. A **medida de distribuição dos caminhos alternativos** com limitações de passos topológicos é diretamente calculada a partir do número de conexões de linhas axiais adjacentes.

Assim como ocorreu na Integração Global, os coeficientes de determinação para as regressões de Integração Local_R4 são significativos para a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** e o movimento de pedestres e veículos (tab. 3.12). Os coeficientes de determinação encontrados para a Integração Local_R4 e o movimento de pedestres e veículos (r^2 0,5226 – sig. 1,43E-09) são praticamente os mesmos encontrados na Integração Global (r^2 0,5025 – sig. 4,07E-09).

A medida de acessibilidade sintática tradicional apresenta maior coeficiente de determinação Local_R4 para explicar o movimento de pedestres (r^2 0,1258, sig. 0,0098) em comparação ao de veículos (r^2 0,0945, sig. 0,0265).

TABELA 3.12: Valores dos coeficientes de determinação das regressões da medida de distribuição dos caminhos alternativos de Integração Local_R4 com o movimento de pedestres e veículos

Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r^2	∞
		Determ.	Sig.
Acessibilidade sintática	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,1054	0,0018
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,1258	0,0098
Integração Local_R4 (tradicional)	Movimento de veículos/100m/5min**	0,0945	0,0265
	Distribuição dos caminhos alternativos		
Integração Local_R4 (ln*)	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,5226	1,43E-09
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,4942	6,24E-09
	Movimento de veículos/100m/5min**	0,5118	2,52E-09

*dados normalizados para logaritmo natural (ln); ** dados normalizados para raiz quarta ($\sqrt[4]{}$). A abreviatura pdst + vcl significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r^2 é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística.

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

Esperava-se que a maior capacidade do coeficiente de determinação Local_R4 explicar o movimento de pedestres do que o movimento de veículos ocorresse também em relação às **medidas de distribuição dos caminhos alternativos** de Integração Local_R4, o que não se confirmou, apresentando praticamente os mesmos coeficientes de regressão, em torno de 50%, para explicar ambos os modos de movimentos.

Possivelmente, ao vincular linhas axiais até um limite de distância topológica (no caso a 4 passos), pode-se estar associando o movimento de pedestres e veículos a propriedades locais e a certa condição global de alcance e deslocamento, no qual é possível entender partes mais abrangentes do sistema de vias a partir dos passos topológicos imediatos às linhas axiais consideradas. Como

exemplo, citam-se as linhas axiais ao longo das avenidas Plínio Brasil Milano e Brasileiro Índio de Moraes, que apesar de possuírem uma série de deflexões ao longo de suas extensões atraem para si parte da integração das áreas de estudo devido ao fato de estarem conectadas a linhas axiais bem integradas. Com isso, apresentam reforço em termos de acessibilidade sintática de uma série de linhas axiais com altos valores de Integração Global.

A **medida de distribuição dos caminhos alternativos** de Integração Local_R4, ao considerar o nível de carregamento de uma linha axial somado a todas as demais linhas axiais conectadas a esta, se aproxima da noção de inteligibilidade em que se avalia a noção do todo (global) através da compreensão das partes (local). O sistema de vias estruturadoras (avenidas Assis Brasil, Brasileiro Índio de Moraes, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Plínio Brasil Milano, Industriários, Dr. Eduardo Chartier, Mal. José Inácio da Silva, Sertório) reforça a inteligibilidade global e local das áreas de estudo.

Estudos têm demonstrado que a inteligibilidade é a propriedade-chave da estrutura espacial das cidades, responsável pelo sentido de orientação, pois possibilita o discernimento das partes, cuja configuração das áreas de estudo inteira pode ser predita pelo conhecimento da configuração ao nível local até 4 passos topológicos.

De algum modo a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** ao considerar as conexões das linhas axiais adjacentes a uma determinada linha axial, vem ao encontro da medida de inteligibilidade, tradicional em Sintaxe Espacial, que trabalha com a relação entre uma medida global (a integração), e uma medida local (a conectividade). Como a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** guarda alguma relação com as medidas de conectividade e controle, tradicionalmente utilizadas nos estudos sintáticos (HILLIER e HANSON, 1984), foram verificados os coeficientes de regressão, os quais apresentam consistências (tab. 3.13).

TABELA 3.13: Valores dos coeficientes de determinação das regressões da acessibilidade sintática das medidas de controle e conectividade (tradicional) com o movimento de pedestres e veículos

Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r ²	∞
		Determ.	Sig.
Acessibilidade sintática Controle (tradicional)	Movimento de pdst + vcl/100m/5min [*]	0,2142	0,0001
	Movimento de pedestres/100m/5min [*]	0,3131	1,61E-05
	Movimento de veículos/100m/5min [*]	0,1791	0,0001
Acessibilidade sintática Conectividade (tradicional)	Movimento de pdst + vcl/100m/5min [*]	0,2563	0,0001
	Movimento de pedestres/100m/5min [*]	0,3309	8,17E-06
	Movimento de veículos/100m/5min [*]	0,2246	0,0001

* dados normalizados para raiz quarta ($\sqrt[4]{\cdot}$). A abreviatura pdst + vcl significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r² é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística.

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

A regressão entre **medidas de distribuição dos caminhos alternativos** de Integração Global e Integração Local_R4 indica uma maior possibilidade de entendimento do padrão global da área de estudo até um limite de 4 passos topológicos, assim como, uma forte tendência de ocorrer maior movimento de pedestres e veículos ao longo dos espaços abertos públicos, cujas linhas axiais sejam mais integradas localmente (Integração Local_R4). Há um incremento significativo das possibilidades de movimento de pedestres e veículos tanto em nível local até 4 passos topológicos, quanto em nível global das diferentes categorias sociais, o que resulta numa fácil orientação para qualquer pedestre e veículo, mesmo que desconheça as áreas em estudo (tab. 3.14).

Foi possível verificar o equilíbrio das possibilidades de movimento de pedestres e veículos tanto em nível local até 4 passos topológicos, quanto em nível global, a partir do coeficiente de regressão (r² 0,9817, sig. 3,87E-15) encontrado para a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** de Integração Global e Integração Local_R4 nas áreas em estudo (tab. 3.14). O valor do coeficiente de regressão encontrados (r² 0,9817; sig. 3,87E-45) reforça a noção de que partes do sistema de vias possibilitam uma boa compreensão de sua estrutura global, sobretudo aos pedestres que tendem a limitar seus movimentos diários à distância máxima de três a quatro passos topológicos. Em termos práticos, isto abrange praticamente todas as áreas de estudo. A diferença na quantidade de movimento de pedestres e veículos verificadas se devem basicamente ao quanto de potencial de acessibilidade cada linha axial agrega a cada trecho específico de espaço aberto público em função do relacionamento e integração das linhas axiais. Isto explica



porque mesmo duas ou mais linhas axiais com fortes valores de integração apresentam variações de movimento dentre os espaços abertos públicos que o compõem.

TABELA 3.14: Regressões de Integração Global e Local_R4 entre medidas de acessibilidade sintática (tradicional) e medida de distribuição dos caminhos alternativos

Regressão entre variáveis		r ²	∞
		Determ.	Sig.
Distribuição dos caminhos alternativos	Distribuição dos caminhos alternativos	0,9817	3,87E-45
Integração Global (ln*)	Integração Local_R4 (ln*)		

*dados normalizados para logaritmo natural (ln). Onde r^2 é o coeficiente de determinação e ∞ sig. é a significância estatística.

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

3.2.2 Medida de diversidade tipo-morfológica

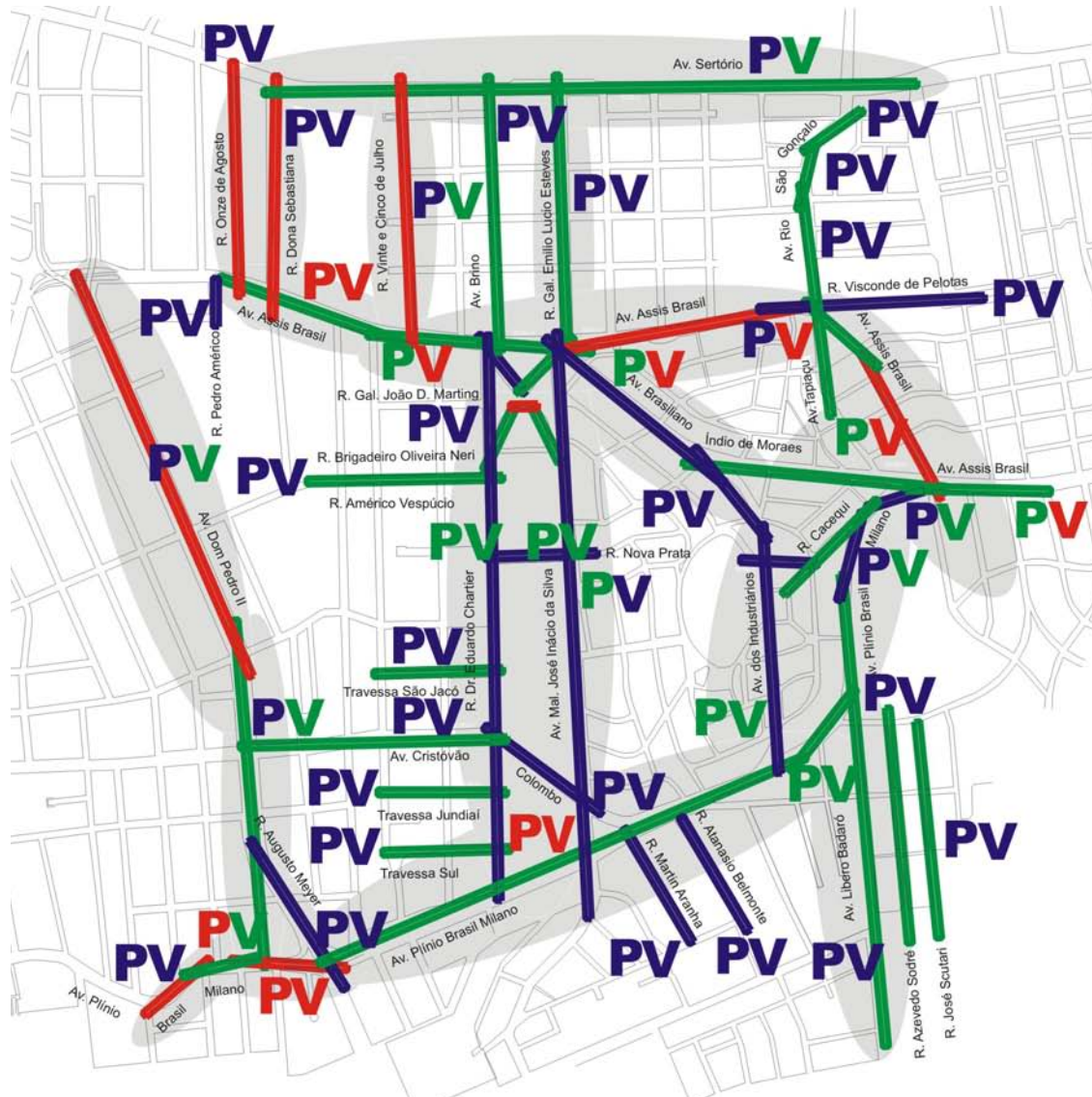
Dada a fórmula:

(compilação da eq. 2.2 do capítulo 2)	
medida de diversidade tipo-morfológica =	$\frac{ip * fc}{f}$
Sendo: $fc \geq tp$	
Onde:	
ip representa a expressão $\{ [1 - (1 / tp)] * 1,25 \}$ que fornece o valor para a ponderação de 'fc'	
tp corresponde ao valor da tipologia predominante (varia de 1 a 5; conforme quadro 2.4)	
fc corresponde a unidade de forma construída por lote	
1,25 fator de ponderação constante que torna os dados normalizáveis entre 0 e 1.	
f corresponde a padronização por 100 metros	
Variável considerada na composição desta medida:	
<ul style="list-style-type: none">• forma construída• tipo edifício• distância métrica da via	

(fonte: original do autor, 2010)

A **medida de diversidade tipo-morfológica** discretiza as inúmeras tipologias e morfologias relacionadas ao tecido urbano, em que a relação tipo-morfológica dos tecidos urbanos pode ser classificada segundo cinco categorias de análise: *lotes não-edificados*, *edificações unitárias*, *edificações agregadas horizontalmente*, *edificações agregadas verticalmente*, *edificações excepcionais* (quadro 2.4 do capítulo 2; apêndice D; E).

Os espaços abertos públicos com menores valores da **medida de diversidade tipo-morfológica**, as ruas Nova Prata (linha axial 2607), Gal. João D. Marting (linha axial 2605) e Atanásio Belmonte (linha axial 2573) atraem juntas um movimento médio de 6,52 pedestres e veículos/100m/5min, enquanto que os espaços abertos públicos com maiores valores da **medida de diversidade tipo-morfológica**, a Av. Assis Brasil (linha axial 2657), as ruas Onze de Agosto (linha axial 9445) e Dona Sebastiana (linha axial 9444) atraem uma média de 47,42 pedestres e veículos/100m/5min (mapa 3.13). Constatou-se que espaços abertos públicos com maiores valores em termos da **medida de diversidade tipo-morfológica** concentram cerca de 7 vezes mais movimento de pedestres e veículos do que os espaços abertos públicos com menores valores (mapa 3.13; apêndices D; E).



MOVIMENTO DE PEDESTRES (100m/5min)

P	>	25,56	<	37,84
P	>	13,28	<	25,55
P	>	0,99	<	13,27

MOVIMENTO DE VEÍCULOS (100m/5min)

V	>	67,62	<	100,54
V	>	34,70	<	67,61
V	>	1,77	<	34,69

MEDIDA DE DIVERSIDADE TIPO-MORFOLÓGICA

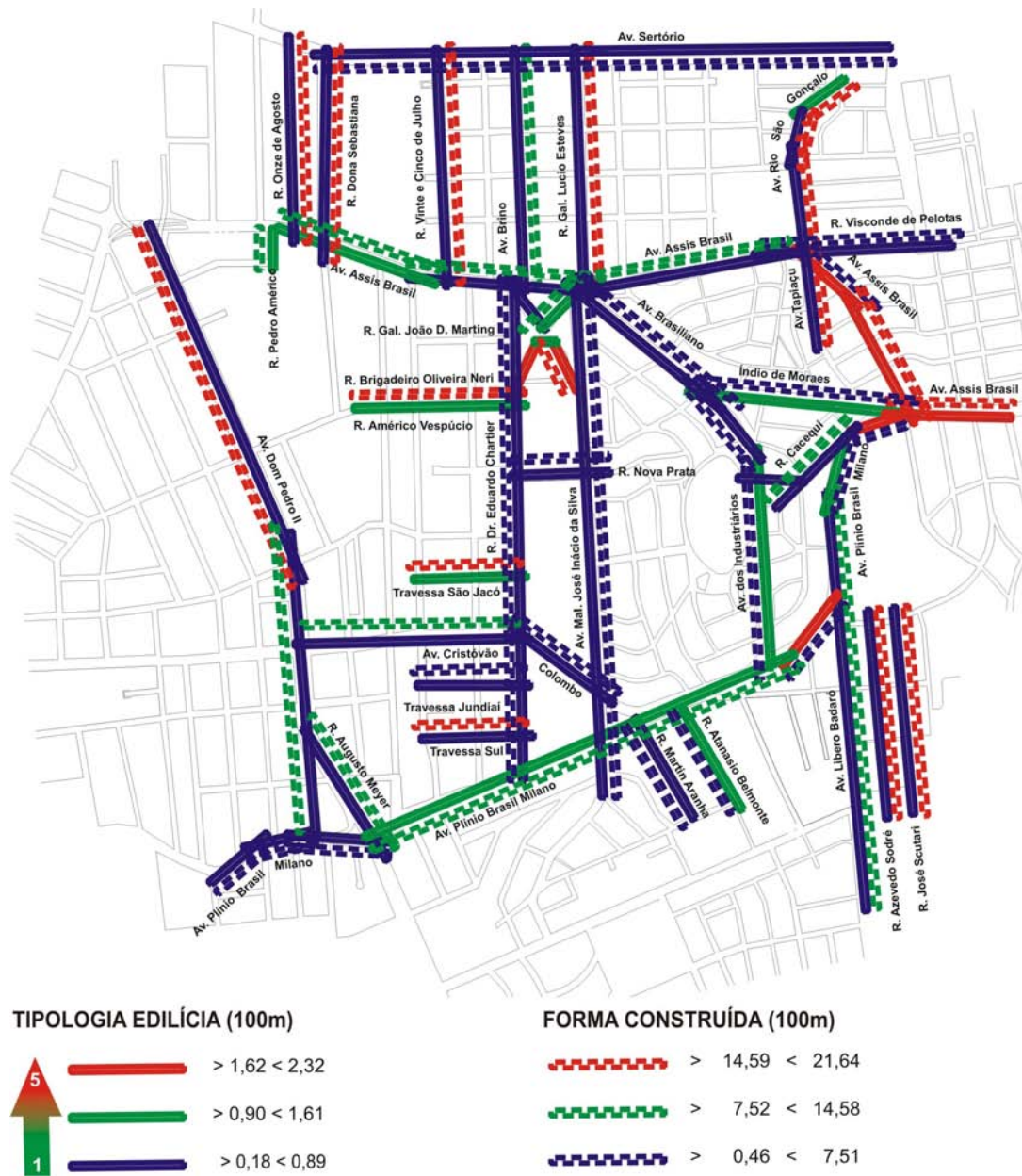
	>	12,06	<	18,08
	>	6,03	<	12,05
	>	0,00	<	6,02



MAPA 3.13: Mapa de interpolação da medida de diversidade tipo-morfológica com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo

Uma escala de cor espectral é usada com vermelho representando o maior valor até o azul representando o menor valor. Os valores para a medida variam de 0,0000 até 18,08; os valores do movimento de pedestres e veículos variam de 0,99 até 100,54. Em destaque (marcação na cor cinza) as áreas com maiores valores da medida de diversidade tipo morfológica. (fonte: obtido no software AutoCAD; original do autor, 2010).

Existe relação entre a quantidade de formas construídas e a quantidade de tipologias encontradas, uma vez que se trata de um tecido urbano que disponibiliza diferentes possibilidades de apropriação espacial, reconhecimento e sentido de orientação ao movimento de pedestres e veículos (mapa 3.14).



MAPA 3.14: Relação entre tipologia edilícia e forma construída
(fonte: obtido no software AutoCAD; original do autor, 2010)

A distribuição da **medida de diversidade tipo-morfológica** indica que pedestres e veículos, em seus movimentos, tendem a reconhecer mais facilmente a relação das partes com o todo, uma vez que praticamente inexitem vias com pouca ou nenhuma diversidade tipo-morfológica. Assim, uma vez conhecido um determinado trecho de via, e sabendo que este se repete ao longo de algumas quadras, a diferenciação entre quadras ocorre em função das formas edificadas. O sistema de vias disponibiliza aos pedestres e veículos espaços abertos públicos nos quais as tipologias das formas edificadas tendem a dar suporte à condição de legibilidade espacial. A ausência de repetições e de geometrias simples estabelece diferenças formais que ajudam nos deslocamentos de pedestres e veículos, uma vez que ocorrem fundamentalmente pelas continuidades do sistema de vias e a condição de orientabilidade fornecida pelas formas edificadas.

Embora o valor do coeficiente de regressão seja baixo, há de se considerar a capacidade que tão-somente a **medida de diversidade tipo-morfológica** possui de explicar cerca de 11% de todo o movimento de pedestres e veículos nas áreas de estudo (tab. 3.15). O resultado aponta que a relação tipo-morfológica tende a gerar diferenças espaciais que influenciam mais o movimento de veículos. Isso se deve ao fato das velocidades de movimentos e focos de observação ser diferentes quando as pessoas se deslocam a pé ou de veículos. Estudos demonstram que pessoas em veículos tendem a se movimentar observando o todo, enquanto pedestres observam partes e detalhes ao longo do percurso que passam despercebidos para as pessoas em veículos⁸.

TABELA 3.15: Regressões entre a medida de diversidade tipo-morfológica e o movimento de pedestres e veículos

Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r ²	
		Determ.	∞ Sig.
Diversidade tipo-morfológica (x ^{1/2})*	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,1108	0,0218
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,0591	0,0424
	Movimento de veículos/100m/5min**	0,1005	0,0160

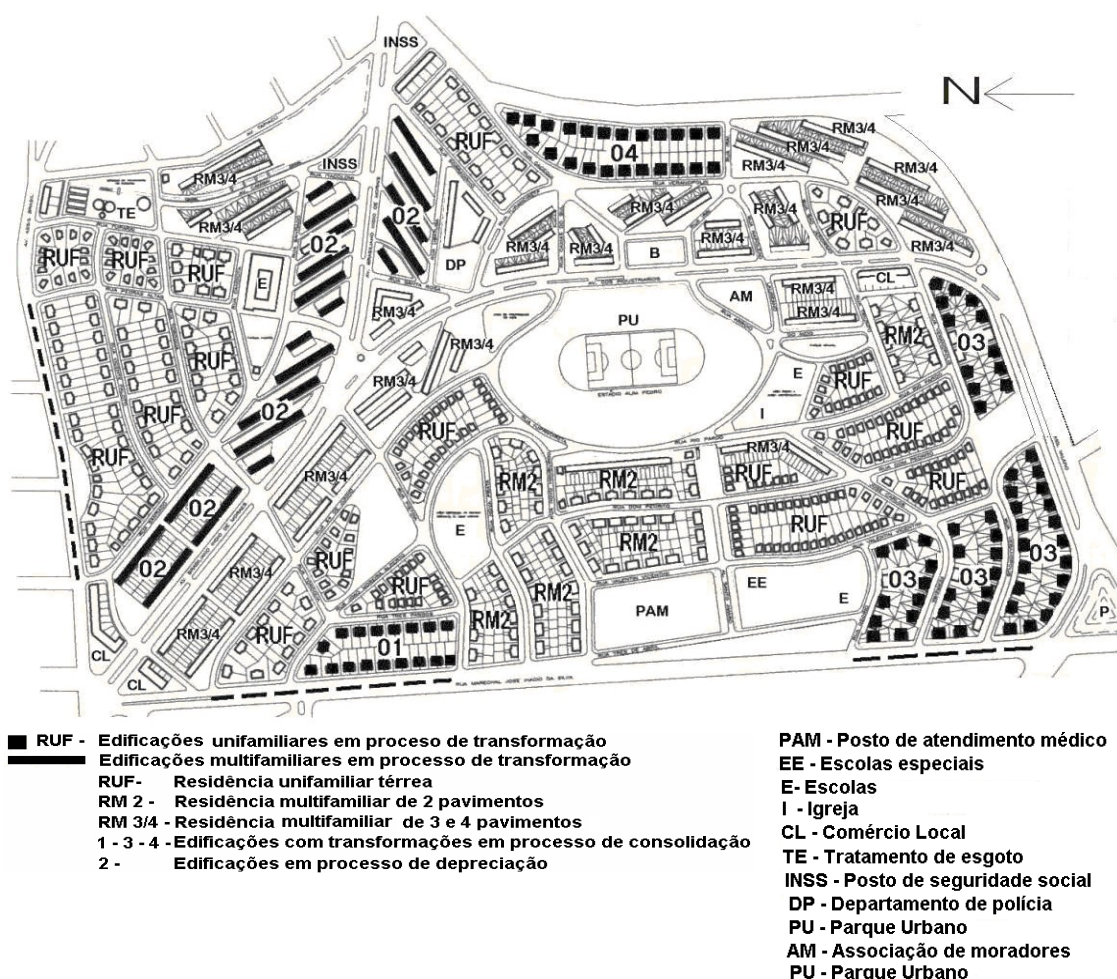
(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010)

*dados normalizados por potenciação (x^{1/2}); ** dados normalizados para raiz quarta (^{1/4});

A abreviatura pdst + vcl significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r² é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística.

⁸ A este respeito, porém sob outra perspectiva de enfoque adotado na presente pesquisa, ver KOLHSDORF (1996), ORNSTEIN (1992) e uma série de outros autores que relacionam aspectos psico-comportamentais das pessoas com o ambiente construído arquitetônico e urbano.

Edificações seguem padrões técnicos, funcionais e estéticos próprios da época de sua construção, que podem se tornar inadequados e obsoletos com o passar do tempo. O processo de reocupação das edificações com outro uso, demolição e substituição, juntos, contribuem para a paulatina transformação dos tecidos urbanos, que se tornam menos uniformes, até, no limite, serem transformados pela completa substituição das edificações existentes. A quantidade e diversidade de tipologias edilícias nas áreas de estudo tornam complexa a tarefa de demonstrar a relação tipo-morfológica dominante por linhas axiais. Mesmo tecidos urbanos consolidados e com estabilidade nas tipologias edilícias como a Vila do IAPI (mapa 3.15), devido aos processos de adaptação dos moradores, alteram significativamente as formas das edificações.



MAPA 3.15: Classificação genérica da relação tipo-morfológica na Vila do IAPI
(fonte: original do autor, 2010; adaptado do Plano da Vila do IAPI, de Marcos Kruter; PMPOA, 1991).



FOTO 3.1: Transformação e descaracterização das edificações
(fonte: original do autor, 2010)

As descaracterizações e demolições das edificações residenciais para a construção de novas tipologias, assim como a inserção de moradores de nível sócio-econômico e cultural diferente, vêm alterando as relações internas de vizinhança nas áreas em estudo, em específico nas áreas limítrofes a Vila do IAPI, em que se encontra uma população de nível sócio econômico mais elevado (Bairro Higienópolis), que começa a penetrar em áreas da Vila (foto 3.1). São justamente nas proximidades destes limites que se encontram transformações nas tipologias das casas com alteração na volumetria. Pelos lados leste e norte a renda familiar da população se equivale a da Vila do IAPI (IBGE, 2000). Nestas áreas, porém, a pressão externa é exercida por parte do comércio e não pelo uso residencial.

Uma das maiores modificações tipológicas e, em decorrência, também morfológicas ocorridas na Vila do IAPI consiste na inclusão de garagens e atividades não-residenciais não previstas no projeto original (foto 3.2). Verifica-se o acréscimo de elementos arquitetônicos destoantes às suas formas originais, tais como se apresentam a construção de garagens para carros em áreas antes destinadas aos jardins. Atualmente, é crescente e desordenado o número de residências, do *tipo edificação unitária*, que possuem garagens adaptadas às edificações existentes. As alterações recorrentes nos imóveis da Vila do IAPI decorrem da necessidade dos moradores frente às mudanças no processo sócio-econômico da cidade para atender a novos padrões de conforto e necessidades pessoais de acomodação.

Em outros casos, de intervenção mais radical no tecido urbano do conjunto residencial, as antigas edificações foram totalmente demolidas, cedendo lugar a novas edificações, contrastando com as linhas arquitetônicas sóbrias que são marcas da tradicional Vila do IAPI, afastando os códigos que tecem a memória coletiva desta área. No nível arquitetônico, as tipologias refletem alterações quanto ao conforto ambiental; à personalização dos prédios; à necessidade do aumento da área construída; e, à segurança das habitações. Todas estas alterações parecem determinantes - do ponto de vista urbanístico - da atual relação tipomorfológica da Vila do IAPI, sobretudo na ocupação do lote e na relação dos espaços privados com os espaços abertos públicos (FAYET, 1994: 63).



FOTO 3.2: Edificações destituídas de garagens e a apropriação privada do espaço público pelo transporte motorizado

Construções em péssimo estado de conservação e ocupação desordenada do espaço semi-privado (recuos de jardim e calçadas).

(fonte: original do autor, 2010)



As transformações nas áreas de unidades unifamiliares, tais como a construção irregular junto à edificação original; a ocupação dos recuos de ajardinamento; e, o acréscimo de novos pavimentos, são as mais agressivas para a integridade do conjunto tipo-morfológico da Vila do IAPI. Em alguns casos constatou-se nas edificações térreas, um acréscimo da ordem de até cinco pavimentos do projeto original. Na relação dos prédios em fita, a ocupação intensiva dos fundos de lote, a construção nas esquinas e nas faces laterais de quarteirões, são as causas que contribuem para o maior grau de desfiguração das edificações.

Um dos condicionantes para o rápido processo de transformação tipo-morfológica na Vila do IAPI deve-se a existência de edificações em boas condições de habitabilidade, cujas adaptações necessárias frente às novas necessidades da sociedade moderna, não são empecilho a sua ocupação. Isso deve-se ao fato de terem sido construídas com materiais de qualidade, o que pode-se comprovar pelo bom estado de conservação dos prédios, apesar dos poucos cuidados de manutenção que aparentam ter recebido (foto 3.3).

FOTO 3.3: Tipologias arquitetônicas preservadas
Espaços eminentemente de tipologia residencial com idêntica relação tipo-morfológica: R. Gal. João D. Marting – linhas axiais 2603 e 2605
(fonte: original do autor, 2010)



Com o decorrer dos anos, houve um incremento significativo na diversidade física da forma construída nas áreas limítrofes a Vila do IAPI em partes dos bairros Higienópolis e Passo D'Areia. Gradativamente, a regra (*tipo de edificações unitárias* - edificações térreas e sobrados), as exceções (*tipo de edificações agregadas horizontalmente* – edificações de até 3 pavimentos), e as áreas não-edificadas (praças e o parque Alin Pedro) estabeleceram as diferentes hierarquias do tecido.

As demais edificações das áreas em estudo também apresentam transformações, seja por substituição tipológica ou alterações das atividades funcionais. A Av. Dom Pedro II, que ainda mantém o *tipo de edificações unitárias*, com predomínio para atividades residenciais, e lotes do *tipo não-edificados*, por meio dos terrenos baldios, servem de exemplo para o processo de transformação substitutiva nos níveis tipológico, morfológico e funcional. Os bairros Passo D'Areia e Higienópolis caracterizam-se pelo alto grau de fragmentação das tipologias edilícias, com abundância de recuos laterais, frontais e altura das edificações, cuja arquitetura é resultado da influência direta dos planos diretores mais recentes e das imposições do mercado imobiliário.

3.2.3 Medida de delimitação espacial

Dada a fórmula:

$$\text{medida de delimitação espacial} = \frac{\text{le/qd}}{f} \quad (\text{compilação da eq. 2.3 do capítulo 2})$$

Onde:

le corresponde à fração da face do lote delimitado por edificação;

qd corresponde a face da quadra ao longo da linha axial;

f corresponde a padronização por 100 metros

Variáveis consideradas na composição desta medida:

- **lote**
- **edificação**
- **quadra**
- **recuos de ajardinamento**
- **alinhamento predial**
- **distância métrica da quadra, lote e edificação**

(fonte: original do autor, 2010)

A **medida de delimitação espacial** compara as extensões da quadra delimitada por edificações com aquelas não delimitadas, medindo o quanto as edificações contribuem na conformação do espaço aberto público. A medida relaciona a soma das partes delimitadas por edificações com a soma de toda a extensão de quadras ao longo de uma linha axial.

Os espaços abertos públicos pertencentes ao conjunto das 03 linhas axiais com menores valores da **medida de delimitação espacial**, as avenidas Sertório (linha axial 9378), Dr. Eduardo Chartier (linha axial 2540) e Mal. José Inácio da Silva (linha axial 2532) concentraram um movimento médio de 68,15 pedestres e veículos/100m/5min. Além destas linhas axiais, os valores mais baixos encontrados atribuídos à **medida de delimitação espacial** pertencem ao conjunto de linhas axiais localizadas em torno do Bairro Stª Mª Goretti e Vila do IAPI. A diferença de valores inversos entre o menor e maior movimento de pedestres e veículos associado ao maior e menor valor da **medida de delimitação espacial** deve-se ao fato de que as avenidas Sertório, Dr. Eduardo Chartier e Mal. José Inácio da Silva possuem recuos de ajardinamento e lotes baldios o que reflete num conjunto de espaços abertos públicos com pouca delimitação espacial.

As 03 linhas axiais com maiores valores da **medida de delimitação espacial**, as ruas Brig. Oliveira Néri (linhas axiais 2608 e 2609) e Atanásio Belmonte (linha axial 2573) concentram uma média de 5,87 pedestres e veículos/100m/5min. Este paradoxo, entre os maiores e menores valores da **medida de delimitação espacial** e o movimento de pedestres e veículos, deve-se ao fato de que as ruas Brig. Oliveira Néri e Atanásio Belmonte correspondem às características de um tecido tradicional, com edificações construídas junto ao alinhamento predial. No entanto, atraem pouco movimento de pedestres e veículos, pois são compostas por atividades produtoras de viagens, predominantemente residenciais, e configuradas por um sistema de vias com baixa acessibilidade sintática, que tende a suprimir as razões para as apropriações dos espaços abertos públicos e, em decorrência, o movimento de pedestres e veículos.

A delimitação espacial mantida pela articulação do arranjo espacial de sucessivas edificações, lotes e quadras compõe a estrutura espacial das áreas em estudo que influencia de modo significativo ($r^2=0,1970$; sig 0,0009) o movimento de pedestres e veículos (tab. 3.16). Trata-se de um tecido urbano bastante fragmentado, tanto em recuos frontais e laterais, presente em praticamente metade das linhas axiais das áreas de estudo (mapa 3.16), o que gera situações de disparidade nos valores da **medida de delimitação espacial** e o movimento de pedestres e veículos. Parte das quadras ao longo das vias estruturadoras e nas suas proximidades (avenidas Brasileiro Índio de Moraes, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Plínio Brasil Milano, Industriários, Dr. Eduardo Chartier, Mal. José Inácio da Silva, Sertório) possuem edificações que delimitam o alinhamento predial (limite entre a calçada e o lote).

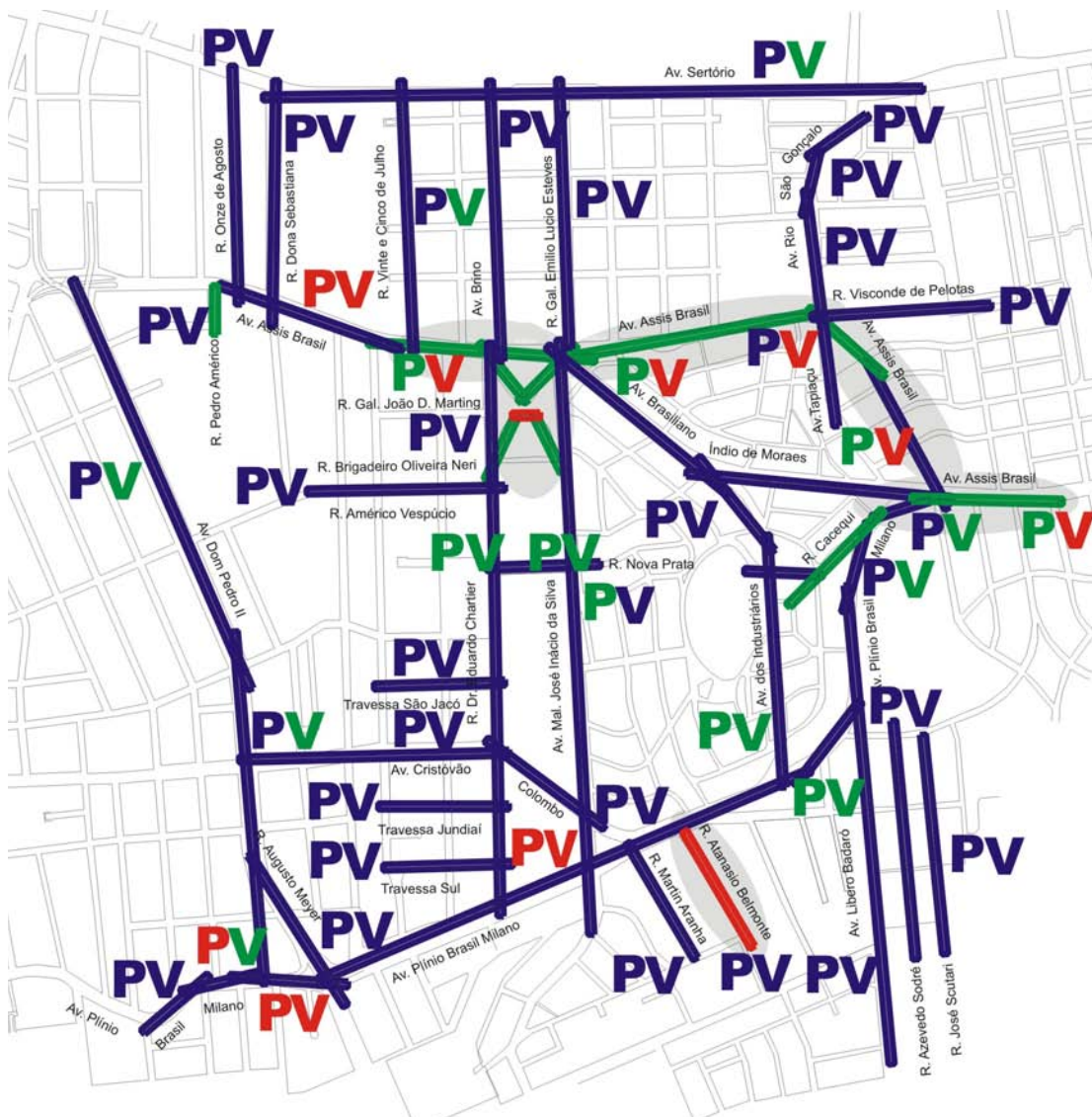
TABELA 3.16: Regressões entre a medida de delimitação espacial e o movimento de pedestres e veículos

Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r^2 Determin.	α Sig.
Delimitação espacial ($\sqrt[4]{}$)*	Movimento de pdst + vcl/100m/5min ²	0,1970	0,0009
	Movimento de pedestres/100m/5min ²	0,1692	0,0020
	Movimento de veículos/100m/5min ²	0,1962	0,0010

* dados normalizados para raiz quarta ($\sqrt[4]{}$)

A abreviatura pdst + vcl significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r^2 é o coeficiente de determinação e α sig é a significância estatística.

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010).



MOVIMENTO DE PEDESTRES (100m/5min)

P	> 25,56	< 37,84
P	> 13,28	< 25,55
P	> 0,99	< 13,27

MOVIMENTO DE VEÍCULOS (100m/5min)

V	> 67,62	< 100,54
V	> 34,70	< 67,61
V	> 1,77	< 34,69

MEDIDA DE DELIMITAÇÃO ESPACIAL

	> 0,60	< 0,89
	> 0,30	< 0,59
	> 0,01	< 0,29



MAPA 3.16: Mapa de interpolação da medida de delimitação espacial com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo

Uma escala de cor espectral é usada com vermelho representando o maior valor até o azul representando o menor valor. Os valores para a medida variam de 0,01 até 0,89; os valores do movimento de pedestres e veículos variam de 0,99 até 100,54. Em destaque (marcação na cor cinza) as áreas com maiores valores da medida de delimitação espacial.

(fonte: obtido no software AutoCAD; original do autor, 2010)

A Av. Assis Brasil possui a maior extensão linear de espaço aberto público delimitado por edificações. As distâncias entre as constituições de acesso às edificações e o espaço aberto público (rua, calçada) são mínimas, na medida em que as edificações se encontram junto ao alinhamento predial, típico de um tecido tradicional. Esse distanciamento entre o espaço externo e interno às edificações, do ponto de vista do pedestre, gera uma maior probabilidade de movimentos, principalmente em relação às atividades não-residenciais localizadas no nível térreo.

Nas vias estruturadoras (avenidas Assis Brasil, Brasilião Índio de Moraes, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Plínio Brasil Milano, Industriários, Dr. Eduardo Chartier, Mal. José Inácio da Silva, Sertório) localizam-se uma série de praças e um parque (mapa 3.17). Isso tende a diminuir o valor da **medida de delimitação espacial**, mas em contrapartida, a aumentar o número de pedestres e veículos tanto em movimento, quanto no desempenho de atividades estacionárias nos limites das praças e do parque em dias e horários específicos como finais de semana.

Atividades estacionárias desempenham importantes relações como pontos de encontros casuais ou intencionais. São fundamentais à condição de contato com outras pessoas e para a dinâmica urbana e uma das principais diferenças entre o modo de deslocamento veicular e de pessoas, pois, ao contrário do movimento de pedestres, que são predominantemente breves (salvo as pessoas que, por opção ou necessidade, percorrem grandes distâncias), veículos estão num incessante processo de movimento (GEHL, 1987: 148). As linhas axiais em que há mais movimento de pedestres, nos diferentes dias da semana, são praticamente as mesmas que possuem o maior número de pedestres estacionários (técnica da *'caminhada de observação'* diretamente no local para obtenção de dados). Não foi verificada a influência dos diferentes dias da semana na ocupação estacionária dos espaços abertos públicos.



- pam - posto de atendimento médico
- hosp - Hospital Lazzaroto
- esce - escolas especiais
- esc - escola
- igre - igreja
- coml - comércio local
- INSS - posto de seguridade social
- delp - delegacia de polícia
- parq - parque urbano Alim Pedro
- pra - praça
- biblio - biblioteca
- assm - associação de moradores
- ute - unidade de tratamento de esgoto
- cem - cemitério



MAPA 3.17: Localização de praças e do parque como articuladores das atividades estacionárias e do movimento de pedestres e veículos (fonte: obtido no software AutoCAD; original do autor, 2010)



As áreas de estudo atraem a atenção pela relação existente entre ruas, avenidas e edificações mas também pelas praças e o parque que se apresentam como espaços abertos públicos, de referência urbana para o movimento de pedestres e veículos (nas vias entorno as praças e o parque) e que tem um papel fundamental na configuração do espaço urbano. Propiciam práticas voltadas ao lazer, às atividades físicas e esportes, e condições para a ocupação estacionária mais efetiva dos pedestres, como ler, conversar, contemplar, etc.

Além das praças e do parque, os locais nos quais há maior número de pedestres estacionários (parados) são os defronte aos comércios, junto aos pontos de paradas de ônibus e nos cruzamentos de vias. Este último, devido ao intenso movimento de veículos que determina a interrupção na continuidade do deslocamento a pé. Como a apropriação do espaço aberto público pelos pedestres estacionários transcorre num período maior de tempo (se simplesmente estivessem passando pelo local), se presume que a ocupação estacionária dos espaços abertos públicos requer condições particulares de atratividade. É habitual, por exemplo, pedestres pararem nas vitrines das lojas, se aglomerarem em pontos de paradas de ônibus, e aguardarem nos cruzamentos de vias o momento mais seguro para a travessia.

Verificou-se que o movimento de pedestres e veículos não se encontra uniformemente distribuído ao longo do sistema de vias, tampouco é homogêneo no tempo devido ao incremento de movimento gerado pelos pontos de parada de ônibus, que incrementa o movimento de pedestres em intervalos de tempo muito curtos, com pausas durante as quais não há qualquer movimento. Neste caso, o ponto de parada de ônibus gera incrementos de movimento em trechos específicos de linhas axiais, a exemplo das linhas axiais (8975, 9381, 2504, 2673, 2657, 2660) ao longo da Avenida Assis Brasil. Do ponto de vista do movimento de veículos, cabem algumas considerações sobre o modo motorizado de transporte por meio de ônibus.

O itinerário de ônibus que serve a área passa fundamentalmente pelas vias estruturadoras (avenidas Assis Brasil, Brasiliano Índio de Moraes, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Plínio Brasil Milano, Industriários, Dr. Eduardo Chartier, Mal. José Inácio da Silva, Sertório). Convergem para as avenidas Assis Brasil e Plínio Brasil Milano as principais rotas de ônibus que cobrem praticamente todas as áreas em

estudo (conforme consulta aos itinerários da EPTC). Os espaços abertos públicos que possuem pontos de paradas de ônibus concentram movimento de pedestres e incrementam os espaços imediatos próximas a estas que também servem como caminho até os pontos de paradas de ônibus. Os espaços abertos públicos onde se localizam os pontos de paradas de ônibus (ao longo da Av. Assis Brasil) tendem a apresentar um maior número de pedestres estacionários, porém este comportamento é circunstancial e induzido, pois os embarques e desembarques de passageiros ocorrem em pontos específicos preestabelecidos.

Os pontos de paradas de ônibus são os responsáveis pela geração da maior parte dos deslocamentos de pedestres ao longo das avenidas estruturadoras (foto 3.4), tornando estes espaços intensamente movimentados (embarque e desembarque) durante todo o dia e em parte da noite, principalmente nos horários de pico. Os espaços de circulação e a permanência de passageiros representam oportunidades econômicas e sociais aos setores formais e informais da economia urbana, pois a presença física de itinerários, estações e terminais de transporte confere aos seus usuários uma qualificação de consumidores em potencial. Deste modo, pontos de paradas de ônibus e terminais de transporte representam a possibilidade de atrair um contingente considerável de pedestres e também veículos para determinados espaços abertos públicos.

Ou seja, vias mais acessíveis, em geral as estruturadoras, ocupadas por edificações não-residenciais, construídas junto ao alinhamento predial e próximas aos pontos de paradas de ônibus, são tanto a causa quanto o efeito do incremento de movimento de pedestre e veículos nestas áreas.



FOTO 3.4: Intensidade do transporte motorizado junto às vias estruturadoras
(fonte: original do autor, 2010)

3.2.4 Medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias

Dada a fórmula:

(compilação da eq. 2.4 do capítulo 2)

$$\text{densidade de edificações e dimensão do sistema de vias} = \frac{\text{fator} * m^2_{res_ñres} * elvp}{f}$$

Sendo: **fator de ponderação** =
$$\frac{vap}{\frac{m^2_{res_ñres}}{elvt}}$$

Onde:

fator de ponderação é o coeficiente obtido a partir da relação entre a geração de viagens produzidas e atraídas com a metragem quadrada construída residencial e não-residencial total e a extensão linear total do sistema de vias de uma área.

$m^2_{res_ñres}$; corresponde a metragem quadrada construída residencial e não-residencial total de uma área;

$m^2_{res_ñres}$; corresponde a metragem quadrada construída residencial e não-residencial total de uma linha axial;

elvt corresponde a extensão total do sistema de vias de uma área;

elvp corresponde a extensão total de uma linha axial;

vap corresponde ao total de viagens atraídas e produzidas quer sejam de base domiciliar ou de base não-domiciliar de uma área; e,

f corresponde a padronização por 100 metros

Variáveis consideradas na composição desta medida:

- **metragem quadrada construída residencial**
- **metragem quadrada construída não-residencial**
- **sistema de vias**
- **viagens atraídas e produzidas de base domiciliar**
- **viagens atraídas e produzidas de base não-domiciliar**
- **distância métrica do sistema de vias**

(fonte: original do autor, 2010)

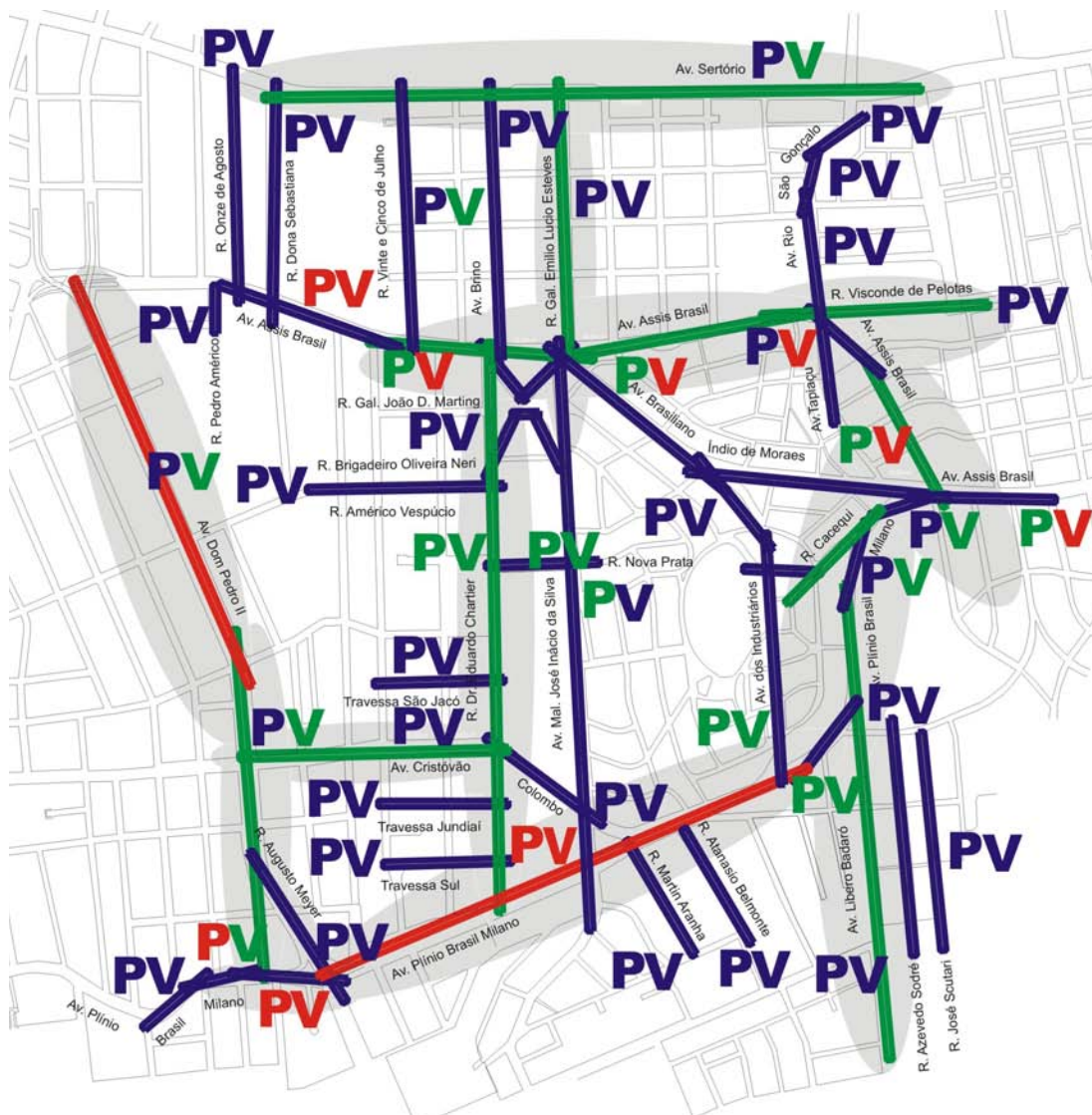
A **medida densidade das edificações e dimensão do sistema de vias** indica um coeficiente capaz de inferir sobre o movimento de pedestres e veículos por linha axial a partir da consideração do quanto de viagens geradas na zona de tráfego estão relacionadas à metragem quadrada construída residencial e não residencial e à metragem linear do sistema de vias. A composição da **medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias** utiliza dados provenientes da EDom_OD (2003), em termos de viagens produzidas e atraídas por atividades residenciais e não-residenciais.



O movimento de pedestres e veículos é afetado, até certo ponto, por uma variedade de fatores, tais como a densidade de edificações, por meio da metragem quadrada construída, e a dimensão da extensão do sistema de vias, ou seja, demanda dimensões físicas para ocorrer, tanto sob o ponto de vista do espaço aberto público quanto das próprias edificações. Paradoxalmente, quanto maior a concentração e dimensão das edificações numa área, maior o potencial de gerar atração ou repulsão do movimento de pedestres e veículos. Central a esta condição está a dimensão do sistema de vias. Desta relação, o movimento de pedestres e veículos ocorre a partir de um limiar de (des)vantagens da relação entre concentração e dimensão de edificações e do sistema de vias.

As maiores densidades de edificações se localizam em trechos específicos, geralmente próximas ao cruzamento de grandes extensões de vias (vias que fazem esquina com as avenidas Assis Brasil e Plínio Brasil Milano, como as avenidas Dr. Eduardo Chatier e Mal. José Inácio da Silva). Probabilisticamente, tendem a ser mais conectadas a outras vias, ou seja, caminho alternativo, e com isso atraem para si, ou para as suas proximidades, maior incremento de movimento de pedestres e veículos.

As vias com menores extensões e densidades construtivas comportam menor movimento de veículos, o que tende a privilegiar o movimento de pedestres (mapas 3.18; 3.19; 3.20; apêndices D; E), que caminham desimpedidos ao longo de praticamente todas as horas do dia. Isto permite a livre escolha de movimento aos pedestres, não havendo conflitos mesmo no movimento de pedestres em sentidos opostos e em horários de pico.



MOVIMENTO DE PEDESTRES (100m/5min)

P	>	25,56	<	37,84
P	>	13,28	<	25,55
P	>	0,99	<	13,27

MOVIMENTO DE VEÍCULOS (100m/5min)

V	>	67,62	<	100,54
V	>	34,70	<	67,61
V	>	1,77	<	34,69

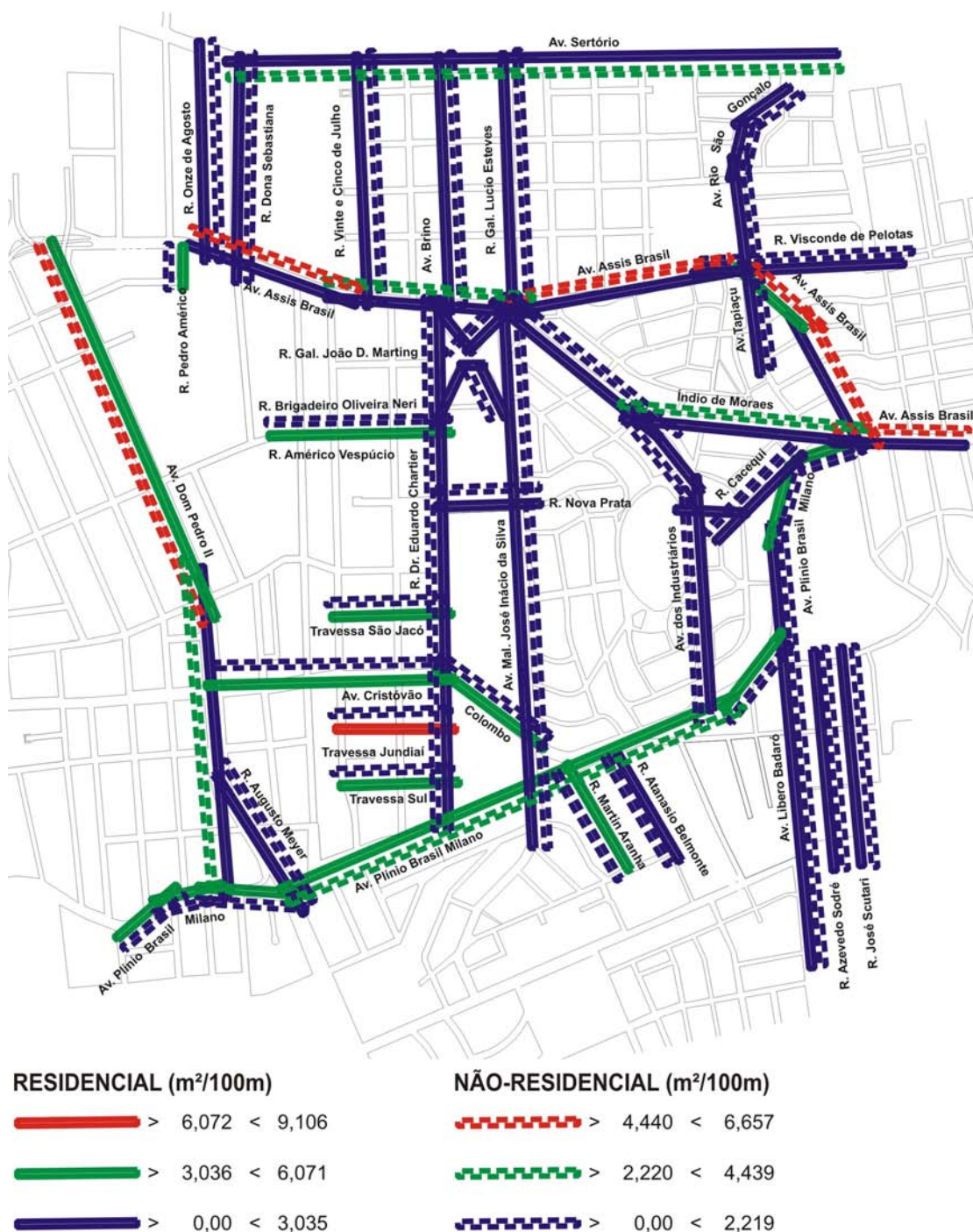
MEDIDA DE DENSIDADE DAS EDIFICAÇÕES E DIMENSÃO DO SISTEMA DE VIAS

	>	5,05	<	7,50
	>	2,55	<	4,95
	>	0,00	<	2,45

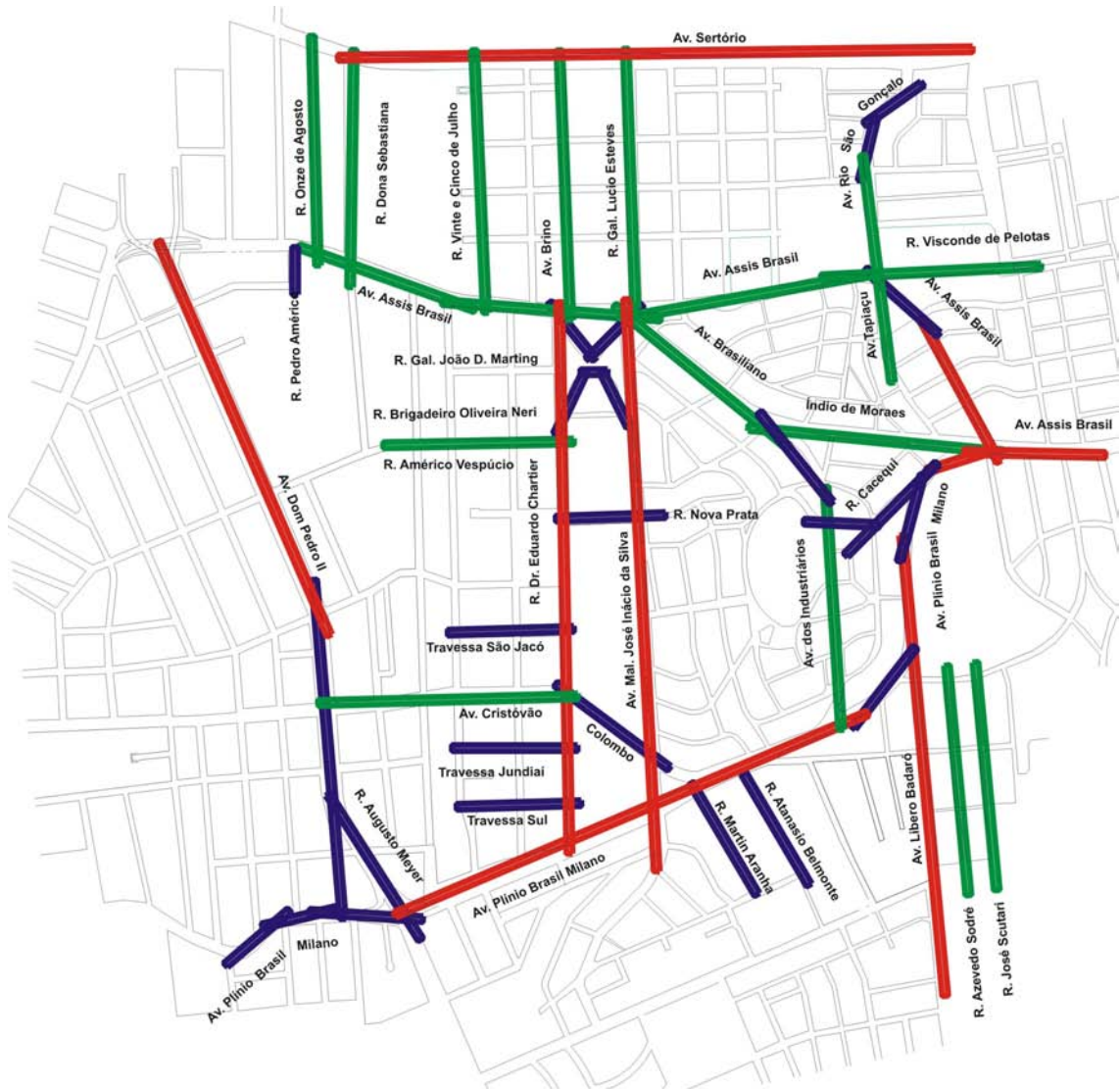


MAPA 3.18: Mapa de interpolação da medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo




Uma escala de cor espectral é usada com vermelho representando o maior valor até o azul representando o menor valor. Os valores para a medida variam de 0,00 até 7,50; os valores do movimento de pedestres e veículos variam de 0,99 até 100,54. Em destaque (marcação na cor cinza) as áreas com maiores valores da medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias. (fonte: obtido no software AutoCAD; original do autor, 2010)



MAPA 3.19: Espacialização da metragem quadrada residencial e não-residencial
(fonte: original do autor, 2010)



EXTENSÃO DO SISTEMA DE VIAS (linhas axiais)

-  > 1207 < 1770 (mL)
-  > 646 < 1206
-  > 85 < 645



MAPA 3.20: Espacialização da extensão do sistema de vias
(fonte: original do autor, 2010).

Verifica-se que os coeficientes de determinação para as regressões entre a **medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias** e o movimento de pedestres e veículos, são expressivos (todos acima de 0,45) assim como o alto nível de significância (todos os valores abaixo de 0,05). Os resultados dos coeficientes de regressão apontam que a **medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias** possui praticamente a mesma relação com o movimento de pedestres e veículos (tab. 3.17). Quer sejam pedestres ou veículos, estes tendem a se movimentar em razão permeabilidade física e visual do sistema de vias e da existência de edificações.

TABELA 3.17: Regressões entre a medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias e o movimento de pedestres e veículos

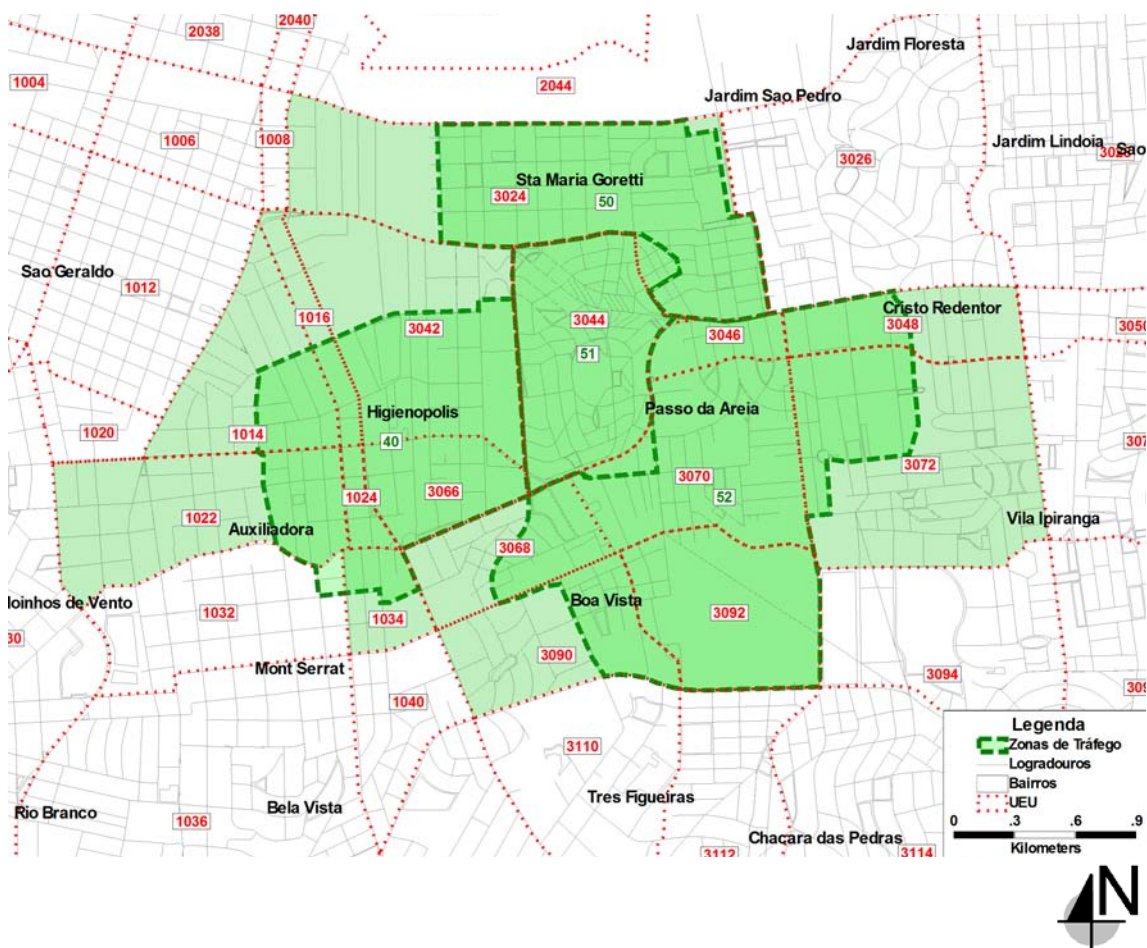
Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r ²	∞
		Determ.	Sig.
Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$) *	Movimento de pdst + vcl/100m/5min ^{4*}	0,5133	2,34E-09
	Movimento de pedestres/100m/5min ^{4*}	0,4715	1,91E-08
	Movimento de veículos/100m/5min ^{4*}	0,4992	4,83E-09

* dados normalizados para raiz quarta ($\sqrt[4]{}$). A abreviatura pdst + vcl significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r² é o coeficiente de determinação e ∞ sig é a significância estatística.

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

Os espaços abertos públicos pertencentes ao conjunto das 03 linhas axiais com menores valores da medida de **medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias**, as ruas Nova Prata (linha axial 2607), Brig. Oliveira Néri (linha axial 2609) e Tapiacú (continuação da R. São Gonçalo, linha axial 2674), concentram um movimento de pedestres e veículos médio de 9,25 pv/100m/5min. Enquanto que as 03 linhas axiais com maiores valores da **medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias**, as avenidas Dom Pedro II (linhas axiais 8913 e 8949) e Plínio Brasil Milano (linha axial 9379), chegam a concentrar uma média de 85,60 pv/100m/5min. Uma diferença no movimento de aproximadamente 9 vezes entre espaços com menores e maiores valores da **medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias** num mesmo intervalo de tempo. Ou seja, a maior metragem quadrada construída associada a maior extensão de via, implica num maior movimento de pedestres e veículos.

Como as áreas em estudo não correspondem exatamente à área dos bairros, zona de tráfego e unidade de estruturação urbana, foi necessária a interpolação das zonas de tráfego versus as unidades de estruturação urbana (mapa 3.21), de modo que as áreas de estudo (em verde escuro) correspondessem ao resultado da delimitação da sobreposição de dados, entre a zona de tráfego (tracejado verde) e a unidade de estruturação urbana (tracejado vermelho). Este procedimento possibilitou compilar os dados referentes à metragem quadrada construída residencial e não-residencial, as viagens atraídas e produzidas de base residencial e não-residencial, e o comprimento do sistema de vias (amplamente utilizado na construção da *medida de densidade das edificações e dimensão do sistema de vias e medida de dependência de atividades*, sessão 2.1.2.4; 2.1.2.5, cap. 2)



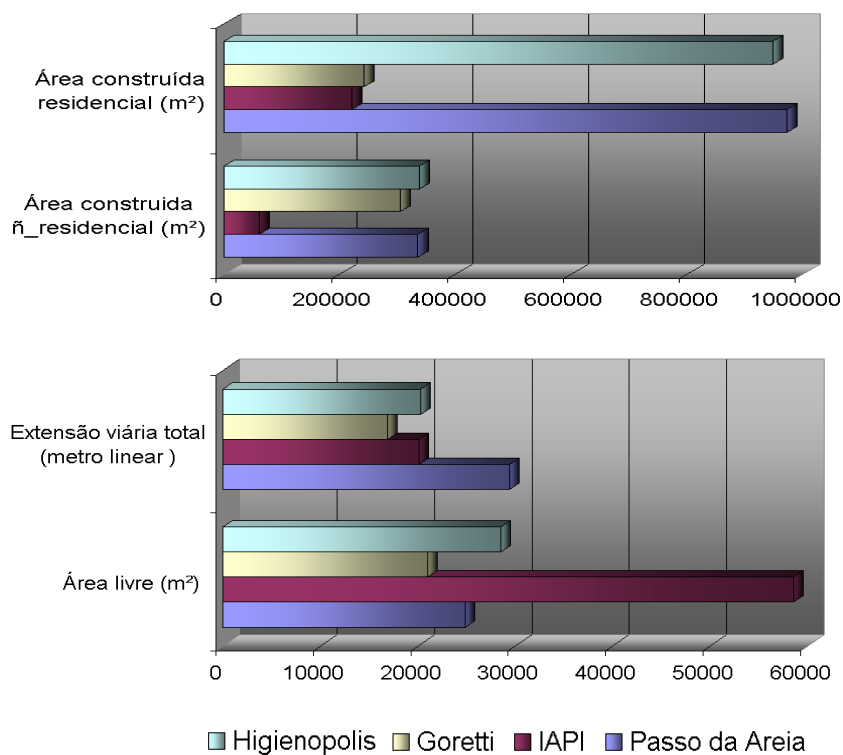
MAPA 3.21: Interpolação das zonas de tráfego com as unidades de estruturação urbana
(fonte: original do autor, 2010; SIG_Arcview por meio de *Overlay*)

A atração e a produção de viagens são maiores nos bairros Higienópolis e Passo D'Areia, o que se confirma tanto na área construída residencial e não residencial quanto na extensão viária total (tab. 3.18). Isto significa que há uma relação aproximativa entre movimento de pedestres e veículos (entendido como atração e produção de viagens), as maiores densidades de edificações em termos de metragem quadrada construída e distribuição numa maior extensão viária. A Vila do IAPI apresenta praticamente o dobro da média de área livre em comparação com as demais áreas e pouca contribuição de metragem quadrada construída que, conseqüentemente, gera a menor demanda de movimento de pedestres e veículos entre as áreas em estudo (tab. 3.18; diagrama 3.2; mapa 3.22).

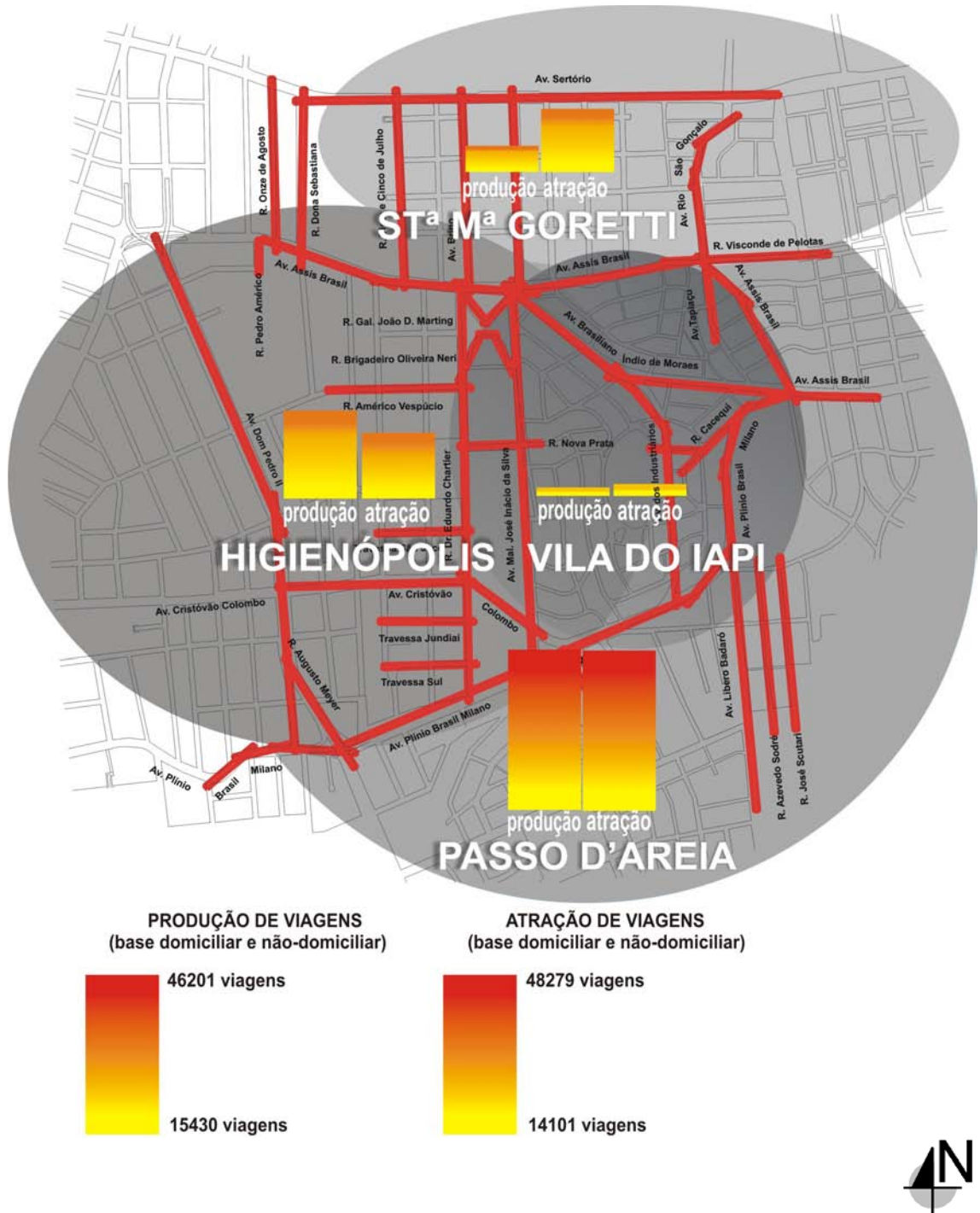
TABELA 3.18: Valores das viagens atraídas e produzidas, área construída e extensão viária das áreas em estudo

Bairro	Produção de viagens	Atração de viagens	(m ²)Área construída total	(m ²)Área construída ñ_residencial	(m ²)Área construída residencial	(m ²) Área livre	Extensão viária total (metro linear)
Higienópolis	32979	26929	1286715,62	337658,35	949057,27	28544,00	20253,26
Stª Mª Goretti	16190	25091	546868,64	304384,39	242484,26	21010,57	16862,94
Vila do IAPI	15430	14101	282886,44	61679,78	221206,66	58557,80	20083,59
Passo da Areia	46201	48279	1309579,16	335465,14	974114,02	24814,41	29457,18

(fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003)

DIAGRAMA 3.2: Escatergrama comparativo entre área construída e extensão viária das áreas em estudo

(fonte: original do autor, 2010; adaptado da Edom_OD, 2003)



MAPA 3.22: Comparativo entre as viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e não-domiciliar
(fonte: original do autor, 2010)

3.2.5 Medida de dependência das atividades

Dada a fórmula:

(compilação da eq. 2.6 do capítulo 2)

$$\text{medida de dependência das atividades} = \frac{(C^{\text{res}} * \text{coef}^{\text{res}}) + (C^{\text{ñres}} * \text{coef}^{\text{ñres}})}{f}$$

Sendo: uma constituição (C^{res}); ($C^{\text{ñres}}$) para cada 92,903m² de área construída.

Onde :

C^{res} e $C^{\text{ñres}}$ corresponde ao número de constituições de acesso residencial e não-residencial, respectivamente;

coef^{res} e $\text{coef}^{\text{ñres}}$ corresponde aos fatores de majoração das constituições de acesso; (ver quadro 2.10; apêndice A; B); e,

f corresponde a padronização por 100 metros

Variável considerada na composição desta medida:

- **metragem quadrada construída residencial**
- **metragem quadrada construída não-residencial**
- **constituição de acesso às edificações**
- **viagens produzidas de base domiciliar**
- **viagens atraídas de base domiciliar**
- **viagens produzidas de base não-domiciliar**
- **viagens atraídas de base não-domiciliar**
- **distância métrica das vias**

(fonte: original do autor, 2010)

A **medida de dependência das atividades** relaciona o total de constituições de acesso às edificações pela metragem quadrada construída, verificando a disposição do sistema de barreiras (edificações) qualificando as passagens (portas de acesso) e, com isso, as possibilidades de interface entre os espaços abertos públicos e as edificações.

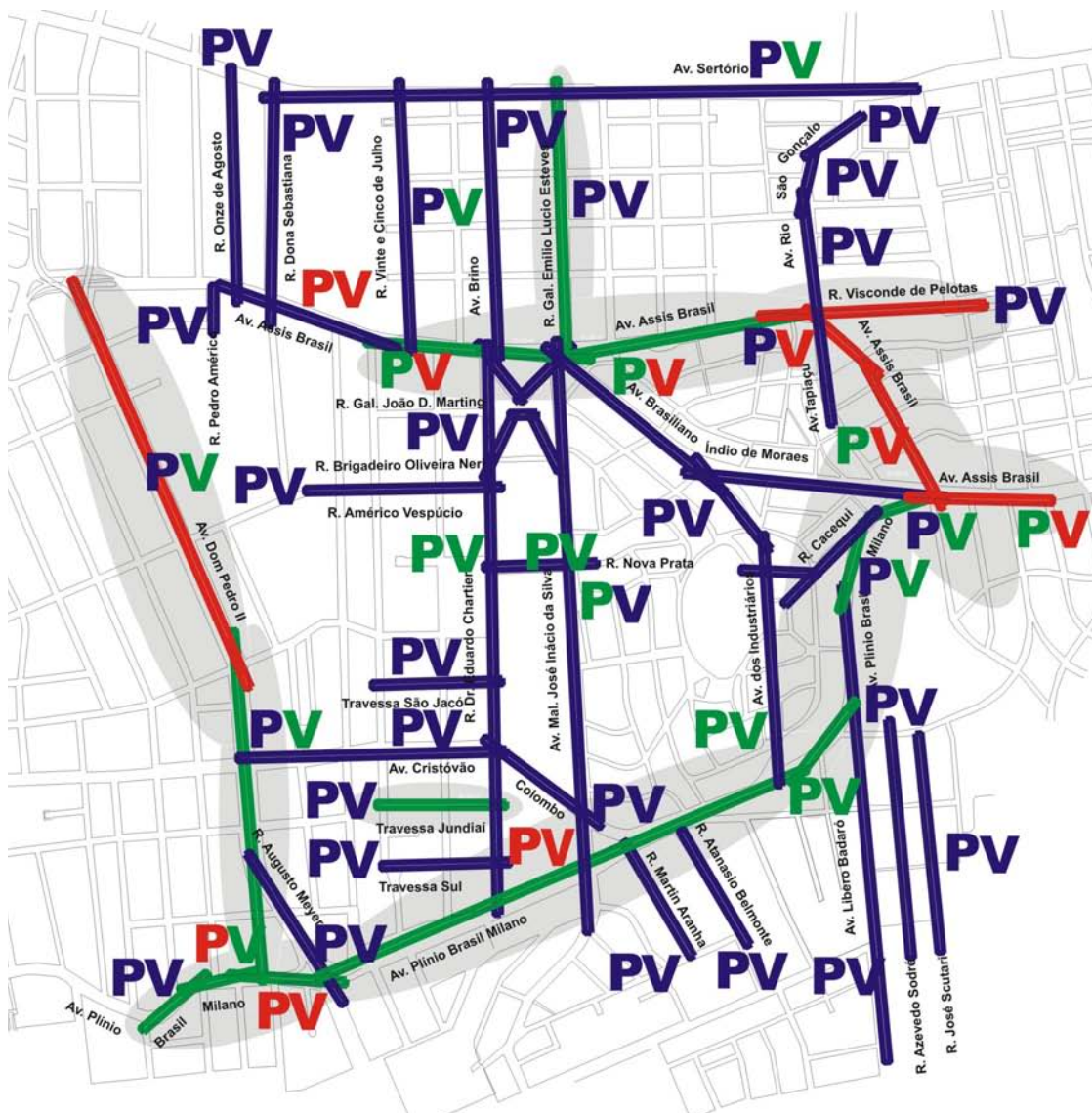
O potencial de atratividade das atividades e sua distribuição desigual tendem a multiplicar o potencial de gerar *movimento natural* de pedestres e veículos em pontos específicos do sistema de vias. O processo de alocação de atividades não-residenciais reforça os estudos de Hillier e Hanson (1984), que apontam a incapacidade das diferentes atividades consideradas como atradoras - especialmente o comércio e a prestação de serviços - de por si só manterem o movimento de pedestres e veículos numa área urbana, que está, segundo os autores, mais fortemente associado às propriedades configuracionais de acessibilidade do sistema de vias propriamente dito, do que ao porte e à localização de atividades atradoras.



Atividades comerciais, por exemplo, ao se estabelecerem numa área, tornam-se destinos para o movimento e agem como multiplicadoras do padrão subjacente de *movimento natural* induzido pelo sistema de vias (PENN *et al*, 1998: 59-84). Assim, atividades não-residenciais localizadas em áreas cuja condição de acessibilidade sintática esteja desconforme com a natureza daquela função em geral não se mantêm localizadas nestas áreas. A configuração do sistema de vias gera um padrão de *movimento natural*, e isso atrai atividades comerciais que tiram proveito do transcurso. Atividades comerciais preferencialmente se localizam em áreas em que haja mais movimento de pedestres e veículos, agindo como um multiplicador do *movimento natural*. Isso de certo modo explica porque a inserção de atividades atratoras em áreas integradas é tão frequentemente propensa ao sucesso.

As atividades não-residenciais (base não-domiciliar) ao se posicionarem nas áreas de maior potencial de acessibilidade, atraem mais movimento, criando uma espiral de efeitos multiplicadores. Enquanto isso, atividades residenciais (base domiciliar) procuram as áreas de menor potencial de acessibilidade. Assim, atividades dependentes de movimento tendem a se localizar próximas as áreas mais acessíveis, sendo o sistema de vias um recurso para a previsão de movimento de pedestres e veículos. É deste modo que o sistema de vias, através da configuração espacial, interfere nas atividades da cidade, organizando-as de acordo com o *movimento natural*.

Neste particular, se faz necessária a análise conjunta das atividades dos usos do solo, pois assume-se que o aumento do movimento de pedestres e veículos nas vias mais acessíveis é diretamente proporcional ao aumento das oportunidades e facilidades oferecidas pelas atividades desempenhadas nas edificações (mapa 3.23).



MOVIMENTO DE PEDESTRES (100m/5min)

P	> 25,56	< 37,84
P	> 13,28	< 25,55
P	> 0,99	< 13,27

MOVIMENTO DE VEÍCULOS (100m/5min)

V	> 67,62	< 100,54
V	> 34,70	< 67,61
V	> 1,77	< 34,69

MEDIDA DE DEPENDÊNCIA DAS ATIVIDADES

	> 148,40	< 222,57
	> 74,20	< 148,39
	> 0,00	< 74,19



MAPA 3.23: Mapa de interpolação da medida de dependência das atividades com o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo

Uma escala de cor espectral é usada com vermelho representando o maior valor até o azul representando o menor valor. Os valores para a medida variam de 0,00 até 222,57; os valores do movimento de pedestres e veículos variam de 0,99 até 100,54. Em destaque (marcação na cor cinza) as áreas com maiores valores da medida de dependência das atividades. (fonte: obtido no software AutoCAD; original do autor, 2010)

Em relação à **medida de dependência das atividades** o movimento de pedestres e veículos apresenta coeficiente de regressão de 0,4853 com significância de 9,78E-09 (tab. 3.19).

TABELA 3.19: Regressões da medida de dependência das atividades e o movimento de pedestres e veículos

Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r ²	∞
		Determ.	Sig.
Dependência das Atividades (x ^{1/2})	Movimento de pdst + vcl/100m/5min ^{4*}	0,4853	9,78E-09
	Movimento de pedestres/100m/5min ^{4*}	0,4348	1,06E-07
	Movimento de veículos/100m/5min ^{4*}	0,4697	2,08E-08

*dados normalizados por potenciação (x^{1/2}); ** dados normalizados para raiz quarta (⁴√)

A abreviatura 'pdst + vcl' significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r² é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística.

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010)

Ao serem examinadas as 03 linhas axiais com o menor valor da **medida de dependência das atividades**, a R. Nova Prata (linha axial 2607), a R. Cacequi (linha axial 2677) e a Av. Tapiaçu continuação da R. Rio São Gonçalo (linha axial 2674), estas comportam em média o movimento de 10 pv/100m/5min pedestres e veículos, e as 03 linhas axiais com maior valor da **medida de dependência das atividades** a Av. Assis Brasil (linhas axiais 2660 e 2673) e a R. Visconde de Pelotas continuação da Av. Assis Brasil (linha axial 2524) alcançam um movimento de pedestres e veículos significativamente maior, em torno de 82 pv/100m/5min. Além destas, merece destaque todas as linhas axiais pertencentes às vias Dom Pedro II, Plínio Brasil Milano e Assis Brasil, as quais possuem atração cumulativa, ou seja, as atividades produtoras e atratoras não-residenciais estão localizadas próximas uma das outras, ao invés de afastadas. Deste modo, a proximidade cria um incremento a mais para atrair movimento de pedestres e veículos. A variedade de funções complementares entre si, nestes espaços, gera uma área com grande vitalidade.

Quanto maior for a **medida de dependência das atividades** maior é a concentração de atividades não-residenciais, em específico as comerciais. Em contrapartida, as vias com menor medida de dependência das atividades possuem ocupação rarefeita e, em geral, comportam os usos residenciais e pouco movimento de pedestres e veículos. Já os espaços abertos públicos desprovidos de edificações, atividades não-residenciais e constituições de acesso às edificações tendem a pouco incremento no movimento de pedestres e veículos.



As avenidas Assis Brasil, Plínio Brasil Milano, Sertório, Industriários, Brasileiro Índio de Moraes e Dom Pedro II são as que oferecem o maior e mais diversificado número de atividades não residenciais das áreas em estudo e, por consequência, onde circula e permanece um grande número de pedestres e veículos, em média 70 pv/100m/5min, sendo que 80% deste valor (56 v/100m/5min) corresponde ao movimento de veículos (apêndices D, E). Concentra diversas atividades, desde os usos residenciais, comerciais, religiosos, institucionais que influenciam decisivamente a dinâmica do *movimento natural* no sistema.

As atividades residenciais e não-residenciais, quando concentradas, permitem a oferta de melhores serviços a custos menores. A concentração e diversidade de comércio e serviços ao longo das avenidas Plínio Brasil Milano, Assis Brasil e Dom Pedro II cria uma polaridade para emprego e consumo que tende a influenciar a localização residencial.

A competição por lotes e edificações e entre atividades localizadas nestas vias acarreta no aumento dos custos de alocação (por exemplo, os preços e aluguéis sobem) e, conseqüentemente, há também concentração de edificações nessas áreas por meio da densificação construtiva em altura. A concentração de edificações é gerada pelo fato de que os custos de localização mais próxima dos centros de consumo são mais altos, o que induz a uma ocupação mais intensiva do solo. A busca por melhores posições em relação aos locais de oferta de emprego e consumo produz concentração e aumento de densidade construtiva e populacional, a exemplo do que ocorre na Travessa Jundiá (linha axial 9371) com 9105,90 m² de área construída residencial por 100 metros lineares (m²/100m); na Av. Cristóvão Colombo (linha axial 9369) com 5896,31 m²/100m; e, na R. Pedro Américo (linha axial 8978) com 5084,14 m²/100m.

Por razões funcionais e econômicas, as atividades não-residenciais tanto se localizam próximas a outras (competição e cooperação), como por exemplo, o comércio varejista (escolher para obter), quanto inversamente, em que atividades parcialmente independentes tendem a se localizar afastadas, como por exemplo, o comércio especializado. De um modo geral, comércio e serviços dependem da proximidade e visibilidade para com os consumidores, o que os leva a aglomeração em áreas sintaticamente mais acessíveis do sistema de vias, beneficiando-se assim de uma maior proximidade com os consumidores.



A proximidade das atividades não-residenciais e a dinâmica do consumo tendem a fomentar a concentração de atividades não-residenciais concorrentes entre si. Neste caso, as atividades não-residenciais localizadas nas proximidades a estas se tornam potencialmente mais movimentadas que outras, mesmo pertencendo a vias adjacentes. Por outro lado, nos finais de semana o movimento de pedestres e veículos diminui significativamente em função destas atividades funcionarem apenas em dias e horários comerciais.

Atividades não-residenciais concorrentes do mesmo ramo tiram vantagens na concentração, por criar referência de oferta, aumentar a afluência de consumidores e controlar os concorrentes. Este é o típico caso do comércio especializado, como agências bancárias, lojas de departamento, clínicas de saúde, dentre outros, observados ao longo da Av. Dom Pedro II (linhas axiais 8913; 8949).

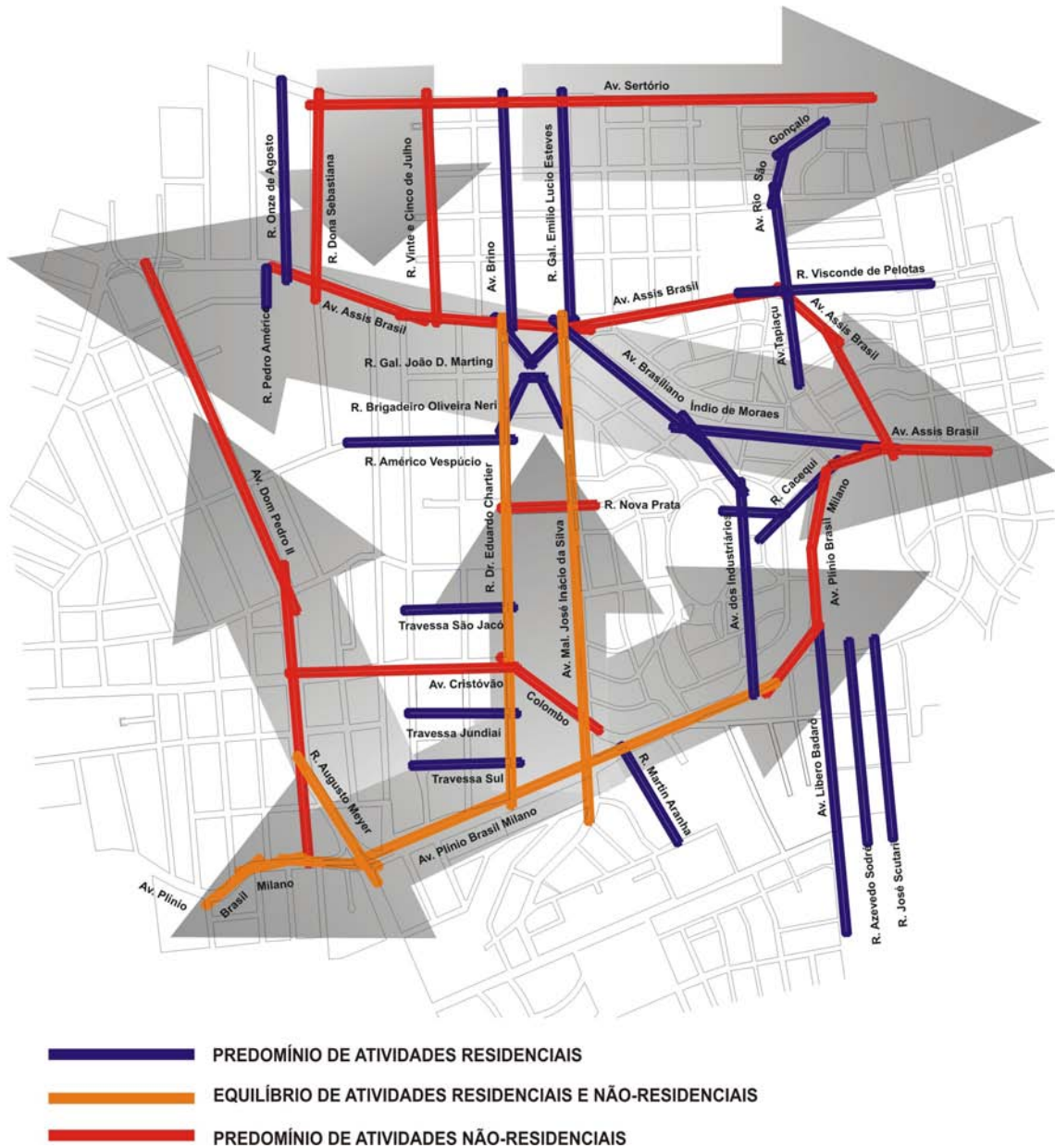
Por dependerem de proximidade com pessoas, atividades não-residenciais buscam maximizar suas vantagens locacionais e geram competição por localização. A especialização dos usos do solo, as concentrações, os valores diferenciais do solo e das edificações decorre disso. Pode-se dizer que há uma estrutura, ou uma lógica decorrente do espaço que faz o movimento de pedestres e veículos ocorrer segundo padrões.

Algumas atividades não-residenciais com força de atração própria (supermercado, *shopping center*), que não dependem necessariamente da proximidade de outras atividades não-residenciais, são capazes de fomentar, a médio e longo prazos, o surgimento de novas centralidades morfológicas e funcionais capazes de diminuir a dependência (trabalho, consumo, lazer etc) das pessoas em relação às atividades não-residenciais concentradas em determinadas áreas que competem e cooperam entre si. A exclusividade de determinadas atividades não-residenciais (Carrefour, Bourbon, Zaffari, dentre outros) que atraem movimento de pedestres e veículos independentemente de seu porte e/ou localização, estão localizadas principalmente entorno das avenidas Assis Brasil e Plínio Brasil Milano (2660 e 2661 respectivamente). Estas atividades não-residenciais de grande porte exercem uma forte atração sobre o movimento de pedestres e veículos que se dirigem às áreas de estudo.



A grande dinamicidade de apropriação das áreas em estudo deve-se tanto às questões de trabalho das pessoas durante a semana, quanto às voltadas à diversão, compras, lazer e encontros aos finais de semana. O sistema de vias estruturadoras da área (vias Assis Brasil, Brasilião Índio de Moraes, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Plínio Brasil Milano, Industriários, Dr. Eduardo Chartier, Mal. José Inácio da Silva, Sertório) abarca a maior concentração de atividades não-residenciais especializadas, sofisticadas e populares das áreas de estudo (lojas, agências bancárias, supermercados, etc.). Estas vias polarizam grande parte do movimento de pedestres e veículos devido à localização e diversidade socioeconômica das atividades não-residenciais. Ressalte-se que a concentração destas atividades tende a afastar atividade residencial, cujo distanciamento progressivo das diferentes atividades pode tornar as áreas de estudo pouco dinâmicas fora do horário comercial. A lógica na localização das diferentes atividades nas áreas de estudo, está em concordância com as condições impostas pelo sistema de vias estruturadoras das áreas de estudo.

A partir de medições expeditas dos usos do solo (que envolveu a análise do espaço em relação à predominância dos usos por trechos de vias), foi possível estabelecer uma análise qualitativa em termos da ocupação dos espaços nas áreas de estudo (mapa 3.24). Mesmo atividades repletas de significados coletivos, como por exemplo, as igrejas, tiram partido da proximidade ao sistema de vias estruturadoras e a concentração de atividades. A localização estratégica das igrejas, além da fé das pessoas, é condição primordial para atrair e manter ao longo dos anos o contínuo acesso dos fiéis para estas atividades.



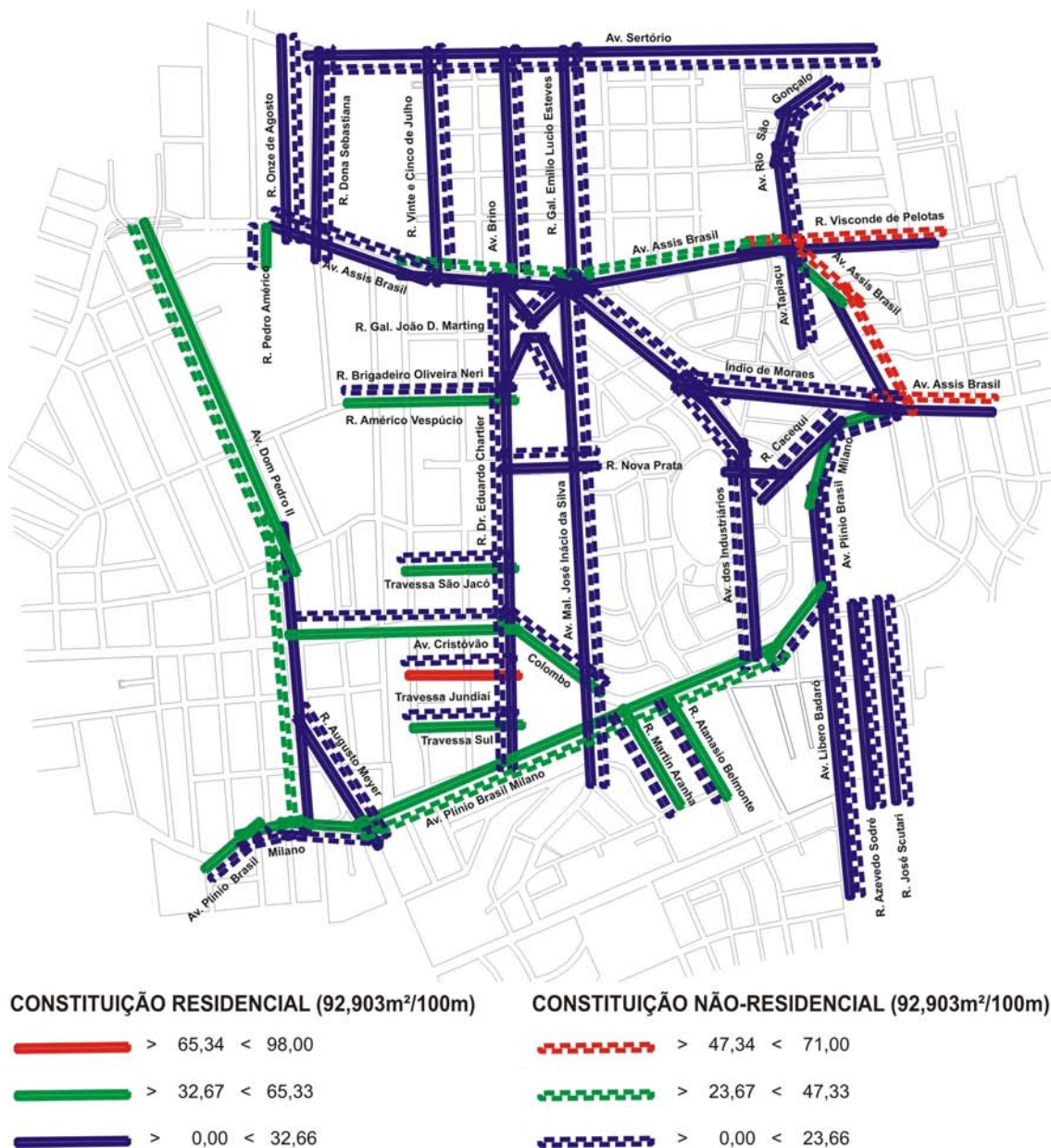
MAPA 3.24: Predominância de atividades residenciais e não-residenciais
(fonte: original do autor, 2010)



FOTO 3.5: Espaços abertos públicos desprovidos de constituições de acesso
(fonte: original do autor, 2010)

Observou-se diferença de movimento de pedestres e veículos em alguns espaços abertos públicos com a pouca concentração e distribuição de atividades não-residenciais. De um modo geral, pedestres e veículos evitam locais onde haja poucas atividades não-residenciais, associados também a poucas constituições de acesso e baixa acessibilidade sintática. Como exemplo, cita-se o Bairro St^a M^a Goretti, principalmente em torno da R. Rio São Gonçalo que apresenta ocupação rarefeita, devido em grande parte a presença de algumas indústrias desativadas no local.

Linhas axiais pouco constituídas de acesso às edificações (foto 3.5; mapa 3.25) são as que apresentam as menores possibilidades de estabelecerem a interface entre o espaço aberto público e privado. Existem casos de linhas axiais (R. Nova Prata; linha axial 2607) onde sequer há possibilidade de acesso a partir do espaço aberto público, sendo o movimento de 3,71 pv/100m/5min de pedestres e veículos um dos menores das áreas de estudo. A pouca quantidade de constituições de acesso dificulta e até mesmo impossibilita que os pedestres e veículos realizem respectivamente movimentos de chegada, entrada e saída das edificações.



MAPA 3.25: Espacialização das constituições de acesso às edificações residenciais e não-residenciais

(fonte: original do autor, 2010)

Verificam-se, fundamentalmente três condições de abrangência e frequência de utilização das atividades residenciais e não-residenciais (mapa 3.26):

- **atividades de utilização diária**, geralmente localizadas próximas às habitações, tais como o açougue, a padaria, a quitanda, etc. que ocorre ao longo das travessas Sul, Jundiá e São Jacó (linhas axiais 9370, 9371 e 9372 respectivamente), cujo movimento é predominantemente a pé. Diminuem, portanto, a necessidade de utilização de automóvel, ônibus ou outro qualquer meio de transporte. Possuem lógica com a organização local do espaço. Espalhadas por praticamente todo o sistema de vias das áreas de estudo, concentram-se fundamentalmente nas vias cujas atividades predominantes são residenciais.
- **atividades de utilização semanal ou mensal**, que tendem a se localizar um pouco mais distantes das habitações, tais como lojas de departamento, supermercados, etc., observados nas ruas Dr. Eduardo Chatier (linha axial 2540) e Mal. José Inácio da Silva (linha axial 2532). Possuem lógica com a organização local e global do espaço. Distribuídas ao longo das vias estruturadoras, abrigam variedade e quantidade de atividades não-residenciais (principalmente comerciais e de serviços) as quais exercem forte atração sobre as viagens de outras zonas, em face das maiores opções ali existentes.
- **atividades de utilização semestral ou anual**, tais como revenda de automóveis, loja de móveis e eletrodomésticos, etc. encontradas ao longo das avenidas Assis Brasil (linha axial 2660), Plínio Brasil Milano (linha axial 9379) e Sertório (linha axial 9378). Possuem lógica com a organização global do espaço. Os usos que tendem a se estabelecer nesses locais são aqueles mais especializados e que precisam de grandes quantidades de área (como as lojas de móveis e de automóveis, por exemplo). Geralmente, as atividades se localizam próximas aos centros comerciais. Caracterizam-se por alto valor do solo, diversidade de comércios varejistas e comércio de grande porte. Em contrapartida, tem normalmente problemas de tráfego, dificuldade de estacionamento e problemas relacionados ao declínio das atividades em função da concorrência de outros tipos de comércios localizados nas áreas menos centrais.



MAPA 3.26: Abrangência e frequência de utilização das residenciais e não-residenciais
(fonte: original do autor, 2010)

3.3 ANÁLISE CONJUNTA E DESAGREGADA DAS MEDIDAS DO TECIDO URBANO DO MODELO DE DESLOCAMENTO 5D E O MOVIMENTO DE PEDESTRES E VEÍCULOS

Procede-se agora à análise conjunta e desagregada de cada medida do tecido urbano que compõe o **modelo de deslocamento 5D**, determinando as equações matemáticas capazes de expressar a melhor regressão estatística associada ao movimento de pedestres e veículos nas áreas de estudo. Os valores da associação de duas, três, quatro e cinco variáveis, que compreendem o **modelo de deslocamento 5D** completo com todas as medidas, apresentam significativos coeficientes de regressão e significância (tab. 3.20).

TABELA 3.20: Matriz do coeficiente de regressão

Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r ² Determ.	∞ Sig.
Modelo de Deslocamento 5D <i>Integração Global</i>	Movimento de pdst + vcl/100m/5min*	0,8552	3,58E-18
	Movimento de pedestres/100m/5min*	0,7852	2,73E-14
	Movimento de veículos/100m/5min*	0,8368	6,2E-17
Modelo de Deslocamento 5D <i>Integração Local_R4</i>	Movimento de pdst + vcl/100m*	0,8543	4,1E-18
	Movimento de pedestres/100m/5min*	0,7796	4,91EE-14
	Movimento de veículos/100m/5min*	0,8365	5,61E-17

*dados normalizados para raiz quarta ($\sqrt[4]{}$). A abreviatura 'pdst + vcl' significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r² é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística.

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010)

Desagregando o **modelo de deslocamento 5D** para a análise da variável dependente (movimento de pedestres e movimento de veículos; tab. 3.20) obtêm-se, respectivamente, as seguintes expressões matemáticas das equações de regressão com maiores coeficientes de determinação, em termos de Integração Global [(eq. 3.2; 3.3; 3.4; 3.5)]. Como o **modelo de deslocamento 5D** apresenta semelhança nos coeficientes de regressão para a Integração Global e Local_R4, optou-se pelo maior coeficiente de regressão (0,8552; sig. 3,58E-18) que corresponde ao de Integração Global.



(eq. 3.2)
$\begin{aligned} M_{p, \text{Integração Global}} = & \\ & 100\text{m}/5\text{min} \\ & (0.53688 \text{ interseção} \\ & + 0.46043^* \ln X_1 \text{ distribuição dos caminhos alternativos} \\ & + 0.00011^* X_2^{1/2} \text{ dominância tipo-morfológica} \\ & + 0.10571^* X_3^4 \sqrt{} \text{ delimitação espacial} \\ & - 0.05735^* X_4^4 \sqrt{} \text{ densidade das edificações e dimensão do sistema de vias} \\ & + 0.06945^* X_5^{1/2} \text{ dependência das atividades})^4 \end{aligned}$
Onde M_p é o movimento de pedestres
(eq. 3.3)
$\begin{aligned} M_{v, \text{Integração Global}} = & \\ & 100\text{m}/5\text{min} \\ & (0.87659 \text{ interseção} \\ & + 0.69752^* \ln X_1 \text{ distribuição dos caminhos alternativos} \\ & + 0.05129^* X_2^{1/2} \text{ dominância tipo-morfológica} \\ & - 0.27026^* X_3^4 \sqrt{} \text{ delimitação espacial} \\ & - 0.36416^* X_4^4 \sqrt{} \text{ densidade das edificações e dimensão do sistema de vias} \\ & + 0.12409^* X_5^{1/2} \text{ dependência das atividades})^4 \end{aligned}$
Onde M_v é o movimento de veículos
(eq. 3.4)
$\begin{aligned} M_{pv, \text{Integração Global}} = & \\ & 100\text{m}/5\text{min} \\ & (0.949535 \text{ interseção} \\ & + 0.71906^* \ln X_1 \text{ distribuição dos caminhos alternativos} \\ & + 0.04025^* X_2^{1/2} \text{ diversidade tipo-morfológica} \\ & - 0.22515^* X_3^4 \sqrt{} \text{ delimitação espacial} \\ & - 0.33807^* X_4^4 \sqrt{} \text{ densidade das edificações e dimensão do sistema de vias} \\ & + 0.12719^* X_5^{1/2} \text{ dependência das atividades})^4 \end{aligned}$
Onde M_{pv} é o movimento de pedestres e veículos

(fonte: obtido no *software* Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

Uma vez determinados os parâmetros da equação, esta pode ser utilizada para estimar o movimento de pedestres e veículos, feita através da substituição dos valores de X_1 , X_2 , X_3 , X_4 e X_5 nas respectivas expressões matemáticas das equações com maiores coeficientes de regressão, em termos de Integração Global e Local_R4.

A título de exemplificação e teste da consistência da expressão matemática do **modelo de deslocamento 5D**, analisam-se os dados de uma linha axial, no caso a Avenida Cristóvão Colombo (linha axial 9369) cujos dados são os que seguem [(eq. 3.5)]:

(eq. 3.5; compilação da equação 3.4 capítulo 3)

$$\text{Mpv}_{\text{Integração Global}} =$$

(0.949535 interseção
+ 0.71906* $\ln X_1$ 3,10 = **0,81** distribuição dos caminhos alternativos
+ 0.04025* $X_2^{1/2}$ 7,71 = **0,11** diversidade tipo-morfológica
- 0.22515* X_3^4 0,10 = **0,12** delimitação espacial
- 0.33807* X_4^4 3,10 = **0,45** densidade das edificações e dimensão do sistema de vias
+ 0.12719* $X_5^{1/2}$ 68,62 = **1,05** dependência das atividades)⁴

$$\text{Mpv}_{\text{Integração Global}} = (2,35)^4$$

$\text{Mpv}_{\text{Integração Global}} = 30,88$ pedestres e veículos em movimento a cada 100 metros por 5 minutos

Onde Mpv é o **movimento de pedestres e veículos**

(fonte: obtido no *software* Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

Como as medidas do tecido urbano são expressas em medidas escalares diferentes, isto não significa que a variável X_1 (**medida de distribuição dos caminhos alternativos**), que apresenta o maior coeficiente técnico (0,71906), tenha necessariamente um peso maior e seja o melhor estimador para o movimento de pedestres e veículos. Os coeficientes determinados pela regressão múltipla tão-somente indicam o quanto alterações em cada variável independente podem influenciar o valor da variável dependente. A interpretação literal da equação é que ao alterar X_1 , X_2 , X_3 , X_4 e X_5 o movimento de pedestres e veículos também se altera diretamente.

Na equação para o movimento de pedestres e veículos (de Integração Global) o intercepto $\beta_{0\text{Integração Global}} = 0.949535$ indica que, embora haja um forte coeficiente de regressão ($r^2=0,8552$), as variáveis utilizadas não são totalmente suficientes para explicar por completo o modelo, e que ainda há outras variáveis e expressões matemáticas não consideradas que podem compor e complementar o modelo proposto. Como o modelo possui cerca de 20 variáveis intrínsecas, na base de cálculo das 5 medidas do tecido urbano que compõe o **modelo de deslocamento 5D**, considera-se que seria contraproducente adicionar mais variáveis para análise, pois se estaria perdendo muito do poder de explicação analítica por parte do modelo



que seria gerado, além de torná-lo inexecutável em termos de tempo e custo operacional na obtenção, tabulação e análise dos dados.

O maior incremento nos coeficientes de regressão ocorreu na conjunção de todas as medidas do tecido urbano envolvidas. Claramente, esta foi a tabulação que mais se aproximou da realidade do movimento de pedestres e veículos observado, tanto em relação às medidas globais quanto locais. O **modelo de deslocamento 5D** apresenta semelhanças para os valores do coeficiente de determinação para a Integração Global e Local_R4. Trata-se de um equilíbrio nas possibilidades do movimento de pedestres e veículos tanto em nível local até 4 passos topológicos, quanto em nível global das diferentes categorias sociais.

Parte-se agora para a análise desagregada das medidas do tecido urbano que compõem o **modelo de deslocamento 5D** de modo a verificar o quanto cada associação entre variáveis e a menor associação (quantidade) entre variáveis é capaz de explicar mais significativamente o movimento de pedestres e veículos.

Ao invés de incluir praticamente todas as variáveis disponíveis, foram testadas um número relativamente pequeno de variáveis independentes (x). No processo de eliminação de variáveis independentes que não tinham influência na variável dependente, se encontrou o coeficiente de regressão linear para cada duas, três e quatro variáveis consideradas. Para um dado número de variáveis independentes se escolheu os modelos com maior valor do coeficiente múltiplo de determinação e significância.

Será visto o quanto cada uma das variáveis independentes contribui para explicar a variação em relação a variável dependente, e se alguma outra combinação do mesmo número de variáveis independentes aumenta o valor do coeficiente de regressão.

Realizando a análise de regressão linear múltipla foram obtidas inúmeras possibilidades de combinação entre as medidas do tecido urbano, as quais foram analisadas apenas as mais expressivas (tab. 3.21).

TABELA 3.21: Matriz de combinação passo-a-passo dos coeficientes de regressões

Variável independente (x)		Variável dependente (y) Movimento*	r ² Determin.	∞ Sig.
-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Global (ln*)	Diversidade tipo-morfológica (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,5563	2,25E-09
		pedestres/100m/5min	0,5031	3,61E-08
		veículos/100m/5min	0,5532	2,67E-09
	Delimitação espacial (√)	pdst + vcl/100m/5min	0,5028	3,66E-28
		pedestres/100m/5min	0,4779	1,22E-07
		veículos/100m/5min	0,4922	6,16E-08
	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias (√)	pdst + vcl/100m/5min	0,7060	9,36E-14
		pedestres/100m/5min	0,6597	3,37E-12
		veículos/100m/5min	0,6887	3,81E-17
	Dependência das atividades (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,8475	9,73E-21
		pedestres/100m/5min	0,7831	5,43E-17
		veículos/100m/5min	0,8248	2,89E-19
-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Local_R4 (ln*)	Diversidade tipo-morfológica (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,5847	4,45E-17
		pedestres/100m/5min	0,5253	1,18E-08
		veículos/100m/5min	0,5821	5,21E-10
	Delimitação espacial (√)	pdst + vcl/100m/5min	0,5227	1,35E-08
		pedestres/100m/5min	0,4944	5,53E-08
		veículos/100m/5min	0,5120	2,32E-08
	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias (√)	pdst + vcl/100m/5min	0,7111	6,14E-14
		pedestres/100m/5min	0,6630	2,67E-12
		veículos/100m/5min	0,6940	2,50E-13
	Dependência das atividades (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,8434	1,87E-20
		pedestres/100m/5min	0,7776	1,00E-16
		veículos/100m/5min	0,8213	4,17E-19
-Diversidade tipo-morfológica (x ^{1/2})	Delimitação espacial (√)	pdst + vcl/100m/5min	0,2449	0,0012
		pedestres/100m/5min	0,1918	0,0054
		veículos/100m/5min	0,2513	0,0001
	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias (√)	pdst + vcl/100m/5min	0,5147	2,02E-08
		pedestres/100m/5min	0,4724	1,57E-04
		veículos/100m/5min	0,5027	3,69E-08
	Dependência das atividades (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,4953	5,31E-08
		pedestres/100m/5min	0,4360	8,05E-07
		veículos/100m/5min	0,4840	9,12E-08
-Delimitação espacial (√)	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias (√)	pdst + vcl/100m/5min	0,5136	2,14E-08
		pedestres/100m/5min	0,4715	1,64E-07
		veículos/100m/5min	0,4998	4,25E-08
	Dependência das atividades (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,6049	1,31E-10
		pedestres/100m/5min	0,5363	6,63E-09
		veículos/100m/5min	0,5899	3,27E-10
-Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias (√)	Dependência das atividades (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,5568	2,19E-09
		pedestres/100m/5min	0,5062	3,09E-08
		veículos/100m/5min	0,5404	5,33E-09
-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Global (ln*) -Diversidade tipo-morfológica (x ^{1/2})	Delimitação espacial (√)	pdst + vcl/100m/5min	0,5573	1,36E-08
		pedestres/100m/5min	0,5051	1,90E-07
		veículos/100m/5min	0,5542	1,62E-08
	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias (√)	pdst + vcl/100m/5min	0,7103	5,82E-13
		pedestres/100m/5min	0,6598	2,66E-11
		veículos/100m/5min	0,6960	1,83E-12
	Dependência das atividades (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,8505	8,02E-20
		pedestres/100m/5min	0,7832	5,76E-16
		veículos/100m/5min	0,8305	1,62E-18



		pdst + vcl/100m/5min	0,5870	2,64E-09
-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Local_R4 (ln*) -Diversidade tipo-Morfológica (x ^{1/2})	Delimitação espacial ($\sqrt[4]{}$)	pedestres/100m/5min	0,5285	6,03E-08
		veículos/100m/5min	0,5842	3,10E-09
		pdst + vcl/100m/5min	0,7182	3,00E-13
	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$)	pedestres/100m/5min	0,6632	2,09E-11
		veículos/100m/5min	0,7050	8,93E-13
		pdst + vcl/100m/5min	0,8495	9,40E-20
	Dependência das atividades (x ^{1/2})	pedestres/100m/5min	0,7778	1,04E-15
		veículos/100m/5min	0,8310	1,51E-18
Variável independente (x)		Variável dependente (y)	r ² Determ.	∞ Sig.
-Delimitação espacial ($\sqrt[4]{}$) -Dependência das atividades (x ^{1/2})	Distribuição dos caminhos alternativos Integração Global (ln*)	pdst + vcl/100m/5min	0,8478	1,23E-19
		pedestres/100m/5min	0,7851	4,76E-16
		veículos/100m/5min	0,8250	3,47E-18
	Distribuição dos caminhos alternativos Integração Local_R4 (ln*)	pdst + vcl/100m/5min	0,8435	2,4E-19
		pedestres/100m/5min	0,7789	9,28E-16
		veículos/100m/5min	0,8214	5,65E-18
	Diversidade tipo-Morfológica (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,6058	8,78E-10
		pedestres/100m/5min	0,5373	3,87E-08
		veículos/100m/5min	0,5924	1,93E-09
	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$)	pdst + vcl/100m/5min	0,6053	9,04E-10
		pedestres/100m/5min	0,5366	4,01E-08
		veículos/100m/5min	0,5904	2,17E-09
-Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$) -Dependência das atividades (x ^{1/2})	Distribuição dos caminhos alternativos Integração Global (ln*)	pdst + vcl/100m/5min	0,8499	8,84E-20
		pedestres/100m/5min	0,7849	4,78E-16
		veículos/100m/5min	0,8271	2,61E-18
	Distribuição dos caminhos alternativos Integração Local_R4 (ln*)	pdst + vcl/100m/5min	0,8452	1,86E-19
		pedestres/100m/5min	0,7788	9,3E-16
		veículos/100m/5min	0,8230	4,54E-18
	Diversidade tipo-morfológica (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,5581	1,31E-08
		pedestres/100m/5min	0,5072	1,71E-07
		veículos/100m/5min	0,5436	2,8E-08
	Delimitação espacial ($\sqrt[4]{}$)	pdst + vcl/100m/5min	0,6053	9,04E-10
		pedestres/100m/5min	0,5366	4,01E-08
		veículos/100m/5min	0,5904	2,17E-09
-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Global (ln*) -Delimitação espacial ($\sqrt[4]{}$) -Diversidade tipo-morfológica (x ^{1/2})	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$)	pdst + vcl/100m/5min	0,7590	5,64E-14
		pedestres/100m/5min	0,7157	2,59E-12
		veículos/100m/5min	0,7410	2,99E-13
	Dependência das atividades (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,8513	7,36E-19
		pedestres/100m/5min	0,7850	3,99E-15
		veículos/100m/5min	0,8312	1,42E-17
-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Local_R4 (ln*) -Delimitação espacial ($\sqrt[4]{}$) -Diversidade tipo-morfológica (x ^{1/2})	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$)	pdst + vcl/100m/5min	0,7650	3,13E-14
		pedestres/100m/5min	0,7159	2,56E-12
		veículos/100m/5min	0,7485	1,52E-13
	Dependência das atividades (x ^{1/2})	pdst + vcl/100m/5min	0,8504	8,57E-19
		pedestres/100m/5min	0,7793	7,29E-15
		veículos/100m/5min	0,8318	1,31E-17
-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Global (ln*) -Delimitação espacial ($\sqrt[4]{}$) -Dependência das atividades (x ^{1/2})	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$)	pdst + vcl/100m/5min	0,8506	8,27E-19
		pedestres/100m/5min	0,7853	3,88E-15
		veículos/100m/5min	0,8281	2,17E-17



-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Local_R4 (ln*)	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$)	pdst + vcl/100m/5min	0,8460	1,68E-18
-Delimitação Espacial ($\sqrt[4]{}$)		pedestres/100m/5min	0,7791	7,50E-15
-Dependência das atividades ($x^{1/2}$)		veículos/100m/5min	0,8242	3,66E-17
Variável independente (x)		Variável dependente (y)	r ² Determ.	∞ Sig.
-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Global (ln*)	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$)	pdst + vcl/100m/5min	0,8546	4,39E-19
-Dependência das atividades ($x^{1/2}$)		pedestres/100m/5min	0,7849	4,01E-15
-Diversidade tipo-morfológica ($x^{1/2}$)		veículos/100m/5min	0,8350	8,42E-18
-Distribuição dos caminhos alternativos Integração Local_R4 (ln*)	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$)	pdst + vcl/100m/5min	0,8537	5,05E-19
-Dependência das atividades ($x^{1/2}$)		pedestres/100m/5min	0,7794	7,26E-15
-Diversidade tipo-morfológica ($x^{1/2}$)		veículos/100m/5min	0,8357	7,58E-18
-Delimitação espacial ($\sqrt[4]{}$)	Densidade das edificações e dimensão do sistema de vias ($\sqrt[4]{}$)	pdst + vcl/100m/5min	0,6064	4,64E-09
-Dependência das atividades ($x^{1/2}$)		pedestres/100m/5min	0,5378	1,81E-07
-Diversidade tipo-morfológica ($x^{1/2}$)		veículos/100m/5min	0,5933	9,79E-09

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010)

A abreviatura 'pdst + vcl' significa a soma do movimento de pedestres e veículos. As expressões ($x^{1/2}$), ($\sqrt[4]{}$), (ln*) normalizam os dados das variáveis.

Onde r² é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística.

Observou-se o coeficiente de regressão (r²) de cada uma das cinco medidas do tecido urbano envolvidas versus o movimento de pedestres e veículos, a fim de se encontrar o maior 'r²' em comparação com qualquer outra variável isolada.

Praticamente todas as possibilidades de combinações entre as medidas foram testadas e apresentaram significativos valores de regressão ('r²'). Em muitos casos, uma variável isolada apresentava coeficientes de regressão em torno de 50% de explicação do movimento de pedestres e veículos observado (tab. 3.22). Entretanto, quando associada a outras variáveis os coeficientes de regressão se aproximavam a 85% de explicação. Fica evidente que o modelo de regressão linear

múltipla expressa e explica significativamente a variável dependente do movimento de pedestres nas áreas de estudo.

TABELA 3.22 Capacidade explicativa dos maiores coeficientes de regressão das medidas do tecido urbano em separado

Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r ²	∞
		Determ.	Sig.
Distribuição dos caminhos alternativos	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,5025	4,07E-09
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,4777	1,41E-08
	Integração Global (ln*)	Movimento de veículos/100m/5min**	0,4917
Dimensão das edificações e do Sistema de Vias (√)*	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,5133	2,34E-09
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,4715	1,91E-08
	Movimento de veículos/100m/5min**	0,4992	4,83E-09
Diversidade das Atividades (x ^{1/2})*	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,4853	9,78E-09
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,4348	1,06E-07
	Movimento de veículos/100m/5min**	0,4697	2,08E-08

*dados normalizados por logaritmo (ln), raiz quarta (√) e potenciação (x^{1/2}); ** dados normalizados para raiz quarta (√)

A abreviatura 'pdst + vcl' significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r² é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística.

(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010)

Quando todas as medidas do **modelo de deslocamento 5D** são consideradas em conjunto, à exceção da **medida de distribuição dos caminhos alternativos**, o coeficiente de regressão alcança valores em torno de 60% (r²0,6064; sig. 4,64E-09). Qualquer medida vinculada à **medida de distribuição dos caminhos alternativos** ou à **medida de dependência das atividades** com o movimento de pedestres e veículos alcançou coeficientes de regressão entre 47% e 85% de explicação.

A **medida de distribuição dos caminhos alternativos**, quer seja para a Integração Global ou Local_R4, associada à **medida de dependência das atividades** é a combinação que apresenta o maior coeficiente de regressão (r²0,8475; sig. 9,73E-21 e r²0,8434, sig. 1,87E-20, respectivamente) associado ao menor número de variáveis. Importante considerar que na base de cálculo destas medidas estão propriedades tais como linhas axiais, distância métrica e topológica, constituições de acesso às edificações residenciais e não-residenciais, metragem quadrada construída residencial e não-residencial, e coeficiente de majoração entre as viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e base não-domiciliar.

A consistência dos resultados demonstra que parte do movimento de pedestres e veículos nas áreas de estudo possui relação linear positiva tanto com medidas globais - responsáveis pelas relações gerais do sistema - quanto locais – associados a espaços abertos públicos que estruturam relações mais internas das áreas de estudo.

As demais medidas do tecido urbano também apresentaram significativos valores de explicação (conforme pode ser observado na tabela 3.22). Assim, deve-se considerar que o **modelo de deslocamento 5D** é bastante desagregado, o que possibilita análises específicas sobre determinadas propriedades que compõem os tecidos urbanos.

Dependendo do enfoque da análise, deve-se utilizar considerações de ordem prática para incluir ou excluir as medidas do tecido urbano do **modelo de deslocamento 5D**. Neste caso, em termos operacionais, seria mais conveniente trabalhar com apenas estas duas variáveis independentes (**medida de distribuição dos caminhos alternativos, medida de dependência das atividades**) em vez de incluir todas as demais. Contudo, todas as medidas se mostraram importantes para a análise detalhada de como cada medida de desempenho envolvida tende a influenciar o movimento de pedestres e veículos nas áreas de estudo.

Ao integrar as diferentes medidas do tecido urbano envolvidas, a expressão matemática do **modelo de deslocamento 5D** possibilita verificar com maior rapidez e eficiência o impacto que qualquer alteração em uma ou mais variáveis terá sobre as demais.

Sabe-se que o movimento de pedestres e veículos são modos influenciados por diferentes condicionantes. No entanto, das inúmeras variáveis que influenciam diferentemente o movimento de pedestres e veículos, o **modelo de deslocamento 5D** foi capaz de compilar propriedades espaciais, formais e funcionais que tanto explicam significativamente o movimento de pedestres quanto o de veículos conjuntamente. Observa-se que há proximidade nos valores do coeficiente de regressão encontrados para ambos os modos de deslocamento. Todas as medidas do tecido urbano se mostraram importantes para a análise detalhada de

como cada medida envolvida tende a influenciar o movimento de pedestres e veículos nas áreas de estudo.

Em seguida à aplicação da regressão linear múltipla, foi realizado amplo processo de validação dos resultados baseado em testes complementares de multicolinearidade, normalidade e homocedasticidade (BARBETTA, 1999), os quais serão relatados apenas os resultados obtidos, uma vez que os procedimentos anteriores (sessão 3.2) de padronização e normalização dos dados, associados aos altos valores dos coeficientes de regressão e níveis de significância já indicam a adequação e consistência dos resultados.

O teste de multicolinearidade verifica a existência de forte correlação entre variáveis independentes através do gráfico dos resíduos padronizados em função de cada variável independente. A existência (ou não) de multicolinearidade foi observada por meio de correlações isoladas obtidas entre as diversas variáveis independentes tomadas duas a duas. Ao serem tomadas duas a duas as correlações entre as variáveis independentes, foram encontrados coeficientes (entre as variáveis na matriz de correlação) inferiores a 40%, cujos valores médio giram em torno de 0,1820, com apenas uma regressão de valor 0,6337 entre as medidas de **densidade das edificações e dimensão do sistema de vias** e a medida de **dependência das atividades**. Valores menores que 0,70 são aceitáveis na literatura estatística, descartando a existência de multicolinearidade. A correlação dos pares de variáveis independentes indica que não há colinearidade, uma vez que os coeficientes de regressão entre as variáveis são considerados baixos.

Devido à semelhança nos coeficientes de regressão para a Integração Global e Local_R4, tanto para o movimento de pedestres quanto de veículos, será demonstrado o maior coeficiente de regressão (0,8552; sig. 3,58E-18) que corresponde ao de Integração Global em relação ao movimento de pedestres e veículos.

A distribuição das frequências acumuladas dos resíduos padronizados em função dos valores estimados pela reta de regressão apresentam caráter aleatório, denotando a normalidade e homocedasticidade dos resíduos no ajuste do modelo. Isto significa que as especificações dos dados das variáveis serão mantidas,

pois as respectivas transformações matemáticas estão corretas junto ao modelo de regressão dos erros (fig. 3.5).

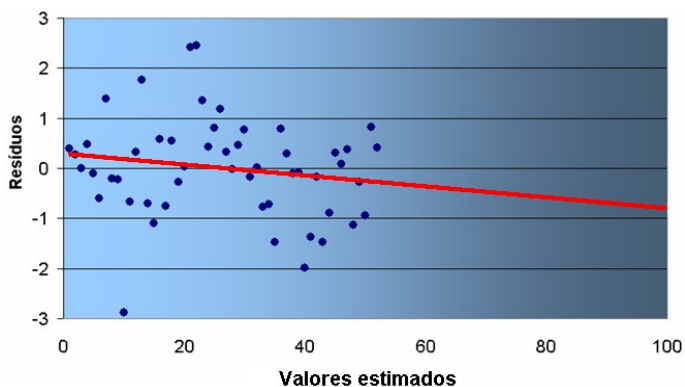


FIGURA 3.5: Gráfico da probabilidade normal dos resíduos padronizados
(fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010)

O **modelo de deslocamento 5D** se ajusta a todos estes testes, porém salienta-se que o modelo obtido foi o linear. Significa dizer que pode existir outro modelo, não linear, que melhor se ajuste aos dados. Este novo modelo pode ser obtido através da transformação dos dados das variáveis.

Ao contrário dos automóveis, que restringem seus movimentos a velocidade e sentido do trânsito (linear), via de regra os pedestres podem apresentar movimentos aleatórios de deslocamentos (não-linear), cuja interação com o meio a sua volta e a sucessiva procura por espaço livre os levam a mudar de velocidade e direção continuamente. Como o movimento de pedestres e veículos apresenta características tanto lineares quanto não-lineares, verificou-se o quanto a análise de regressão não-linear fornece coeficientes significativos de regressão.

Das inúmeras possibilidades de combinação entre as variáveis, foram analisadas todas as medidas que compõem o **modelo de deslocamento 5D** com o movimento de pedestres e veículos. Foram obtidos os valores de regressão e a respectiva equação por meio da transformação logarítmica de todos os dados das variáveis envolvidas, tanto dependentes quanto independentes. Os valores encontrados foram expressivos, indicando que a equação de regressão não-linear pode prover significativos coeficientes de explicação ($r^2 0,8141$; sig. $1.04 \text{ E } -15$) para o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo (tab. 3.23).

TABELA 3.23: Matriz de regressão não-linear

Variável independente (x)	Variável dependente (y)	r ² Determin.	∞ Sig.
Modelo de Deslocamento 5D Integração Global (ln)*	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,8141	1,04E-15
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,7345	3,28E-12
	Movimento de veículos/100m/5min**	0,8033	3,76E-15
Modelo de Deslocamento 5D Integração Local_R4 (ln)*	Movimento de pdst + vcl/100m/5min**	0,8146	9,83E-16
	Movimento de pedestres/100m/5min**	0,7351	4,31E-12
	Movimento de veículos/100m/5min**	0,8050	3,08E-15

* dados normalizados por logaritmo (ln); ** dados normalizados para raiz quarta ($\sqrt[4]{}$) (fonte: obtido no software Excel, MiniTab; original do autor, 2010). A abreviatura 'pdst + vcl' significa a soma do movimento de pedestres e veículos. Onde r² é o coeficiente de determinação ∞ sig é a significância estatística.

A análise de regressão não-linear apresenta coeficientes explicativos aproximados aos de regressão linear (r²0,8141; sig. 1.04 E -15 para Integração Global). No entanto, o movimento de pedestres, que tende a ter um comportamento não-linear é mais bem explicado pela regressão não-linear, enquanto que o movimento de veículos, geralmente mais condicionado ao sistema de vias é tanto explicado por um quanto outro modelo.

Os valores de regressão não-linear encontrados indicam que o movimento de pedestres e veículos tem um comportamento não linear. Como a regressão linear abarca a média das equações não-lineares (polinomial, potência, logarítmica, exponencial), e os dados das variáveis foram normalizados por meio de transformações matemáticas como potência, raiz quarta e logarítmica, estes tiveram estabilizadas suas variações por meio do ajuste linear.

Embora haja pouca diferença entre os valores encontrados, os valores dos coeficientes de regressão linear, quando comparados ao não-linear, são maiores, em torno de 85%. Pode-se inferir que o movimento de pedestres e veículos pode ser explicado em cerca de 85%, sendo que os 15% restantes o modelo não foi capaz de captar, ou pelo fato de haver outras propriedades configuracionais não abordadas, ou a utilização de outras expressões matemáticas junto às medidas.

Após a identificação das variáveis independentes significativas que influenciam no movimento de pedestres e veículos e do melhor modelo de regressão linear múltipla, empreende-se, na próxima sessão, simulações de cenários para o tecido urbano.

3.4 MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO TECIDO URBANO ATUAL, LEGAL E PROPOSTO

Nesta sessão, empreende-se a modelagem, mensuração e simulação das propriedades espaciais, formais e funcionais consideradas no **modelo de deslocamento 5D** (espaço aberto público, quadras, lotes, atividades residenciais e não-residenciais, constituições de acesso às edificações, dentre outras) de modo a prever tanto os efeitos quantitativos das transformações do tecido urbano no movimento de pedestres e veículos, quanto suas implicações para o sistema de decisão em planejamento, gestão e desenho urbano do cenário atual, legal e proposto (quadro 3.2).

O *cenário atual* corresponde à condição em que se apresenta o tecido urbano no momento do levantamento no local, cujos dados servem de parâmetro comparativo com as simulações dos cenários *legal* e *proposto*, que expressam respectivamente, o tecido urbano a partir da aplicação das normativas do plano diretor, e as alternativas de intervenção e desenho urbano em áreas novas e existentes.

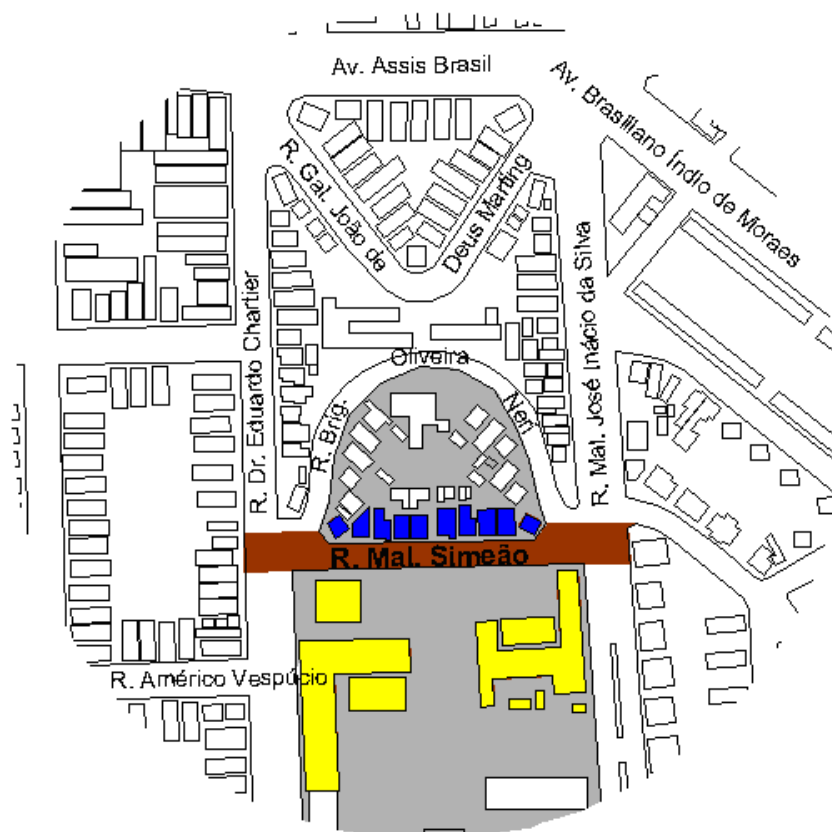
QUADRO 3.2. Procedimentos adotados para modelagem, mensuração e simulação dos cenários atual, legal e proposto

modelar	mensurar	simular
<ul style="list-style-type: none">as propriedades espaciais, formais e funcionais que discretizam os tecidos urbanos, de modo a transformar os dados em variáveis informativas;	<ul style="list-style-type: none">as variáveis informativas que compõem cada medida de desempenho;a quantidade de pedestres e veículos;	<ul style="list-style-type: none">as transformações de ordem espacial, formal e funcional em partes dos tecidos urbanos;a expressão matemática do modelo de regressão estatística;

(fonte: original do autor, 2010)

A simulação de cenários é uma das etapas mais trabalhosas de análise, pois requer a montagem de inúmeras possibilidades de transformação dos tecidos urbanos. Se a execução do modelo de simulação apontar um valor de movimento de pedestres e veículos aquém do esperado, faz-se necessário ir testando alterações nos valores das variáveis até alcançar o movimento de pedestres e veículos desejado. Esse processo continua até que se alcance alguns cenários que se considerem satisfatórios.

A R. Mal. Simeão⁹ foi escolhida para as simulações em razão de estar inserida no sistema de vias das áreas de estudo, vinculada a duas vias altamente integradas global e localmente, as avenidas Dr. Eduardo Chatier (linha axial 2540) e Mal. José Inácio da Silva (linha axial 2532) e também a R. Brigadeiro Oliveira Néri (linhas axiais 2604, 2608); possuir atividades residenciais (casas de um pavimento) e atividades não residenciais (Colégio Salesiano Dom Bosco); apresentar edificações residenciais constituídas de acesso e atividade não residencial desprovida de constituição de acesso; haver edificações de diferentes alturas, desde um pavimento (casas térreas) até 4 pavimentos (Colégio Salesiano Dom Bosco). Ou seja, peculiaridades que possibilitam operacionalizar a coleta de dados, as simulações desejadas e a respectiva análise crítica dos resultados (mapa 3.27; foto 3.6).



MAPA 3.27: Recorte de tecido urbano selecionado para modelagem, mensuração e simulação dos cenários atual, legal e proposto
(fonte: original do autor; 2010)

⁹

Aferição direta no local e obtenção de dados da PROCEMPA e da PMPOA.



quadrante norte



quadrante sul

FOTO 3.6: Cenário atual do tecido urbano da R. Mal. Simeão
(fonte: original do autor, 2010)

3.4.1 Cenário atual do tecido urbano

As análises das sessões anteriores possibilitaram o entendimento do cenário atual, em torno das variáveis espaciais, formais e funcionais que influenciam o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo. A expressão matemática e aplicabilidade do **modelo de deslocamento 5D** será testada a partir da modelagem e simulação do movimento de pedestres e veículos ao longo da amostra selecionada, que corresponde a R. Mal. Simeão, adjacente aos limites da Vila do IAPI¹⁰. O procedimento consiste em medir o movimento de pedestres e veículo ao longo da linha axial (2606), e depois confrontar com o movimento de pedestres e veículos fornecido pelo **modelo de deslocamento 5D**, de modo a verificar a margem percentual de sensibilidade e acerto do modelo com a realidade observada.

Cruzando as imagens do mapa aerofotogramétrico da Prefeitura Municipal de Porto Alegre com as imagens digitalizadas do *Google_earth*, e os dados cadastrais da PROCEMPA com o levantamento de dados diretamente no local, é possível compilar informações próximas da realidade atual da R. Mal. Simeão (tab. 3.24; eq. 3.6).

¹⁰

De acordo com o projeto original do Eng^o. Marcos Kruter os limites da Vila do IAPI são as avenidas Tapiaçú, Assis Brasil, Mal. José Inácio da Silva, Plínio Brasil Milano (Prefeitura Municipal de Porto Alegre - PMPOA. Memórias dos bairros: Vila do IAPI. Porto Alegre: SMC/PMPOA. 1991).

TABELA 3.24: Levantamento e tabulação de dados do cenário atual da R. Mal. Simeão

Identificação	Acessibilidade sintática	Tabulação dos dados e variáveis	Medidas do tecido urbano
Rua/Avenida			
Linha axial n°			
Linhas axiais conectadas			
Integração Global/Acessibilidade Sintática			
Integração Local_R4Acessibilidade Sintática			
Integração Global/Valores da linhas axiais conectadas			
Integração Local_R4Valores da linhas axiais conectadas			
Tipologias (un)			
Formas construídas (un)			
Constituição de acesso residencial (m ² / 92,903m ²)			
Constituição de acesso não-residencial (m ² / 92,903m ²)			
Face de lote-edificado (m)			
Face da quadra (m)			
Extensão da linha axial (m)			
Padronização (100m/min)			
Área construída residencial (m ²)			
Área construída não-residencial (m ²)			
Integração Global/Medida de distribuição dos caminhos alternativos			
Integração Local_R4Medida de distribuição dos caminhos alternativos			
Medida de diversidade tipo-morfológica			
Medida de delimitação espacial			
dimensão do sistema de vias/medida de densidade de edificações e			
Medida de dependência das atividades			

fonte: original do autor; 2010) * Metragem quadrada construída sem constituição de acesso às edificações numa das faces de quadra da R. Mal. Simeão.

$$\begin{aligned}
 & \text{Mpv}_{\text{Integração Global}} = \text{(eq. 3.6; compilação da eq. 3.4 do capítulo 3)} \\
 & (0.949535 \text{ interseção} \\
 & + 0.71906^* \ln X_1 \text{ 2,1736} = 0,5582 \text{ distribuição dos caminhos alternativos} \\
 & + 0.04025^* X_2^{1/2} \text{ 4,4900} = 0,0825 \text{ diversidade tipo-morfológica} \\
 & - 0.22515^* X_3^4 \text{ 0,2230} = 0,1547 \text{ delimitação espacial} \\
 & - 0.33807^* X_4^4 \text{ 0,1123} = 0,1957 \text{ densidade das edificações e dimensão do sistema de vias} \\
 & + 0.12719^* X_5^{1/2} \text{ 9,5200} = 0,3924 \text{ dependência das atividades})^4
 \end{aligned}$$



$$Mpv_{\text{Integração Global}} = (1,63)^4$$

$Mpv_{\text{Integração Global}} = 7,06$ pedestres e veículos em movimento a cada 100 metros por 5 minutos
(fonte: obtido no *software* Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

A contagem do movimento de pedestres e veículos diretamente na R. Mal. Simeão é de 7,40 pedestres e veículos por cem metros por 5 minutos (apêndice D; E). Ou seja, uma diferença entre o **modelo de deslocamento 5D** (7,06 pedestres e veículos em movimento a cada 100 metros por 5 minutos) e o levantamento *in loco* de 0,34 pedestres e veículos por cem metros por 5 minutos, que corresponde a menos de 5% de oscilação.

Considerando a proporção observada nas áreas em estudo de 1: 2,65 na relação entre pedestres e veículos, presume-se que do total de 7,06 pedestres e veículos, cerca de 1,95 sejam pedestres e 5,16 sejam veículos. Esta predição da proporção também é confirmada, uma vez que o levantamento do movimento de pedestres e veículos *in loco* foi de 2,00 e 5,40 respectivamente.

O movimento de pedestres e veículos observado na R. Mal. Simeão, em comparação com outras vias de características semelhantes, como a R. Nova Prata e as travessas São Jacó, Jundiá e Sul (respectivamente as linhas axiais 2607, 9372, 9371, 9370; cuja média de movimento é de 10,44pv/100m/5min), deve-se ao fato da R. Mal. Simeão estar envolta por duas importantes vias em termos de acessibilidade sintática e **distribuição dos caminhos alternativos**, sendo o menor percurso entre as vias Mal. José Inácio da Silva e Dr. Eduardo Chatier (linhas axiais 2532, 2540). Além disso, possui nas proximidades fortes atividades não-residenciais como o Colégio Salesiano Dom Bosco.



3.4.2 Cenário legal do tecido urbano

São aplicados os índices urbanísticos do PDDUA¹¹ de Porto Alegre (quadro 3.3) para a parcela de tecido urbano, a R. Mal. Simeão, considerando até o máximo permitido pelos índices urbanísticos incidentes na área. Algumas edificações e suas respectivas atividades serão mantidas, como o Colégio Salesiano Dom Bosco que possui 3734 m² de área construída, porém sem constituição de acesso à R. Mal Simeão. A quadra na qual há incentivo ao uso predominantemente residencial possui 10 terrenos com média de 283,52 m² cada. Ao aplicar a taxa de 75% de ocupação, obtém-se uma projeção horizontal da edificação sobre o lote na ordem de 212,64m², que pode ser ilustrado por um gabarito de 10 metros de largura (frente) por 21,264 metros de comprimento (profundidade). Aplicando-se o índice de aproveitamento (1,6) somado ao índice de aproveitamento de solo criado (1,4) é possível construir cerca 453,63 m² e 396,93 m² respectivamente, totalizando 850,56m² de área construída por lote. Nestas condições, a volumetria das edificações alcançam 4 pavimentos com cerca de 12 metros altura.

¹¹

Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental.

QUADRO 3.3: Dados referentes ao regime urbanístico atual da R. Mal. Simeão

DENSIDADES BRUTAS						ANEXO 4		
Área de ocupação	CÓDIGO	Zona	Densidade bruta - 85% de consolidação					
			solo privado		solo criado		total	
			moradores + empregados)hab/ha	econ./ha	hab/ha	econ./ha	hab/ha	econ./ha
11		Predom. Residencial, Mistos, Predom. Produtiva	315	90	70	20	385	110

ÍNDICES DE APROVEITAMENTO				ANEXO 6	
Área de ocupação	CÓDIGO	Índices de aproveitamento (IA)		IA máximo por terreno índice de aprov. + solo criado)	Quota Ideal
		Zona	IA	(IA+SC)	(QI)
		11		Predom. Residencial, Mistos, Predom. Produtiva	1,6

REGIME VOLUMÉTRICO EM FUNÇÃO DAS UEUS					ANEXO 7.1	
Área de ocupação	CÓDIGO	Usos	Alturas			Taxa de ocupação
			Máxima (m)	Divisa (m)	Base (m)	
		9		Predom. Residencial / Mistos	42,00	12,50

Macro Zona 3; Unidade de Estruturação urbana 42; Quarteirão 31; Alinhamento predial 2,50 m do meio-fio; Gabarito 12 m; Densidade código 11; Atividade código 01; Aproveitamento código 11; Volumetria código 09; Limitação de altura face à proximidade com o Aeroporto Internacional Salgado Filho. Todos os empreendimentos poderão utilizar solo criado com áreas construídas não adensáveis.

(fonte: original do autor, 2010; adaptado da Declaração Municipal (DM) solicitada junto à Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Porto Alegre – SPU/PMPOA).

TABELA 3.25: Levantamento e tabulação de dados do cenário legal da R. Mal. Simeão

Identificação	Acessibilidade sintática	Tabulação dos dados e variáveis	Medidas do tecido urbano
---------------	--------------------------	---------------------------------	--------------------------

Mal. Simeão	Rua/Avenida
2606	Linha axial nº
2540, 2532, 2604, 2608	Linhas axiais conectadas
0,4338	Integração Global/Acessibilidade Sintática da R. Mal. Simeão
2,2644	Integração Local_R4Acessibilidade Sintática da R. Mal. Simeão
$0,4338 + 0,4473 + 0,4484 + 0,4297 + 0,4171$	Integração GlobalΣ Valores da linhas axiais conectadas
$2,2644 + 2,4376 + 2,6217 + 1,9664 + 1,6589$	Integração Local_R4Σ Valores da linhas axiais conectadas
2	Tipologias (un)
12	Formas construídas (un)
91,55	Constituição de acesso residencial ($m^2 / 92,903m^2$)
40,19 * (zero)	Constituição de acesso não-residencial ($m^2 / 92,903m^2$)
132	Face do lote-edificado (m)
264	Face da quadra (m)
167	Extensão da linha axial (m)
1,67	Padronização (100m/min)
8505,66	Área construída residencial (m^2)
3734 * (zero)	Área construída não-residencial (m^2)
2,1736	Integração GlobalMedida de distribuição dos caminhos alternativos
10,949	Integração Local_R4Medida de distribuição dos caminhos alternativos
4,49	Medida de diversidade-tipo-morfológica
0,2994	Medida de delimitação-espacial
0,6464	Medida de densidade de edificações e dimensão do sistema de vias
54,82	Medida de dependência-das-atividades

(fonte: original do autor; 2010) * Metragem quadrada construída sem constituição de acesso às edificações numa das faces de quadra da R. Mal. Simeão.

(eq. 3.7; compilação da eq. 3.4 do capítulo 3)

$$\begin{aligned} \text{Mpv}_{\text{Integração Global}} = & \\ & (0.949535 \text{ interseção} \\ & + 0.71906^* \ln X_1 \ 2,1736 = 0,5582 \text{ distribuição dos caminhos alternativos} \\ & + 0.04025^* X_2^{1/2} \ 4,4900 = 0,0825 \text{ diversidade tipo-morfológica} \\ & - 0.22515^* X_3^4 \ 0,2994 = 0,1665 \text{ delimitação espacial} \\ & - 0.33807^* X_4^4 \ 0,6464 = 0,3031 \text{ densidade das edificações e dimensão do sistema de vias} \\ & + 0.12719^* X_5^{1/2} \ 54,820 = 0,9700 \text{ dependência das atividades})^4 \\ \\ \text{Mpv}_{\text{Integração Global}} = & (2,09)^4 \\ \\ \text{Mpv}_{\text{Integração Global}} = & 19,08 \text{ pedestres e veículos em movimento a cada 100 metros por minuto} \end{aligned}$$

(fonte: obtido no *software* Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

Ao serem testados os valores ditados pelo regime urbanístico para a área em estudo (no caso a R. Mal Simeão) confirmaram-se algumas expectativas. É notável a diferença alcançada pelo **modelo de deslocamento 5D** segundo o regime urbanístico e o movimento de pedestres e veículos atual verificado diretamente no local. Mantidas os atuais índices urbanísticos, e as construções alcançando os valores máximos permitidos, o movimento de pedestres e veículos é cerca de 2,58 vezes maior do que a contagem do movimento observada diretamente na R. Mal. Simeão (tab. 3.25; eq. 3.7).

Caso este cenário legal fosse real o que provavelmente ocorreria na prática seria a subutilização tanto do espaço aberto público quanto das próprias edificações. Isso em razão das deseconomias de aglomeração que acarretariam desde o congestionamento de veículos até o encarecimento dos custos de moradia na área, em razão da valorização especulativa do solo. O controle local por parte dos moradores desapareceria, uma vez que devido ao contingente de pedestres o espaço aberto público seria propício ao anonimato, e com isso aumentaria a insegurança. Com isso, a R. Mal. Simeão passaria a ser evitada como trajeto entre as avenidas Dr. Eduardo Chatier (linha axial 2540) e Mal. José Inácio da Silva (linha axial 2532) e a R. Brigadeiro Oliveira Néri (linhas axiais 2604, 2608), pois novos caminhos alternativos seriam escolhidos, assim como a procura, nas proximidades, por moradia em áreas mais tranquilas e seguras.

3.4.3 Cenário proposto do tecido urbano

As simulações dos cenários são realizadas a partir da manipulação das variáveis que compõem o **modelo de deslocamento 5D**, por meio da construção de novos mapas axiais com a inserção ou retirada de parte do sistema de vias, edificações, constituições de acesso, atividades residenciais e não-residenciais, metragem quadrada etc, que permitam demonstrar uma situação desejada.

São estabelecidos comparativos e contrapontos entre o cenário atual, legal e a proposição de algumas inferências de transformação em torno desta parcela de tecido urbano. A partir da calibração do **modelo de deslocamento 5D** parte-se para algumas simulações de intervenções projetuais, de planejamento e (re)desenho urbano ao longo na R. Mal. Simeão de modo a se obter a respectiva estimativa do movimento de pedestres e veículos.

Para ser escolhido o cenário de simulação, foi observado, e levado em consideração, as tendências de usos do solo do tecido urbano que está sendo analisado e seu entorno imediato de modo a calibrar o modelo conforme a variação das áreas de estudo.

A título de exemplificação, deseja-se que as edificações residenciais sejam formadas pelo *tipo de edificação unitária* e que delimitem parcialmente o espaço aberto público, ou seja, edificações de pequeno porte, de dois pavimentos, que ocupam parte do lote em razão dos recuos frontal, lateral e fundos e, cuja composição formal aproximam à horizontalidade da verticalidade (base=altura). Dentre as dez edificações desta natureza, considera-se necessário que duas sejam ocupadas no térreo por **atividade de utilização diária** (mercearia, padaria, açougue), cuja abrangência em torno da R. Mal. Simeão e proximidades gera diversidade de atividades que incrementa o movimento de pedestres e veículos em diferentes períodos do dia e finais de semana.



São propostos alguns índices urbanísticos para a parcela de tecido urbano, a R. Mal. Simeão, considerando a projeção de desenho e planejamento urbano desejado para esta área:

- manter a atividade não-residencial representada pelo Colégio Salesiano Dom Bosco, com 3734m² de área construída, assim como o acesso pelas ruas Mal. Eduardo Chatier e Mal. José Inácio da Silva.
- incentivar o uso predominantemente residencial nos 10 terrenos, com média de 283,52 m² cada.
- adotar taxa de ocupação de 60%, na qual se obtém uma projeção horizontal da edificação sobre o lote na ordem de 170,11m², que pode ser ilustrado por um gabarito de 10 metros de largura (frente) por 17,11 metros de comprimento (profundidade).
- passar o índice de aproveitamento dos atuais 3 para 1,2 sendo possível construir cerca 340,22 m² por lote. Deste total, cerca de 170,11m² são destinados à atividade comercial no nível térreo das edificações de esquina, totalizando 340m² de área construída.
- delimitar a volumetria das edificações em 2 pavimentos, ou cerca de 6 metros altura (tab 3.26; eq. 3.8).

TABELA 3.26: Levantamento e tabulação de dados do cenário proposto à R. Mal. Simeão

Identificação	Acessibilidade sintática	Tabulação dos dados e variáveis	Medidas do tecido urbano
Mal. Simeão			
2606	Rua/Avenida		
2540, 2532, 2604, 2608	Linha axial nº		
0,4338	Linhas axiais conectadas		
2,2644	Integração Global/Acessibilidade Sintática da R. Mal. Simeão		
0,4338 + 0,4473 + 0,4484 + 0,4297 + 0,4171	Integração Local R4Acessibilidade Sintática da R. Mal. Simeão		
2,2644 + 2,4376 + 2,6217 + 1,9664 + 1,6589	Integração Global Σ Valores da linhas axiais conectadas		
2	Integração Local R4 Σ Valores da linhas axiais conectadas	Tipologias (un)	
12		Formas construídas (un)	
32,93		Constituição de acesso residencial ($m^2 / 92,903m^2$)	
3,66		Constituição de acesso não-residencial ($m^2 / 92,903m^2$)	
100		Face do lote edificado (m)	
264		Face da quadra (m)	
167		Extensão da linha axial (m)	
1,67		Padronização (100m/min)	
3060		Área construída residencial (m^2)	
3743 * 340		Área construída não-residencial (m^2)	
2,1736	Integração Global	Medida de distribuição dos caminhos alternativos	
10,949	Integração Local R4	Medida de distribuição dos caminhos alternativos	
4,4900		Medida de diversidade tipo-morfológica	
0,2268		Medida de delimitação espacial	
0,5430		Medida de densidade de edificações e dimensão do sistema de vias	
25,360		Medida de dependência das atividades	

(fonte: original do autor; 2010) * Metragem quadrada construída sem constituição de acesso às edificações numa das faces de quadra da R. Mal. Simeão.

(eq. 3.8; compilação da eq. 3.4 do capítulo 3)

$$\begin{aligned} \text{Mpv}_{\text{Integração Global}} = & \\ & (0,949535 \text{ interseção} \\ & + 0,71906 * \ln X_1 \ 2,1736 = 0,5582 \text{ distribuição dos caminhos alternativos} \\ & + 0,04025 * X_2^{1/2} \ 4,4900 = 0,0853 \text{ diversidade tipo-morfológica} \\ & - 0,22515 * X_3^4 \sqrt{0,2268} = 0,1553 \text{ delimitação espacial} \\ & - 0,33807 * X_4^4 \sqrt{0,5430} = 0,2584 \text{ densidade das edificações e dimensão do sistema de vias} \\ & + 0,12719 * X_5^{1/2} \ 25,360 = 0,6405 \text{ dependência das atividades})^4 \\ \\ \text{Mpv}_{\text{Integração Global}} = & (1,82)^4 \\ \\ \text{Mpv}_{\text{Integração Global}} = & 10,97 \text{ pedestres e veículos em movimento a cada 100 metros por 5 minutos} \end{aligned}$$

(fonte: obtido no *software* Excel, MiniTab; original do autor, 2010).

Comparando-se o movimento de pedestres e veículos (7,06 pv/100m/5min) do cenário atual com o cenário proposto (10,97 pv/100m/5min) os resultados demonstram ser plausíveis e coerentes (fig. 3.6). Isto porque, em contraponto ao cenário atual, configurado por edificações térreas e predominantemente residenciais, o cenário proposto apresenta uma maior densidade de metragem quadrada construída (2 pavimentos) no qual o térreo dos lotes de esquina são ocupados por atividades não-residenciais. Sendo que as demais relações se mantiveram as mesmas (*tipo de edificações unitárias e excepcionais; delimitação espacial próxima ao alinhamento predial; acesso ao Colégio Salesiano Dom Bosco pelas vias adjacentes; manutenção do sistema de vias em termos de acessibilidade e dimensão*). O incremento no movimento de pedestres é de aproximadamente 50%, passando 7,06 para 10,97 pedestres e veículos em movimento a cada 100 metros por 5 minutos ao longo da R. Mal Simeão.

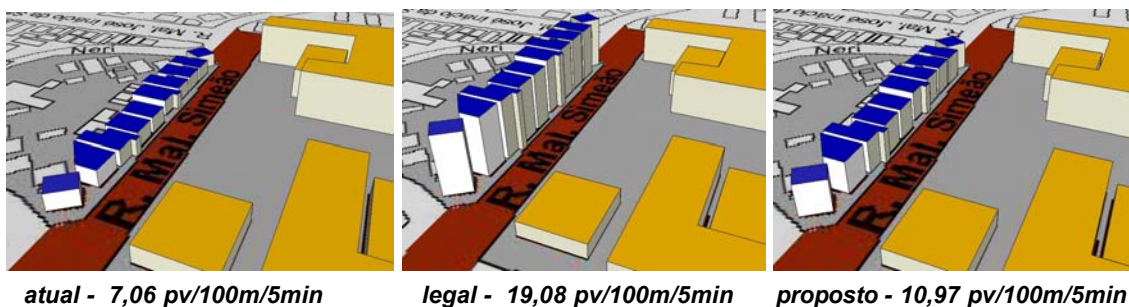


FIGURA 3.6: Cenário atual, legal e proposto do tecido urbano: R. Mal. Simeão
(fonte: original do autor, 2010)

A aplicação do **modelo de deslocamento 5D** na medida em que descreve a condição do *cenário atual*, em termos de uso e ocupação do solo, e o respectivo efeito quantitativo no movimento de pedestres e veículos, demonstrou que também pode prever os efeitos tanto do *cenário legal* ditados por normativas



prescritas nos planos diretores (índices, taxas e coeficientes), quanto o *cenário proposto* das alternativas de desenho urbano.

As análises permitiram compreender o tecido urbano em estudo e determinar as variáveis relevantes, bem como a natureza de suas inter-relações. Problemas existentes (cenário atual), assim como problemas futuros (cenário legal e proposto) - sob o ponto de vista dos efeitos no movimento de pedestres e veículos-, podem ser detectados com base na avaliação e seleção de alternativas para a tomada de decisão em planejamento urbano.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a teoria da Lógica Social do Espaço (sessão 1.3.1.2, cap. 1), sociedade e espaço são interdependentes e a cidade é entendida como um artefato sócio-espacial. Hillier e Hanson (1984: 1 - 25), abordando o “discurso” sobre arquitetura, afirmam que é mais fácil falar sobre autores e estilos do que estudar analiticamente seu significado e efeito social. Edificações podem ser comparáveis a outros artefatos na medida em que estão vinculadas à determinada forma física, mas são incomparáveis ao criarem e ordenarem a necessária envolvente construtiva pela qual pedestres e veículos se movimentam pelo espaço aberto público.

Estas considerações **fundamentaram teoricamente** a presente pesquisa, cujo propósito foi o de avançar na análise dos tecidos urbanos restrita tão-somente aos aspectos normativos, compositivos e estéticos, que deixam de considerar a condição probabilística (não-determinística) dos efeitos sociais dos tecidos urbanos.

A análise conjunta e desagregada das propriedades que compõem o sistema de vias, quadras, lotes e edificações, vinculadas às categorias analíticas espaço, forma, função, relações e efeitos, aprimora a modelagem, mensuração e simulação do movimento de pedestres e veículos. Esta **hipótese geral** foi demonstrada em razão das abordagens teóricas adotadas (EDom_OD e Sintaxe Espacial), do desenvolvimento do método, dos significativos coeficientes de regressão estatística alcançados, e dos bairros Higienópolis, St^a M^a Goretti Passo, D’Areia e Vila do IAPI tomados como estudo de caso.

Já as **hipóteses específicas** demonstram que o movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo pode ser explicado por medidas que consideram: (i) a articulação e continuidade de percursos alternativos possíveis ao longo de uma via em relação as demais vias em seu entorno imediato; (ii) a contribuição das edificações e dos recuos laterais e frontais em relação aos lotes e quadras na conformação do espaço aberto público; (iii) a variedade de tipologias edilícias e possibilidades de combinação entre si e ocorrência de morfologias simultaneamente; (iv) a relação entre movimento, área construída e comprimento de via; (v) a atribuição de valores às diferentes atividades residenciais e não-residenciais desempenhadas nas edificações; e, (vi) a ponderação dos acessos às edificações.

O **objetivo** de desenvolver um modelo matemático-estatístico para quantificar o movimento de pedestres e veículos, de modo a simular alternativas de decisões de desenho urbano e verificar a influência dos regimes urbanísticos no planejamento de novas áreas e preexistentes foi alcançado, sendo os principais resultados obtidos os que seguem.

- **Tratamento do tema movimento de pedestres e veículos conjuntamente**

Inicialmente, o aspecto fundamental para discretizar (individualizar) o movimento de pedestres e veículos foi considerá-los como um evento axial, pois na medida em que se deslocam, definem pontos intermediários de destino (mudanças de direção), ligando-os a uma reta imaginária (fig. 2.1; sessão 2.1.1).

Também foram estabelecidas ponderações conforme as pessoas estivessem em movimento a pé ou ocupando veículos. A partir de dados fornecidos pela EDom_OD (2003), EPTC, SMOV¹ e aferições diretamente na área de estudo fez-se o *levantamento visual da frequência e ocupação dos veículos* (quadro 2.1; sessão 2.1.1). Quando da contagem do movimento de pessoas foi estabelecida a equivalência entre o modo de transporte e o número de pessoas, que varia desde a pessoa se movimentando a pé (01 pessoa em movimento), em bicicleta (1,02 pessoas em movimento); em motociclista (1,12 pessoas em movimento); em automóvel (1,63 pessoas em movimento); até, em ônibus (19,32 pessoas em

¹ EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação; SMOV – Secretaria Municipal de Obras e Viação.

movimento). Este critério equiparou a contagem do movimento de pedestres e de veículos, uma vez que, em ambos os casos, estão sendo quantificadas pessoas, que por sua vez, possuem motivos e modos de deslocamentos distintos.

A validade de tratar o tema movimento de pedestres e veículos conjuntamente pode ser verificada por meio dos resultados obtidos (mapa 3.8; sessão 3.1.2), os quais indicam que há, aproximadamente, a mesma proporção na espacialização do movimento de pedestres e veículos (1: 2,65 vezes respectivamente). Estes valores são confirmados pelo coeficiente de determinação da regressão entre o movimento de pedestres e veículos, cujos valores notáveis (r^2 0,9031; *sig.* 5,43E-20) indicam o quanto há de aproximação na proporção do movimento de pedestres e veículos (tab. 3.2; sessão 3.1.2). Isto porque, o movimento de pedestres, comparável ao de veículos, também possui a capacidade para selecionar percursos, mudar de direção, ultrapassar pedestres mais lentos e opções da velocidade desejada. Portanto, pedestres e veículos são condicionados e influenciados, proporcionalmente, pelas mesmas propriedades espaciais, formais e funcionais dos tecidos urbanos, e por este motivo, foram tratados conjuntamente.

- ***Conjugação entre abordagens que consideram a origem e destino (demanda de viagens) e o movimento natural (configuração espacial urbana)***

Ao integrar as abordagens centradas na demanda de viagens e na configuração espacial urbana, a pesquisa procurou contribuir para o melhor entendimento não apenas do tema, mas dos próprios métodos adotados na Edom_OD e na Sintaxe Espacial (cap. 1; 2).

As abordagens adotadas se mostraram complementares no entendimento das propriedades que influenciam o movimento de pedestres e veículos nos tecidos urbanos. Aquilo que a demanda de viagens por meio da Edom_OD não responde em relação ao movimento de pedestres e veículos, a configuração espacial urbana por meio da Sintaxe Espacial o faz, e vice-versa. A escolha das abordagens, de modo algum significou uma tentativa de provar qual a melhor técnica, mesmo porque as medidas do tecido urbano desenvolvidas conjugam propriedades pertencentes à Edom_OD e à Sintaxe Espacial. Evidentemente, seria uma restrição considerar apenas uma abordagem em detrimento da outra, pois



ambas claramente se complementam quanto ao entendimento do movimento de pedestres e veículos.

A partir do motivo do deslocamento, pedestres e veículos estão condicionados às propriedades espaciais, formais e funcionais dos tecidos urbanos que tendem a influenciar significativamente o padrão de movimento, desde a tomada de decisão em torno do modo de deslocamento até a escolha do percurso mais direto entre a origem e o destino. O “*motivo e o modo de deslocamento*” são importantes mecanismos indutores do movimento de pedestres e veículos, sendo “*a procura e escolha do menor percurso*” um princípio subjacente e indissociável do primeiro, responsável pela orientação mais imediata e qualitativa dos movimentos de pedestres e veículos.

O conjunto de informações coletadas em uma pesquisa de origem e destino permite conhecer, mais detalhadamente, o padrão dos deslocamentos de base domiciliar (dimensão local do ponto de vista do morador) e de base não-domiciliar (dimensão global do ponto de vista do visitante). A configuração do sistema de vias influencia a localização das diferentes atividades, e estas por sua vez passam a estabelecer atratividade que tendem a influenciar os padrões de movimento de pedestres e veículos. Isso vem ao encontro da tríade do *movimento natural* (configuração, atrator e movimento; fig. 1.4, sessão 1.3.1.2) postulada por Hillier *et al* (1993) que atribui à configuração do sistema de vias um papel central como indutor do movimento de pedestres e veículos, e aos conceitos de origem e destino em termos da produção e geração de viagens entre atividades de base domiciliar e não-domiciliar. Ou seja, a organização global e local referente aos estudos configuracionais de Sintaxe Espacial possuem relação com os estudos de demanda de viagens no tocante à origem e destino, demonstrando a pertinência de conjugar abordagens que consideram a origem e destino (demanda de viagens) e o movimento natural (configuração espacial urbana).



- **Proposição conceitual mais abrangente da medida de Integração Global e Local de Sintaxe Espacial**

A relação entre a medida de integração, distribuída ao longo do sistema de vias em níveis globais e locais, e o movimento de pedestres e veículos, tende a ser mais bem explicada através da **medida de distribuição dos caminhos alternativos** (r^2 0,5025; *sig.* 4,070E-09 e r^2 0,5226; *sig.* 1,43E-09, Integração Global e Local_R4 respectivamente) do que a medida de Integração tradicionalmente adotada nos estudos de Sintaxe Espacial (r^2 0,0094; *sig.* 0,4924; r^2 0,1054; *sig.* 0,0018, Integração Global e Local_R4 respectivamente sessão 3.2.1; 3.3). Isto porque, a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** expressa a articulação e continuidade de percursos possíveis ao longo de uma via em relação às demais vias adjacentes ao seu entorno imediato (eq. 2.1, sessão 2.1.2.1). Como a medida calcula os movimentos mais imediatos dos pedestres e veículos em seus deslocamentos até a distância de um passo topológico, os valores do coeficiente de determinação para o movimento de pedestres e veículos são aproximados, uma vez que os movimentos, quer sejam a pé ou de veículo, seguem uma lógica imediata de um passo topológico a cada mudança de direção, desde a origem até o destino.

Como exemplo, citam-se as vias estruturadoras, que concentram cerca de 82% do movimento de pedestres e veículos nas áreas em estudo (apêndice D; E). Estas possuem as maiores possibilidades de caminhos alternativos (mapa 3.10), desde vias coletoras de menor capacidade de movimento de pedestres e veículos como as ruas Dr. Eduardo Chartier e a Av. Mal. José Inácio da Silva, que integram as áreas em estudo internamente. Assim como são vias próprias para transporte de alta capacidade de passageiros, como as avenidas Assis Brasil e Sertório, cuja continuidade interliga as áreas em estudo externamente aos municípios de Alvorada, Cachoeirinha (sentido leste), Canoas (sentido norte), Eldorado do Sul e Guaíba (sentido oeste).

A **medida de distribuição dos caminhos alternativos** apresenta a capacidade de capturar a diferenciação nos valores entre a menor e a maior integração para uma dada linha axial, em comparação com os valores tradicionalmente utilizados em Sintaxe Espacial, pois considera o somatório da acessibilidade sintática de todas as linhas axiais conectadas a uma determinada linha axial.

- **Aprimoramento matemático de dados qualitativos transformados em dados quantitativos**

Embora os valores do coeficiente de regressão sejam baixos ($r^2=0,1108$; $sig. 0,0218$), há de se considerar a capacidade que tão-somente a **medida de diversidade tipo-morfológica** possui de explicar cerca de 11% de todo o movimento de pedestres e veículos nas áreas de estudo. Esta medida discretizou, mensurou e comparou os aspectos qualitativos e, por vezes, subjetivos de análise relacionados à variedade de tipologias edilícias, possibilidades de combinações entre si, e a ocorrência simultânea de morfologias ao longo de uma via.

Em termos específicos, a relação tipo-morfológica dos tecidos urbanos demonstrou ser mais bem explicada por meio de cinco categorias de análise: *lotes não-edificados*, *edificações unitárias*, *edificações agregadas horizontalmente*, *edificações agregadas verticalmente*, *edificações excepcionais* (quadro 2.4; apêndice D; E) que possibilitaram quantificar a variedade de formas edificadas e não-edificadas dos tecidos urbanos. Incluindo ainda, a consideração de parques, praças e até mesmo terrenos baldios (qd. 2.4, eq. 2.2, sessão 2.1.2.2; sessão 3.2.2).

- **Contribuição das edificações e dos recuos laterais e frontais em relação aos lotes e quadras na conformação do espaço aberto público**

A implantação da edificação no lote em termos da distância que mantém do alinhamento predial (reco de ajardinamento) e, a extensão de testada do lote efetivamente delimitada pela edificação, demonstraram, por meio da **medida de delimitação espacial**, serem significantes ($r^2=0,1970$; $sig 0,0009$; sessão 3.2.3) para o movimento de pedestres e veículos. Isto porque, formas urbanas contínuas e regulares são mais compactas, aproximam as diferentes atividades urbanas, otimizam a infra-estrutura e possibilitam maiores movimentos de pedestres e veículos.

De um modo geral, as áreas de estudo são fragmentadas, tanto em recuos frontais e laterais, presente em praticamente metade das linhas axiais das áreas de estudo (mapa 3.15; sessão 3.2.3), o que gera situações de disparidade na distribuição espacial dos valores da **medida de delimitação espacial** e o movimento



de pedestres e veículos. Este distanciamento entre as edificações em relação ao espaço aberto público, na medida em que beneficiam as condições de habitabilidade, uma vez que propiciam a incidência solar tanto nas edificações quanto no espaço aberto público, em contrapartida, aumentam consideravelmente a distância entre o espaço aberto público e as constituições de acesso à edificação.

Poucas são as quadras, em geral localizadas ao longo das vias estruturadoras e nas suas proximidades (avenidas Brasiliano Índio de Moraes, Dom Pedro II, Cristóvão Colombo, Plínio Brasil Milano, Industriários, Dr. Eduardo Chartier, Mal. José Inácio da Silva, Sertório) que possuem edificações que delimitam o alinhamento predial (limite entre a calçada e o lote). Neste caso, as distâncias entre as constituições de acesso às edificações e o espaço aberto público são mínimas, na medida em que as edificações se encontram junto ao alinhamento predial, típico de um tecido tradicional. Esse distanciamento entre o espaço externo e interno às edificações, do ponto de vista do pedestre, gera uma maior probabilidade de movimentos, principalmente em relação às atividades não-residenciais localizadas no nível térreo.

- **Relação entre movimento, área construída e comprimento de vias**

Observou-se que, quanto maior era o movimento de pedestres e veículos, maior era a demanda por dimensões físicas para ocorrer, tanto sob o ponto de vista do espaço aberto público, quanto das próprias edificações (eq. 2.4, sessão 2.1.2.4, cap. 2; sessão 3.2.4). Assim, foi possível expressar o valor médio do movimento de pedestres e veículos por metro quadrado construído e metro linear de via, em razão da **densidade das edificações** (em termos de metragem quadrada construída, não necessariamente através de altura) e à **dimensão do sistema de vias** (comprimento).

Embora a concentração, diversidade e localização de atividades por si só não possam mudar a acessibilidade do sistema de vias, pois esta é uma propriedade espacial e depende apenas da posição relativa do sistema de vias entre si, influenciam significativamente ($r^2=0,5133$; sig. 2,34E-09; sessão 3.2.4) no movimento de pedestres e veículos. A acessibilidade urbana passa a ser entendida não só como uma medida geométrica-topológica, mas como um potencial de atração específico disponibilizado pelo contínuo e gradual processo de densificação da



ocupação pelas formas edificadas (como pode ser observado ao longo das vias estruturadoras).

Os bairros Higienópolis e Passo D'Areia concentram os maiores valores de atração e produção de viagens, associados a maior área construída residencial e não residencial e extensão viária (tab. 3.18). A Vila do IAPI apresenta praticamente o dobro da média de área livre em comparação com as demais áreas e pouca contribuição de metragem quadrada construída que, conseqüentemente, gera a menor demanda de movimento de pedestres e veículos entre as áreas em estudo (tab. 3.18; diagrama 3.2; mapa 3.21). Ou seja, há uma relação aproximativa entre o movimento de pedestres e veículos (entendido como atração e produção de viagens), maiores densidades de edificações (em termos de metragem quadrada construída) e distribuição espacial (maior extensão viária).

- ***Atribuição de valores de atratividade às atividades e ponderação do nível de interface entre o espaço aberto público e privado***

A ***ponderação do nível de interface entre o espaço aberto público e privado*** (constituições de acesso) vinculadas à ***atribuição de valores de atratividade às atividades*** (residenciais e não-residenciais) junto à medida ***medida de dependência das atividades*** alcançaram significativo coeficiente de regressão ($r^2=0,4853$; sig. 9,78E-09; tab. 3.19; sessão 3.2.5) em relação ao movimento de pedestres e veículos.

As constituições de acesso às edificações apresentam-se como propriedades fundamentais quando associadas à metragem quadrada construída residencial e não-residencial e às viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e não-domiciliar (***medida de dependência das atividades***), do que simplesmente a consideração da existência ou não de constituições de acesso junto ao espaço aberto público (sessão 3.2.5, cap. 3). As constituições de acesso são diferenciadas e ponderadas conforme a atratividade dos usos do solo a que estiverem relacionadas (apêndice D; E).

Considerou-se tão somente uma constituição por atividade residencial e não-residencial para cada 92,903m² de área construída, independentemente da quantidade, tamanho, material, localização e distância das constituições de acesso



(aberturas e portas ao nível térreo das edificações). Este procedimento tornou possível diferenciar, por exemplo, uma constituição de acesso a uma residência e uma constituição de acesso a uma edificação excepcional que possui atividades nas quais tendem a atrair um significativo contingente de pessoas independentemente de sua localização no espaço aberto público, como por exemplo, um *shopping center*. Este refinamento possibilitou majorar ou minorar determinadas atividades residenciais e não-residenciais em relação a ocupação efetiva (acima de 50% das unidades) e as condições de habitabilidade (condições mínimas de conforto, segurança e higiene de acordo com os códigos de obra e responsabilidade técnica profissional).

A partir de dados de demanda de viagens, por meio da Edom_OD (2003), foi possível discretizar o nível de atratividade das atividades residenciais e não-residenciais. Mesmo sabendo que dentro de uma mesma atividade, por exemplo comercial (não-residencial), existem níveis diferenciados de atratividade, desde um armazém até um *shopping center*, procurou-se compilar em tão somente duas categorias (atividade residencial e atividade não-residencial) a abrangência das atividades mais significativas do sistema, reduzindo a complexidade de análise das mais de 158 atividades catalogadas pelo ITE (2003), classificadas a partir de dez categorias de usos do solo. Obteve-se o coeficiente 1: 2578 (calibrado para as áreas de estudo) significando na prática que a atividade não-residencial gera em média 2,578 vezes mais movimento de pedestres e veículos do que as atividades residenciais.

A Atribuição de valores de atratividade às atividades possui relação direta com a composição da **medida de dependência das atividades** a qual possibilita verificar a disposição do sistema de barreiras qualificando as passagens e, com isso, as possibilidades de interface entre o espaço aberto público e as edificações (qd. 2.7, 2.9, 2.10, eq. 2.6 sessão 2.1.2.5; sessão 3.2.5).

O coeficiente de regressão de 0,4853 com significância de 9,78E-09 (tab. 3.19; sessão 3.2.5) evidencia o quanto a pluralidade de atividades nas edificações e no espaço aberto público, com constituições de acesso às edificações em quantidade suficiente que possibilitem a interação entre espaços de domínio público e privado, influencia o movimento de pedestres e veículos. As vias com maiores valores da **medida de dependência das atividades** (Dom Pedro II, Plínio Brasil Milano, Assis Brasil) possuem atração cumulativa, ou seja, as atividades

produtoras e atradoras não-residenciais estão localizadas próximas uma das outras, ao invés de afastadas. Deste modo, a proximidade e a variedade de funções complementares entre si cria um incremento a mais para atrair movimento de pedestres e veículos.

- ***Ampliação do conceito de Pólos Geradores de Viagens para Áreas produtoras e atradoras da passagem e/ou permanência do movimento de pedestres e veículos***

Diretamente relacionada a atribuição de valores de atratividade às atividades residenciais e não-residenciais e vinculada à ***medida de dependência das atividades*** está a ampliação do conceito de Pólos Geradores de Viagens. Operacionalmente é inviável a análise individualizada de cada Pólo Gerador de Viagem num contexto de planejamento urbano (sessão 1.2.1; sessão 2.1.2.5). Deste modo, na presente pesquisa, Pólos Geradores de Viagens são entendidos como ***Áreas produtoras e atradoras da passagem e/ou permanência do movimento de pedestres e veículos, ou seja, consiste no sistema de vias acessível composto por atividades residenciais e não-residenciais capazes de alterar os usos e ocupação do solo em torno dos bairros e gerar um incremento significativo de movimento de pedestres e veículos. Isto porque, embora uma determinada parte do movimento de pedestres e veículos, produzida e atraída nas áreas em estudo, origine-se da condição de acessibilidade que o sistema de vias possui, cada edificação, e sua respectiva atividade apresenta um potencial diferenciado de geração de viagens que incrementa mais intensamente determinadas partes do sistema de vias, de modo a gerar diferenciações no movimento de pedestres e veículos. Ou seja, as áreas em estudo agregam atividades produtoras e atradoras de viagens, cuja área de influência, distribuição e alocação de viagens ocorrem em torno dos diferentes níveis de acessibilidade disponibilizado pelo sistema de vias.***

- ***Aplicação dos modelos configuracionais 'dito estáticos' na predição de cenários de transformação do tecido urbano***

As simulações procuraram aferir de que modo propriedades da demanda de viagens e da configuração do espaço urbano intervêm no movimento de pedestres e veículos. O modelo configuracional de Sintaxe Espacial supre a limitação dos dados da EDom_OD em termos de predição, tirando proveito das possibilidades



de dados pormenorizados e atualizados como fonte de grande utilidade para o planejamento urbano (sessão 3.4).

Os resultados (sessão 3.4) demonstraram a viabilidade de predição dos modelos configuracionais urbanos, considerados “estáticos”, especificamente o de Sintaxe Espacial e de dados da EDom_OD, em diferentes cenários de simulação da transformação do tecido urbano da R. Mal. Simeão. O **modelo de deslocamento 5D** mostrou-se promissor, na medida em que contribuiu como suporte à tomada de decisão em planejamento, desenho e gestão em torno da Rua Mal. Simeão, fundamentalmente, predições de alteração morfológicas e funcionais e as consequências decorrentes da aplicação de índices urbanísticos.

A diferença entre os valores encontrados pelo **modelo de deslocamento 5D** (7,06 pedestres e veículos em movimento a cada 100 metros por 5 minutos) e a contagem do movimento de pedestres e veículos diretamente na R. Mal. Simeão (7,40 pedestres e veículos por cem metros por 5 minutos) corresponde a menos de 5% de oscilação. Esta (pequena) margem de erro também é verificada na proporção observada de 1: 2,65 na relação entre pedestres e veículos. Presume-se que do total de 7,06 pedestres e veículos, cerca de 1,95 sejam pedestres e 5,16 sejam veículos. O levantamento do movimento de pedestres e veículos *in loco* foi de 2,00 e 5,40 respectivamente.

Foi significativa a diferença alcançada entre os valores do **modelo de deslocamento 5D** segundo os atuais valores ditados pelo regime urbanístico para a área em estudo e o movimento de pedestres e veículos verificado diretamente no local. Mantidas os atuais índices urbanísticos, e supondo que as construções alcancem os valores máximos permitidos, o movimento de pedestres e veículos é cerca de 2,58 vezes maior do que a contagem do movimento de pedestres e veículos (de 7,40 pv/100m/5min para 19,08 pv/100m/5min) observada diretamente na R. Mal. Simeão (tab. 3.25; eq. 3.7).

A partir da calibração do **modelo de deslocamento 5D** partiu-se para algumas simulações de intervenções projetuais, de planejamento e (re)desenho urbano ao longo na R. Mal. Simeão de modo a se obter a respectiva estimativa do movimento de pedestres e veículos. Comparando-se o movimento de pedestres e veículos (7,06 pv/100m/5min) do cenário atual com o cenário proposto (10,97



pv/100m/5min) os resultados demonstram ser plausíveis e coerentes (fig. 3.5). Em contraponto ao cenário atual, configurado por edificações térreas e predominantemente residenciais, o cenário proposto apresenta uma maior densidade de metragem quadrada construída (2 pavimentos) no qual o térreo dos lotes de esquina são ocupados por atividades não-residenciais. Sendo que as demais relações se mantiveram as mesmas (*tipo de edificações unitárias e excepcionais*; delimitação espacial próxima ao alinhamento predial; acesso ao Colégio Salesiano Dom Bosco pelas vias adjacentes; manutenção do sistema de vias em termos de acessibilidade e dimensão). O incremento no movimento de pedestres é de aproximadamente 50%, passando 7,06 para 10,97 pedestres e veículos em movimento a cada 100 metros por 5 minutos ao longo da R. Mal Simeão.

A partir da comparação das simulações entre os cenários atual, legal e proposto é possível compreender o quanto a má interpretação e incapacidade de questionamento em torno dos efeitos do modelo ordenador adotado, por meio de índices urbanísticos, não condizentes com a realidade imediata e sem reflexão sobre a essência social do espaço aberto público, em termos de movimento de pedestres e veículos, tem sido um dos principais obstáculos no planejamento dos tecidos urbanos.

A preocupação obsessiva pela organização (divisão) funcional da cidade em sistemas independentes (habitar, trabalhar, circular e recrear)², gradativamente afasta a combinação de diferentes usos do solo e, conseqüentemente, a dinâmica do movimento de pedestres e veículos.

Ao estabelecer na cidade um tipo funcional e “racionalizado” com áreas especializadas e medidas mínimas, corre-se o risco de uma generalização pretensiosa. Este sistema tradicional de planejamento urbano está associado à idéia da cidade funcional, zonificada em razão de determinações normativas rígidas capazes de regular a transformação dos tecidos urbanos e pré-definir a morfologia da cidade, num patamar de determinismo a respeito do comportamento social. Submeter os tecidos urbanos a uma profunda análise estritamente funcional por meio de índices de densificação, é negar, ou pelo menos desconhecer a influência das

² Tais “chaves” ficaram dogmatizadas como símbolo do urbanismo moderno de cunho funcionalista a partir dos CIAM’s = Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna, desde o primeiro, realizado no Castelo de La Sarraz, na França, em 1928, até o último, realizado em Waterloo, 1959.



propriedades espaciais, formais e funcionais como condicionantes estruturadores do movimento de pedestres e veículos.

- **Consideração em conjunto e em separado das variáveis independentes significativas que influenciam no movimento de pedestres e veículos**

Diante do que se expôs, verifica-se que algumas medidas do tecido urbano, tomadas em separado, apresentaram coeficientes de regressão em torno de 50% de explicação do movimento de pedestres e veículos (tab. 3.22; sessões 3.2.1; 3.2.4, 3.2.5, cap. 3), tais como a **medida de distribuição dos caminhos alternativos** para Integração Global ($r^2=0,5025$, sig. $4,07E-09$), **medida de densidade de edificações e dimensão do sistema de vias** ($r^2=0,5133$, sig. $2,34E-09$), e **medida de dependência das atividades** ($r^2=0,4853$, sig. $9,78 E-09$).

Os experimentos de associar medidas do tecido urbano produziram resultados mais consistentes e condizentes com a realidade observada. Neste particular, merece destaque o fato de que houve uma melhora significativa nos valores de regressão ao associar duas ou mais medidas do tecido urbano.

Ao considerar todas as medidas do **modelo de deslocamento 5D** em conjunto, exceto a **medida de distribuição dos caminhos alternativos**, o coeficiente de regressão alcança valores em torno de 60% ($r^2=0,6064$; sig. $4,64E-09$). Qualquer medida do tecido urbano quando vinculada à **medida de distribuição dos caminhos alternativos** ou à **medida de dependência das atividades** com o movimento de pedestres e veículos alcançou coeficientes de regressão entre 47% e 85% de explicação.

O **modelo de deslocamento 5D** proveu fortes coeficientes de regressão, conforme foi amplamente demonstrado nas análises estatísticas (tab. 3.21, 3.22; sessão 3.2; 3.3; cap. 3). As análises de regressão linear múltipla revelaram coeficientes de determinação notáveis, em torno de 85% ($0,8552$; sig. $3,58E-18$ para Integração Global), tanto para o movimento de pedestres quanto para o de veículos em relação às diferentes medidas do tecido urbano utilizadas.



Ao ser testado o menor número possível de medidas do tecido urbano capazes de explicar satisfatoriamente o movimento de pedestres e veículos nas áreas de estudo, se verificou que as melhores preditoras isoladas foram as **medida de distribuição dos caminhos alternativos e dependência das atividades**. Juntas, estas medidas do tecido urbano alcançaram um coeficiente de regressão linear aproximado à combinação de todas as medidas no **modelo de deslocamento 5D** ($r^2=0,8475$; sig 9,73E-21 para Integração Global; tab. 3.21, sessão 3.3, cap. 3). O resultado alcançado com o coeficiente de determinação de para Integração Global e de foi o que mais significativamente predisse o movimento de pedestres e veículos.

Na base de cálculo destas medidas (**medida de distribuição dos caminhos alternativos e dependência das atividades**) estão propriedades tais como linhas axiais, distância métrica e topológica, constituições de acesso às edificações residenciais e não-residenciais, metragem quadrada construída residencial e não-residencial, e coeficiente de majoração entre as viagens atraídas e produzidas de base domiciliar e base não-domiciliar.

Em termos operacionais, seria mais conveniente trabalhar com apenas estas duas variáveis independentes (**medida de distribuição dos caminhos alternativos, medida de dependência das atividades**) em vez de incluir todas as demais. Contudo, todas as medidas se mostraram importantes para a análise detalhada de como cada medida de desempenho envolvida tende a influenciar o movimento de pedestres e veículos nas áreas de estudo.

Os resultados do estudo de caso confirmam que a conjunção de uma série de variáveis possibilita um melhor entendimento do movimento de pedestres e veículos do que alude uma única variável (valores de $r^2 > 0,50$; tabela 3.21 da sessão 3.3 do capítulo 3). Demonstra ainda, que parte do movimento de pedestres e veículos nas áreas de estudo possui relação linear positiva tanto com medidas globais - responsáveis pelas relações gerais do sistema - quanto locais - associados a espaços abertos públicos que estruturam relações (em termos de movimento de pedestres e veículos) mais internas das áreas de estudo.



- **Confiabilidade**

A confiabilidade dos métodos está diretamente relacionada aos seguintes procedimentos preditivos:

- treinar continuamente os técnicos observadores, tornando-os ágeis no levantamento dos dados e na utilização da técnica de leitura;
- distribuir o grupo de técnicos observadores em pontos estratégicos das áreas de estudo, possibilitando a contagem simultânea de pedestres e veículos no mesmo intervalo de tempo;
- adotar sempre o mesmo procedimento e critério de análise em todas os espaços abertos públicos;
- dominar o instrumental computacional;
- compilar e conferir detidamente os dados;
- interpretar criticamente os resultados obtidos pelos *softwares*, modelos matemáticos e estatísticos;
- calibrar sistematicamente as medidas do tecido urbano utilizadas em intervalos de tempo relativamente curtos para evitar que alterações no comportamento do sistema deixem de ser detectadas, gerando consequentemente distorções nos resultados;
- cumprir os procedimentos estatísticos de verificação dos dados das variáveis envolvidas (padronizar os dados, transformar sua distribuição normal, fazer os testes de hipótese e verificar os resíduos); e,
- evitar contagens de pedestres e veículos em épocas especiais e/ou comemorativas (natal, páscoa, férias escolares, etc.) por não se obter dados próximos de dias típicos, a menos que a pesquisa tenha por objetivo verificar o movimento em dias atípicos.

Estes procedimentos necessitam ser continuamente aplicados e aperfeiçoados, para que novos estudos possam ser fundamentalmente exequíveis e capazes de gerar sempre resultados confiáveis ao entendimento da dinâmica espacial do movimento de pedestres e veículos.

- **Aplicabilidade**

Em termos de aplicabilidade, as vantagens que podem ser enunciadas consistem no grau de abstração e abrangência das equações matemáticas desenvolvidas junto às medidas do tecido urbano e da necessidade de poucos dados observados, cujo tratamento estatístico comprovou determinadas correspondências entre as medidas adotadas. Soma-se a isso, o fato de que o estudo de caso nos bairros Higienópolis, St^a M^a Goretti, Passo D'Areia e Vila do IAPI reforçou a exequibilidade e adequação do instrumental proposto para investigar o movimento de pedestres e veículos.

- **Limitações**

Como qualquer método e ferramenta sempre há algumas limitações que evidenciam a necessidade do olhar direcionado do pesquisador a fim de melhor aproveitar o instrumental.

Embora a revisão da literatura tenha sido considerada suficiente (ver estatística no apêndice G), por abarcar autores que fornecem um panorama abrangente o bastante sobre o tema, há escassez de bibliografias disponíveis que abordem especificamente o movimento de pedestres e veículos conjuntamente.

Houve alguma dificuldade em conciliar os diferentes dados obtidos nos programas computacionais disponíveis. Inicialmente, os dados necessitaram de uma aferição no local, posteriormente, foram transformados em valores matemáticos, a fim de estabelecerem relações estatísticas, e, finalmente, foram trabalhados graficamente em arte final de modo a despertar maior interesse e entendimento do leitor.

O **modelo de deslocamento 5D** forneceu um quadro simplificado e inteligível daquilo que, fundamentalmente, foram as propriedades espaciais, formais e funcionais consideradas relevantes para o problema de pesquisa. Trata-se de um recorte de uma dada realidade, em que uma série de outras variáveis, cálculos matemáticos e técnicas não foram consideradas em razão das abordagens adotadas junto ao tema.

- **Possibilidade de continuidade da pesquisa e sugestões para futuros estudos**

Na medida em que se conclui a pesquisa, novos pontos instigantes surgem, e que de certo modo representam uma real possibilidade de continuidade da pesquisa atual. O tema focado e o tipo de instrumental utilizado são amplos e férteis, o que pode vir a encorajar futuros estudos. Dentre os pontos que merecem ser investigados, destacam-se:

- Validar estatisticamente as medidas do tecido urbano adotadas, possibilitando a remoção e/ou inclusão de outras medidas. As soluções analíticas e metodológicas utilizadas ainda necessitam de um maior número de estudos de caso para que possam ser comparadas e aprimoradas. Seria útil se houvesse a possibilidade do método ser gradativamente aperfeiçoado para que fossem simulados os efeitos de modificações introduzidas na composição do **modelo de deslocamento 5D**. Isto certamente auxiliaria na identificação e solução de possíveis deficiências nos métodos e na validação de algumas medidas do tecido urbano adotadas.
- Estabelecer análise de outras áreas de estudo, de modo a permitir diagnósticos comparativos entre tecidos urbanos de diferentes dimensões e características. A praticidade e a operacionalidade do **modelo de deslocamento 5D** revelou ser possível sua **aplicação em outros estudos de caso**, permitindo extrapolações de grande alcance, uma vez que o movimento de pedestres e veículos apresenta certas recorrências que possibilitam a mensuração e a generalização dos resultados. Demonstrou que as relações complexas do movimento de pedestres e veículos só podem ser entendidas pelas interações entre os vários elementos que compõe a demanda dos deslocamentos e os condicionantes intervenientes.

Convém ressaltar que a conjunção dos métodos, conforme apresentados na pesquisa, não pode ser utilizada indiscriminadamente para qualquer finalidade. Pelo contrário, sua aplicação se justifica somente ao fim para o qual foi elaborado, ou seja, o **modelo de deslocamento 5D** é um instrumento específico para medir o quanto propriedades espaciais, formais e funcionais de tecidos urbanos influenciam no movimento de pedestres e veículos. Possíveis desdobramentos desta pesquisa podem incluir a sua utilização em



áreas centrais de tecidos tradicionais, condomínios horizontais fechados, assentamentos irregulares, desde que se verifiquem e se calibrem as respectivas medidas do tecido urbano, pois nestes casos, podem ser outros os condicionantes que afetam o movimento de pedestres e veículos.

- Definir outras medidas do tecido urbano, possibilitando em termos metodológicos um vasto campo de investigação. Dentro das medidas do tecido urbano que compõe o **modelo de deslocamento 5D** está o levantamento e aprofundamento das possibilidades de continuidade e aprimoramento em torno de algumas variáveis consideradas, como por exemplo, a acessibilidade e a mobilidade. Foram consideradas tão-somente as características de acessibilidade sintática, mais relacionadas com a distância métrica e topológica, barreiras e passagens. Existe ainda a acessibilidade e mobilidade ditada pelas condições do sistema de vias, tais como a largura e inclinação das vias, sentido do trânsito, sinalização etc, que podem vir a ser consideradas estatisticamente significativas na composição junto ao **modelo de deslocamento 5D**.
- Explorar e otimizar mais o uso do sistema de informação geográfica a fim de aumentar a qualidade de visualização e precisão dos resultados para as análises espaciais urbanas. O *software* ArcView (*Environmental Systems Research Institute* – ESRI, 1999) possibilita a geração de rotinas de acordo com a análise espacial pretendida. Operações e rotinas como classificação, interpolação e sobreposição de mapas temáticos se mostram úteis, pois são capazes de oferecer um nível de compreensão mais específico na entrada, armazenamento, transformação, análise e representação de dados. Ou seja, aprimorar o **modelo de deslocamento 5D** como um instrumento prático e que fornece respostas com rapidez e eficiência.
- Avaliar sistematicamente as técnicas adotadas, a fim de conduzir a um avanço metodológico, estabelecendo critérios mais adequados, e descartando outros julgados desnecessários.
- Testar outros modelos de regressão estatística. A regressão linear múltipla utilizada como ferramenta neste trabalho é apenas um dos métodos de se quantificar as relações entre as variáveis, restando as regressões exponenciais, polinomiais, logarítmicas, dentre outras. Vale destacar que a análise de regressão não-linear apresentou coeficientes explicativos aproximados aos de regressão linear ($r^2=0,8141$; sig. 1.04×10^{-15} para



Integração Global), indicando que podem haver outros modelos que melhor respondam as medidas do tecido urbano.

As descobertas da pesquisa levantaram os aspectos julgados mais significativos de acordo com o recorte adotado, desde a delimitação do tema até a escolha das abordagens na demanda de viagens e na configuração espacial urbana. O **modelo de deslocamento 5D** demonstrou ser um instrumento útil na simulação de condições de total transformação ou relativa homogeneidade espacial, formal e funcional dos tecidos urbanos, assim como auxiliar ao planejamento urbano, não determinando, entretanto, o que deve ser feito, mas sim, possibilitando entender o que está sendo feito.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

- ALEXANDER, C. *La estructura del medio ambiente*. Barcelona: Tusquets. 1980.
- ALLEN, P. M. *Cities and regions as self-organizing systems: models of complexity*. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers. 1997.
- ANTP - Associação Nacional dos Transportes Públicos. *Transporte humano. Cidades com qualidade de vida*. PIRES, A. B., VASCONCELLOS, E. A., SILVA, A. C. (Coord.). São Paulo: PW Gráficos e Editores Associados. 1997.
- _____. *O Transporte Urbano do Século XXI*. Revista dos Transportes Públicos - Ano 24 - nº 96, 3º Trimestre, (pp.: 95 -122). São Paulo: EdANTP. 2002.
- _____. *Pesquisa Origem e Destino, o mais completo instrumento para levantar dados de demanda de viagens*. São Paulo: EdANTP. 2004.
Disponível em <<http://www.antp.org.br/liv/Pesquisa.pdf>>
Acessado em 17 de setembro de 2007.
- ARGAN, G. C. Tipologia. In: *Revista Summarios* 79. Buenos Aires: Ediciones Summa. 1984.
- ASAMI, Y., KUBAT, A. S., KITAGAWA, K., IIDA, S. Introducing the third dimension on Space Syntax: Application on the historical Istanbul. In: **Proceedings of the 4th International Space Syntax Symposium**. London: Space Syntax Symposium. Junho de 2003.
Disponível em <<http://www.spacesyntax.org/SSS4.htm>>
Acessado em 19 de agosto de 2004.
- AYMONINO, C. *El significado de las ciudades*. Barcelona: Blume. 1979.
- BARBETTA, P. A. *Estatística aplicada às ciências sociais*. Florianópolis: EdUFSC. 1999.
- BARRA, T. Integrating micro-economic models with spatial interaction theory. In: **STEADMAN (ed) Transactions of the Martin Centre for Architectural and urban Studies**, v.4, Cambridge: Cambridge University Press. 1979.
- BARROS, M. V. G., REIS, R. S. *Análise de dados em atividade física e saúde. Demonstrando a utilização do SPSS*. Londrina: Midiograf. 2003.

¹ Dados referentes à estatística descritiva das obras consultadas podem ser obtidos junto ao apêndice G.



- BATTY, M.** *Urban modeling*. Cambridge: Cambridge University Press. 1976.
- BATTY, M., RANA, S.** *Reformulating space syntax: the automatic definition and generation of axial lines and axial maps*. CASA – Centre for Advanced Spatial Analysis – University College London. Working Paper Series, nº 58. London: CASA. 2002.
Disponível em <http://www.casa.ucl.ac.uk/working_papers.htm>
Acessado em 19 de março de 2005.
- BERNICK, M., CERVERO, R.** *Transit villages in the 21st Century*. New York: McGraw Hill. 1997.
- BILENKI JR., C.** *O uso de geoprocessamento no planejamento de pesquisa origem-destino no Município de São Carlos*. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Núcleo de Geoprocessamento. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: [Disponível na Biblioteca de Engenharia de Transporte da Universidade Federal de São Carlos]. 2007.
- BLUME, H.** *Introducción al diseño urbano en áreas residenciales*. London: Greater London Council. 1985.
- BRIASSOULIS, H.** *Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches*. Tese de Doutorado. University of Aegean, Lesvos: [s.n]. 2000.
Disponível em <<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>>
Acessado em 28 de outubro de 2004.
- BUCHANAN, C. D.** *El tráfico en las ciudades*. Traducción por Agustin Gil Lasierra. Madrid: Editorial Tecnos. 1973.
- BUENO, A. P.**, Morfologia urbana da ilha de Santa Catarina e validade de um tipo contextual. In: **Simpósio: 51º Congresso Internacional de Americanistas. Repensando las Américas en los Umbrales del Siglo XXI. A cidade nas Américas. Perspectivas da forma urbanística no século XXI**. Chile: LOM Ediciones. Julho de 2003.
- BUTINA WATSON, G.** *The use of urban history in the design of local urban areas*. [S.l.]: Urban Design Quarterly. nº 25. Oxford Brookes University: Ashgate. 1987.
- CALTHORPE, P.** *The next american metropolis*. New York: Princeton Architectural Press. 1993.
- CANIGGIA, G., MAFFEI, G. L.** *Composizione Architettonica e Tipologia Edilizia. Letture dell'edilizia di base*. Venezia: Marsilio Editori. 1981.
- CASTEX, J., PANERAI, P.** Notes sur l'estructure de l'espace urbain. In: **L'Architecture d'Aujourd'hui**. nº 153. Janvier. Paris: Jean-Michel Place. 1971.
- CERTEAU, M.** *A Invenção do Cotidiano. Artes de Fazer*. Petrópolis: Vozes. 1994.
- CERVERO, R; KOCKELMAN, K.** *Travel demand and the 3 Ds: density, diversity and design*. Transportation Research D (3). (pp.: 119-219). University of Califórnia: Berkeley University Press. 1997.
- CET-SP.** Companhia Estadual de Transporte de São Paulo. *Pólos geradores de tráfego*. Boletim Técnico. nº.32. São Paulo: EdCET. 1983.



- CHADWICK, G. F.** *Una vision sistematica del planeamiento*. Barcelona: Gustavo Gilli. 1973.
- CHALMERS, A. F.** *O que é a ciência*. São Paulo: Brasiliense. 1993.
- CHAPMAN, D., DONOVAN, J.** Equity and access. *In: CHAPMAN, D. (Ed.) Creating neighborhoods and places in the built environment*. London: E & FN SPON. 1996.
- COMAS, C. E. D.** Plano Diretor de Porto Alegre: alguns acertos e muitas dúvidas. *In: PANIZZI, W. M., ROVATTI, J. F. Estudos urbanos: Porto Alegre e seu planejamento*. Porto Alegre: EdUFRGS; Prefeitura Municipal de Porto Alegre. (pp.: 189 - 193). 1993.
- CONZEN, M. R. G.** Morphogenesis, morphological regions and secular human agency in historic townscape. *In: DENECKE and SHAW (ed) Urban historical geography*. Cambridge: Cambridge University Press. 1988.
- CONSIGLIERI, V.** *As significações da arquitetura: 1920-1990*. Lisboa: Estampa. 2000.
- COUCLELIS, H.** A theoretical framework for alternative models of spatial decision and behavior. *In: Annals of the American Geographers*, vol. 76, n^o.1, [S.l: s.n]. (pp.: 95-113). 1986.
Disponível em <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/119486624/issue>>
Acessado em 12 de outubro de 2008.
- CUNHA NETO, P. B., FARIA, C. A.** *Estudo do comportamento de escolha modal*.
Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/cieng/index>>
Acessado em 04 de setembro de 2003.
- CUTINI, V.** *Configuration and movement. A case study on the relation between pedestrian movement and the configuration of the urban grid*. (pp.: 1 - 12). [S.l: s.n]. 1999.
Disponível em <<http://stratema.sigis.net/cupum/pdf/T19.pdf>>
Acessado em 10 de setembro de 2003.
- _____. Configuration and Centrality: Some evidence from two Italian case studies. *In: Proceedings of the 3rd International Space Syntax Symposium Atlanta 2001*. Atlanta: Georgia at the College of Architecture. (pp.: 32.1- 32.11). 2001.
Disponível em <<http://undertow.arch.gatech.edu/homepages/3sss/>>
Acessado em 05 de setembro de 2003.
- CYBIS, H. B. B.; LINDAU, L. A., ARAÚJO, D. R. C.** Avaliando o impacto atual e futuro de um Pólo Gerador de Tráfego na dimensão de uma rede viária abrangente. *Revista Transportes, Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes – ANPET*. [S.l]: Ed ANPET, v. 7, no 1, (pp. 64 - 85). 1999.
- _____. Implantação de um modelo de simulação e alocação do tráfego em Porto Alegre. *ANTP - Associação Nacional dos Transportes Públicos - Revista dos Transportes Públicos*, ano 24, n^o. 95, (pp. 41-54). 2002.
- DALTON, N.** Fractional configuration analysis and a solution to the Manhattan problem. *In: Proceedings of the 3rd International Symposium on Space Syntax*. Georgia Institute of Technology. Atlanta: Georgia at the College of Architecture. 2001.



- _____. Storing directionality in axial lines using complex node depths. *In: Proceedings of the 4th International Symposium on Space Syntax*. London: College London. 2003.
- DENATRAN** - Departamento Nacional de Trânsito; **CONTRAN** - Conselho Nacional de Trânsito. **Manual de Segurança de Pedestres**. Brasília: Coleção Serviços de Engenharia. 1987.
- _____. **Pólos Geradores de viagens**. Brasília: Coleção Serviços de Engenharia. 2001.
- DIJKSTRA, J., TIMMERMANS, H. J. P., JESSURUN, A. J.** A multi-agent cellular automata system for visualising simulated pedestrian activity. *In: BANDINI, S., WORSCH, T. (Ed.). Theoretical and Practical Issues on Cellular Automata, Proceedings of the 4th International Conference on Cellular Automata for Research and Industry*. Berlin: Springer-Verlag, (pp.: 29 - 36). 2000.
Acessado em 06 de junho de 2003.
Disponível em <<http://www.ds.arch.tue.nl/Research/Publications/Jan/Acri2000.pdf>>
- DEL RIO, V.** **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: Pini. 1990.
- DESYLLAS, J., DUXBURY, E.** **Axial maps and visibility graph analysis: a comparison of their methodology and use in models of urban pedestrian movement**. London: Intelligent Space. Paper nº 27. (pp.: 1 – 13). 2000.
Disponível em <<http://www.intelligentspace.com/news/publications.htm>>
Acessado em 10/10/2002.
- DRAPER, N. R.; SMITH, H.** **Applied regression analysis. 2. ed.** New York: J. Wiley, 1981.
- DURKHEIM, E.** Da divisão do trabalho social. *In: As regras do método sociológico*. São Paulo: Abril. (pp.: 303 - 372). 1973.
- ECHENIQUE, M.** El concepto de sistemas, modelos y teorías en los estudios urbanos. *In: Modelos Matemáticos de la estructura espacial urbana: Aplicaciones en América Latina* - Buenos Aires: Ediciones Siap, (pp.: 13-46). 1975.
- EDOM_OD - Pesquisa de Origem e Destino de Porto Alegre – Entrevista Domiciliar.** Relatório Técnico. EPTC/Magna/TIS. Porto Alegre: PMPOA. 2003.
- ENGWICHT, D.** **Towards an Eco-City: Calming the Traffic**. Sydney: Envirobook. 1992.
- ESTEVES, R.** Impactos de Utilização de técnicas de traffic calming na percepção ambiental de residentes. *In: Anais do X Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes – ANPET*, Brasília: EdUNB, (pp.: 661-671). 1996.
- EWING, R., HALIYUR, P., PAGE, G.** Getting around a traditional city, a suburban PUD, and everything in-between. *In: Transportation Research Record 1466* (pp. 53-62). 1994.
- FAYET, C. M.** **Vila do IAPI – Patrimônio Cultural da cidade**. Porto Alegre: PMPOA. 1994.
- FERRARA, L.** **Os Significados Urbanos**. São Paulo: EdUSP - Fapesp. 2000.



- FERRAZ, A. C. P., TORRES, I. G. E. **Transporte público Urbano**. São Carlos: RIMA. 2001.
- FIGUEIREDO, L. C. **Linhas de continuidade no sistema axial**. Orientação Luis do Eirado Amorim. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano. Recife. 2004.
- FHWA - Federal Highway Administration. **Development and application of trip generation rates**. HHP_22. US Department of transportation, Washington DC. 1985.
- FRANÇA, A. **Indicadores de desempenho especial: estudo de caso a cidade de Curitiba-SC**. Orientação de Rômulo Krafta. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. Porto Alegre: [Disponível na Biblioteca da Faculdade de Arquitetura da UFRGS]. 2004.
- FRANCO, S. C. **Porto Alegre: Guia Histórico**. Porto Alegre: EdUFRGS. 1992.
- FREITAS, H. M. R; JANISSEK, R. **Análise léxica e análise de conteúdo: técnicas complementares, sequenciais e recorrentes para elaboração de dados qualitativos**. Porto Alegre: Sphinx; Sagra Luzzatto. 2000.
- GEHL, J. **Life between buildings: using public space New York**. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 1987.
- GEHL, J., GEMZØE, L. **New city spaces**. Copenhagen: The Danish Architectural Press. 2001.
- GIUSTINA, C. D. **Uma análise da demanda de shopping centers de Porto Alegre a partir de dados provenientes de pesquisas domiciliares de origem e destino**. Orientador Helena B. B. Cybis. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre: [Disponível na Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Produção da UFRGS]. 2005.
- GOLDNER, L. G. **Uma metodologia de impactos de shopping centers sobre o sistema viário urbano**. Tese de Doutorado. PET/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 1994.
- GONÇALVES, J. E. L. Área de pedestre: conceito. Companhia de Engenharia de Tráfego. **CET. Boletim Técnico nº 17**. São Paulo: EdCET. 1978.
- GONDIM, M. F. **Transporte não motorizado na legislação urbana no Brasil**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE-RJ. 2001.
Disponível em <<http://metro.det.ufc.br/petran/teses/tese03.pdf>>
Acessado em 24 de novembro de 2009.
- GRAYBILL, F. A. **An Introduction to linear statistical models**. New York: McGraw-Hill. v. 1. 1961.
- HARVEY, D. **The urbanization of capital**. Baltimore: John Hopkins Press. 1985.



- HELBING, D., MOLNAR, P. Social force model for pedestrian dynamics. *In: Physical Review E*. New York: APS Journals. (pp.: 4282 - 4286). 1995.
Disponível em <http://arxiv.org/PS_cache/cond-mat/pdf/9805/9805244.pdf>
Acessado em 10 de setembro de 2004.
- _____. Self-organization phenomena in pedestrian crowds. *In: SCHWEITZER, F. (Ed.) Self-Organization of Complex Structures: From Individual to Collective Dynamics*. London: Gordon & Beach. 1997.
Disponível em <http://arxiv.org/PS_cache/cond-mat/pdf/9806/9806152.pdf>
Acessado em 10 de setembro de 2003.
- HENSHER, D. A., BUTTON, K. J. *Handbook of Transport Modelling*. Oxford: Elsevier Science. 2000.
- HILLIER, B. *The space is the machine*. Cambridge: Cambridge University Press. 1997.
- _____. The architecture of the urban object. *In: Ekistics*, 1989, nº 334 (pp. 5 – 21). 1989.
Disponível em <<http://eprints.ucl.ac.uk/82/1/hillier-1989-ArchUrbObject.pdf>>
Acessado em 14 de setembro de 2004.
- HILLIER, B., HANSON, J. *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press. 1984.
- HILLIER, B., HANSON, J., GRAHAM, H. Ideas are in things: an application of the space syntax method to discovering house genotypes. *In: Environment and Planning B: Planning and Design*. London: Pion. Vol. 14. (pp.: 363 - 385). 1987.
- HILLIER, B., BURDETT, R., PEPONIS, J., PENN, A. Creating Life: Or, Does Architecture Determine Anything? *Architecture and Behavior* 3 (pp.: 233-250). 1987.
- HILLIER, B., HANSON, J., PENN, A., GRAJEWSKI, T., XU, J. Natural Movement: or configuration and attraction in the pedestrian movement urban. *In: Environment and Planning B: Planning and Design*. London: Pion. Vol. 20. (pp.: 29 - 66). 1993.
- HILLIER, Bill., TURNER, Alasdair., YANG, Tao., PARK, Hoon-Tae., Metric and topogeometric properties of urban street networks: some convergences, divergences and new results. *In: Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*. Istanbul, 2007.
Disponível em:
<<http://www.spacesyntaxistanbul.itu.edu.tr/papers%5Clongpapers%5C001%20-%20Hillier%20Turner%20Yang%20Park.pdf>>
Acessado em: 19 de dezembro de 2008.
- HIPA - História Ilustrada de Porto Alegre. Porto Alegre: JA. 1997.
- HOLANDA, F. *O espaço de exceção*. Brasília: EdUNB. 2002.
- HOLTZCLAW, J. *Using residential patterns and transit to decrease auto dependence and costs*. San Francisco: Natural Resources Defense Council. 1994.
- HOOVER, J. H., ALTSCHULER, A. A. *Involving cities in Metropolitan Region Transportation Planning*. EUA, U.S. Dept of Transportation. 1977.
- HUTCHINSON, B. G. *Princípios de planejamento dos sistemas de transportes urbanos*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois. 1982.



IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Dados censitários. Rio Grande do Sul - Porto Alegre, anos 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000.

Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>

Acessado em 07 de setembro de 2006

IEA - Institution of Engineers Australia. National Committee on Transport. Sydney: EdIEA. 1995.

Disponível em <http://www.ieaust.org.au/policy/pol_TravelUrban.html>

Acessado em 21 de outubro de 2006.

ITE - Institute of Transportation Engineers. Site Impact Traffic Evaluation (SITE) Handbook. Final Report. Washington, D. C. 1985.

ITE – Institute of Transportation Engineers. Traffic access and impact studies for site development. Washington, D. C. 1987.

ITE – Institute of Transportation Engineers. Report on traffic access and impact studies and impact for site development. Washington, D. C. 1989.

ITE – Institute of Transportation Engineers. Trip generation. Seventh Edition. Washington, D. C. 2003.

KENWORTHY, J. R. Automobile dependence in Bangkok: an international comparison with implications for planning policies and air pollution. *In: FLETCHER, T., MICHAEL, A. J. (Ed.) Health at the Crossroads: Transport Policy and Urban Health*, Chichester: John Wiley and Sons, Chap.19. (pp.: 215 - 233). 1997.

KERLINGER, F. N. *Metodologia das ciências sociais*. São Paulo: Edusp, 1980.

KNEIB, E. C. *Caracterização de empreendimentos geradores de viagens: contribuição conceitual à análise de seus impactos no uso, ocupação e valorização do solo urbano*. Dissertação de Mestrado em Transportes, Universidade de Brasília. Brasília: [Disponível na Biblioteca da Faculdade de Transportes da UNB]. 2004.

KOHLSDORF, M. E. *A apreensão da forma da cidade*. Brasília: EdUNB. 1996.

KOSTOF, S. *The city shaped: urban patterns and meaning through history*. New York: Bulfinch Press; Little; Brown and Company. 1991.

KRAFTA, R. *A study of intra-urban configurational development in Porto Alegre – Brasil*. Tese de Doutorado. Churchill College. Department of Architecture. University of Cambridge. Cambridge: [s.n]. 1992.

_____. Urban convergence: morphology and attraction. *In: TIMMERMANS, H. (Ed.). Decision support systems in Urban Planning*. Eindhoven: E & FN SPON. (pp.: 107 – 124). 1997.

_____. *Morfologia e infraestrutura urbana*. Porto Alegre: [ARQ. 02213. Módulo de Morfologia Urbana UFRGS – Departamento de Urbanismo]. 2002.

KRIZEK, K. J. Residential Relocation and Changes in Urban Travel. *In: Journal of the American Planning Association – JAPA*. Vol. 69. (pp.: 265 - 281). London: Routledge. 2003.



- LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia Urbana e o desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 1992.
- LANG, J. **Urban desing: The American Experience**. Nova Yorque: Van Nostrand Reinhold. 1994.
- LEE, C. **Models in planning: an introduction to the use of quantitative models in planning**. Oxford: Pergamon Press. 1973.
- LOCH, C. **Cadastro Técnico Multifinalitário Instrumento de Política Fiscal e Urbana. Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana**. In: ERBA, Diego Alfonso; OLIVEIRA, Fabricio Leal de; LIMA JUNIOR, Pedro de Novais. (organizadores). **Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana**. Rio de Janeiro: Ministério das Cidades. (pp.: 71 - 102). 2005.
- LOPES, S. B. **Efeitos da dependência espacial em modelos de previsão de demanda por transporte**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Carlos. SP. 2005.
- LUX, B. **Sistema de otimização de rotas para serviços de emergência em Santa Cruz do Sul – RS, com suporte de software gerenciador de informações geográficas**. Dissertação de Mestrado em desenvolvimento regional. Santa Cruz do Sul: [Disponível na Biblioteca central da Universidade de Santa Cruz do Sul]. 2001.
- MACEDO, F. R. **Porto Alegre origem e crescimento**. Porto Alegre: Sulina. 1968.
- MACEDO, I. F. **Manual para a elaboração e apresentação de trabalhos científicos: Dissertações e Teses**. Porto Alegre: UFRGS. [Disponível na Biblioteca da Faculdade de Arquitetura da UFRGS]. 2001.
- MAGNANI, J. G. C. Quando o campo é a cidade: fazendo antropologia na metrópole. In: MAGNANI, J. G. C., TORRES, L. L. (org) **Na metrópole: textos de antropologia urbana**. São Paulo: Edusp; FAPESP. (pp.: 12 - 53). 2000.
- MARTINEZ, A. C. **Ensaio sobre el proyecto**. Buenos Aires: Editorial, CP67. 1991.
- MELO, J. C. **Planejamento dos transportes**. São Paulo: McGraw-Hill. 1975.
- MONTELLO, D. The Contribution of Space Syntax to a Comprehensive theory of Environmental Psychology. **Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium**, 12-15 June, Istanbul, Turkey. 2007.
Disponível em <http://www.geog.ucsb.edu/~montello/pubs/SpaceSyntax_invited.pdf>
Acessado em 15 de Janeiro de 2009.
- MEDEIROS, V. **Urbis Brasiliae ou sobre Cidades do Brasil: inserindo assentamentos urbanos do país em investigações configuracionais comparativas**. Brasília. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília: [Disponível na Biblioteca da Faculdade de Arquitetura da UNB]. 2006.
Disponível em
http://e-groups.unb.br/fau/pos_graduacao/teses/valerio_augusto_soares_medeiros.pdf
Acessado em 16 de outubro de 2008.
- NEWMAN, P. W. G., KENWORTHY, J. R. **Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence**. Washington: Island Press. 1999.



- NEWMAN, P., KENWORTHY, J. VINTILA, P.** *Housing, transport and urban form*. Background Paper 15 + Appendices for the National Housing Strategy, Commonwealth of Australia, Canberra: [s.n.]. 1992.
- NOBRE, M. P. P., CÓFANI, V., PULLIN, H.** O pedestre, a cidadania e o novo código de trânsito brasileiro. **Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP, Revista dos Transportes Públicos**, Ano 24, nº 94, 1º trimestre, São Paulo: PW Gráficos e Editores Associados. (pp.: 117 - 122). 2002.
- NOVAES, A G.** *Modelos em planejamento urbano e regional e de transportes*. São Paulo: Edgard Blücher. 1982.
- ORNSTEIN, S. W.** *Avaliação Pós-ocupação do ambiente construído*. Studio Nobel. São Paulo: Edusp. 1992.
- ORTÚZAR, J., WILLUMSEN, L. G.** *Modelling Transport*. New York: John Wiley and Sons. 1994.
- OXLEY, J.** *Elderly Pedestrian Issues*. Accident Research Centre. Monash University. Victoria, Australia. [S.l.:s.n.]. 2002.
Disponível em <http://www.maa.nsw.gov.au/pdfs/ped_safety_sem13.pdf>
Acessado em 25 de janeiro de 2005.
- PAIVA, C.** *Modelagem em Tráfego e Transporte*. São Paulo. 2000.
Disponível em
<http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/modelagem_de_viagens.pdf>
Acessado em 18 de junho de 2009.
- PARK, R. E.** *A cidade: sugestões para a investigação do comportamento humano no meio urbano*. In: VELHO, O. G. (org.) *O Fenômeno Urbano*. Rio de Janeiro: Zahar. 1979.
- PENN, A; HILLIER, B; BANISTER, D; XU, J.** Configurational modelling of urban movement networks. In: **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 25, London: Pion. (pp.: 59 - 84). 1998.
- PEPONIS, J., ROSS, C., RASHID, M.** The structure of urban space, movement and co-presence: the case of Atlanta. **Geoforum**, 28, [S.l.:s.n.]. (pp.: 341 - 358). 1997.
- PESAVENTO, S. J. (coord).** *Memória Porto Alegre- espaços e vivências*. Porto Alegre: EdUFRGS. 1991.
- _____. *O espetáculo da rua*. Porto Alegre: EdUFRGS. 1996.
- PINTO, A. B., DIÓGENES, M. C., LINDAU, L.** *Quantificação dos impactos de pólos geradores de tráfego*. Logit Mercosul – Porto Alegre; Laboratório de Sistemas de Transportes – LASTRAN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; Porto Alegre: [s.n.], 2004, [s/p].
Disponível em
<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/412_impactos_polo_gerador_versao_lindau_rev.doc>
Acessado em 17 de setembro de 2008.



- PMPOA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre. *Memórias dos bairros: Vila do IAPI.*** Porto Alegre: Secretaria Municipal de Comunicação de Porto Alegre SMC/PMPOA. 1991.
- PMPOA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre. *Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental: informações úteis sobre como aplicar o regime urbanístico previsto no PDDUA.*** Porto Alegre: Secretaria do Planejamento Municipal de Porto Alegre. 1999.
- PORTUGAL, L. S., GOLDNER, L. G. *Estudo de pólos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes.*** São Paulo: Edgard Blücher. 2003.
- PORTUGALI, J. *Self-organization and the city.*** New York: Springer-Verlag. 2000.
- PUSHKAREV, B. S., ZUPAN, J. M. *Public Transportation and Land Use Policy.*** Bloomington: Indiana University Press. 1977.
- RAMSAY, A.** A systematic approach to the planning of urban networks for walking. In: **TOLLEY, R. (Ed.) *The Greening of Urban Transport. Planning for Walking & Cycling in Western Cities.*** Chap. 10. London: John Wiley & Sons. 1995.
- REDPGV – Rede Ibero Americana de Estudo em Pólos Geradores de Viagens.**
Disponível em <<http://redpgv.coppe.ufrj.br>>
Acessado em 25 de novembro de 2007.
- REIF, B. *Modelos en la planificación de ciudades y regiones.*** Versão castelhana por Alfredo Carda y Santiago Tellez. Madrid. Instituto de Estudios de Administración Local. 1973.
- RICHARDSON, A. J.; AMPT, E. S.; MEYBURG, A. H. *Survey methods for transport planning,*** Parkville, Australia: Eucalyptus Press, 1995.
- RIGATTI, D.** Espaço da cidade e estruturação social. In **PANIZZI, W. M. ROVATTI, J. F. (org.) *Estudos urbanos - Porto Alegre e seu planejamento.*** Porto Alegre: EdUFRGS. (pp.: 87 - 98). 1993.
- _____. Apropriação social do espaço público - um estudo comparativo. São Paulo. In: **Paisagem Ambiente Ensaios.** São Paulo, nº 7. Junho. (pp.: 141-196). 1995.
- _____. ***Do espaço projetado ao espaço vivido: modelos de morfologia urbana no conjunto Rubem Berta.*** Tese de Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo - USP, [Disponível na Biblioteca da Faculdade de Arquitetura da UFRGS]. 1997.
- _____. ***Transformação espacial em Porto Alegre e dinâmica de centralidade.*** Porto Alegre: [Disponível na Biblioteca da Faculdade de Arquitetura da UFRGS]. 2002.
- ROSSI, A. *A arquitetura da cidade.*** São Paulo: Martins Fontes. 1995.
- SÁ, A. C. M., FARIA, E. O., CAMPOS, M. F., BRAGA, M. G. C.** Moderação do tráfego: uma possibilidade de melhoria da qualidade de vida nas cidades brasileiras. In: **Anais do IX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte – ANPET,** São Carlos: EdUFSCar, (pp.: 881-891). 1995.



- SABOYA, R. T., CATTONI, E. L.** A utilização do cadastro para análises urbanas avançadas em um Sistema de Informações Geográficas. *In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário* – COBRAC. Florianópolis: Cd rom. 2000.
Disponível em
<http://geodesia.ufsc.br/Geodesiaonline/ARQUIVO/COBRAC_2000/259/259.htm>
Acessado em 12 de abril de 2004.
- SALES FILHO, L. H.** Indicadores de acessibilidade: alguns aprimoramentos analíticos e seu uso na avaliação de redes estruturais de transporte urbano. *In: Anais do XI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte – ANPET*, Rio de Janeiro: EdUFRJ, Vol. 2, Novembro. (pp.: 985 - 996). 1997.
- SALHEEN, M. A.** An application of universal distance using space syntax analysis. *In: Proceedings of the 4th International Symposium on Space Syntax*. College London. London. 2003.
Disponível em <<http://www.spacesyntax.org/SSS4.htm>>
Acessado em 19 de agosto de 2004.
- SANTOS, M.** *Espaço e Método*. São Paulo: Nobel, 1985.
- SARAIVA, M.** *A cidade e o tráfego: uma abordagem estratégica*. Recife: EdUFPE. 2000.
- SEARLE, S. R.** *Linear models*. New York: John Wiley & Sons. 1971.
- SILVA, A. S.** *O movimento de pedestres em função da configuração espacial e das condições das calçadas. Estudo de caso: área central de Santa Cruz do Sul/RS*; orientação de Décio Rigatti. Dissertação (mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. Porto Alegre: [Disponível na Biblioteca da Faculdade de Arquitetura da UFRGS]. 2004.
- SILVEIRA, I. T.** *Análise de pólos geradores de tráfego segundo sua classificação, área de influência e padrão de viagem*. Dissertação de Mestrado. PET/COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1991.
- SMITH, W.** Transit for High-Rise, High-Density Living. *In: Journal of Transportation Engineering* 110. (pp. 521–535). 1984.
- SOJA, E.**, The spatiality of social life: towards a transformative retheorization, *In: URRY & GREGORY (ed). Social relations and spatial structures*. London, MacMillan. 1985.
- SOUZA, C. F. , MÜLLER, D. M.** *Porto Alegre e sua evolução urbana*. Porto Alegre: EdUFRGS. 1997.
- SOUZA, M. L.**, *ABC do desenvolvimento urbano*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2003.
- STINY, G., GIPS, J.** Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture. *In: FREIMAN, C. V. (ed), Proceedings of IFIP Congress 71*, Amsterdam: North-Holland (pp.: 1460 - 1465). 1972.
- TACO, P. W. G.** *Modelo de geração de viagens com aplicação dos sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto*. Dissertação de Mestrado. Publicação TU.DM-02A/97. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília. 1997.



- TEKLENBURG, J. A. F; TIMMERMANS, H. J. P; WAGENBERG, A. F. V.** Space Syntax demystified. In: **22nd Annual Conference of the Environmental Design Research Association**, Oaxtepec Mexico, Scientific article. Eindhoven: [s.n], march. [s/p]. 1991.
- THOMSON, R. C.** Bending the axial line: smoothly continuous road centre-line segments as a basis for road network analysis. In: **Proceedings of the 4th International Symposium on Space Syntax**. University College London. London. 2003.
Disponível em <<http://www.spacesyntax.org/SSS4.htm>>
Acessado em 19 de agosto de 2004.
- TOLLEY, R.** **Providing for pedestrians: principles and guidelines for improving pedestrian access to destinations and urban spaces**. [S.l.:s.n.] 2003. [s/p].
Disponível em
<[http://www.doi.vic.gov.au/.../54e233db6bcb9eb4ca256da500213877/\\$FILE/PROVIDING%20FOR%20PEDESTRIANS.pdf](http://www.doi.vic.gov.au/.../54e233db6bcb9eb4ca256da500213877/$FILE/PROVIDING%20FOR%20PEDESTRIANS.pdf)>
Acessado em 10 de outubro de 2005.
- TURNER, A.** Angular analysis. In: **Proceedings of the 3rd International Symposium on Space Syntax**. Georgia Institute of Technology. Atlanta: Georgia at the College of Architecture. 2001.
Disponível em: http://www.casa.ucl.ac.uk/working_papers.htm
Acessado em 17 agosto de 2006.
- VARELA, G. C., PESSÔA, M. P. S.** Configuração espacial e economia de movimentos em áreas urbanas. In: **Anais do VIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET**. Perspectivas dos transportes no Brasil: das diferenças locais às questões nacionais. Recife: EdUFPE, Vol. 1. (pp.: 451 - 465). 1994.
- VARGAS, F. L. R.** **Uma abordagem conjunta da configuração espacial, transporte e uso do solo / estudo de caso: plano diretor da área central de Manágua**. Dissertação de Mestrado. UFRGS-PROPUR. Porto Alegre: [Disponível na Biblioteca da Faculdade de Arquitetura da UFRGS]. 2001.
- VARGAS, J. C.** **Densidade, paisagem urbana e vida da cidade: jogando um pouco de luz sobre o debate porto-alegrense**. Texto Especial nº 195. Agosto. 2003.
Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq195/arq195.asp>>
Acessado em 19 de abril de 2008.
- VASCONCELLOS, E. A.** **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas**. São Paulo: Unidas. 1996.
- _____. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas**. São Paulo: Netpress. 1998.
- VEIRECHE, M; PANERAI, P.** **Estructuras urbanas**. Madrid: IEAL.1983.
- WEGENER, M.** **Operational urban models – state of the art**. **Journal of the American Planning Association**, vol.60, n.1, (pp.: 17 - 29). 1994.
- WERLE, L. M.** **Desenvolvimento de uma metodologia para análise locacional em sistemas educacionais**. Orientadora Mirian Buss Gonçalves. Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil. 1999.



Disponível em <<http://www.eps.ufsc.br/teses99/werle/cap5.html>>
Acessado em 19/01/2008.

WILSON, A. G. *Urban and regional models in geography and planning*. London: John Wiley and Sons. 1974.

WMF - World Map Finder. Mapa da Porto Alegre.

Disponível em

<http://www.worldmapfinder.com/Pt/South_America/Brazil/Porto_Alegre>

Acessado em 25 de janeiro de 2008.

WU, F. Complexity and urban simulation: towards a computational laboratory. In: *Geography Research Forum*. (pp.: 22 – 40). 2002.



Apêndice A

APÊNDICE A

Economias ativas do cadastro imobiliário por trecho de logradouro

(fonte: PROCEMPA, 2008)

Tabulação das áreas por trecho de logradouros EXCEL			Economias ativas do Cadastro Imobiliário dos trechos indicados na planilha ARCVIEW							
cod logr	cat	nome	Impar		Par		Total construções lado impar		Total construções lado par	
			inicial	final	inicial	final	residencial	não residencial	residencial	não residencial
8081192	AV	SERTORIO	3325	3479	3264	3470	130	2232	0	16842
8081192	AV	SERTORIO	3103	3263	3044	3262	0	3572	0	0
8081192	AV	SERTORIO	3033	3093	3002	3042	0	482	0	0
8081192	AV	SERTORIO	2917	3001	2902	3000	0	550	0	0
8081192	AV	SERTORIO	2725	2899	2592	2900	34	1111	0	0
8081192	AV	SERTORIO	2547	2591	2512	2590	0	0	0	0
8081192	AV	SERTORIO	2451	2511	2422	2510	0	10586	0	0
8081192	AV	SERTORIO	2401	2421	2376	2420	0	248	0	0
8081192	AV	SERTORIO	2375	2375	2156	2374	0	732	0	0
8081192	AV	SERTORIO	1817	2155	1814	2154	225	6340	0	0
8280182	AV	BRINO	297	383	296	382	1509	908	0	0
8280182	AV	BRINO	177	265	174	266	1037	856	1102	778
8280182	AV	BRINO	437	555	524	546	349	998	222	0
8280182	AV	BRINO	401	435	402	494	501	52	1494	0
8280182	AV	BRINO	1	149	2	146	1299	1405	979	1038
8280190	AV	GEN EMILIO LUCIO ESTEVES	205	289	200	292	738	547	2188	618
8280190	AV	GEN EMILIO LUCIO ESTEVES	327	415	324	402	642	1623	254	2152
8280190	AV	GEN EMILIO LUCIO ESTEVES	461	613	446	590	80	3417	0	446
8280190	AV	GEN EMILIO LUCIO ESTEVES	19	151	24	180	1150	1815	1410	1642
8380032	AV	RIO SAO GONCALO	413	479	398	444	182	338	215	0
8380032	AV	RIO SAO GONCALO	209	241	250	264	170	0	0	1000
8380032	AV	RIO SAO GONCALO	337	411	328	358	509	196	0	620
8380032	AV	RIO SAO GONCALO	269	335	266	308	684	242	0	0
8380032	AV	RIO SAO GONCALO	201	207	206	238	88	0	0	0
8380032	AV	RIO SAO GONCALO	149	181	138	204	335	127	0	0



Apêndice A

8380032	AV	RIO SAO GONCALO	1	137	2	136	0	0	0	0
8280323	AV	BENJAMIN CONSTANT	155	177	116	140	61	341	957	972
8280323	AV	BENJAMIN CONSTANT	1	55	76	114	2939	1351	1854	4545
8379133	AV	INDUSTRIARIOS	1	123	2	124	2348	18	1799	0
8379133	AV	INDUSTRIARIOS	125	145	126	144	0	0	0	421
8280034	AV	ASSIS BRASIL	167	227	172	254	273	1372	0	0
8280034	AV	ASSIS BRASIL	937	999	944	1010	929	718	0	7249
8280034	AV	ASSIS BRASIL	1423	1487	1454	1508	1570	652	462	1346
8280034	AV	ASSIS BRASIL	1149	1217	1128	1182	931	0	0	903
8280034	AV	ASSIS BRASIL	1239	1267	1184	1214	285	341	0	4208
8280034	AV	ASSIS BRASIL	1	143	2	170	6766	4714	3792	37314
8280034	AV	ASSIS BRASIL	1059	1125	1070	1126	855	299	1437	1120
8680365	AV	ASSIS BRASIL	1	173	2	178	0	0	0	0
8280034	AV	ASSIS BRASIL	263	335	256	338	666	4566	17956	1925
8280034	AV	ASSIS BRASIL	833	935	856	906	719	824	0	2888
8280034	AV	ASSIS BRASIL	337	387	340	408	0	1821	0	1971
8280034	AV	ASSIS BRASIL	775	803	752	808	1032	227	301	1149
8280034	AV	ASSIS BRASIL	411	477	410	446	974	1694	0	4094
8280034	AV	ASSIS BRASIL	773	773	746	750	0	76	0	0
8280034	AV	ASSIS BRASIL	479	547	470	502	0	264	121	283
8280034	AV	ASSIS BRASIL	573	617	518	626	1212	996	2660	1644
8280034	AV	ASSIS BRASIL	557	571	504	516	758	423	0	807
8280034	AV	ASSIS BRASIL	619	641	628	686	0	392	4463	1550
8280034	AV	ASSIS BRASIL	1299	1411	1330	1430	0	2258	1223	1704
8280034	AV	ASSIS BRASIL	1513	1565	1532	1588	192	791	0	4110
8280034	AV	ASSIS BRASIL	1583	1643	1638	1672	403	2762	54	5684
8280034	AV	ASSIS BRASIL	1673	1737	1696	1794	79	1012	2109	1744
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	1	45	2	44	140	507	64	604
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	105	167	134	178	1149	0	621	0
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	169	225	180	250	1014	0	1195	93
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	263	301	282	318	711	0	661	57
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	303	367	320	390	1456	0	3199	57
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	417	507	398	460	1798	0	2800	158



Apêndice A

8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	533	541	554	564	0	0	638	0
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	509	513	500	532	66	0	1701	0
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	525	531	546	552	0	0	344	0
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	543	551	566	572	0	0	323	0
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	553	575	574	596	1003	0	1021	0
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	577	607	598	632	1629	0	1699	0
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	609	631	650	694	975	46	0	0
8280315	AV	BRASILIANO INDIO DE MORAES	633	685	696	726	2396	0	0	0
8379133	AV	INDUSTRIARIOS	147	225	170	226	0	0	1366	0
8379133	AV	INDUSTRIARIOS	245	297	262	298	0	0	1100	0
8379133	AV	INDUSTRIARIOS	307	391	300	392	0	0	0	0
8379133	AV	INDUSTRIARIOS	433	433	406	450	0	1086	1114	0
8379133	AV	INDUSTRIARIOS	567	651	568	622	597	463	337	41
8379133	AV	INDUSTRIARIOS	501	547	486	522	903	0	1165	0
7978018	AV	CRISTOVAO COLOMBO	3701	3787	3706	3814	4635	947	3104	538
7978018	AV	CRISTOVAO COLOMBO	3827	3917	3870	3926	312	327	4512	245
7978018	AV	CRISTOVAO COLOMBO	3671	3671	3638	3682	492	0	6367	219
7978018	AV	CRISTOVAO COLOMBO	3921	4251	3950	4210	43986	0	0	0
8279044	AV	AUGUSTO MEYER	1	109	2	110	0	0	5380	307
8279044	AV	AUGUSTO MEYER	125	171	126	168	2408	6654	0	3481
8279044	AV	AUGUSTO MEYER	191	191	170	206	0	0	0	0
8279044	AV	AUGUSTO MEYER	191	191	208	226	0	0	0	0
8379265	AV	PLINIO BRASIL MILANO	2195	2307	2076	2128	0	0	0	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	2289	2339	2178	2216	222	761	437	204
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	2343	2495	2220	2402	0	40089	2515	2487
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	2215	2287	2076	2130	3008	307	993	84
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	2069	2213	2048	2074	29025	0	714	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	2049	2049	2018	2028	0	337	326	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1993	2021	2006	2016	191	363	356	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1885	1945	1982	2004	96	512	325	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1859	1883	1958	1980	0	0	808	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1647	1857	0	0	1853	3977	0	0



Apêndice A

8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1547	1635	0	0	0	4243	0	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1475	1545	0	0	417	504	0	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1441	1455	1474	1480	0	0	0	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1333	1421	1420	1472	0	0	0	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1085	1133	1102	1120	355	737	0	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1135	1313	1140	1400	973	4183	37892	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	1005	1053	980	1100	0	846	0	26826
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	911	1003	884	960	2681	205	0	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	777	855	796	852	517	5824	0	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	521	541	540	564	173	963	0	1512
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	483	519	470	500	3988	0	23	337
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	567	579	566	580	0	118	550	79
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	705	739	616	728	1542	164	0	375
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	595	607	596	606	754	450	0	304
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	581	593	582	594	0	0	150	0
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	425	455	426	468	3779	228	427	422
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	383	423	384	404	2515	210	92	1146
8178147	AV	PLINIO BRASIL MILANO	223	293	218	280	5024	1516	3296	556
8380230	R	VISCONDE DE PELOTAS	135	281	136	282	8929	890	0	6417
8380230	R	VISCONDE DE PELOTAS	1	133	2	134	2880	965	0	22038
8280026	R	DONA SEBASTIANA	43	263	56	280	949	4825	2519	2304
8280026	R	DONA SEBASTIANA	265	483	282	504	2357	3511	2776	415
8180192	R	ONZE DE AGOSTO	233	461	232	458	3686	235	2966	146
8180192	R	ONZE DE AGOSTO	1	231	2	230	3960	78	2180	3822
8280141	R	VINTE CINCO DE JULHO	497	527	496	530	85	248	90	832
8280141	R	VINTE CINCO DE JULHO	397	489	386	488	112	1801	505	1852
8280141	R	VINTE CINCO DE JULHO	263	395	268	352	1786	1221	137	1991
8280141	R	VINTE CINCO DE JULHO	151	251	154	232	1510	1231	456	1065
8280141	R	VINTE CINCO DE JULHO	1	125	2	130	1031	1475	1844	1326
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	1	41	2	46	1353	282	0	0
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	43	117	48	134	3854	848	687	284
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	149	241	136	200	3621	293	743	0
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	243	295	238	290	943	0	0	0
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	331	481	292	454	2973	645	0	10995
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	513	661	456	522	1730	1157	0	0
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	687	709	542	720	99	0	0	0
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	711	781	740	854	534	54	0	0



Apêndice A

8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	799	907	856	1100	2054	317	0	0
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	909	1073	1146	1160	3332	725	0	3683
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	1075	1183	1162	1278	5894	87	0	0
8280083	R	DR EDUARDO CHARTIER	1203	1293	1280	1308	0	0	0	0
8179145	R	AMERICO VESPUCIO	1225	1301	1222	1314	607	730	1322	148
8179145	R	AMERICO VESPUCIO	1065	1171	1062	1150	5172	55	2581	215
8179145	R	AMERICO VESPUCIO	961	1001	920	1042	3260	205	0	483
8179145	R	AMERICO VESPUCIO	753	937	850	918	0	0	3614	55
8180093	R	DOM PEDRO II	1	37	0	0	0	0	0	0
8180093	R	DOM PEDRO II	211	211	182	290	0	5344	655	799
8180093	R	DOM PEDRO II	39	137	56	134	4673	534	423	1724
8180093	R	DOM PEDRO II	285	631	292	616	14263	8065	1513	5612
8180093	R	DOM PEDRO II	661	931	676	930	7184	5978	1050	12037
8180093	R	DOM PEDRO II	991	1035	968	1042	175	762	3751	2427
8180093	R	DOM PEDRO II	1061	1165	1044	1168	4988	1853	405	2169
8180093	R	DOM PEDRO II	1203	1301	1170	1252	8115	2422	0	16044
8180093	R	DOM PEDRO II	1335	1419	1334	1390	358	7324	934	754
8180093	R	DOM PEDRO II	1421	1527	1392	1418	5751	762	0	0
8180093	R	DOM PEDRO II	1551	1665	1518	1610	4558	4253	5883	1278
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	199	303	250	404	0	0	2127	79
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	33	121	16	52	197	652	223	0
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	1	31	2	14	0	0	0	0
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	123	129	154	158	0	0	0	0
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	131	181	160	200	655	100	331	99
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	191	197	240	248	0	0	146	111
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	305	349	424	484	0	3799	95	0
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	351	451	504	548	0	0	0	113
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	453	699	550	630	0	0	0	0
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	701	867	670	850	0	0	0	0
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	869	983	880	916	0	0	1018	0
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	985	1107	956	978	0	0	664	0
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	1109	1201	1036	1060	0	0	646	0
8280125	R	MAL JOSE INACIO DA SILVA	1251	1359	1080	1330	0	0	0	0
8379232	R	JOSE SCUTARI	1	149	2	154	2192	1351	909	1246
8379232	R	JOSE SCUTARI	335	433	314	344	2236	0	576	0
8379232	R	JOSE SCUTARI	169	333	190	312	2316	83	1765	407
8379232	R	JOSE SCUTARI	435	463	376	440	0	0	456	0



Apêndice A

8379232	R	JOSE SCUTARI	497	525	480	540	1304	0	1200	0
8379240	R	AZEVEDO SODRE	1	135	2	130	808	888	2044	4597
8379240	R	AZEVEDO SODRE	155	263	150	260	2807	47	3599	292
8379240	R	AZEVEDO SODRE	275	375	272	380	1795	55	2494	214
8379240	R	AZEVEDO SODRE	515	535	462	524	1206	0	302	0
8379224	R	LIBERO BADARO	1	11	2	10	0	0	0	297
8379224	R	LIBERO BADARO	31	157	26	156	6860	1124	1636	1033
8379224	R	LIBERO BADARO	185	317	176	292	1546	664	3606	66
8379224	R	LIBERO BADARO	343	389	310	418	63	1056	3764	200
8379224	R	LIBERO BADARO	405	441	438	466	0	333	0	0
8379224	R	LIBERO BADARO	461	617	468	618	16079	0	0	3192
8379224	R	LIBERO BADARO	619	743	620	718	0	0	0	0
8279119	TRAV	SAO JACO	147	247	158	230	379	293	1463	44
8279119	TRAV	SAO JACO	1	127	2	100	5132	0	6538	0
8279085	TRAV	JUNDIAI	2319	2357	2326	2350	5284	0	4298	0
8279085	TRAV	JUNDIAI	2203	2227	2204	2230	2507	0	0	0
8279085	TRAV	JUNDIAI	2175	2201	2172	2202	1178	0	15435	0
8279093	TRAV	SUL	215	301	226	320	579	0	3725	93
8279093	TRAV	SUL	101	201	102	178	3151	0	3346	1307
8380347	AV	TAPIACU	1	41	2	66	0	0	448	54
8380347	AV	TAPIACU	43	113	68	102	0	0	605	0
8379273	R	ATANÁSIO BELMONTE	1	99	2	122	2600	120	1028	92
8280109	R	BRIGADEIRO OLIVEIRA NERI	1	193	2	180	1116	629	0	0
8280091	R	GEN JOAO DE DEUS MARTINS	69	173	26	164	350	119	1666	257
8280224	R	MARTIM ARANHA	1	39	2	16	10050	1325	3375	825
8180101	R	PEDRO AMERICO	1	67	28	96	2125	68	5942	216
8279101	R	NOVA PRATA	225	369	216	370	0	0	0	0
8379034	R	CACEQUI	105	175	110	254	731	0	1550	369



Apêndice B

APÊNDICE B

Dados referentes à demanda de viagens, metragem quadrada construída e sistema de vias das áreas em estudo

(fonte: Edom_OD, 2003)

IDENTIFICAÇÃO		DEMANDA DE VIAGENS						METRAGEM QUADRADA CONSTRUÍDA				SISTEMA DE VIAS	
BAIRRO	ZONA TRÁFEGO	PRODUÇÃO VIAGENS	ATRAÇÃO DE VIAGENS	PRODUÇÃO BASE DOMICILIAR	ATRAÇÃO BASE DOMICILIAR	PRODUÇÃO BASE NÃO-DOMICILIAR	ATRAÇÃO BASE NÃO-DOMICILIAR	AREA CONTRUÍDA TOTAL (m ²)	AREA CONSTRUÍDA N° RESIDENCIAL (m ²)	AREA CONSTRUÍDA RESIDENCIAL (m ²)	AREA LIVRE (m ²)	EXTENSÃO VIÁRIA (metro linear)	EXTENSAO VIÁRIA CORREDOR (m ²)
Higienópolis	31340	32979	26929	29781	23641	3198	3288	1286715,62	337658,35	949057,27	28544,00	20253,26	3175,37
Goretti	72250	16190	25091	13030	22997	3160	2094	546868,64	304384,39	242484,26	21010,57	16862,94	1421,05
Passo da Areia	72352	46201	48279	41815	42295	4386	5985	1309579,16	335465,14	974114,02	24814,41	29457,18	2705,36
Vila do IAPI	72251	15430	14101	13755	12661	1675	1440	282886,44	61679,78	221206,66	58557,80	20083,59	2049,51

Exemplo: Código Zona de tráfego: 31340

Bairro Higienópolis

313 -distrito

3 - macro zona

40 - zona de tráfego



Apêndice C

APÊNDICE C				
Medidas de acessibilidade sintática				
(fonte: software MindWalk)				
ID - linha axial	CONECTIVIDADE	CONTROLE	INTEGRAÇÃO GLOBAL	INTEGRAÇÃO LOCAL_R4
2503	3.0000	0.2589	0.4451	2.3192
2504	9.0000	1.8929	0.4331	2.2831
2506	9.0000	4.8833	0.4358	2.0153
2507	10.0000	1.6540	0.4370	2.4076
2508	10.0000	2.4000	0.4344	2.0980
2509	5.0000	1.5167	0.4297	1.9604
2510	6.0000	1.6833	0.4199	1.7863
2511	5.0000	1.5167	0.4177	1.7496
2512	3.0000	0.3625	0.4425	2.1931
2513	6.0000	1.3833	0.4236	1.8815
2515	7.0000	1.6088	0.4163	2.1548
2516	5.0000	1.0667	0.4152	1.8162
2517	4.0000	0.7429	0.4246	1.8614
2518	3.0000	0.5762	0.4246	1.7653
2519	4.0000	0.9667	0.4198	1.6296
2522	4.0000	0.8500	0.4068	1.6457
2524	7.0000	1.3687	0.4264	2.2249
2525	6.0000	1.4762	0.3979	1.7959
2527	3.0000	0.6167	0.3953	1.6280
2528	2.0000	0.3667	0.3953	1.6002
2529	7.0000	1.9667	0.4343	1.9795
2531	7.0000	2.0762	0.4411	2.0447
2532	19.0000	5.3137	0.4484	2.6217
2534	3.0000	0.6833	0.4177	1.5817
2540	15.0000	3.8220	0.4473	2.4376
2543	3.0000	0.7193	0.4306	2.0312
2544	4.0000	0.5651	0.4429	2.2967
2545	2.0000	0.3860	0.4306	1.9973
2551	8.0000	3.5000	0.4276	1.8481
2553	2.0000	0.5526	0.4306	1.9855
2554	2.0000	0.2292	0.4384	2.0471
2558	4.0000	0.5360	0.4385	2.1750
2573	2.0000	0.1736	0.4385	2.1291
2576	1.0000	0.0625	0.4383	2.0081
2577	2.0000	0.5333	0.4142	1.6273
2584	8.0000	1.3705	0.4439	2.4788
2585	4.0000	0.6776	0.4352	2.1222
2586	4.0000	0.9693	0.4307	2.0941
2587	6.0000	1.3955	0.4307	2.1583
2588	2.0000	0.2193	0.4306	2.0027
2590	3.0000	0.5873	0.4166	1.8034
2592	8.0000	1.6750	0.4316	2.1752
2595	4.0000	0.8250	0.4234	1.8673
2599	2.0000	0.3026	0.4306	2.0322
2600	2.0000	0.2193	0.4306	2.0312
2601	2.0000	0.4583	0.4265	1.8410
2603	3.0000	0.3500	0.4341	2.0869



Apêndice C

2604	3.0000	0.7095	0.4297	1.9664
2605	5.0000	0.7943	0.4397	2.3013
2606	7.0000	1.5455	0.4338	2.2644
2607	3.0000	0.3693	0.4337	2.1355
2608	2.0000	0.6429	0.4171	1.6589
2609	2.0000	0.8333	0.4133	1.3864
2610	3.0000	0.4361	0.4212	1.8414
2611	8.0000	1.7857	0.4209	2.0304
2612	3.0000	0.4540	0.4166	1.8673
2613	6.0000	0.8500	0.4317	2.2391
2614	4.0000	0.9000	0.4092	1.7865
2620	5.0000	1.2167	0.4201	1.9334
2621	6.0000	1.3667	0.4233	1.7792
2626	10.0000	1.9444	0.4491	2.3521
2627	4.0000	0.6706	0.4354	1.7737
2628	6.0000	1.3333	0.4404	2.0254
2629	7.0000	2.3381	0.4488	2.1658
2630	3.0000	0.4206	0.4352	1.7513
2631	4.0000	0.8292	0.4450	2.2673
2632	2.0000	0.3611	0.4275	1.7096
2636	3.0000	0.6000	0.4328	1.7890
2643	4.0000	1.2262	0.4405	1.7248
2657	6.0000	1.9167	0.4071	1.7441
2658	4.0000	0.6333	0.4314	1.9648
2659	3.0000	0.6250	0.4056	1.7089
2660	9.0000	1.7610	0.4330	2.4453
2661	5.0000	0.7718	0.4275	2.0928
2662	3.0000	0.4583	0.4103	1.7853
2663	2.0000	0.2917	0.4056	1.5922
2666	8.0000	2.1600	0.4022	2.0707
2667	3.0000	0.3766	0.4022	1.9583
2668	2.0000	0.2338	0.3969	1.8292
2672	6.0000	1.4302	0.4213	2.0303
2673	4.0000	0.6504	0.4104	1.9484
2674	11.0000	2.4302	0.4116	2.4026
2675	4.0000	0.6838	0.4109	1.9920
2676	3.0000	0.5762	0.4403	1.9398
2677	7.0000	1.8429	0.4334	1.9749
2678	3.0000	0.6762	0.4283	1.6885
2679	7.0000	1.6762	0.4226	1.9959
2680	5.0000	1.3262	0.4226	1.9138
2681	8.0000	2.0576	0.4213	2.1857
2682	4.0000	0.8826	0.4065	1.9067
2684	3.0000	0.4429	0.4204	1.8770
2685	4.0000	0.8095	0.4169	1.7508
2688	4.0000	0.9500	0.3953	1.6923
2690	5.0000	1.2992	0.3976	1.9542
2695	8.0000	1.5582	0.4253	2.3228
2696	6.0000	1.0651	0.4222	2.1228
2699	3.0000	0.9444	0.4164	1.8496
2701	3.0000	0.6444	0.4186	1.9104
2702	5.0000	0.9137	0.4260	2.2541
2703	4.0000	0.5774	0.4230	2.0590
2704	5.0000	0.9524	0.4150	1.9575
2706	3.0000	0.4857	0.4162	1.8930
5066	5.0000	0.6699	0.4262	2.0527



Apêndice C

5067	4.0000	1.0076	0.4082	1.8475
5068	6.0000	0.9143	0.4200	2.0233
5069	6.0000	0.9143	0.4200	2.0233
5070	6.0000	0.9143	0.4200	2.0233
5071	6.0000	1.3270	0.4083	1.9071
5076	7.0000	1.4845	0.4096	2.0309
5077	3.0000	0.4095	0.4024	1.8890
5094	6.0000	0.8865	0.4308	2.1754
5096	19.0000	3.8337	0.4327	2.7610
8746	11.0000	1.8399	0.4653	2.4598
8747	8.0000	1.3206	0.4500	2.2841
8749	10.0000	1.7873	0.4442	2.2131
8907	8.0000	1.1207	0.4487	2.4592
8909	6.0000	0.9940	0.4434	2.1664
8910	11.0000	2.4623	0.4414	2.2235
8911	8.0000	2.9762	0.4255	2.0976
8913	6.0000	1.0485	0.4367	2.1947
8915	11.0000	2.5778	0.4366	2.3135
8916	4.0000	0.5917	0.4415	2.1214
8937	5.0000	0.7033	0.4268	2.2750
8940	4.0000	0.9444	0.4216	1.8029
8943	5.0000	0.9854	0.4348	2.2618
8949	7.0000	0.7246	0.4506	2.5433
8950	6.0000	0.7040	0.4486	2.4469
8951	8.0000	1.6143	0.4478	2.3158
8952	12.0000	2.7929	0.4441	2.3012
8953	10.0000	2.7000	0.4395	2.1931
8956	5.0000	0.6942	0.4522	2.3744
8957	10.0000	2.4954	0.4563	2.5581
8958	5.0000	0.5833	0.4510	2.4306
8961	7.0000	1.2276	0.4557	2.4947
8962	2.0000	0.6000	0.4379	1.8958
8963	2.0000	0.6429	0.4373	1.8312
8964	6.0000	0.8576	0.4540	2.3340
8966	1.0000	0.1000	0.4379	1.8879
8969	3.0000	0.4125	0.4410	2.1461
8970	3.0000	0.5833	0.4287	1.8055
8971	1.0000	0.2500	0.4177	1.3634
8972	4.0000	0.7625	0.4384	2.0689
8973	2.0000	0.2625	0.4384	2.0292
8975	7.0000	1.5833	0.4406	2.2946
8976	3.0000	0.5671	0.4289	2.0033
8978	2.0000	0.6250	0.4097	1.5561
8979	2.0000	1.0000	0.3738	0.7708
8997	16.0000	3.2222	0.4333	2.5963
9368	5.0000	0.4659	0.4380	2.2232
9369	6.0000	0.8250	0.4415	2.2047
9370	4.0000	0.5833	0.4344	1.9584
9371	4.0000	1.2500	0.4344	1.9536
9372	3.0000	0.2500	0.4344	1.9441
9373	4.0000	0.5000	0.4344	2.0188
9374	3.0000	0.2500	0.4344	1.9441
9375	2.0000	0.1667	0.4296	1.8437
9376	3.0000	0.5000	0.4143	1.5730
9378	1.0000	0.5000	0.3033	0.4926
9379	16.0000	4.8677	0.4568	2.6988



Apêndice C

9381	12.0000	1.7149	0.4448	2.5199
9383	9.0000	1.4576	0.4178	2.0615
9384	8.0000	1.3667	0.4144	1.7946
9385	7.0000	1.2000	0.4144	1.7031
9419	18.0000	3.9022	0.4665	2.6968
9420	14.0000	3.3913	0.4592	2.6546
9443	5.0000	1.4167	0.4147	1.9085
9444	3.0000	0.6190	0.4270	2.0210
9445	2.0000	0.2857	0.4270	1.9682
9446	6.0000	0.8865	0.4308	2.1754
9447	6.0000	0.8865	0.4308	2.1754
9448	16.0000	1.8901	0.4307	2.6123
9456	9.0000	0.6630	0.4372	2.5268
9466	14.0000	2.5024	0.4555	2.5451



APÊNDICE D

Compilação de dados para as medidas do tecido urbano

(fonte: *software* MindKalk; PROCEMPA; Edom_OD; levantamento *in loco*; medidas do tecido urbano)

Identificação		Valores dos atributos																	
Rua/Avenida	Medida de Acessibilidade Sintática								Linhas axiais vinculadas n°	Tipologias (un)	Formas construídas (un)	Constituição residencial ponderada (m² / 92,903m²)	Constituição não-residencial ponderada (m² / 92,903m²)	Face de lote edificado (m)	Face da quadra (m)	Extensão da linha axial (m)	Padronização (100m)	Área construída (m²)	
	Linha axial		Σ Integração de todas as linhas axiais		Linha axial		residencial	ñ-residencial											
	Linha axial n°	Integração Global	Integração Local_R4	Global	Local_R4	Conectividade												Controle	
Av. Sertório	9378	0.3033	0.4926	5.7707	27.4332	1	0.5	8997, 9444, 9446, 9447, 5094, 5066, 5070, 5069, 5068, 5071, 5067, 5076, 5077	5	105	4.19	459.57	628.10	3140.50	1770.20	17.70	389	42695	



Apêndice D

Av. Cristóvão Colombo	ACC	2558	0.4385	2.175	2.2186	11.7362	4	0.536	2544, 2532, 9369, 2540	3	4	257.13	11.64	528.75	881.25	480.75	4.81	23888	1081
	ACC	9369	0.4415	2.2047	3.1097	16.0580	6	0.825	8958, 8951, 8952, 8953, 2540, 2558	3	62	425.39	13.40	755.32	1180.20	670.25	6.70	39520	1245
Av. Assis Brasil	AAB Benjamin Constant	8975	0.4406	2.2946	3.4663	17.0744	7	1.5833	8978, 9445, 9444, 8911, 8951, 8952, 9381	3	75	62.55	77.60	662.58	860.50	550.20	5.50	5811	7209
	AAB	9381	0.4448	2.5199	6.5702	34.1174	12	1.7149	8975, 8952, 9446, 9447, 8953, 2540, 2603, 5094, 2605, 2532, 2584, 5066, 2504, 2505	5	64	139.56	240.62	1276.48	720.60	540.30	5.40	12966	22354
	AAB	2504	0.4331	2.2831	6.3718	31.8267	3	0.7095	9381, 2605, 5066, 2584, 5070, 2590, 5069, 5068, 2612, 2610, 2672, 2673, 2524, 2674	5	79	159.52	267.91	1689.58	820.94	650.47	6.50	14820	24890
	AAB	2673	0.4104	1.9484	2.0924	10.8510	4	0.6504	2504, 2524, 2674, 2675	5	24	106.09	200.84	479.67	480.60	280.30	2.80	9856	18659
	AAB	2657	0.4071	1.7441	4.5725	21.5337	6	1.9167	2673, 2675, 2682, 2659, 2662, 2663, 2507, 2661, 2701, 2660	5	85	128.35	232.16	567.32	700.40	470.20	4.70	11924	21568
	AAB	2660	0.433	2.4453	5.0897	26.0101	9	1.761	2681, 2507, 2680, 2661, 2701, 2657, 2699, 2696, 2702, 2695, 5096	5	34	101.78	166.43	508.18	500.84	330.42	3.30	9456	15462



Apêndice D

R. Visconde de Pelotas cont. Av. Assis Brasil		2524	0.4264	2.2249	2.5026	12.4854	7	1.3687	2673, 2674, 2706, 2704, 2703	3	27	127.11	326.25	643.43	960.35	520.32	5.20	11809	30310
R. Dom Pedro II	RDPII	8913	0.4367	2.1947	3.8846	19.9719	6	1.0485	8940, 9448, 9443, 8937, 8915, 8910, 8911, 8949	5	185	452.53	560.70	1144.93	2201.80	1200.90	12.01	42041	52091
	RDPII	8949	0.4506	2.5433	3.5941	19.3919	7	0.7246	9456, 8910, 9466, 8909, 8957, 8964, 8961	5	92	243.66	301.92	998.81	1680.36	960.15	9.60	22637	28049
Av. dos Industriários	AI	2508	0.4344	2.098	5.9202	25.7836	10	2.4	2509, 2512, 2511, 2510, 2513, 2534, 2519, 2518, 2517, 2613, 2620, 2522, 2516	3	26	80.05	15.28	829.17	1201.70	760.85	7.61	7437	1420
	AI	2613	0.4317	2.2391	3.4207	16.7942	6	0.85	2507, 2584, 2592, 2620, 2508, 2516, 2522	3	6	35.43	6.54	343.68	512.04	320.52	3.21	3292	608
Av. Libero Badaró cont. Av. Plínio Brasil Milano		2626	0.4491	2.3521	4.8201	23.2168	10	1.9444	2529, 2636, 2531, 9420, 2629, 2506, 2628, 2631, 2658, 2667	3	138	361.17	85.73	1909.67	2480.10	1400.05	14.00	33554	7965



Apêndice D

Av. Plínio Brasil Milano	APBM cont ALB	2676	0.4403	1.9398	2.1786	10.0481	3	0.5762	2626, 2677, 2678, 2661	3	2	97.41	70.61	168.35	434.36	237.38	2.37	9050	6560
	APBM cont ALB	2661	0.4275	2.0928	3.8408	18.6965	5	0.7718	2701, 2660, 2657, 2681, 2679, 2676, 2677, 2507	5	1	92.14	51.56	130.58	310.94	215.47	2.15	8560	4790
	APBM	8916	0.4415	2.1214	2.2232	11.3895	4	0.5917	8749, 8943, 8907, 8964	4	47	118.47	52.79	309.59	455.28	267.64	2.68	11006	4904
	APBM	8964	0.454	2.334	3.6150	19.2068	6	0.8576	8746, 8747, 8916, 8907, 8950, 8957, 8949	4	25	153.24	59.45	367.50	540.45	350.25	3.50	14236	5523
	APBM	9379	0.4568	2.6988	7.9992	40.6675	16	4.8677	9419, 8957, 8956, 8961, 8973, 8972, 8969, 2554, 2532, 2576, 2544, 2503, 2577, 2573, 2512, 2631, 2540, 2626	4	152	638.30	423.56	1472.49	2165.44	1342.72	13.43	59300	39350
	APBM	8957	0.4563	2.5581	3.5596	18.3506	10	2.4954	8949, 8961, 8962, 8963, 8956, 8966, 8949	4	54	131.94	63.46	192.46	305.50	282.75	2.83	12258	5896
	APBM	2631	0.445	2.2673	2.2188	11.0532	4	0.8292	9379, 2632, 2628, 2626	4	36	192.29	85.70	407.70	608.50	405.25	4.05	17864	7962



Apêndice D

Av. Brasileiro Índio de Moraes	ABIM	2584	0.4439	2.4788	3.4678	17.6345	8	1.3705	2605, 9381, 2504, 2601, 2595, 2592, 2613, 2507	4	17	130.06	5.60	482.33	970.50	565.25	5.65	12083	520
	ABIM	2507	0.437	2.4076	9.7401	42.3320	10	1.654	2592, 2584, 2613, 2611, 2620, 2684, 2679, 2680, 2681, 2663, 2661, 5096, 2660, 2657, 2696, 2702, 2695, 2699, 2701	3	62	156.29	10.98	628.79	1186.40	753.20	7.53	14520	1020
R. Dr. Eduardo Chartier		2540	0.4473	2.4376	6.9998	34.3171	15	3.822	9379, 9370, 9371, 9369, 9372, 9373, 9375, 9368, 9374, 9381, 2603, 2604, 2606, 2607, 2558	3	94	459.32	57.60	1661.60	2680.00	1580.84	15.81	42672	5351
R. Mal. José Inácio da Silva		2532	0.4484	2.6217	8.2681	41.0089	19	5.3137	9379, 2544, 2543, 2545, 2553, 2587, 2600, 2588, 2586, 2585, 2606, 2599, 2584, 2504, 2605, 2608, 2607, 2558	3	87	65.68	53.31	1647.65	2701.08	1630.54	16.31	6102	4953
R. Augusto Meyer		8961	0.4557	2.4947	3.1523	16.6669	7	1.2276	8949, 8957, 8909, 8963, 8956, 9379	2	41	83.83	112.40	682.22	974.60	567.30	5.67	7788	10442
R. José Scutari		2627	0.4354	1.7737	2.2009	9.7050	10	1.9444	2628, 2506, 2629, 2643	2	102	131.43	46.14	829.29	1184.70	672.35	6.72	12210	4287
R. Azevedo Sodré		2630	0.4352	1.7513	1.7602	7.9578	3	0.4206	2628, 2506, 2629	2	97	162.05	65.58	810.54	1174.70	667.35	6.67	15055	6093
R. Nova Prata		2607	0.4337	2.1355	1.7601	9.2889	3	0.3693	2540, 2532, 2586	1	3	0.00	0.00	140.25	350.70	215.35	2.15	0	0



Apêndice D

Av. Tapiacú cont. R. São Gonçalo		2674	0.4116	2.4026	5.3296	26.4418	11	2.4302	2682, 2684, 2675, 2515, 2673, 2524, 2667, 2668, 9383, 2666, 2690	2	86	11.33	0.58	605.19	1025.75	602.75	6.03	1053	54
R. Rio São Gonçalo	RRSG	2690	0.3976	1.9542	1.5904	8.8954	5	1.2992	2666, 2528, 2527, 2688	2	46	12.92	14.59	233.13	388.56	254.20	2.54	1200	1355
	RRSG	2688	0.3953	1.6923	1.9943	8.9179	4	0.95	2690, 2527, 2525, 5067	2	34	10.58	12.67	126.89	325.36	202.68	2.03	983	1177
R. Cacequi	RC	2517	0.4246	1.8614	2.9791	13.7656	4	0.7429	2508, 2620, 2613, 2614, 2685, 2677	2	6	11.93	1.37	184.71	324.07	223.55	2.24	1108	127
	RC	2677	0.4334	1.9749	3.4081	14.8767	7	1.8429	2676, 2517, 2518, 2685, 2621, 2678, 2679, 2661	2	48	24.55	3.97	396.29	695.25	408.35	4.08	2281	369
R. Onze de Agosto		9445	0.427	1.9682	1.7264	8.9567	2	0.2857	8997, 8975, 8911	2	134	137.01	46.08	795.66	1224.10	652.05	6.52	12729	4281
R. Dona Sebastiana		9444	0.427	2.021	2.0328	9.4078	3	0.619	8997, 9378, 8975, 8976	3	127	92.58	119.00	580.96	1185.64	632.82	6.33	8601	11055
R. Vinte e Cinco de Julho		9446	0.4308	2.1754	3.2794	14.6147	6	0.8865	9378, 9376, 9384, 9383, 9385, 9381, 8975	3	142	81.33	141.46	739.26	1212.30	726.30	7.26	7556	13142
Av. Brino		5094	0.4308	2.1754	2.8398	12.3001	6	0.8865	9378, 9376, 9384, 9383, 9385, 9381	3	93	91.41	64.96	750.71	1272.40	756.20	7.56	8492	6035
Av. Gal. Emílio Lúcio Esteves		5066	0.4262	2.0527	4.1863	20.3092	5	0.6699	9378, 9384, 9383, 9385, 2504, 2605, 9381, 2584, 2532	2	128	69.56	131.97	868.12	1356.45	778.37	7.78	6462	12260
R. Américo Vespúcio		9368	0.438	2.2232	2.6533	13.7844	5	0.4659	8915, 8951, 8952, 8953, 2540	2	77	178.21	20.35	536.48	909.30	534.65	5.35	16556	1891



Apêndice D

Travessa São Jacó		9372	0.4344	1.9441	1.7653	8.8765	3	0.25	8952, 8953, 2540	2	50	145.44	3.63	264.35	528.65	324.33	3.24	13512	337
Travessa Jundiá		9371	0.4344	1.9536	2.1830	10.2489	4	1.25	8952, 8971, 8953, 2540	2	42	309.14	0.00	263.34	470.80	315.40	3.15	28720	0
Travessa Sul		9370	0.4344	1.9584	2.1940	10.6958	4	0.5833	8952, 8953, 2540, 8970	2	50	116.26	15.07	249.52	505.15	332.65	3.33	10801	1400
R. Martin Aranha		2503	0.4451	2.3192	0.9019	5.0180	3	0.35	9379	2	7	144.51	23.14	386.86	655.70	367.85	3.68	13425	2150
R. Brq Oliveira Neri	RBN	2604	0.4297	1.9664	1.3108	6.6684	3	0.7095	2606, 2540	2	20	8.93	5.58	145.51	234.70	157.35	1.57	830	518
	RBN	2609	0.4133	1.3864	1.2601	5.0117	2	0.8333	2604, 2608	2	21	4.52	2.80	85.57	114.10	97.05	0.97	420	260
	RBN	2608	0.4171	1.6589	1.7126	7.9314	2	0.6429	2609, 2606, 2532	3	16	10.55	6.24	206.10	298.70	169.35	1.69	980	580
R. Gal. João D. Marting	RGJDM	2603	0.4341	2.0869	1.7659	9.3457	3	0.35	2540, 9381, 2605	2	15	17.22	0.00	148.08	264.35	172.35	1.72	1600	0
	RGJDM	2605	0.4397	2.3013	3.0813	16.5907	5	0.7943	9381, 2603, 2532, 5066, 2584, 2504	1	16	11.84	0.00	165.99	259.36	169.84	1.70	1100	0
R. Atanásio Belmonte		2573	0.4385	2.1291	1.3311	6.9132	2	0.1736	9379, 2506	1	3	39.05	2.28	98.80	130.70	85.35	0.85	3628	212
R. Pedro Américo		8978	0.4097	1.5561	1.7125	8.1430	2	0.625	8911, 8912, 8975	2	12	86.83	3.06	119.02	237.56	158.67	1.59	8067	284



Apêndice E

Av. Cristóvão Colombo	ACC	2558	15	74	89	3.12	15.39	18.51	0.69	0.12	1.90	59.72	2.22	11.74	0.8307	0.5886	1.1741	7.7279	0.7969	2.4627	1.3291	1.9807	2.0743
	ACC	9369	37	170	207	5.52	25.36	30.88	7.71	0.10	3.10	68.62	3.11	16.06	2.7767	0.5623	1.3269	8.2837	1.1345	2.7762	1.5328	2.2442	2.3574
Av. Assis Brasil	AAB Benjamin Constant	8975	33	180	213	6.00	32.72	38.71	11.36	0.14	0.99	47.73	3.47	17.07	3.3705	0.6117	0.9975	6.9087	1.2431	2.8376	1.5649	2.3916	2.4944
	AAB	9381	135	550	685	24.99	101.80	126.78	11.85	0.33	2.68	140.64	6.57	34.12	3.4424	0.6223	1.2795	11.8592	1.8825	3.5298	2.2358	3.1764	3.3556
	AAB	2504	136	510	646	20.91	78.40	99.31	12.15	0.32	3.02	130.71	6.37	31.83	3.4857	0.6005	1.3183	11.4328	1.8519	3.4603	2.1383	2.9757	3.1568
	AAB	2673	46	265	311	16.41	94.54	110.95	8.56	0.36	2.17	222.57	2.09	10.85	2.9257	0.7274	1.2137	14.9188	0.7383	2.3843	2.0127	3.1182	3.2455
	AAB	2657	76	402	478	16.16	85.50	101.66	18.08	0.17	2.55	154.58	4.57	21.53	4.2521	0.6421	1.2637	12.4330	1.5201	3.0696	2.0051	3.0408	3.1753
	AAB	2660	62	308	370	18.76	93.21	111.98	10.29	0.31	1.89	160.66	5.09	26.01	3.2078	0.7071	1.1725	12.6752	1.6272	3.2585	2.0813	3.1072	3.2530



Apêndice E

R. Visconde de Pelotas cont. Av. Assis Brasil	2524	67	49	116	12.88	9.42	22.29	4.32	0.13	3.20	186.08	2.50	12.49	2.0785	0.6005	1.3375	13.6411	0.9173	2.5246	1.8943	1.7518	2.1729	
R. Dom Pedro II	RDPII	8913	129	688	817	10.74	57.29	68.03	15.41	0.04	7.15	158.05	3.88	19.97	3.9256	0.4472	1.6352	12.5718	1.3570	2.9943	1.8104	2.7512	2.8720
	RDPII	8949	99	490	589	10.31	51.03	61.34	9.58	0.06	3.85	106.44	3.59	19.39	3.0952	0.4949	1.4008	10.3170	1.2793	2.9649	1.7919	2.6728	2.7986
Av. dos Industriários	AI	2508	118	338	456	15.51	44.42	59.93	2.85	0.09	0.67	15.70	5.92	25.78	1.6882	0.5477	0.9047	3.9623	1.7784	3.2497	1.9845	2.5817	2.7824
	AI	2613	9	27	36	2.81	8.42	11.23	1.56	0.21	0.30	16.32	3.42	16.79	1.2490	0.6769	0.7401	4.0398	1.2298	2.8210	1.2945	1.7036	1.8307
Av. Líbero Badaró cont. Av. Plínio Brasil Milano	2626	93	238	331	6.64	17.00	23.64	8.21	0.05	3.16	41.58	4.82	23.22	2.8653	0.4729	1.3333	6.4483	1.5728	3.1449	1.6054	2.0305	2.2051	



Apêndice E

Av. Plínio Brasil Milano	APBM cont ALB	2676	21	82	103	8.85	34.54	43.39	0.70	0.16	1.19	117.72	2.18	10.05	0.8888	0.6325	1.0444	10.8499	0.7787	2.3074	1.7246	2.4243	2.5665
	APBM cont ALB	2661	17	79	96	7.89	36.66	44.55	0.46	0.19	1.01	104.45	3.84	18.70	0.6782	0.6602	1.0025	10.2201	1.3457	2.9283	1.6760	2.4607	2.5836
	APBM	8916	21	91	112	7.85	34.00	41.85	16.46	0.25	1.21	95.11	2.22	11.39	4.0571	0.7071	1.0488	9.7524	0.7989	2.4327	1.6737	2.4148	2.5434
	APBM	8964	26	129	155	7.42	36.83	44.25	6.69	0.19	1.50	87.51	3.62	19.21	2.5865	0.6602	1.1067	9.3547	1.2851	2.9553	1.6506	2.4635	2.5792
	APBM	9379	361	1350	1711	26.89	100.54	127.43	10.61	0.05	7.50	128.86	8.00	40.67	3.2573	0.4729	1.6549	11.3517	2.0793	3.7054	2.2771	3.1666	3.3598
	APBM	8957	107	260	367	37.84	91.95	129.80	17.90	0.22	1.38	104.53	3.56	18.35	4.2308	0.6849	1.0839	10.2240	1.2696	2.9097	2.4802	3.0967	3.3753
	APBM	2631	56	250	306	13.82	61.69	75.51	8.33	0.17	1.96	101.97	2.22	11.05	2.8862	0.6421	1.1832	10.0980	0.7970	2.4027	1.9280	2.8026	2.9478



Apêndice E

Av. Brasiliano Índio de Moraes	ABIM	2584	31	160	191	5.48	28.31	33.79	2.82	0.09	0.96	25.56	3.47	17.63	1.6793	0.5477	0.9898	5.0557	1.2435	2.8699	1.5303	2.3066	2.4110
	ABIM	2507	84	490	574	11.15	65.06	76.21	6.86	0.07	1.18	24.51	9.74	42.33	2.6192	0.5144	1.0422	4.9508	2.2763	3.7455	1.8274	2.8400	2.9546
R. Dr. Eduardo Chartier		2540	320	720	1040	20.24	45.55	65.79	4.96	0.04	3.65	38.45	7.00	34.32	2.2271	0.4472	1.3822	6.2008	1.9459	3.5356	2.1211	2.5978	2.8480
R. Mal. José Inácio da Silva		2532	410	670	1080	25.15	41.09	66.24	4.45	0.04	0.84	12.46	8.27	41.01	2.1095	0.4472	0.9573	3.5299	2.1124	3.7138	2.2393	2.5318	2.8528
R. Augusto Meyer		8961	31	180	211	5.46	31.73	37.19	4.52	0.12	1.39	65.85	3.15	16.67	2.1260	0.5886	1.0858	8.1148	1.1481	2.8134	1.5289	2.3734	2.4695
R. José Scutari		2627	18	75	93	2.68	11.15	13.83	9.48	0.10	1.25	37.24	2.20	9.71	3.0790	0.5623	1.0574	6.1025	0.7889	2.2726	1.2791	1.8275	1.9285
R. Azevedo Sodré		2630	22	79	101	3.30	11.84	15.13	9.08	0.10	1.61	49.62	1.76	7.96	3.0133	0.5623	1.1264	7.0441	0.5654	2.0742	1.3475	1.8549	1.9724
R. Nova Prata		2607	3	5	8	1.39	2.32	3.71	0.00	0.19	0.00	0.00	1.76	9.29	0.0000	0.6602	0.0000	0.0000	0.5654	2.2288	1.0864	1.2344	1.3883



Apêndice E

Av. Tapiaçú cont. R. São Gonçalo		2674	13	107	120	2.16	17.75	19.91	8.92	0.10	0.08	2.13	5.33	26.44	2.9866	0.5623	0.5318	1.4595	1.6733	3.2749	1.2119	2.0526	2.1123
R. Rio São Gonçalo	RRSG	2690	3	14	17	1.18	5.51	6.69	11.31	0.24	0.19	19.87	1.59	8.90	3.3630	0.6999	0.6602	4.4576	0.4640	2.1855	1.0423	1.5319	1.6081
	RRSG	2688	2	12	14	0.99	5.92	6.91	10.48	0.19	0.16	21.34	1.99	8.92	3.2373	0.6602	0.6325	4.6195	0.6903	2.1881	0.9967	1.5599	1.6212
R. Cacequi	RC	2517	6	9	15	2.68	4.03	6.71	1.68	0.25	0.09	6.91	2.98	13.77	1.2961	0.7071	0.5477	2.6287	1.0916	2.6222	1.2800	1.4165	1.6095
	RC	2677	5	22	27	1.22	5.39	6.61	7.35	0.14	0.20	8.52	3.41	14.88	2.7111	0.6117	0.6687	2.9189	1.2262	2.6998	1.0519	1.5235	1.6036
R. Onze de Agosto		9445	16	91	107	2.45	13.96	16.41	12.84	0.10	1.29	39.23	1.73	8.96	4.3898	0.5623	1.0657	6.2634	0.5460	2.1924	1.2516	1.9328	2.0127
R. Dona Sebastiana		9444	24	129	153	3.79	20.38	24.18	16.72	0.08	1.49	63.11	2.03	9.41	4.3370	0.5318	1.1048	7.9442	0.7094	2.2415	1.3955	2.1248	2.2174
R. Vinte e Cinco de Julho		9446	44	213	257	6.06	29.33	35.38	16.29	0.08	1.57	61.41	3.28	14.61	4.0361	0.5318	1.1194	7.8365	1.1877	2.6820	1.5689	2.3271	2.4390
Av. Brino		5094	28	115	143	3.70	15.21	18.91	10.25	0.08	1.10	34.23	2.84	12.30	3.2016	0.5318	1.0241	5.8506	1.0437	2.5096	1.3872	1.9748	2.0853
Av. Gal. Emílio Lúcio Esteves		5066	43	103	146	5.52	13.23	18.76	10.28	0.08	1.42	52.64	4.19	20.31	3.2062	0.5318	1.0916	7.2553	1.4318	3.0111	1.5331	1.9073	2.0811



Apêndice E

R. Américo Vespúcio	9368	13	42	55	2.43	7.86	10.29	9.00	0.11	1.40	43.15	2.65	13.78	3.0000	0.5759	1.0878	6.5689	0.9758	2.6235	1.2487	1.6742	1.7909	
Travessa São Jacó	9372	6	31	37	1.85	9.56	11.41	9.64	0.15	1.05	47.73	1.77	8.88	3.1048	0.6223	1.0123	6.9087	0.5683	2.1834	1.1662	1.7583	1.8378	
Travessa Jundiáí	9371	14	35	49	4.44	11.10	15.54	8.32	0.18	2.18	98.02	2.18	10.25	2.8844	0.6514	1.2151	9.9005	0.7807	2.3272	1.4515	1.8252	1.9853	
Travessa Sul	9370	9	28	37	2.71	8.42	11.12	9.39	0.15	0.93	46.63	2.19	10.70	3.0643	0.6223	0.9820	6.8286	0.7857	2.3699	1.2825	1.7033	1.8262	
R. Martin Aranha	2503	9	7	16	2.45	1.90	4.35	1.19	0.16	1.18	55.50	0.90	5.02	1.0909	0.6325	1.0422	7.4498	#####	1.6130	1.2507	1.1745	1.4442	
R. Brigadeiro Oliveira Neri	RBON	2604	2	4	6	1.27	2.54	3.81	7.94	0.39	0.10	14.81	1.31	6.67	2.8178	0.7903	0.5623	3.8484	0.2706	1.8974	1.0618	1.2627	1.3974
	RBON	2609	2	2	4	2.06	2.06	4.12	13.52	0.77	0.05	12.09	1.26	5.01	3.6770	0.9367	0.4729	3.4771	0.2312	1.6118	1.1981	1.1981	1.4248
	RBON	2608	2	3	5	1.18	1.77	2.95	7.87	0.41	0.12	15.73	1.71	7.93	2.8054	0.8002	0.5886	3.9661	0.5380	2.0708	1.0425	1.1537	1.3108
R. Gal. João D. Marting	RGJDM	2603	2	5	7	1.16	2.90	4.06	5.44	0.33	0.12	9.99	1.77	9.35	2.3324	0.7579	0.5886	3.1607	0.5687	2.2349	1.0379	1.3051	1.4196
	RGJDM	2605	2	7	9	1.18	4.12	5.30	0.00	0.38	0.08	6.97	3.08	16.59	0.0000	0.7851	0.5318	2.6401	1.1254	2.8088	1.0417	1.4248	1.5172
R. Atanásio Belmonte	2573	2	7	9	2.34	8.20	10.54	0.00	0.89	0.29	52.65	1.33	6.91	0.0000	0.9713	0.7338	7.2560	0.2860	1.9334	1.2372	1.6923	1.8020	
R. Pedro Américo	8978	5	22	27	3.15	13.87	17.02	4.73	0.32	0.63	59.69	1.71	8.14	2.1749	0.7521	0.8909	7.7259	0.5380	2.0972	1.3324	1.9297	2.0310	

APÊNDICE F

Normalização logarítmica dos dados para transformação em regressão não-linear

(fonte: software MindKalk; PROCEMPA; Edom_OD; levantamento in loco; medidas do tecido urbano)

Identificação		Normalização logarítmica dos dados para transformação em regressão não-linear									
Rua/Avenida	Linha axial nº	Diversidade tipo-morfológica	Delimitação espacial	Densidade de edificações e dimensão do sistema de vias	Dependências das atividades	Distribuição dos caminhos alternativos GLOBAL	Distribuição dos caminhos alternativos LOCAL_R4	Movimento de Pedestres (100m/5min)	Movimento de Veículos (100m/5min)	Movimento de Pedestres e Veículos (100m/5min)	
Av. Sertório	9378	1.7800	-4.6052	1.1848	4.2071	1.7528	3.3118	2.5290	4.0923	4.2825	
Av. Cristóvão Colombo	ACC	2558	-0.3711	-2.1203	0.6419	4.0897	0.7969	2.4627	1.7664	3.9233	4.3026
	ACC	9369	2.0425	-2.3026	1.1314	4.2286	1.1345	2.7762	2.3495	5.0362	5.5573
Av. Assis Brasil	AAB Benjamin Constant	8975	2.4301	-1.9661	-0.0101	3.8656	1.2431	2.8376	2.4490	5.7197	6.2220
	AAB	9381	2.4723	-1.8971	0.9858	4.9462	1.8825	3.5298	4.9986	10.0894	11.2597
	AAB	2504	2.4973	-2.0402	1.1053	4.8730	1.8519	3.4603	4.5725	8.8547	9.9656
	AAB	2673	2.1471	-1.2730	0.7747	5.4052	0.7383	2.3843	4.0510	9.7232	10.5334
	AAB	2657	2.8948	-1.7720	0.9361	5.0407	1.5201	3.0696	4.0204	9.2464	10.0826
	AAB	2660	2.3312	-1.3863	0.6366	5.0793	1.6272	3.2585	4.3317	9.6548	10.5820

R. Visconde de Pelotas cont. Av. Assis Brasil		2524	1.4633	-2.0402	1.1632	5.2262	0.9173	2.5246	3.5884	3.0688	4.7216
R. Dom Pedro II	RDPII	8913	2.7350	-3.2189	1.9671	5.0629	1.3570	2.9943	3.2775	7.5690	8.2482
	RDPII	8949	2.2597	-2.8134	1.3481	4.6676	1.2793	2.9649	3.2111	7.1438	7.8323
Av. dos Industriários	AI	2508	1.0473	-2.4079	-0.4005	2.7537	1.7784	3.2497	3.9381	6.6651	7.7416
	AI	2613	0.4447	-1.5606	-1.2040	2.7924	1.2298	2.8210	1.6757	2.9024	3.3514
Av. Líbero Badaró cont. Av. Plínio Brasil Milano		2626	2.1054	-2.9957	1.1506	3.7276	1.5728	3.1449	2.5773	4.1230	4.8623
Av. Plínio Brasil Milano	APBM cont ALB	2676	-0.2357	-1.8326	0.1740	4.7683	0.7787	2.3074	2.9743	5.8774	6.5871
	APBM cont ALB	2661	-0.7765	-1.6607	0.0100	4.6487	1.3457	2.9283	2.8089	6.0551	6.6749
	APBM	8916	2.8009	-1.3863	0.1906	4.5550	0.7989	2.4327	2.8011	5.8310	6.4689
	APBM	8964	1.9006	-1.6607	0.4055	4.4718	1.2851	2.9553	2.7246	6.0688	6.6524
	APBM	9379	2.3618	-2.9957	2.0149	4.8587	2.0793	3.7054	5.1851	10.0271	11.2884
	APBM	8957	2.8848	-1.5141	0.3221	4.6495	1.2696	2.9097	6.1516	9.5893	11.3928
	APBM	2631	2.1199	-1.7720	0.6729	4.6247	0.7970	2.4027	3.7173	7.8543	8.6896
Av. Brasileiro Índio de Moraes	ABIM	2584	1.0367	-2.4079	-0.0408	3.2410	1.2435	2.8699	2.3419	5.3203	5.8129
	ABIM	2507	1.9257	-2.6593	0.1655	3.1991	2.2763	3.7455	3.3395	8.0657	8.7297
R. Dr. Eduardo Chartier		2540	1.6014	-3.2189	1.2947	3.6494	1.9459	3.5356	4.4992	6.7487	8.1110
R. Mal. José Inácio da Silva		2532	1.4929	-3.2189	-0.1744	2.5225	2.1124	3.7138	5.0145	6.4102	8.1385

R. Augusto Meyer		8961	1.5085	-2.1203	0.3293	4.1874	1.1481	2.8134	2.3376	5.6329	6.0987
R. José Scutari		2627	2.2492	-2.3026	0.2231	3.6174	0.7889	2.2726	1.6362	3.3399	3.7192
R. Azevedo Sodré		2630	2.2061	-2.3026	0.4762	3.9044	0.5654	2.0742	1.8157	3.4406	3.8903
R. Nova Prata		2607	0.0000	-1.6607	0.0000	0.0000	0.5654	2.2288	1.1803	1.5237	1.9274
Av. Tapiacú cont. R. São Gonçalo		2674	2.1883	-2.3026	-2.5257	0.7561	1.6733	3.2749	1.4686	4.2133	4.4619
R. Rio São Gonçalo	RRSG	2690	2.4257	-1.4271	-1.6607	2.9892	0.4640	2.1855	1.0864	2.3468	2.5860
	RRSG	2688	2.3495	-1.6607	-1.8326	3.0606	0.6903	2.1881	0.9934	2.4332	2.6282
R. Cacequi	RC	2517	0.5188	-1.3863	-2.4079	1.9330	1.0916	2.6222	1.6383	2.0065	2.5903
	RC	2677	1.9947	-1.9661	-1.6094	2.1424	1.2262	2.6998	1.1065	2.3211	2.5714
R. Onze de Agosto		9445	2.9585	-2.3026	0.2546	3.6694	0.5460	2.1924	1.5665	3.7358	4.0509
R. Dona Sebastiana		9444	2.9344	-2.5257	0.3988	4.1449	0.7094	2.2415	1.9474	4.5150	4.9171
R. Vinte e Cinco de Julho		9446	2.7906	-2.5257	0.4511	4.1176	1.1877	2.6820	2.4613	5.4154	5.9485
Av. Brino		5094	2.3273	-2.5257	0.0953	3.5331	1.0437	2.5096	1.9242	3.8997	4.3486
Av. Gal. Emílio Lúcio Esteves		5066	2.3302	-2.5257	0.3507	3.9635	1.4318	3.0111	2.3504	3.6377	4.3310
R. Américo Vespúcio		9368	2.1972	-2.2073	0.3365	3.7647	0.9758	2.6235	1.5593	2.8028	3.2074
Travessa São Jacó		9372	2.2659	-1.8971	0.0488	3.8656	0.5683	2.1834	1.3601	3.0916	3.3776
Travessa Jundiáí		9371	2.1187	-1.7148	0.7793	4.5852	0.7807	2.3272	2.1068	3.3312	3.9416
Travessa Sul		9370	2.2396	-1.8971	-0.0726	3.8422	0.7857	2.3699	1.6449	2.9013	3.3351
R. Martin Aranha		2503	0.1740	-1.8326	0.1655	4.0164	-0.1033	1.6130	1.5642	1.3795	2.0856
R. Brigadeiro Oliveira Neri	RBN	2604	2.0719	-0.9416	-2.3026	2.6953	0.2706	1.8974	1.1274	1.5944	1.9527
	RBN	2609	2.6042	-0.2614	-2.9957	2.4924	0.2312	1.6118	1.4355	1.4355	2.0302

R. Gal. João D. Marting	RGJDM	2603	1.6938	-1.1087	-2.1203	2.3016	0.5687	2.2349	1.0772	1.7033	2.0153
	RGJDM	2605	0.0000	-0.9676	-2.5257	1.9416	1.1254	2.8088	1.0852	2.0302	2.3020
R. Atanásio Belmonte		2573	0.0000	-0.1165	-1.2379	3.9637	0.2860	1.9334	1.5308	2.8638	3.2473
R. Pedro Américo		8978	1.5539	-1.1394	-0.4620	4.0892	0.5380	2.0972	1.7752	3.7236	4.1251



APÊNDICE G

Estatística das referências bibliográficas

Ano	Volumes	%
Década de 60 Século XX		
1961	01	0,5%
1965	01	0,5%
1966	01	0,5%
1968	01	0,5%
Total	04	2 %
Década de 70 século XX		
1971	03	1,5%
1972	01	0,5%
1973	05	2,6%
1974	01	0,5%
1975	02	1%
1976	01	0,5%
1977	02	1%
1978	02	1%
1979	03	1,5%
Total	20	10,47%
Década de 80 século XX		
1980	02	1%
1981	01	0,5%
1982	02	1%
1983	02	1%
1984	03	1,5%
1985	07	3,66%
1986	02	1%
1987	06	3,15%
1988	01	0,5%
1989	01	0,5%
Total	27	14,13%
Década de 90 século XX		
1990	02	1%
1991	05	2,6%
1992	03	1,5%
1993	06	3,15%
1994	10	5,23%
1995	05	2,6%
1996	04	2%
1997	13	6,80%
1998	03	1,5%
1999	03	1,5%
Total	54	28,27%
1ª Década século XXI		
2000	16	8,37%
2001	10	5,23%
2002	11	5,76%
2003	18	9,42%
2004	09	4,71%
2005	07	3,66%
2006	06	3,15%
2007	03	1,5%
2008	05	2,6%
2009	01	0,5%
Total	86	45,02%
Total de obras	191	100,00%
Tipo		
Livros	77	40,31 %
Periódicos	54	28,27 %
Sites	23	12,05 %
Anais – Simpósios – Conferências - Congressos	18	9,42 %
Dissertações	12	6,28 %
Teses	06	3,15 %
Monografia	01	0,52 %
Total	191	100 %
Publicações		
Internacionais	105	55,00%
Nacionais	86	45,00 %
Total	191	100%

(fonte: original do autor, 2010)