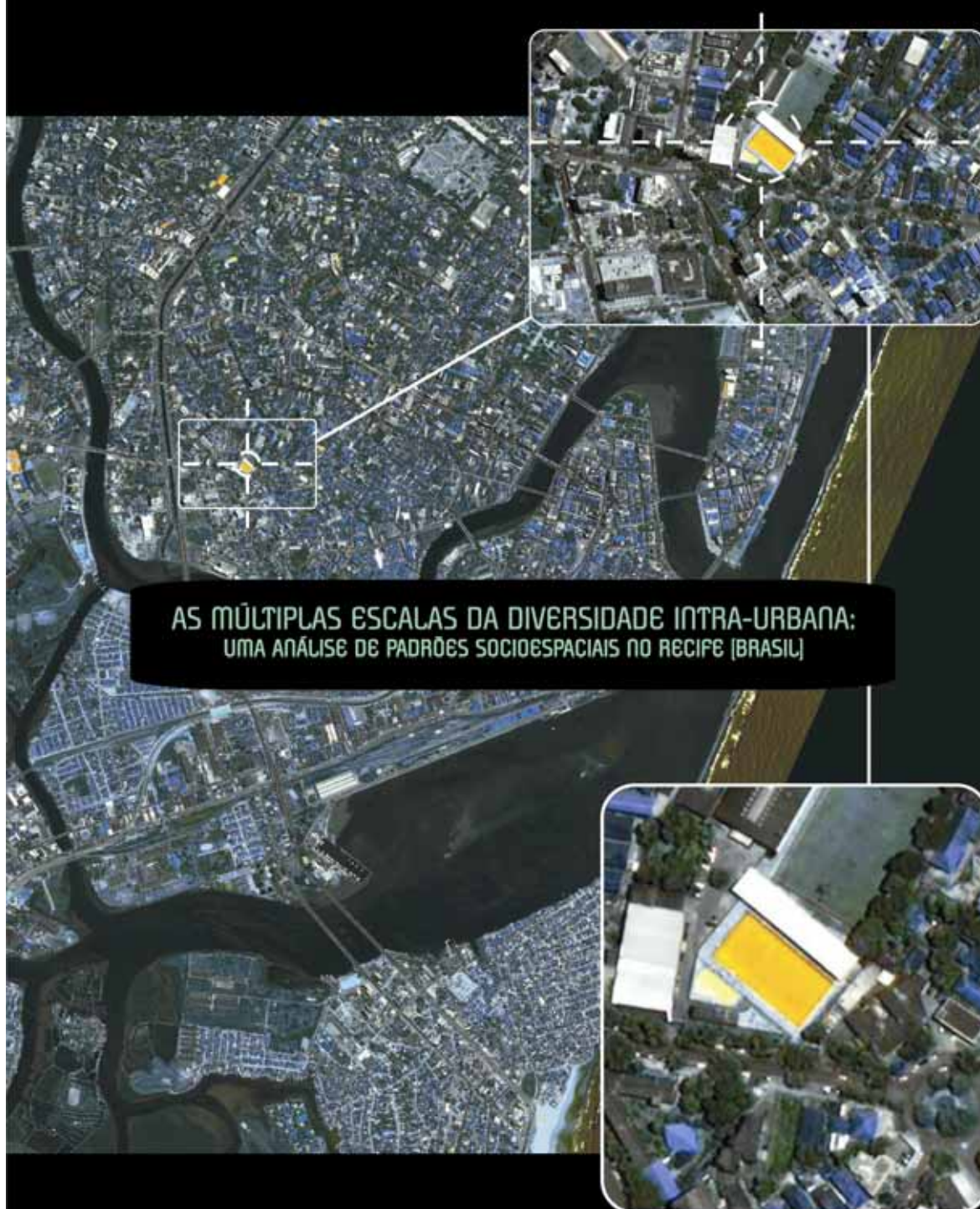


MAURO NORMANDO MACÊDO BARROS FILHO



AS MÚLTIPLAS ESCALAS DA DIVERSIDADE INTRA-URBANA:
UMA ANÁLISE DE PADRÕES SOCIOESPACIAIS NO RECIFE (BRASIL)

Recife
2006

MAURO NORMANDO MACÊDO BARROS FILHO

**AS MÚLTIPLAS ESCALAS DA DIVERSIDADE INTRA-URBANA:
UMA ANÁLISE DE PADRÕES SOCIOESPACIAIS NO RECIFE (BRASIL)**

Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano – MDU/UFPE, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Urbano.
Orientadora: Profa. Dra. Norma Lacerda.

**Recife
2006**

Barros Filho, Mauro Normando Macêdo

As múltiplas escalas da diversidade intra-urbana: uma análise de padrões socioespaciais no Recife (Brasil) / Mauro Normando Macêdo Barros Filho – Recife: O Autor, 2006.

296 folhas : il., quadros, fig., tab., gráf.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CAC. Desenvolvimento Urbano, 2006.

Inclui bibliografia.

1. Planejamento urbano. 2. Urbanismo. I.Título.

711.4

CDU (2.ed.)

UFPE

711.4

CDD (22.ed.)

CAC2006-21



Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

Ata de Defesa de Tese de Doutorado em Desenvolvimento Urbano do Doutorando MAURO NORMANDO MACÊDO BARROS FILHO.

Às 10.00 horas do dia 27 do mês de Novembro de 2006 reuniu-se na Sala de Aula do MDU da Universidade Federal de Pernambuco a Comissão Examinadora de Tese, aprovada pelo Colegiado do Curso em 17/10/2006, composta pelos seguintes professores: Norma Lacerda Gonçalves (orientadora), Jan Bitoun (examinador externo), Luiz Manoel do Eirado Amorim (examinador interno), Ana Lúcia Bezerra Candeias (examinadora externa), Fabiano José Arcádio Sobreira (examinador externo), para julgar, em exame final, o trabalho intitulado "As múltiplas escalas da diversidade intra-urbana: uma análise de padrões socioespaciais no Recife", requisito final para a obtenção do Grau de Doutor em Desenvolvimento Urbano. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Profª. Norma Lacerda Gonçalves, após dar conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Pelas indicações, o candidato foi considerado APROVADO. O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar eu Rebeca Júlia Melo Tavares lavrei a presente ata, que será assinada por mim e por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Recife, 27 de novembro 2006.

Profª. Norma Lacerda Gonçalves
Orientadora

Profª. Ana Lúcia Bezerra Candeias
(Examinadora Externa – Deptº de Cartografia - UFPE)

Prof. Jan Bitoun
(Examinador Externo – Programa de Pós Graduação
em Geografia - UFPE)

Prof. Fabiano José Arcádio Sobreira
(Examinador Externo – Centro Universitário de
Brasília - CEUB)

Prof. Luiz Manuel do Eirado Amorim
(Examinador Interno – Programa de Pós
Graduação em Desenvolvimento Urbano)

Rebeca Júlia Melo Tavares
Secretária do Programa

Mauro Normando Macêdo Barros Filho
Candidato

Caixa Postal 7119 Cidade Universitária – CEP: 50780-970 Recife/PE/Brasil
Tel: + (81) 2126.8311 Fax: + (81) 2126 8772
E-mail: mdu@ufpe.br - Home Page www.ufpe.br/mdu

A Banca reconhece a grande contribuição da
Tese para a área de desenvolvimento urbano,
anexando a disponibilização de um instrumento
metodológico em análise de georreferenciamento.

(Handwritten signatures of the examiners and secretary)

À minha esposa Martha, e às minhas filhas
Rafaela e Manuela.

AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas que direta e indiretamente contribuíram para esta tese. Para não cometer a injustiça de esquecer o nome de alguém, melhor seria citar apenas as entidades das quais fazem parte. Desse modo, agradeço aos colegas, funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU) do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, dos departamentos de Geografia, Engenharia Cartográfica e Física da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), da Prefeitura da Cidade do Recife (PCR), da Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife (FIDEM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do Departamento de Geografia da University of Southampton, do Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA) e do Departamento de Engenharia Geomática da University College London (UCL).

Agradeço a CAPES pela bolsa de auxílio financeiro para a pesquisa e estágio de doutorado que realizei na University College London, e à Faculdade de Ciências Humanas ESUDA pela ajuda de custo em diversos eventos científicos nacionais e internacionais de que participei. Agradeço também aos valiosos comentários, sugestões e perguntas de alunos, professores e revisores quando, ao longo deste período, tive a oportunidade de apresentar partes dessa tese, seja em aulas de graduação, em bancas de qualificação, em congressos, em conferências ou mesmo em conversas informais.

Dedico um agradecimento especial à minha orientadora professora Norma Lacerda a quem tive a oportunidade, desde o mestrado, de ouvir opiniões e aprender um pouco da sua larga experiência; ao co-orientador professor José Luiz Portugal, sempre atento às minhas dúvidas e inquietações; aos co-orientadores estrangeiros professores Paul Longley e Michael Batty pelos valiosos comentários e sugestões a este trabalho; e ao amigo e ex-colega de doutorado, Fabiano Sobreira, pelas discussões e artigos que publicamos juntos.

Antes de todos e acima de tudo, agradeço a Deus, sempre presente na minha vida, principalmente nos momentos mais difíceis, assim como aos meus pais, filhas e esposa pelo apoio, paciência e compreensão da minha ausência “física” nos finais de semana, feriados e viagens que realizei.

“As cidades, como os sonhos, são construídas por desejos e medos, ainda que o fio condutor de seu discurso seja secreto, que as suas regras sejam absurdas, as suas perspectivas enganosas, e que todas as coisas escondam uma outra coisa. (...) As cidades também acreditam ser obra da mente ou do acaso, mas nem um nem o outro bastam para sustentar as suas muralhas”.

(CALVINO, 1990, p.44)

RESUMO

A presente investigação objetiva apreender os efeitos da escala no entendimento da diversidade socioespacial intra-urbana. Para atender a esse objetivo, o trabalho foi decomposto em seis partes. Nas quatro primeiras, é desenvolvida uma abordagem teórica sobre modelos intra-urbanos, considerando-se seus princípios e métodos de manipulação de dados espaciais. Nas duas últimas, é realizada uma investigação empírica da diversidade socioespacial do Recife em diferentes períodos e escalas. Na primeira parte, procuram-se abordar os principais modelos intra-urbanos que vêm sendo utilizados para descrever padrões socioespaciais considerando-se apenas uma única escala de análise. Na segunda, buscam-se investigar os métodos que vêm sendo aplicados para a representação da estrutura intra-urbana. Na terceira, abordam-se métodos de análise de dados espaciais baseados nas hipóteses de autocorrelação da geoestatística e auto-similaridade da teoria dos fractais. Na quarta, analisam-se modelos intra-urbanos multiescalares baseados na hipótese de auto-organização espacial. Na quinta, realiza-se um resgate histórico das principais ações, intenções e informações adotadas no intuito de controlar e compreender a diversidade socioespacial do Recife. Na sexta e última parte, demonstra-se como essa diversidade pode ser apreendida em múltiplas escalas a partir da construção de uma metodologia com o uso de dados censitários e imagens de satélite. A recomposição dos aportes desenvolvidos em cada uma dessas partes permite concluir que os padrões sociais do Recife são espacialmente dependentes e se manifestam em múltiplas escalas, ocorrendo uma tendência de as áreas com melhores condições de habitabilidade da cidade ficarem menores e mais agrupadas, quando analisadas em uma única escala, e mais dispersas, quando analisadas em escalas maiores.

Palavras-chaves: múltiplas escalas, diversidade intra-urbana, padrões socioespaciais.

ABSTRACT

The present investigation is aimed at learning the effects of scale upon understanding intra-urban sociospatial diversity. In order to attain this objective, the study was broken down into six parts. In the first four, a theoretical approach towards intra-urban models is developed, considering their principles and methods of manipulating spatial data. In the last two, an empirical investigation of the sociospatial diversity of the city of Recife is carried out at different periods and on different scales. In the first part, we seek to address the main intra-urban models that have been used to describe sociospatial patterns considering a single scale of analysis. In the second, we seek to investigate the methods that have been applied for the representation of intra-urban structure. In the third, methods of spatial data analysis are adopted that are based on the hypotheses of self-correlation of geostatistics and self-similarity to the fractal theory. In the fourth, multiscale intra-urban models based on the hypothesis of spatial self-organization are analysed. In the fifth, an historical background to the main actions, plans and information adopted with the aim of controlling and understanding Recife's sociospatial diversity is studied. In the sixth and final part, we demonstrate how this diversity may be learnt on various scales from the development of a methodology using census data and satellite images. The recomposition of the input developed in each of these parts permits the conclusion that the Recife's social patterns are spatially dependent and manifested on many scales, there being a tendency for areas with better living conditions in the city to remain smaller and more grouped when analysed on a single scale, and more disperse, when analysed on larger scales.

Keywords: multiple scales, intra-urban diversity, sociospatial patterns.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1	Modelo de Kohl	32
Figura 2	Modelo de Burgess	40
Figura 3	Modelo de Hoyt	44
Figura 4	Modelo de Griffin e Ford	46
Figura 5	Modelo de Harris e Ullman	48
Figura 6	Modelo das Células Descontínuas	59
Figura 7	Exemplo de uma divisão regional hipotética	72
Figura 8	Relação entre SIG, CC, SGBD, SR e CAD	75
Figura 9	Exemplo de geocodificação dos atributos em dados espaciais	77
Figura 10	Exemplo de métodos de manipulação de matrizes	80
Figura 11	Imagens de uma mesma área urbana na faixa espectral do visível e na faixa espectral do infra-vermelho próximo	84
Figura 12	Imagens de uma mesma área urbana com 20 m e 0,70 m de resolução espacial	86
Figura 13	Imagens de uma mesma área urbana com 2 e 256 níveis de cinza	87
Figura 14	Imagens de uma mesma área urbana sem realce e com realce	88
Figura 15	Imagens de uma mesma área urbana submetidas a uma binarização com limiares de 25%, 50% e 75% de píxeis pretos	89
Figura 16	Exemplo da técnica de convolução	90
Figura 17	Imagens de uma mesma área urbana sem filtragem, após filtragem passa-baixa e após filtragem passa-alta	91
Figura 18	Imagens de uma mesma área urbana modificada em extensão e em granulação	94
Figura 19	Imagens de áreas urbanas com sombras de edificações altas e de nuvens	97
Figura 20	Diferentes modos de delimitação de unidades espaciais censitárias	99
Figura 21	Mapas coropléticos obtidos pelos métodos de classificação por quantil, áreas iguais e Quebra Natural	101
Figura 22	Exemplo do cartograma de Dorling	102

Figura 23	Mapas do IDH agregado em diferentes unidades espaciais do Recife pelo método do quantil	105
Figura 24	Resultados obtidos a partir da rasterização e da interpolação de mapa vetorial	107
Figura 25	Polígonos de Thiessen e triangulação de Delaunay	115
Figura 26	Exemplo de estimação do valor em um ponto não amostrado	115
Figura 27	Superfícies geradas a partir da interpolação da variável número de domicílios, utilizando Kernel com diferentes raios de busca τ	116
Figura 28	Exemplo de decomposição de semivariograma em quatro semivariogramas para modelagem de anisotropia	126
Figura 29	Exemplo do uso de densidade para caracterizar a forma urbana	132
Figura 30	Imagens com padrão de textura do tipo agrupado, regular, fractal e randômico, com mesma densidade	133
Figura 31	Duas versões dos métodos baseados em caixas fixas de tamanhos iguais	134
Figura 32	Exemplo do método de grade com caixas de tamanho r de 3 e 9 píxeis	136
Figura 33	Carpete de Sierpinski em quatro etapas de iteração	139
Figura 34	Exemplo de método baseado em caixas móveis com dois tamanhos de caixas	141
Figura 35	Imagens do padrão agrupado original e do mesmo padrão invertido e deslocado, com mesma dimensão fractal	148
Figura 36	Padrões de textura de áreas urbanas em Budapeste, Amsterdam e San Diego	149
Figura 37	Padrões de textura de três áreas urbanas em Campinas (SP)	150
Figura 38	Padrões estáveis gerados no <i>software</i> Starlogo, resultantes de movimentos de células pertencentes a dois grupos heterogêneos	160
Figura 39	Exemplo do programa Sugarscape implementado no <i>software</i> Starlogo	164
Figura 40	Exemplo do programa Pandemonium de Oliver Selfridge	169
Figura 41	Simulação do modelo de Bonnefoy (2001) após 20, 40 e 200 iterações	175
Figura 42	Cais do Arsenal da Marinha em 1865	179

Figura 43	Mapa do Recife de 1870, produzido pelo engenheiro José Tibúrcio Pereira de Magalhães	181
Figura 44	Mapa das ZEIS do Recife	193
Figura 45	Mapas cadastrais do Beco do Esparadapo em 1988 e 1996	194
Figura 46	Fotografias aéreas da área atualmente ocupada pela ZEIS Torrões em 1975, 1983 e 1997	194
Figura 47	Padrões de Habitabilidade nos setores censitários total e parcialmente contidos na ZEIS Torrões em 1991	199
Figura 48	Perspectiva do Recife e Villa de Olinda de João Teixeira Albernaz	214
Figura 49	Gravura de Gillis Peeters	214
Figura 50	Trecho do “Panorama de Pernambuco” (1810-1840)	216
Figura 51	Mapa do Recife em 1932	218
Figura 52	Fotografia aérea do Recife realizada em 1975	221
Figura 53	Imagens do Recife em diferentes escalas obtidas do Google Earth	229
Figura 54	Mapa dos setores censitários do Recife classificados em 5 intervalos de tamanhos e mapa das áreas pobres, do sistema viário e da hidrografia principal do Recife	239
Figura 55	Setor censitário do IBGE no bairro do Pina, Recife	240
Figura 56	Mapas dos setores censitários 2000 do Recife e de seus respectivos centróides utilizados como amostras no método geoestatístico	253
Figura 57	Eixos de anisotropia dos valores do IH	254
Figura 58	Valores do IH interpolados por Krigagem Ordinária	257
Figura 59	Variância dos valores do IH interpolados por Krigagem Ordinária	258
Figura 60	Mapa interpolado e mapa original dos setores censitários classificados em 5 intervalos do IH pelo método de Quebra Natural ..	259
Figura 61	Representação tridimensional da superfície interpolada	260
Figura 62	Imagens binárias geradas das seis fatias consideradas na análise da dimensão fractal	262
Figura 63	Imagens das classes do IH utilizadas na análise de lacunaridade	265
Figura 64	Imagens binárias de 250 x 250 m das áreas com melhores condições de habitabilidade	270
Figura 65	Imagens binárias de 250 x 250 m das áreas com piores condições de habitabilidade	271

GRÁFICOS

Gráfico 1	Renda versus distância ao centro da fazenda	33
Gráfico 2	Frequências de níveis de cinza em uma linha de imagem hipotética ...	89
Gráfico 3	Decomposição das frequências de níveis de cinza do gráfico 2	89
Gráfico 4	Componentes estrutural, estocástico e ruído, em duas combinações de variação espacial	119
Gráfico 5	Amostragem em duas dimensões	119
Gráfico 6	Exemplo de semivariograma experimental	121
Gráfico 7	Parâmetros para o cálculo do semivariograma	122
Gráfico 8	Modelos teóricos transitivos de semivariograma	124
Gráfico 9	Modelos teóricos não transitivos de semivariograma	124
Gráfico 10	Representação gráfica de um modelo aninhado	124
Gráfico 11	Exemplo de diagrama de rosa	125
Gráfico 12	Gráfico logarítmico obtido pelo método de contagem de caixas de cada padrão da figura 30	136
Gráfico 13	Curvas de lacunaridade dos padrões espaciais da figura 30	146
Gráfico 14	Curvas de lacunaridade dos padrões espaciais da figura 35	148
Gráfico 15	Curvas de lacunaridade das três imagens da figura 36	150
Gráfico 16	Curvas de lacunaridade das três imagens da figura 37	151
Gráfico 17	Densidade construída (m^2/ha) nas microrregiões do Recife até 1982, e entre 1983 e 2000	195
Gráfico 18	Histograma do índice RENDA	248
Gráfico 19	Histograma do índice EDUCA	248
Gráfico 20	Histograma do índice LONGE	248
Gráfico 21	Histograma do IP	248
Gráfico 22	Histograma do índice SANEA	250
Gráfico 23	Histograma do índice TIPO	250
Gráfico 24	Histograma do índice OCUPA	250
Gráfico 25	Histograma do ID	250
Gráfico 26	Espalhamento dos valores do IP e do ID	251
Gráfico 27	Histograma do IH	251
Gráfico 28	Probabilidade dos valores do IH a uma distribuição gaussiana	252
Gráfico 29	Semivariogramas experimentais nas direções 173 e 263 graus	254

Gráfico 30	Decomposição dos semivariogramas direcionais ajustados	255
Gráfico 31	Espalhamento dos valores observados e estimados no modelo teórico do semivariograma	256
Gráfico 32	Curvas geradas pelo método de contagem de caixas na estimação de <i>D</i> nas imagens analisadas	263
Gráfico 33	Curvas de lacunaridade obtidas das 6 fatias analisadas	266
Gráfico 34	Curvas de lacunaridade de 6 imagens selecionadas	273

QUADROS

Quadro 1	Variáveis utilizadas na composição do Índice RENDA	242
Quadro 2	Variáveis utilizadas na composição do Índice EDUCA	243
Quadro 3	Variáveis utilizadas na composição do Índice LONGE	244
Quadro 4	Variáveis utilizadas na composição do Índice SANEA	245
Quadro 5	Variáveis utilizadas na composição do Índice TIPO	246
Quadro 6	Variáveis utilizadas na composição do Índice OCUPA	247

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores de densidade dos padrões da figura 30 obtidos pelo método baseado em caixas fixas de tamanhos iguais	135
Tabela 2	Dimensões fractais dos padrões da figura 30	140
Tabela 3	Valores do metro quadrado de construção em Boa Viagem	197
Tabela 4	Estatísticas descritivas da área, população e número de domicílios nos setores censitários do Recife em 2000	238
Tabela 5	Estatísticas descritivas dos índices populacionais	247
Tabela 6	Estatísticas descritivas dos índices domiciliares	249
Tabela 7	Estatísticas descritivas do IH	251
Tabela 8	Parâmetros de ajuste dos semivariogramas direcionais	255
Tabela 9	Fatias e intervalos do IH do Recife	261
Tabela 10	Dimensões fractais obtidas nas seis fatias analisadas	263
Tabela 11	Valores de IH e L_m obtidos das 30 imagens selecionadas	272

LISTA DE SIGLAS

ADEMI/PE	Associação de Empresas do Mercado Imobiliário de Pernambuco
AGUA	Índice de Abastecimento de Água
AVIRIS	<i>Airbone Visible Infrared Imaging Spectrometer</i>
ARU	Área de Reestruturação Urbana
AZP	<i>Automatic Zoning Procedure</i>
BNH	Banco Nacional de Habitação
BLUE	<i>Best Linear Unbiased Estimated</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CC	Cartografia Computadorizada
CBD	<i>Central Bussiness District</i>
CCD	<i>Charge-Couple Divice</i>
COHAB	Companhia de Habitação
CDRU	Concessão de Direito Real de Uso
CDUR	Conselho de Desenvolvimento Urbano
CELNE	Comissão Especial de Levantamento do Nordeste
CONDEPE	Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco
DEN	Destacamento Especial do Nordeste
DTI	Departamento de Tributos Imobiliário
EDUCA	Índice de Educação
EMPREL	Empresa de Processamento de Dados do Recife
ESGOTO	Índice de Destino de Esgotos
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
FAB	Força Aérea Brasileira
FICAM	Financiamento da Construção, Conclusão e Ampliação ou Melhoria de Habitação de Interesse Social
FACS	<i>Free Agents on Cellular Space</i>
FIDEM	Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
GERIS	<i>Geophysical and Environmental Research Spectrometer</i>
GTZ	<i>Geselschat für Technische Zusanenarbeit</i>
HRV	<i>High Resolution Visible</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
ID	Indicador Domiciliar
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IFOV	<i>Instantaneous Field Of View</i>
IH	Indicador de Habitabilidade
IP	Indicador Populacional
IPTU	Imposto Predial Territorial Urbano
LATI	Linha Aérea Transcontinental Italiana
LIXO	Índice de Destino do Lixo
LONGE	Índice de Longevidade
LUOS	Lei de Uso e Ocupação do Solo
MRPA	Microrregião Político-Administrativa
MAUP	<i>Modifiable Area Units Problem</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação
MSS	<i>Multispectral Scanning Systems</i>
MUB	Mapa Urbano Básico
NASA	Agência Espacial Norte-Americana
OCUPA	Índice de Condições de Ocupação
ONG	Organização Não-Governamental
PCR	Prefeitura da Cidade do Recife
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPCC	<i>Probability Plot Correlation Coefficient</i>
PREZEIS	Plano de Regularização das ZEIS
PDI	Processamento Digital de Imagens
PROMORAR	Programa de Erradicação de Sub-habitação
PROFILURB	Programa de Financiamento de Lotes Urbanizados
RBV	<i>Return Bean Vidicon</i>
RENDA	Índice de Renda
RMR	Região Metropolitana do Recife
RPA	Região Político-Administrativa
SANEA	Índice de Saneamento
Sefin	Secretaria de Finanças
SR	Sensoriamento Remoto

SBPE	Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo
SEAS	Setor Especial de Aglomerado Subnormal
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SFH	Sistema Financeiro de Habitação
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SIM	Sistema de Informações Metropolitana
SIMA	Sistema Municipal de Informações para o Meio Ambiente
SGEx	Serviço Geográfico do Exército
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
SRU	Setor de Reestruturação Urbana
SYMAP	<i>Synagraphic MAPping system</i>
TIPO	Índice de Tipologia Domiciliar
TM	<i>Thematic Mapper</i>
TSN	Taxa de Solo Natural
UDH	Unidades de Desenvolvimento Humano
UER	Unidade Espacial de Referência
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
URB/Recife	Empresa de Urbanização do Recife
UTM	Universal Transversa de Mercator
ZEIS	Zona Especial de Interesse Social
ZEP	Zona Especial de Proteção
ZR6	Zona Residencial de Alta Densidade
ZR3	Zona Residencial de Média Densidade
ZUP	Zona de Urbanização Preferencial
ZUM	Zona de Urbanização de Morros
ZUR	Zona de Urbanização Restrita
ZDE	Zona de Diretrizes Específicas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
1 MODELOS INTRA-URBANOS MONOESCALARES	29
1.1 CIDADE DOS ANÉIS	31
1.1.1 Centralização dos grupos de alta renda	31
1.1.2. Descentralização dos grupos de alta renda	37
1.2 CIDADE DOS SETORES	43
1.3 CIDADE DOS MÚLTIPLOS NÚCLEOS	47
1.4 CIDADE SEGREGADA	51
1.5 CIDADE DAS CÉLULAS DESCONTÍNUAS	58
1.5.1 Frações de classes sociais	63
1.5.2 Rugosidades espaciais	64
1.5.3 Territórios-rede	65
2 MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA INTRA-URBANA ...	70
2.1 CIDADE COMO UM MOSAICO SOCIAL	71
2.2 CIDADE COMO UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	74
2.2.1 Conceitos e aplicações de SIG	74
2.2.2 Modelo de representação de dados no SIG	76
2.2.2.1 Modelos discreto e contínuo	77
2.2.2.2 Estruturas vetorial e matricial	79
2.3. CIDADE COMO UMA IMAGEM DIGITAL	81
2.3.1 Princípios básicos de Sensoriamento Remoto	82
2.3.2 Processamento Digital de Imagens	87
2.3.2.1 Realce de imagens	87
2.3.2.2 Classificação de imagens	91
2.3.3 Imagens orbitais de áreas urbanas	94
2.4 DO MOSAICO À SUPERFÍCIE SOCIAL	98
2.4.1 Problema das classificações	99
2.4.2 Problema dos polígonos irregulares	101
2.4.3 Problema das Unidades de Áreas Modificáveis	103
3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE PADRÕES INTRA-URBANOS	110
3.1 ANÁLISE DE PADRÕES ESPACIAIS EM SUPERFÍCIES SOCIAIS	112
3.1.1 Métodos determinísticos	113

3.1.2 Métodos geoestatísticos	117
3.2 ANÁLISE DE TEXTURA EM IMAGENS DIGITAIS	130
3.2.1 Fractais	138
3.2.2 Lacunaridade	142
4 MODELOS INTRA-URBANOS MULTIESCALARES	153
4.1 DO EQUILÍBRIO À INSTABILIDADE: INTEGRANDO ESCALAS LOCAIS E GLOBAIS	154
4.2 MODELO DE SCHELLING	157
4.3 SOCIEDADES ARTIFICIAIS DE EPSTEIN E AXTELL	162
4.4 MODELOS BASEADOS EM AGENTES COGNITIVOS	168
5 ANÁLISE TEMPORAL DA DIVERSIDADE DO RECIFE	177
5.1 DIVERSIDADE E AÇÕES	177
5.1.1 Condições iniciais da diversidade	178
5.1.2 Negação da diversidade	185
5.1.3 Aceitação da diversidade	190
5.2 DIVERSIDADE E INTENÇÕES	200
5.2.1 Recife, uma cidade higiênica e moderna	201
5.2.2 Recife, uma cidade diversa e conectada	206
5.3 DIVERSIDADE E INFORMAÇÕES	212
5.3.1 Recife em nanquim, aquarela e fotografia	213
5.3.2 Recife, uma cidade digital georreferenciada	219
6 ANÁLISE ESPACIAL DA DIVERSIDADE DO RECIFE	234
6.1 CENSO DEMOGRÁFICO 2000 E SETORES CENSITÁRIOS DO RECIFE	235
6.2 CONSTRUÇÃO DE INDICADOR DE HABITABILIDADE	240
6.3 EXPLORANDO OS ÍNDICES DE HABITABILIDADE DO RECIFE	247
6.4 SUPERFÍCIE SOCIAL DO RECIFE	252
6.5 TEXTURAS DOS PADRÕES SOCIAIS DO RECIFE	260
6.6 TEXTURAS DOS PADRÕES MORFOLÓGICOS DO RECIFE	260
CONSIDERAÇÕES FINAIS	277
REFERÊNCIAS	281

INTRODUÇÃO

Os objetos do mundo real apresentam dimensões e frequências infinitas. Quanto mais próximo são observados, mais detalhes são identificados, mais se tornam diversos, heterogêneos, descontínuos e instáveis. Tais evidências têm sido mais nítidas com a descoberta e aperfeiçoamento de instrumentos que ampliam a capacidade de observação do olho humano, como o microscópio, o telescópio e os satélites de sensoriamento remoto.

O espaço intra-urbano pode ser compreendido como o espaço composto por objetos cujas dimensões são menores que o tamanho de um aglomerado classificado como urbano e, apesar de complexo, apresenta certa lógica ou estrutura, uma coerente relação entre os diversos elementos que o compõem. Esses elementos podem ser distinguidos em físicos e sociais. Os primeiros constituem o ambiente natural (não-construído) e artificial (construído) do espaço intra-urbano. Os segundo são as pessoas que ocupam esse espaço.

Os elementos físicos e sociais da estrutura intra-urbana estão intrinsecamente inter-relacionados. Pessoas (individualmente ou em grupo) produzem e modificam o ambiente, assim como o ambiente condiciona e modifica o comportamento (ações) das pessoas. Com a interação social, o comportamento das pessoas no ambiente pode influenciar ou ser influenciado pelo comportamento de outras, gerando ações coletivas repetitivas que, ao deixarem “marcas” no ambiente, produzem padrões socioespaciais.

A análise, compreensão ou descrição da complexa estrutura intra-urbana requerem a construção de um modelo, uma simplificação da mesma, de modo que apenas seus elementos e relações julgados mais relevantes sejam representados, ou seja, requerem a escolha e manipulação de escalas, recortes espaciais e temporais que definem o limite de observação ou de representação dessa estrutura e afetam suas análises e compreensões subseqüentes.

A escala é um “mecanismo de representação/ distorção da realidade” (SANTOS, 1991, p. 65), um “esquecimento coerente” (RACINE; RAFFESTIN; RUFFY, 1983, p. 127). Implica uma decisão sobre o grau de pormenorização da representação da realidade. A escolha e manipulação de escalas são definidas tanto pelo que se deseja ou se quer representar, como

em função dos dados e métodos disponíveis ou das limitações dos recursos e custos para o levantamento e a manipulação de dados.

Apesar de seu amplo uso, as escalas consideradas em modelos de estrutura intra-urbana são, muitas vezes, não-explicítas, arbitrárias ou aleatórias. Outro problema é que existem diversos conceitos de escala. A escala pode ser espacial ou temporal. A primeira está relacionada com o tamanho de um objeto, e a segunda com a sua frequência. A própria noção de escala é diversa entre os campos disciplinares e o simples fato de afirmar que um elemento tem escala maior que outro pode gerar muita confusão.

A escala cartográfica, por exemplo, é definida como a razão matemática entre as dimensões de representação e real de um objeto. Quanto maior for a dimensão real de um objeto, menor será a sua escala. No entanto, para outras disciplinas como a Ecologia e a Economia, o conceito de escala está relacionado com a extensão em que um objeto ou fenômeno é observado, sendo inversa a relação entre as suas dimensões de representação e real: quanto maior for a dimensão real de um objeto, maior será a sua escala.

Para a Teoria dos Fractais, entretanto, a dimensão real de um objeto é sempre relativa, pois depende do instrumento de medida utilizado. Com isso, o conceito de escala fica relacionado com o espaçamento entre medições adjacentes realizadas sobre um determinado objeto ou padrão espacial, e com as noções de “granulação” ou “resolução espacial” de uma imagem. Quanto menor for o tamanho da unidade de medida considerada (ou de um píxel em uma imagem), maior será a escala do objeto analisado.

Nesta tese, o termo “escala” está, em geral, relacionado com o conceito de escala espacial. Quando esse termo é acompanhado dos adjetivos “maior”, “menor”, “grande” ou “pequena” fica associado ao conceito de escala cartográfica. Contudo, quando o mesmo é acompanhado das palavras “global”, “local”, “macro” ou “micro”, ou quando se refere aos espaços intra-urbano ou metropolitano, seu conceito fica associado à idéia de extensão geográfica, que também está relacionada com o termo “distância”. Nos métodos e nas análises multiescalares realizadas, o termo “escala” adquire o significado de “resolução espacial”. Nessas análises, espaços intra-urbanos com a mesma extensão geográfica, mas com diferentes escalas de mensuração (resoluções espaciais) são comparados entre si.

Devido ao desprezo ou desconhecimento da importância da escala e de seus efeitos, muitos modelos de estrutura intra-urbanos se restringem ao considerar, exclusivamente, uma única escala. Com isso, são incapazes de detectar fenômenos mais abrangentes que ocorrem simultaneamente em diversas escalas.

Além disso, muitos modelos atuais estão baseados na falsa premissa de que a estrutura intra-urbana é representada de modo mais preciso e fiel quanto maior a escala considerada, ou de que uma redução de escala (generalização cartográfica) sempre provoca uma perda de informação. No entanto, uma maior quantidade de detalhes não necessariamente significa uma melhor precisão. Na verdade, alguns fenômenos intra-urbanos só são compreendidos quando representados e analisados em escalas menores.

Dentre as principais razões desses problemas, destacam-se: (i) a falta de reconhecimento da importância do espaço na análise dos fenômenos intra-urbanos; (ii) a ausência de métodos e modelos efetivos para o estudo dos padrões e processos espaciais; e (iii) a limitação dos dados e dos recursos computacionais disponíveis. A análise espacial de sistemas complexos como a cidade requer uma capacidade de processamento, visualização e armazenamento de dados bastante elevada, o que seria inviável sem o auxílio de ferramentas computacionais.

Padrões intra-urbanos podem variar, significativamente, em função da escala utilizada. A distribuição espacial dos elementos de uma estrutura intra-urbana é sempre bastante relativa. Um padrão classificado como homogêneo ou uniforme, em uma determinada escala, pode ser heterogêneo ou concentrado, em outra. Não existe uma escala que possa ser considerada como a mais apropriada ou a mais precisa para caracterizá-lo. Em cada escala, os elementos da estrutura intra-urbana apresentam características próprias. Quando esses elementos são agregados em níveis superiores, adquirem novas características que não podem ser explicadas pela simples soma de suas propriedades em níveis inferiores.

Considerando esse contexto, a investigação proposta tem como objetivo principal apreender os efeitos da escala no entendimento da diversidade socioespacial intra-urbana, tendo como universo empírico de análise a cidade do Recife.

O Recife foi escolhido não somente pela viabilidade de pesquisa, mas também por ser uma cidade com alto índice de desigualdade social. O Recife pertence a um país que se posiciona

como uma das maiores economias do mundo, mas apresenta índices de desigualdade social comparáveis a países africanos, tais como a Namíbia, a Botsuana e a Serra Leoa. Nos anos 1991 e 2000, o Recife se situou como a capital brasileira com maior desigualdade de renda. Entre esses dois anos, o índice Gini¹ do município cresceu de 0,67 para 0,68. A capital pernambucana também se destaca dos outros municípios da região metropolitana pela alta desigualdade social e concentração de riqueza, com valores relativamente altos de renda, mas muito inferiores de longevidade e de educação (BITOUN, 2005).

Derivando-se do objetivo principal, foram elencados outros que serviram de guia no decorrer do trabalho: identificar e analisar (i) os principais modelos que vêm sendo utilizados para explicar a estrutura intra-urbana; (ii) os principais modelos de representação de dados sobre o espaço intra-urbano, considerando-se os atuais avanços da informática e das geotecnologias, (iii) os principais métodos de análise de dados espaciais e as hipóteses em que os mesmos estão baseados; (iv) os principais modelos computacionais de simulação utilizados para explorar a dinâmica intra-urbana em múltiplas escalas; (v) as principais ações, intenções e informações utilizadas na tentativa de compreender, manipular, controlar a diversidade intra-urbana do Recife; e, finalmente, (vi) demonstrar, a partir da construção de uma metodologia com dados censitários e imagens de satélite, como uma análise em múltiplas escalas pode oferecer uma melhor compreensão dos padrões intra-urbanos do Recife.

Diante dos objetivos acima mencionados, a organização proposta para o desenvolvimento desta tese está dividida em duas partes: uma teórica e outra empírica. A parte teórica compreende os quatro primeiros capítulos da tese.

No primeiro capítulo são descritos alguns dos principais modelos que vêm sendo formulados para explicar o padrão espacial e a dinâmica dos deslocamentos de diferentes grupos sociais dentro das cidades. Esses modelos são denominados de monoescalares, por explicarem a estrutura intra-urbana considerando apenas uma única escala.

Desde meados do século XIX, muitas metrópoles vêm sendo compreendidas como estruturas altamente segregadas, e são representadas como mosaicos compostos por grandes regiões

¹ O índice Gini mede a desigualdade de renda e varia entre 0 e 1. O valor 0 significa que todas as pessoas têm a mesma renda, e o valor 1 que uma só pessoa detém a renda de toda a sociedade.

socialmente homogêneas, hierarquicamente separadas entre si. Apesar das reformulações nas mudanças dos deslocamentos espaciais de grupos sociais no espaço intra-urbano, o modelo de cidade segregada ainda hoje persiste, sendo, explícita ou implicitamente, considerado até mesmo por correntes antagônicas de pensamento.

Diversos estudos recentes têm apontado alterações nos padrões intra-urbanos, nas últimas décadas. Segundo esses estudos, vem ocorrendo uma nova dinâmica imobiliária, com o surgimento, de um lado, de enclaves residenciais de alta renda, protegidos por muros e tecnologias de segurança em áreas periféricas, predominantemente ocupadas pela população mais pobre, e, de outro, a consolidação e adensamento de favelas em áreas centrais, altamente valorizadas. Essa nova dinâmica vem provocando, ao mesmo tempo, a diminuição da distância física e o aumento da distância social entre os grupos sociais.

No entanto, será que está realmente ocorrendo uma mudança na escala dos padrões intra-urbanos? Ou será que as cidades estão sendo observadas, representadas e analisadas em outra escala? A hipótese de ocorrer uma fragmentação e dispersão espacial dos padrões sociais na cidade está, muitas vezes, relacionada com a maior disponibilidade, nos últimos anos, de dados desagregados em unidades espaciais e intervalos temporais menores.

Considerando esta última hipótese, o segundo capítulo faz uma investigação das principais técnicas de representação de dados utilizadas nos modelos de estrutura intra-urbana. Verifica-se que, desde a década de 1920, técnicas de manipulação de dados censitários são utilizadas na análise de padrões intra-urbanos. Essas técnicas começam a se difundir na década de 1960, com o surgimento dos computadores, ocorrendo uma revolução quantitativa nas ciências sociais.

Nas últimas décadas, com o desenvolvimento e a difusão das geotecnologias, ampliam-se as possibilidades de representação e análise da estrutura intra-urbana. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) possibilitam a integração e a manipulação de dados provenientes de diversas fontes, em diferentes formatos e escalas. As imagens de sensoriamento remoto alcançam resoluções cada vez maiores. Desenvolvem-se inúmeras técnicas de processamento digital que buscam ampliar a capacidade de detectar, realçar e discriminar objetos em imagens digitais.

Apesar desses avanços, muitos dados espaciais continuam sendo indevidamente manipulados em diversas escalas. Resultados ou informações obtidos em uma escala são transferidos ou extrapolados para outra escala, propagando erros e gerando conclusões distorcidas sobre os fenômenos investigados.

Paralelamente à difusão de novas técnicas e modelos de representação de dados, surgem diversos métodos desenvolvidos por diferentes campos disciplinares para a análise de dados espaciais em múltiplas escalas. Diante desse contexto, o terceiro capítulo investiga métodos baseados nas hipóteses de auto-correlação espacial e de auto-similaridade. A primeira assume que observações próximas no espaço apresentam valores mais semelhantes que observações mais afastadas. A segunda assume que os padrões espaciais apresentam características fractais, ou seja, possuem um certo grau de semelhança em sua forma quando observados em diferentes escalas.

Com base nessas duas hipóteses, o terceiro capítulo é dividido em duas partes. Na primeira são apresentados métodos determinísticos e geoestatísticos de interpolação baseados na hipótese de auto-correlação espacial que estimam valores em locais não-amostrados, permitindo uma representação contínua do espaço geográfico. Na segunda são abordados métodos baseados na hipótese de auto-similaridade que permitem descrever padrões de textura em imagens digitais. Dentre esses, são enfatizados os métodos de contagem de caixas utilizados para medir a dimensão fractal, e os métodos de caixas deslizantes que estimam a lacunaridade dos padrões espaciais.

Com o desenvolvimento dos modelos de representação e dos métodos de análise de dados espaciais, reconhece-se que a estrutura intra-urbana é, por natureza, muito complexa para ser representada e analisada em uma única escala, e que, para compreendê-la, é necessário reformular os próprios princípios em que estão baseados os modelos intra-urbanos.

Os modelos intra-urbanos passam a ser mais bem compreendidos como instrumentos exploratórios do que como instrumentos de predição. São introduzidas noções de desequilíbrio, incerteza e instabilidade no estudo da cidade. A rigidez dos modelos anteriores é substituída pela flexibilidade, e a dinâmica intra-urbana passa a ser mais significativa que a sua estrutura.

Dentro desse contexto, o quarto capítulo aborda alguns dos principais modelos de simulação que vêm sendo desenvolvidos para explorar a dinâmica intra-urbana em múltiplas escalas. Dentre esses, são destacados os modelos desenvolvidos por Thomas Schelling, Joshua Epstein e Robert Axtell, Juval Portugali e Jean-Luc Bonnefoy.

Schelling demonstra como, a partir de certas preferências locais de indivíduos em morar próximos de outros, podem emergir inesperados padrões espaciais globais altamente segregados. Epstein e Axtell revelam o papel pedagógico dos modelos intra-urbanos por meio de um conjunto de experimentos realizados para investigar as mudanças de comportamento em uma sociedade a partir da manipulação de parâmetros específicos. Portugali e Bonnefoy enfatizam a capacidade de cognição e aprendizagem dos agentes que atuam na produção do espaço urbano em reconhecer padrões e mudar o seu comportamento em função dos mesmos.

Em síntese, esses quatro capítulos iniciais da tese oferecem uma fundamentação teórica para a apreensão de múltiplas escalas da estrutura intra-urbana. Com base nessa fundamentação, os dois capítulos restantes investigam a relação das hipóteses levantadas com as especificidades da estrutura intra-urbana do Recife.

Assim, no quinto capítulo é realizada uma reconstrução histórica do processo de ocupação do Recife, sendo resgatados os principais fatores que - por meio da legislação, planos, programas e intervenções urbanísticas – condicionam as diversas tentativas de compreensão, manipulação e controle da diversidade socioespacial da cidade.

Na primeira parte, são identificadas as principais ações empreendidas por diferentes grupos sociais e pelo Estado, diante da diversidade socioespacial do Recife. Na segunda parte, são desvendadas as principais intenções expressas em planos e em normativas urbanísticas propostas para a cidade, com o intuito de controlar a sua diversidade. Finalmente, na terceira parte, são investigados os limites e possibilidades das informações e suas técnicas disponíveis na representação dessa diversidade.

Considerando essas limitações e possibilidades, o sexto capítulo apresenta uma metodologia desenvolvida para representar e analisar os padrões intra-urbanos do Recife a partir de dados do Censo Demográfico de 2000 e de imagens de satélite de alta resolução espacial. Essa metodologia é composta de seis etapas.

Na primeira etapa são apresentados alguns conceitos do Censo Demográfico de 2000 e as características específicas dos setores censitários do Recife. Na segunda, são construídos índices de habitabilidade a partir de variáveis selecionadas do questionário básico do Censo de 2000. Na terceira, é realizada uma análise exploratória dos dados que compõem cada índice de habitabilidade proposto. Na quarta, é elaborado um modelo de superfície, utilizando-se o método de interpolação geoestatístico por Krigagem Ordinária. Na quinta, é estimada a dimensão fractal e a lacunaridade dos padrões espaciais resultantes do fatiamento da superfície gerada na etapa anterior. E, finalmente, na sexta, é verificada a correlação entre os valores de habitabilidade e os padrões morfológicos do Recife obtidos a partir de imagens de satélite de alta resolução espacial.

Ao final, as evidências empíricas destes dois últimos capítulos e as hipóteses levantadas na fundamentação teórica desenvolvida nos quatro capítulos iniciais demonstram e comprovam que a compreensão da diversidade intra-urbana depende fortemente da escala de análise considerada. Quanto maior a escala, mais heterogênea será a estrutura intra-urbana, e mais dispersos estarão os grupos sociais no espaço urbano.