

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - PIMES  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

**MODELOS ESPACIAIS**  
**APLICADOS AO MERCADO HABITACIONAL**  
**UM ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DO RECIFE**

**Autor**

**RUBENS ALVES DANTAS**

Recife, PE  
2003

**RUBENS ALVES DANTAS**

**MODELOS ESPACIAIS  
APLICADOS AO MERCADO HABITACIONAL  
UM ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DO RECIFE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção de título de Doutor em Economia, sob a orientação do Prof. José Raimundo de Oliveira Vergolino, PhD.

Área de concentração: Métodos quantitativos

Recife, 2003

**Dantas, Rubens Alves**

**Modelos espaciais aplicados ao mercado habitacional :  
um estudo de caso para a cidade do Recife / Rubens Alves  
Dantas. – Recife : O Autor, 2003.**

**xviii, 114 folhas : il., fig., tab.**

**Tese (doutorado) – Universidade Federal de  
Pernambuco. CCSA. Economia, 2003.**

**Inclui bibliografia.**

**1. Mercado habitacional – Função de demanda –  
Estimação. 2. Econometria espacial – Estimação de preços  
hedônicos – Elasticidades (renda e preço). 3. Preços  
hedônicos – Mercado habitacional – Estimação. I. Título.**

**332.8  
338.5212**

**CDU (2.ed.)  
CDD (21.ed.)**

**UFPE  
BC2003-381**

**RUBENS ALVES DANTAS**

**MODELOS ESPACIAIS  
APLICADOS AO MERCADO HABITACIONAL  
UM ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DO RECIFE**

Tese aprovada em 12/09/2003

Banca Examinadora

---

Prof. José Raimundo de Oliveira Vergolino, PhD – Orientador

---

Prof. Eduardo Amaral Haddad, PhD – Externo

---

Prof. Luis de la Mora, Doutor – Externo

---

Prof. André Matos Magalhães, PhD – Interno

---

Prof. Hermino de Souza Ramos, Doutor – Interno

Andrea, minha esposa, e aos meus filhos Rodrigo e Raissa. <sup>A</sup>

## Agradecimentos

A conclusão de um curso de doutorado pode representar, para muitos, mais uma etapa da vida acadêmica, mas para alguém vindo de uma família humilde do interior, que aos 11 anos de idade já ensinava particular para ajudar na renda familiar, filho de pais que só cursaram o primeiro grau, a obtenção do título de Doutor em Economia pelo PIMES, um dos centros mais avançados em estudos e pesquisas econômicas do país, aos 48 anos de idade, é muito mais que isto: é um presente divino. Assim, não poderia deixar de agradecer, em primeiro lugar, a Deus pela Sua luz que sempre iluminou o meu caminho.

Meus pais foram meus grandes incentivadores: meu pai, Luiz Alves Dantas (*in memoriam*), nos meus dez anos, deu-me de presente uma poesia que me serviu de lição durante toda a minha vida:

*Onde vai meu bom menino  
Tão depressa e tão contente  
Com esta pasta no braço  
E este porte valente*

*Vou à escola senhor  
Pois quero muito aprender  
Para ser bom brasileiro  
Tenho que assim proceder.*

*Luiz Alves Dantas*

Minha mãe, Lusinete Alves Pereira Dantas, mesmo viúva, vendedora autônoma para sustentar uma família de 9 filhos, sacrificou-se para pagar meus estudos no melhor colégio de Caruaru – o Diocesano. Para eles as palavras não são suficientes para relatar o profundo sentimento de reconhecimento que trago em meu peito.

Uma vez, em conversa com um professor do PIMES, sobre a possibilidade de ingressar no doutorado, tomei conhecimento das dificuldades e sacrifícios que seriam necessários. Durante estes últimos quatro anos pude comprovar suas palavras, com reflexos diretos para a minha família, que, por tantas vezes, também teve que sacrificar os seus finais de semana e dias festivos. Pela compreensão, força e muito amor da minha esposa Andrea e dos meus filhos Rodrigo (14) e Raissa (11), a eles dedico esta tese.

Agradeço aos meus irmãos mais velhos Zelma, Zuleica, Liege, Luizinho (*in memoriam*) e Flávio e também aos mais novos Lígia, Leda e Luci, por todo o carinho e confiança que sempre depositaram em mim.

Sou muito grato ao meu orientador, Professor José Raimundo de Oliveira Vergolino, que foi um meu grande incentivador para a realização deste doutorado. O Professor Vergolino foi examinador da minha tese de mestrado em 1987, na qual foi desenvolvido um modelo de preços hedônicos para lotes urbanos da cidade do Recife e desde então alertou-me sobre a importância da realização do doutorado em economia. O Professor Vergolino mostrou-me o “caminho das pedras” em relação à aplicação da econometria espacial na análise do mercado habitacional; disponibilizou sua literatura e software e nunca poupou seu tempo e paciência para minhas consultas. Com ele gostaria de dividir o mérito desta tese. Também sou muito grato ao Professor André Magalhães, meu co-orientador, por suas valiosas orientações. O Professor André Magalhães recebeu recentemente o título de PhD. em Economia Urbana pela Universidade de Illinois, EUA, onde foi aluno do professor Anselin e com sua grande experiência na modelagem por econometria espacial, me prestou grande ajuda na elaboração desta tese.

Quero também registrar meus agradecimentos a Francisco Ramos, Álvaro Hidalgo, Hermino Ramos, Ricardo Chaves, José Lamartine e Alexandre Stamford, meus Professores, pelos seus valiosos ensinamentos, que foram muito úteis na elaboração desta tese.

Aos meus colegas da Caixa Econômica Federal, também sou muito agradecido pelo apoio que me dedicaram no desenvolvimento deste trabalho. Entre eles gostaria de destacar Edmundo Melo Moura, Milton Cesar Nogueira Raulino de Souza, Luiz Eduardo Marques Alves Martins, Valdecir Santos Reis, Waldir Pedro Alves, Fernanda Coelho, Sérgio Antão Paiva, Luiz Felipe Pinheiro Júnior, João Carneiro, Aser Cortines e Alex Norat. Também fica

um agradecimento especial para o colega Alberto Farias, pela grande ajuda na coleta e digitação dos dados, sem os quais não seria possível a realização desta tese.

Aos colegas do Departamento de Engenharia Civil da UFPE e da UPE, com destaque para o Professor Tibério Correia, com quem dividimos a disciplina Materiais de Construção e Detalhes Técnicos II. Também aos professores do Departamento de Cartografia da UFPE, Lucilene, Tarcísio e Portugal. Com o Professor Portugal recebi praticamente um curso particular sobre o ArcView e a metodologia de Krigeagem, que foi muito importante para elaboração deste trabalho, além de outras valiosas informações a respeito da inferência espacial e dados sobre os centróides e áreas dos bairros do Recife. Ao professor Portugal meus agradecimentos pela paciência e dedicação que me prestou.

Ao presidente do SINDUSCON, Antônio Carrilho e a Mônica Mercês da FIEPE, pelo fornecimento de dados valiosos relativos ao perfil da demanda habitacional na Região Metropolitana do Recife e também sobre o IVV- Índice de Velocidade de Vendas.

Aos colegas do PIMES, pelo clima cordial que sempre reinou em nosso convívio, com destaque para o colega Davi Freitas, que por muitas vezes dividiu comigo a sua banca de estudos. A Giliene e Patrícia, secretárias do PIMES, que sempre me atenderam com muita presteza e eficiência, o meu muito obrigado.

Finalmente, agradeço aos Professores Eduardo Haddad, Luis de la Mora e Hermino Ramos, pelos seus comentários e sugestões, que em muito enriqueceram a versão final desta tese.



## *Sumário*

<b>Sumário</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xii</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>xiv</b>
<b>Lista de Siglas e Abreviaturas</b>	<b>xvi</b>
<b>Resumo</b>	<b>xviii</b>
<b>Abstract</b>	<b>xix</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 PRELIMINARES	1
1.2 OBJETIVO DO TRABALHO	8
1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE	9
<b>Capítulo 2</b>	<b>11</b>
<b>O BEM HABITAÇÃO E O MERCADO HABITACIONAL</b>	<b>11</b>
2.1 INTRODUÇÃO	11
2.2 MODELOS TEÓRICOS DE DEMANDA HABITACIONAL	14
2.2.1 O Modelo de Brueckner (1985)	14
2.2.2 O Modelo de Rosen (1974)	18
2.3 TRABALHOS EMPÍRICOS RECENTES	22
2.3.1 O Trabalho de Lucena (1985)	22
2.3.2 O Trabalho de Ermisch <i>et al.</i> (1996)	25
2.3.3 O Trabalho de Tiware <i>et al.</i> (1999)	27
<b>Capítulo 3</b>	<b>29</b>
<b>BASE TEÓRICA DA ESTIMAÇÃO EMPÍRICA</b>	<b>29</b>
3.1 INTRODUÇÃO	29
3.2 A MODELAGEM TRADICIONAL DA EQUAÇÃO DE PREÇOS HEDÔNICOS	29
3.3 A MODELAGEM POR ECONOMETRIA ESPACIAL	32
3.3.1 Metodologia Desenvolvida por Anselin (1988)	34
3.3.1.1 Testes Estatísticos	35
3.3.1.1.1 Teste LM Robusto (erro)	35
3.3.1.1.2 Teste LM Robusto (defasagem)	36

3.3.1.2 Os Modelos Espaciais	36
3.3.1.2.1 O Modelo de Erro Espacial	36
3.3.1.2.2 O Modelo de Defasagem Espacial	38
3.3.1.3 Escolha de Modelos	39
3.3.2 Metodologia de Krigeagem	39
<b>Capítulo 4</b>	<b>44</b>
<b>A CIDADE DO RECIFE</b>	<b>44</b>
4.1 INTRODUÇÃO	44
4.2 O DESENVOLVIMENTO URBANO E AS CENTRALIDADES	44
4.3 O CENÁRIO ATUAL	48
4.3.1 População e Domicílios	50
4.3.2 Distribuição de Renda	53
4.3.3 Densidade Populacional	58
4.3.4 Grau de Instrução	59
4.4 RECIFE NO CONTEXTO METROPOLITANO ATUAL	60
<b>Capítulo 5</b>	<b>65</b>
<b>ANÁLISE DA DEPENDÊNCIA ESPACIAL DE VARIÁVEIS ECONÔMICAS RELACIONADAS COM A DEMANDA HABITACIONAL</b>	<b>65</b>
5.1 INTRODUÇÃO	65
5.2 RENDA MÉDIA DO CHEFE DA FAMÍLIA	66
5.3 DENSIDADE HABITACIONAL	73
5.4 NÍVEL DE INSTRUÇÃO, DENSIDADE DE HABITANTES POR DOMICÍLIO E PERCENTAGEM DE RESIDENTES EM APARTAMENTOS	74
5.5 ÁREA PRIVATIVA E NÚMERO DE PAVIMENTOS DA EDIFICAÇÃO	76
<b>Capítulo 6</b>	<b>79</b>
<b>MODELO ESPACIAL DE PREÇOS HEDÔNICOS</b>	<b>79</b>
6.1 INTRODUÇÃO	79
6.2 MODELO TRADICIONAL DE PREÇOS HEDÔNICOS	84
6.3 DIAGNÓSTICO DA DEPENDÊNCIA ESPACIAL	88
6.4 MODELO ESPACIAL DE PREÇOS HEDÔNICOS	89
6.5 DIAGNÓSTICO DA HETEROGENEIDADE ESPACIAL	91
<b>Capítulo 7</b>	<b>93</b>
<b>MODELO ESPACIAL DE DEMANDA HABITACIONAL</b>	<b>93</b>
7.1 INTRODUÇÃO	93
7.2 MODELO TRADICIONAL DE DEMANDA HABITACIONAL	95

7.3 DIAGNÓSTICO DA DEPENDÊNCIA ESPACIAL	98
7.4 MODELO ESPACIAL DE DEMANDA POR HABITAÇÃO	98
7.5 DIAGNÓSTICO DA ESTABILIDADE ESTRUTURAL PARA CLASSES DE RENDA	101
<b>Capítulo 8</b>	<b>104</b>
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>104</b>
8.1 UTILIDADE DO ESTUDO	107
8.2 SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS	108

## *Lista de Tabelas*

Tabela 1.1	Evolução do Grau de Urbanização no Brasil. Período: 1960 a 2000 .....	3
Tabela 4.1	População, Número de Domicílios e Taxa de Ocupação Brasil, Pernambuco, RMR Ano: 2000 .....	50
Tabela 4.2	Bairros do Recife por Faixas de Renda do Chefe da Família. Ano: 2000 .....	54
Tabela 4.3	Proporção do Nível de Instrução dos Chefes de Família da cidade do Recife. Ano: 2000 .....	59
Tabela 4.4	Número de Domicílios, População, Densidade e Grau de Urbanização das regiões metropolitanas. Ano: 2000 .....	61
Tabela 4.5	Número de Domicílios e População por km <sup>2</sup> . Ano: 2000 .....	62
Tabela 4.6	Déficit Habitacional Absoluto e Relativo – Brasil e Regiões Metropolitanas. Ano: 2000 .....	63
Tabela 5.1	Diagnóstico da Dependência Espacial para a Renda Média dos Chefes de Família do Recife. Ano: 2000 .....	72
Tabela 5.2	Modelo de Defasagem Espacial para a Renda.....	72
Tabela 5.3	Diagnóstico da Dependência Espacial – Densidade Habitacional .....	73
Tabela 5.4	Modelo de Defasagem Espacial – Densidade Habitacional .....	74
Tabela 5.5	Diagnóstico da Dependência Espacial – Educação, Densidade de Habitantes por Domicílio e População residente em Apartamentos no Recife. Ano: 2000.....	75
Tabela 5.6	Modelos de Defasagem Espacial – Educação, Densidade de Habitantes por Domicílio e População Residente em Apartamentos no Recife. Ano: 2000. ....	75
Tabela 5.7	Diagnóstico da Dependência Espacial para a Área Privativa dos Apartamentos e Número de Pavimentos das Edificações da cidade do Recife. Período: 06/2000 a 06/2002.....	77
Tabela 5.8	Modelos de Defasagem Espacial para a Área Privativa dos Apartamentos e Número de Pavimentos das Edificações da cidade do Recife. Período: 2000 a 2002 .....	77
Tabela 6.1	Avaliações realizadas pela CAIXA em Recife Período: 06/2000 a 06/2002 .....	79

Tabela 6.2	Dados de apartamentos demandados através da CAIXA no Recife. Período: 06/2000 a 06/2002.....	83
Tabela 6.3	Diagnóstico do Modelo Tradicional de Preços Hedônicos para o Recife na Forma Funcional Linear.....	85
Tabela 6.4	Diagnóstico do Modelo Tradicional de Preços Hedônicos para o Recife na Forma Semi-log .....	85
Tabela 6.5	Ajustamento do Modelo Tradicional de Preços Hedônicos para o Recife, na Forma Funcional Semi-log .....	86
Tabela 6.6	Diagnóstico da Dependência Espacial para o Recife .....	88
Tabela 6.7	Resultados do Modelo de Defasagem Espacial para o Recife.....	90
Tabela 6.8	Comparação entre o Modelo Tradicional (MT) e o Modelo Espacial (ME) .....	91
Tabela 6.9	Diagnóstico da Heterogeneidade Espacial para o Recife .....	92
Tabela 7.1	Descrição da Amostra Utilizada para Estimação da Função de Demanda por Habitação na Cidade do Recife .....	94
Tabela 7.2	Ajustamento do Modelo Tradicional de Demanda Habitacional para o Recife .....	96
Tabela 7.3	Diagnóstico da Dependência Espacial da Demanda por Habitação no Recife.....	98
Tabela 7.4	Resultados do Modelo Espacial de Demanda Habitacional para o Recife, com Intercepto.....	99
Tabela 7.5	Resultados do Modelo de Defasagem Espacial para o Recife, sem Intercepto .....	100
Tabela 7.6	Resultados do Modelo Tradicional (MT) e do Modelo Espacial (ME) para o Recife...	100
Tabela 7.7	Comparação entre o Modelo Tradicional (MT) e o Modelo Espacial (ME) .....	101
Tabela 7.8	Diagnóstico da Estabilidade Estrutural para Classes de Renda no Recife .....	101
Tabela 7.9	Modelo Espacial de Demanda Habitacional com Mudança Estrutural para o Recife ....	102

## *Lista de Figuras*

Figura 2.1	Relação entre a Renda Familiar Anual e o Valor da Habitação - Recife (2000/2002).....	13
Figura 2.2	Demanda de Habitação Curvas de Indiferença e a Linha de Restrição Orçamentária .....	17
Figura 3.1	Modelos Teóricos do Variograma .....	41
Figura 4.1	População da RMR em relação à população de Pernambuco Anos : 1960, 1970 e 1980.....	47
Figura 4.2	Mapa da cidade do Recife com a divisão de bairros. ....	49
Figura 4.3	Número de Domicílios e População do Recife em Relação à RMR e ao Estado de Pernambuco Ano:2000 .....	51
Figura 4.4	Proporção de Domicílios Próprios e Alugados na cidade do Recife Ano: 2000 .....	51
Figura 4.5	Proporção de Casas, Apartamentos e outros domicílios na cidade do Recife Ano: 2000 .....	52
Figura 4.6	Distribuição da Renda do Chefe da Família por bairros da cidade do Recife Ano: 2000 .....	53
Figura 4.7	Relação entre a renda do chefe da família e a distância ao centro da cidade do Recife Ano: 2000.....	55
Figura 4.8	Proporção de chefes de família da cidade do Recife por faixa de renda Ano: 2000.....	56
Figura 4.9	Proporção da população da cidade do Recife por faixas de renda Ano: 2000.....	56
Figura 4.10	Concentração de renda na cidade do Recife por faixas de renda Ano: 2000.....	57
Figura 4.11	Relação entre a proporção de residentes em apartamentos e a renda do chefe da família do Recife, Ano: 2000 .....	58
Figura 4.12	Relação entre a densidade populacional e a distância ao centro comercial da cidade do Recife Ano: 2000.....	58
Figura 4.13	Relação entre a densidade populacional e a renda do chefe da família do Recife Ano: 2000 .....	59

Figura 4.14	Relação entre o nível de instrução e a renda média do chefe da família na cidade do Recife Ano: 2000.....	60
Figura 4.15	Concentração de domicílios e população nas regiões metropolitanas Ano: 2000.....	61
Figura 4.16	Proporção de população e domicílios das RMs em relação aos dados dos respectivos estados Ano: 2000 .....	62
Figura 5.1	Variogramas Experimental e Ajustado da Renda Média dos Chefes de Família da cidade do Recife Ano:2000 .....	67
Figura 5.2	Mapa de iso-renda da cidade do Recife Ano: 2000.....	68
Figura 5.3	Mapa de distribuição de renda da cidade do Recife Ano: 2000 .....	69
Figura 5.4	Mapa de curvas de nível de rendas da cidade do Recife Ano:2000 .....	70
Figura 6.1	Imóveis Demandados em operações com a CAIXA no Recife Período: 06/2000 a 06/2002.....	80
Figura 6.2	Distribuição da Demanda de Apartamento por Bairros do Recife Período: 06/2000 a 06/2002.....	81
Figura 6.3	Mapa de distribuição Espacial da Amostra .....	82

## *Lista de Siglas e Abreviaturas*

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIC	Critérios de Informação de Akaike
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNH	Banco Nacional da Habitação
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CURA	Complementação Urbana de Recuperação Acelerada
ENGEA	Empresa Gestora de Ativos
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FIEPE	Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco
HBB	Habitar Brasil BID
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPH	Índice de Preço da Habitação
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ISS	Imposto Sobre Serviços
ITBI	Impostos de Transmissão de Bens Imóveis
IVV	Índice de Velocidade de Vendas.
LM	Multiplicador de Lagrange
<i>ln</i>	Logaritmo Natural



MCR	Modelo Clássico de Regressão
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
PAR	Programa de Arrendamento Residencial
PIB	Produto Interno Bruto
PIMES	Programa de Pós-graduação em Economia da UFPE
PNAD	Pesquisa Nacional de Domicílios
PNB	Produto Nacional Bruto
PSH	Programa de Subsídio à Habitação
RM	Região Metropolitana
RMR	Região Metropolitana do Recife
$R^2$	Coefficiente de Determinação
SC	Critérios de Informação de Schwartz
SFH	Sistema Financeiro da Habitação
SIACI	Sistema de Administração de Crédito Imobiliário
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SIRIC	Sistema de Risco de Crédito
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UTM	Universal Transversa de Mercator
<b>W</b>	Matriz de pesos espaciais ponderada por linha

## **Resumo**

Este trabalho mostra a importância da utilização da metodologia denominada **Modelagem por Econometria Espacial** nos estudos dos fenômenos relacionados à economia regional e urbana, em particular na interpretação do comportamento do mercado habitacional. Nas análises empíricas realizadas, com o objetivo de estimar uma Função de Demanda por Habitação para a cidade do Recife, com base em informações do Censo Demográfico (2000) e dados de imóveis financiados pela Caixa Econômica Federal, verificaram-se fortes indícios de dependência espacial em todas as variáveis econômicas exploradas, comprovando-se, desta forma, que somente os **Modelos Espaciais** podem fornecer estimativas confiáveis, caracterizadas pela não tendenciosidade, eficiência e consistência. A superioridade destes modelos em relação aos estimados pela Econometria Tradicional também foi comprovada pelos critérios de Akaike e Schwartz.

Verifica-se que a maneira de considerar a questão espacial, em função de distâncias da habitação a pólos de influência ou dividindo o espaço em regiões, como vem ocorrendo corriqueiramente na literatura, não é capaz de explicar completamente o comportamento da demanda por habitação, uma vez que existe uma verdadeira interação espacial entre os dados amostrais, de forma que cada edifício funciona com um micro-pólo de influência sobre os seus vizinhos. Neste caso, mostra-se que a melhor alternativa para interpretação do comportamento do mercado habitacional é através do **Modelo de Defasagem Espacial**, em que a variável defasada espacialmente, que capta todas as interações espaciais, serve como *proxy* para variáveis locais não consideradas explicitamente no modelo. Pode-se comprovar que as equações de demanda tradicionalmente estimadas, sem levar em conta os efeitos de dependência espacial, podem gerar resultados tendenciosos, como mostrado no capítulo 7, onde a elasticidade-preço pelo Modelo Tradicional representa menos de 50% da estimativa realizada pelo Modelo Espacial, além de alterações significativas nas significâncias dos parâmetros, como o da elasticidade-preço que teve redução de 17% (Modelo Tradicional) para um valor próximo de zero (Modelo Espacial). Observa-se que fatos como estes podem levar o pesquisador a conclusões equivocadas.

Este trabalho mostra ainda que a conjugação da metodologia de Krigeagem e da metodologia desenvolvida por Anselin (1988) pode ser muito útil, principalmente na identificação de centralidades urbanas e na montagem da matriz de pesos espaciais, na medida em que o alcance do variograma fornece o raio de influência da dependência espacial entre os dados. Esta matriz tem sido montada geralmente de maneira *ad hoc*, em função do conhecimento que o pesquisador detém do mercado.

Finalmente, conclui-se que, devido à grande probabilidade da presença de dependência espacial no mercado habitacional, as análises até então realizadas sobre o seu comportamento, pela metodologia tradicional, podem apresentar conclusões enganosas, atribuindo-se mais uma razão para a grande volatilidade que existe nas estimativas das elasticidades renda e preço da demanda por habitação no mundo: **a não consideração dos efeitos espaciais**.

## ***Abstract***

This work shows the importance of using the methodology called ***Modeling by Spatial Econometrics*** in the studies of phenomena related to regional and urban economy particularly in the interpretation of the housing market's behavior. In empirical analysis carried out on the object of estimating a Housing Demand Function for the city of Recife, Brazil, based in information from the Demographic Census (2000) and data from real state financed by Caixa Econômica Federal, strong indications of spatial dependency were verified in all explored economical variables, thus corroborating that only the ***Spatial Models*** provide reliable estimates characterized by non bias, efficiency and consistency. The superiority of these models in comparison to those estimated by Traditional Econometrics was also proven by Akaike and Schwartz criteria.

One verifies that the manner of considering the spatial issue as a function of distances of housing to influence poles or space division in regions, like currently occurring in literature, is not capable of explaining entirely the behavior of the housing demand, since a true space interaction exists between data samples that make each building performs as an influence micro pole over its neighbors. In this case, it is shown that the best alternative to interpreting the housing market's behavior is through the ***Spatial Lag Model*** in which the spatially lagged variable that captures all spatial interactions serve as a proxy for location variables not explicitly considered in the model. It may be proven that the demand equations traditionally estimated, without considering the effects of spatial dependency may generate biased results, like shown in chapter 7 where the price-elasticity by the Traditional Model represents less than 50% of the estimate accomplished by the Spatial Model in addition to significant alterations in the parameters significance, such as price-elasticity that had been reduced from 17% (Traditional Model) to level near zero (Spatial Model). It is observed that facts such as these may take the researcher to mistaken conclusions.

This work still shows that the conjunction of the Kriging methodology and the methodology developed by Anselin (1988) may be very useful mainly in the identification of urban centers and in the construction of the space weight matrix in the measure that the variogram's range furnishes the radius of the spatial dependency's influence between the data. This matrix is generally built in an *ad hoc* manner, according to the researcher's knowledge of the market.

Finally, one concludes that, due to the large probability of a spatial dependency presence in the housing market, the analysis until then made by traditional methodology may show deceiving conclusions, attributing one more reason for the large volatility that exists in elasticity's estimates income and price demand by housing in the world: ***the non consideration of spatial effects.***

## Capítulo 1

### INTRODUÇÃO

#### 1.1 PRELIMINARES

O mercado habitacional é de grande importância para a economia de um país, tanto pela geração de empregos diretos na indústria da construção civil<sup>1</sup> e indiretos na indústria de produção de materiais de construção, como na arrecadação de impostos e taxas incidentes sobre os materiais (IPI, ICMS), a mão-de-obra (Leis Sociais<sup>2</sup>) e a habitação (Aprovação de Projetos, Licença de Construção, Habite-se, IPTU, ITBI, ISS).

Nos Estados Unidos, o investimento em habitação corresponde a 3,3% do PNB, dos quais 60% correspondem a materiais e 40% à mão-de-obra (Dispasquale e Whearton, 1996). Na Europa, para os 19 países membros do Euroconstruct<sup>3</sup>, o mercado residencial, que representa 43% do mercado de construção, totaliza 4,7% do PIB<sup>4</sup>. Em alguns destes países, como Portugal e Irlanda, a participação do setor residencial no PIB atinge valores próximos de 10%. Em relação ao Brasil, o macro setor da indústria da construção civil, denominado *Construbusiness*, que envolve a parte de produção de materiais e da construção civil em geral, em 2000, representou 15,6% do PIB<sup>5</sup>. Em relação aos municípios, a construção de uma nova habitação implica em um acréscimo na arrecadação do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano), cobrado anualmente com base em planta de valores, e a transferência de propriedade gera o recolhimento do ITBI (Imposto de Transmissão de Bens Imóveis), geralmente igual a 2% do valor de mercado da habitação, que representam uma parcela significativa da receita das administrações municipais. Quanto ao país, a transação de uma habitação pode gerar ganhos de capital, sobre os quais incidirá o imposto de renda.

---

1 Principalmente mão-de-obra não qualificada.

2 Correspondente a um percentual de 122,82% (Boletim do SINAPI, 2002).

3 Formado por Irlanda, Portugal, Finlândia, Dinamarca, Noruega, Austria, Bélgica, Suécia, Suíça, Holanda, Espanha, Itália, França, Reino Unido, Alemanha, Eslováquia, Hungria, República Checa e Polónia.

4 Fonte: 51 st Euroconstruct conference - Copenhagen - Construction in Europe 2001 – 2003.

5 Segundo metodologia elaborada pela Trevisan Consultores, a partir do FIBGE – Contas Nacionais.

Numa outra perspectiva, a habitação é primordial para o bem-estar das famílias sendo a moradia um direito assegurado pela Constituição.

*“Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados”*

*(Constituição Federal, 1988 - EC -26/2000).*

Além do abrigo, condição fundamental para a dignidade humana, a habitação pode representar ainda: conforto, segurança, comodidade, *status*, investimento, seguro contra a inflação, desejo de transferência para herdeiros, entre outros. Para a maioria das famílias, a habitação é o bem de consumo mais importante do seu ativo físico e também o que mais recursos consome da renda familiar<sup>6</sup>. Por ser um bem de preço elevado, grande parte das famílias brasileiras, para adquirir uma moradia, tem que contar com o suporte do governo na forma de subsídios<sup>7</sup> ou com financiamentos habitacionais públicos<sup>8</sup> ou privados<sup>9</sup>. Para atender a estas famílias, o Governo Federal, em 1964, instituiu o Sistema Financeiro da Habitação (SFH), juntamente com a criação do Banco Nacional da Habitação (BNH), incorporado, em 1986, pela Caixa Econômica Federal, que a partir de agora será denominada de CAIXA. O BNH, principal peça institucional do então SFH, foi criado no bojo de uma política macroeconômica implantada pelo primeiro governo militar. A idéia era alavancar a indústria da construção civil para criação de empregos e diminuir o déficit habitacional dominante no país. Com recursos captados da Caderneta de Poupança e do FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, o SFH financiou, em 30 anos, a construção de 5,6 milhões de unidades habitacionais (Gonçalves, 1997). O SFH atingiu o auge no final da década de 70 e início da década de 80, quando financiou uma média de 400 mil novas unidades residenciais por ano, tendo, a partir de então, sofrido um forte declínio, reduzindo a quantidade de unidades

---

6 Segundo Lucena (1985), o valor da habitação é cerca de 3 a 4 vezes a renda anual das famílias.

7 Para famílias com renda até 3 salários mínimos, a CAIXA dispõe do PSH-Programa de Subsídio à Habitação e do HBB – Habitar Brasil BID.

8 Para as famílias que têm acesso ao mercado habitacional, a CAIXA dispõe de financiamentos nos programas de Carta de Crédito para imóveis novos e usados e nos Programas Associativo e Prodecar, para construção de habitações. A CAIXA dispõe ainda do PAR - Programa de Arrendamento Residencial, para atender famílias com renda de 4 a 7 salários mínimos.

9 Soluções criativas como o Plano 100 e assemelhados têm conseguido viabilizar a produção e comercialização de um número crescente de unidades (Vasconcelos e Cândido, 1996).

financiadas para uma média de 20 mil por ano (Vasconcelos e Cândido, 1996)<sup>10</sup>. Desde 95, a CAIXA, gestora do SFH, banco oficial responsável pelo financiamento de moradias no Brasil<sup>11</sup>, aplicou R\$25,18 bilhões em habitação, favorecendo 1,93 milhão de mutuários<sup>12</sup>. Contudo, o déficit habitacional brasileiro continua crescendo num ritmo mais acelerado que o aumento da população do país, elevando-se em 20% na última década, chegando a 6,6 milhões de unidades, o que corresponde a cerca de 15% dos domicílios existentes, segundo recente estudo elaborado pela Fundação João Pinheiro (2000). Isto significa que 20 milhões de pessoas, quase 12% da população, vivem em habitações inadequadas.

O crescimento acelerado do déficit habitacional está associado ao intenso processo de urbanização da sociedade brasileira. Os dados contidos na tabela 1.1 indicam que, nos últimos 40 anos, houve quase que uma duplicação da parcela urbana da população, atualmente girando em torno de 82%, ampliando a concentração populacional nas cidades, sobretudo naquelas de médio e grande porte.

**Tabela 1.1**  
**Evolução do Grau de Urbanização no Brasil**  
**Período: 1960 a 2000**

Ano	1960	1970	1980	1990	2000
Grau de Urbanização (%)	44,42	55,90	70,45	78,20	81,90

Fonte: IBGE – Censo Demográfico do Brasil, Unidades da Federação, 2000.

Constata-se que as ações do governo não foram suficientes para conter o avanço do déficit habitacional. Uma das causas deste avanço pode ser atribuída à dificuldades financeiras enfrentadas pelo SFH, em função de contratos gerados por programas mal sucedidos. Em 2001, o número de contratos problemáticos ultrapassou a marca dos 2 milhões, sendo que cerca de 1,38 milhão já foram solucionados e mais 800 mil ainda não resolvidos foram transferidos para a Empresa Gestora de Ativos (ENGEA)<sup>13</sup>. Observa-se que a maior parte

10 Os autores atribuem este declínio ao descompasso entre os reajustes salariais e das prestações da casa própria, e as interferências ineficientes do governo para resolver o problema.

11 A CAIXA é responsável por 90% dos financiamentos habitacionais concedidos no país e por 100% dos financiamentos para famílias que ganham até 5 salários mínimos.

12 Entrevista dada ao Diário de Pernambuco de 14/01/2002, pelo então presidente da CAIXA, Emílio Carrazai.

13 Entrevista dada ao Diário de Pernambuco de 14/01/2002, pelo então presidente da CAIXA, Emílio Carrazai.

destes problemas refere-se ao alto índice de inadimplência<sup>14</sup> dos mega-conjuntos<sup>15</sup> habitacionais edificados distante dos centros urbanos<sup>16</sup>, principalmente porque o valor de mercado das unidades neles construídas não acompanhou a evolução dos seus saldos devedores e, em função disto, as prestações cobradas pelo sistema alcançaram patamares bem superiores aos aluguéis de unidades similares. Em geral, estes imóveis são adjudicados e vendidos em leilões públicos por preços bem inferiores aos respectivos saldos devedores, representando um prejuízo significativo para a instituição e para o país. Como a maioria dos imóveis adjudicados são ocupados pelos antigos mutuários ou ex-inquilinos destes, a liquidez é baixa e os seus preços de venda ficam, em média, 20% abaixo do valor normal de mercado (Moura *et al.*, 2001).

Acredita-se que a solução para as questões acima citadas requer uma melhor compreensão do funcionamento do mercado habitacional, fundamental para a elaboração e implementação de políticas habitacionais e urbanas que visem o bem-estar das famílias e o crescimento sustentável das cidades. Os modelos teóricos voltados à compreensão do funcionamento do mercado habitacional podem ser divididos em dois grupos: macroeconômicos, que procuram verificar o comportamento da demanda de habitações de forma agregada, e microeconômicos, que estão direcionados para o estudo do comportamento individual do consumidor, isto é, modelos que explicam como o indivíduo toma sua decisão no processo de escolha da habitação. Embora ambos os grupos forneçam contribuições importantes para a compreensão dos diferentes aspectos relacionados ao mercado habitacional, a análise, neste trabalho, será de caráter microeconômico, posto que se pretende elaborar um modelo espacial de demanda por habitação<sup>17</sup>.

Em geral, a análise microeconômica do mercado habitacional é feita em dois estágios: no primeiro, estima-se a equação de preços hedônicos e, com base nestes resultados e mais as características sócio-demográficas da família, estima-se a função de demanda por habitação.

---

14 A inadimplência do SFH em 2002 foi de 50%, segundo informações fornecidas pelo Banco Central do Brasil.

15 Atualmente o limite máximo de unidades em conjuntos financiados pela CAIXA é de 500 no programa Associativo e 160 no programa PAR.

16 Na RMR tem-se como exemplos os conjuntos Praia do Sol, em Barra de Jangada Jaboatão dos Guararapes, com 1600 unidades, Beira Mar em Pau Amarelo, Paulista, com 1500 unidades e o Inez Andrezza com 4464, um dos maiores da América Latina, situado no bairro do Jiquiá em Recife, dentre outros, todos construídos no início da década de 80.

17 Nos modelos macroeconômicos é grande a perda de informações relevantes, principalmente, em relação à localização da habitação, que é uma das variáveis mais importantes na formação dos preços de mercado.

Pela equação de preços hedônicos, podem ser obtidos os preços implícitos ou hedônicos de cada característica individual da habitação<sup>18</sup>, que refletem a utilidade que cada uma gera para o consumidor, como também o preço total que o mesmo está disposto a pagar pela cesta de serviços de habitação com que se defronta no mercado. A partir da função demanda por habitação é possível estabelecer um melhor entendimento de como varia o consumo individual de habitação em relação a variações na renda familiar ou no preço da habitação, ou seja, o conhecimento das elasticidades renda e preço da habitação.

As evidências disponíveis na literatura nacional, indicam que muito pouco foi realizado, tanto a nível de modelos de preços hedônicos, como também em relação à estimação da função de demanda habitacional. Em relação à estimação de modelos de preços hedônicos, em um dos primeiros trabalhos publicados, Dantas e Cordeiro (1988) analisam um segmento do mercado imobiliário de lotes urbanos, situados em três bairros do Recife; em seguida, Gonzalez e Formoso (1994) examinam uma base de dados em Porto Alegre; Aguirre e Faria (1996) fazem uma aplicação da metodologia a dados de São Paulo; Aguirre e Macedo (1996) estimam preços hedônicos para o Mercado Imobiliário de Belo Horizonte; Dantas e Cordeiro (2001) analisam o mercado de apartamentos na Região Metropolitana do Recife (RMR) e Hermann (2003) estima o preço implícito de amenidades urbanas no município de São Paulo. Em relação à estimação da função de demanda habitacional a escassez é gritante. Na literatura pesquisada, apenas quatro trabalhos examinam o comportamento do mercado habitacional no Brasil: Lucena (1985) estima elasticidades-renda, usando curvas de Engel, e encontra resultados de 0,61 para São Paulo, 0,84 para Rio de Janeiro e Recife, e 0,81 para o Brasil como um todo, mas reconhece que as medidas utilizadas para quantificar o consumo de habitação são muito incipientes; Balarine (1995) estuda o impacto de fatores socioeconômicos na formação do estoque habitacional em Porto Alegre, entre 1970 e 1991, numa visão macroeconômica, mas não chega a resultados explícitos sobre as elasticidades-renda e preço da habitação; Santos e Cruz (2000) usam dados agregados de série temporal anual no período 1977/1997 e fazem uma aplicação do modelo de *cash-flow*<sup>19</sup>, chegando a conclusão de que a

---

18 Conforme metodologia definida por Rosen (1974).

19 Desenvolvido por (Dipasquale e Wheaton, 1994).



demanda por novas habitações apresentou resultado divergente do esperado, uma vez que estimou a elasticidade-preço com valor maior que 1, em valor absoluto, indicando que a habitação seria um bem elástico; e Biderman (2001) realiza uma análise da demanda e oferta no mercado de novos imóveis em São Paulo, mas também não chega a nenhum resultado explícito sobre as elasticidades renda e preço da habitação. Estas deficiências podem ser atribuídas à dificuldades na obtenção de dados<sup>20</sup> e à falta de incentivos, por parte do Governo Federal, em pesquisas no setor<sup>21</sup>.

Observa-se que, em todos os trabalhos citados, a Econometria Tradicional<sup>22</sup> é utilizada para explicar o comportamento do mercado habitacional, onde a questão espacial é considerada tomando-se como referência distâncias a pólos de influência ou setorização das cidades, admitindo-se a independência espacial da variável explicada e dos resíduos do modelo de regressão. Contudo, segundo Anselin (1988), dados associados à posição que ocupam no espaço (cidades, regiões, bairros ou a própria coordenada geográfica), como é o caso da habitação, são caracterizados pela dependência ou heterogeneidade espacial. Neste caso, infelizmente, os resultados obtidos pela metodologia tradicional não são capazes de explicar com fidedignidade o comportamento do mercado habitacional, uma vez que podem apresentar problemas de tendenciosidade, inconsistência ou ineficiência. A solução é proceder a análise com base nos *Modelos Espaciais*, isto é, modelos estimados pela metodologia denominada *Econometria Espacial*.<sup>23</sup> A Econometria Espacial foi desenvolvida na década de 70 e recebeu grande impulso nas ampliações realizadas por Anselin (1988), principalmente na parte aplicada, com a elaboração da ferramenta computacional denominada *SpaceStat* (Anselin, 1990).

A literatura internacional reconhece a importância da questão espacial na modelagem de preços hedônicos, como também na avaliação do bem habitação e tem tratado o problema de

---

20 No Brasil dispõe-se apenas de dados da PNAD, contudo são dados incompletos que não permitem uma estimativa segura da Função de Demanda Habitacional.

21 Acredita-se que uma maior interação da Caixa Econômica Federal com as Universidades e a criação de uma área de concentração de Economia da Habitação nos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Economia, tanto a nível de graduação como de pós-graduação, movimentaria os estudos neste importante setor da economia.

22 Usa geralmente como ferramenta estatística o modelo clássico de regressão.

23 Neste caso a ferramenta estatística utilizada é a regressão espacial.

diversas formas: Basu e Thibodeau (1998) utilizam variogramas para testar os efeitos de dependência espacial; Can (1990) utiliza um índice de vizinhança construído a partir de análise fatorial. Outros exemplos podem ser encontrados em Can (1992), Dubin (1992), Olmo (1998), Garcia *et al.* (2002) e Olmo e Guervós (2002). Nos Estados Unidos, em artigo do Real Estate Research Institute, Kelley *et al.* (1998), concluem que os resultados da aplicação da metodologia de regressão espacial são muito superiores aos obtidos pela metodologia tradicional de mínimos quadrados e ainda que: ***“real estate and spatial estaticistics naturally complement each other”***.

No Brasil, o trabalho elaborado por Dantas *et al.* (2001) representa a primeira tentativa de incorporar a questão espacial à avaliação do bem habitação. Tal estudo estima um modelo espacial para uma região da cidade do Recife, com uma amostra de apartamentos situados em 59 edifícios residenciais, distribuídos em quatro bairros e encontra indicações de autocorrelação espacial. Em expansões deste trabalho, Dantas *et al.* (2002), Dantas *et al.* (2002a) e Magalhães e Dantas (2002), com ampliação da amostra e do número de bairros, encontram resultados mais consistentes, que reforçam a presença de efeitos de dependência espacial em dados habitacionais na cidade do Recife.

Em relação à estimação da função demanda habitacional, mesmo os trabalhos mais recentes, como elaborados por Ermisch *et al.* (1996), que estima a função demanda por habitação nas seis maiores regiões da Inglaterra, e por Tiware *et al.* (1999), que estuda a demanda habitacional na Região Metropolitana de Mumbai, capital financeira da Índia, ainda usam a econometria tradicional nas suas estimações empíricas. Analisando-se a literatura que trata do assunto, verifica-se que há problemas de estimação: Leeuw (1971), ao elaborar uma revisão dos principais estudos de demanda de habitação, apoiadas em dados de corte transversal, faz uma crítica à incerteza contida nos cálculos realizados, posto que as estimativas da elasticidade-renda da demanda apresentaram uma alta volatilidade, variando de 0,4 a 2,1, o que, na sua opinião, pode estar refletindo problemas de ordem econométrica; Straszheim (1973) afirma que um aspecto que contribui para as diferenças nas estimativas de elasticidade-renda está associado à omissão ou erro de especificação da variável preço na equação de demanda de habitação; Vergolino (1989) afirma que a definição do preço para a habitação se constitui em um dos pontos mais controvertidos nos estudos de demanda de habitação e Ermisch *et al.* (1996) concluem que a forma da especificação do termo preço tem

sido considerada como a maior razão para discrepância entre as elasticidades estimadas, a partir de microdados ou de dados agregados, para a função de demanda por habitação. Estes últimos autores, ao realizarem uma revisão da literatura mais relevante produzida no Reino Unido, encontraram resultados na região de 0,75 a 1,25 para a elasticidade-renda e de -0,4 a -0,8 para a elasticidade-preço da habitação.

Isto posto, pode-se afirmar que há grande probabilidade dos resultados dos estudos realizados, com base na econometria tradicional serem tendenciosos, ineficientes ou inconsistentes, por negligenciarem a presença de efeitos de dependência espacial nos dados. Acredita-se que a utilização da econometria espacial pode ajudar na especificação e estimação de modelos que expliquem com maior fidedignidade o comportamento do mercado habitacional, com a melhora das estimativas dos coeficientes das elasticidades preço e renda da função demanda por habitação, como também na estimação dos preços hedônicos e do valor de mercado do bem habitação.

## 1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho pretende atingir dois objetivos: um, relacionado aos aspectos metodológicos e outro de natureza empírica. O de caráter metodológico consiste em mostrar como se pode diagnosticar e incorporar os efeitos espaciais na especificação de modelos que visam explicar o comportamento do mercado habitacional, isto é, modelos de preços hedônicos e de demanda por habitação, utilizando-se uma metodologia alternativa denominada *Econometria Espacial*, ainda pouco difundida no Brasil. O segundo trata da pesquisa aplicada ao estudo da economia urbana, isto é, a análise microeconômica do mercado habitacional, onde será estimada uma função demanda por habitação para o Recife, capital do Estado de Pernambuco, uma das mais importantes cidades do país<sup>24</sup>, utilizando-se o procedimento em dois estágios, adotado por Ermisch *et al.* (1996) e Tiware *et al.* (1999), com a incorporação dos efeitos espaciais na especificação dos modelos.

Para realização dos testes empíricos e estimação dos modelos espaciais serão utilizados dados do Censo Demográfico do IBGE (2000) e de habitações financiadas pela CAIXA.

---

<sup>24</sup> Recife é a 7ª capital do país em população e a 8ª em número de domicílios.

Partindo-se do modelo espacial de preços hedônicos, desenvolve-se uma análise da formação dos preços da habitação, e com base nos diversos preços implícitos estimados e taxas de substituição que podem ser geradas, será possível analisar o comportamento do consumidor em relação à cesta de serviços de habitação com que se defronta no mercado. A partir dos resultados obtidos pelo modelo espacial de demanda habitacional, será possível estimar a elasticidade-renda e elasticidade-preço da habitação, bem como o comportamento da demanda em relação ao sexo, idade, nível de poupança do chefe da família e ao prazo de financiamento, que são informações fundamentais para formulação e implantação de políticas habitacionais.

### **1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE**

Esta tese compreende 8 (oito) capítulos, inclusive este que é a introdução.

No Capítulo 1 destacou-se a importância do mercado habitacional no contexto nacional, estadual e municipal, bem como a importância social da habitação. Mostrou-se que a literatura nacional é bastante carente em relação ao assunto e a metodologia aplicada para a compreensão do funcionamento do mercado parece não ser a mais adequada, devido à grande probabilidade da existência de efeitos espaciais em dados habitacionais. Descreveram-se, também, os objetivos do trabalho.

No Capítulo 2 serão abordados aspectos gerais do bem habitação e do mercado habitacional com uma revisão da bibliografia, descrevendo-se alguns trabalhos mais relevantes que servirão de base teórica para as estimações empíricas realizadas.

No Capítulo 3 apresenta-se a base teórica da estimação empírica que será realizada nos capítulos seguintes. Discute-se a metodologia tradicional de estimação de preços hedônicos e da demanda habitacional, mostra-se como diagnosticar a presença de efeitos espaciais e como incorporar estes efeitos aos modelos, ou seja, como utilizar a técnica de modelagem por econometria espacial.

O Capítulo 4 descreve algumas das características principais da cidade do Recife, escolhida para realização dos modelos empíricos, dando ênfase à variáveis econômicas relacionadas à demanda habitacional. Na análise descritiva são utilizados dados do Censo Demográfico do IBGE (2000) e da Fundação João Pinheiro (2000).

No Capítulo 5 faz-se um diagnóstico da dependência espacial entre bairros do Recife, para diversas variáveis econômicas relacionadas ao mercado habitacional, que servirá como suporte para os capítulos seguintes. Utilizam-se dados do Censo Demográfico do IBGE (2000) e da CAIXA.

O Capítulo 6 ocupa-se da estimação de um modelo espacial de preços hedônicos, utilizando-se o banco de dados da CAIXA, referente a habitações demandadas através da instituição. Com base neste modelo, analisa-se o comportamento do consumidor frente às características da cesta de habitação com que se defronta no mercado e constrói-se um Índice de Preços da Habitação.

No Capítulo 7 estima-se um modelo espacial de demanda por habitação, utilizando-se o Índice de Preços da Habitação inferido no capítulo 6, juntamente com a renda familiar e outras características sócio-demográficas da família e da operação de aquisição da habitação, que possam afetar a demanda.

Finalmente, no Capítulo 8 são apresentadas as conclusões, comentários e sugestões para futuras pesquisas.

## Capítulo 2

### O BEM HABITAÇÃO E O MERCADO HABITACIONAL

#### 2.1 INTRODUÇÃO

O mercado habitacional, tanto do ponto de vista de geração de empregos e renda para o sistema econômico, como também da importância social do produto habitação, constitui-se num setor chave de qualquer economia. A compreensão do seu funcionamento é fundamental para elaboração e implementação de políticas habitacionais e urbanas. Para isto torna-se necessário definir o bem habitação, pois há características que o distinguem, em termos econômicos, de outros bens duráveis disponíveis no mercado, fazendo com que o seu tratamento teórico seja diferenciado. Esta singularidade pode ser explicada em função da heterogeneidade, existência em estoque, fixação espacial, alto custo de aquisição, longa vida útil e longo período de produção.

O maior obstáculo para análise neoclássica do mercado habitacional é a heterogeneidade do bem habitação (Witte *et al.*, 1979). A heterogeneidade observada em relação às características espaciais (localização, distância a pólos de atração como praias, parques, etc.) e estruturais da habitação (área construída, número de quartos, vagas na garagem, idade, etc.) é a principal responsável pela grande variação dos seus preços. Dessa forma, pode-se caracterizar mercado habitacional como um mercado completamente produto-diferenciado e, para lidar com essa dificuldade deve-se tratar a habitação como um bem composto por um conjunto de outros bens, formados por suas características locacionais e estruturais, chamados de serviços de habitação, cujos preços individuais contribuem para a formação do seu preço total de mercado. Estes preços individuais dos serviços de habitação são definidos como preços hedônicos ou preços implícitos das características do bem habitação (Rosen, 1974). A localização do bem habitação é uma das principais variáveis responsáveis pela variabilidade observada nos preços. Como será demonstrado no capítulo 6, por exemplo, um apartamento com as mesmas características estruturais pode ter seu preço alterado de R\$24.587,66 para R\$42.192,59, dependendo somente da sua localização na cidade, sugerindo que a localização pode representar quase 72% do valor do imóvel. Consultando-se o banco de dados de

imóveis financiados pela CAIXA, cujo resumo encontra-se na tabela 6.2, pode-se observar a grande heterogeneidade dos dados, tanto do ponto de vista econômico, como também estrutural e espacial. Os valores de compra dos apartamentos variam de R\$15.000,00 a R\$298.259.00, isto é, o mais caro é 20 vezes superior ao mais barato; a área privativa varia de 28,81m<sup>2</sup> a 287,34m<sup>2</sup>, isto é, a área privativa do maior apartamento é 10 vezes superior ao menor; há apartamentos de 1 a 4 quartos sociais, desde a condição de ausência de suítes e vagas na garagem, até 3 suítes e 3 vagas, situados em edifícios de 2 a 32 pavimentos, com número de unidades que variam de 4 a 150. Existem, na amostra, edifícios novos e com idades que chegam até 40 anos, com conservação ruim, regular e boa.

Devido à existência de estoque, no curto prazo, a oferta de habitação é fixa (Varian, 1994). A alteração do estoque ocorre muito lentamente, se considerada a cidade como um todo, devendo-se esperar que os serviços oferecidos nas novas unidades sejam compatíveis com as exigências do mercado, refletidas através dos preços implícitos de cada categoria ou serviço, o que faz com que, no curto prazo, a variação dos preços seja refletida somente pela demanda (O'Sullivan, 1993). Segundo dados do IVV (2002)<sup>25</sup>, o volume de ofertas de apartamentos no Grande Recife, em 2002, foi de cerca de 3000 unidades, que representa menos de 0,5% do total de seus domicílios.

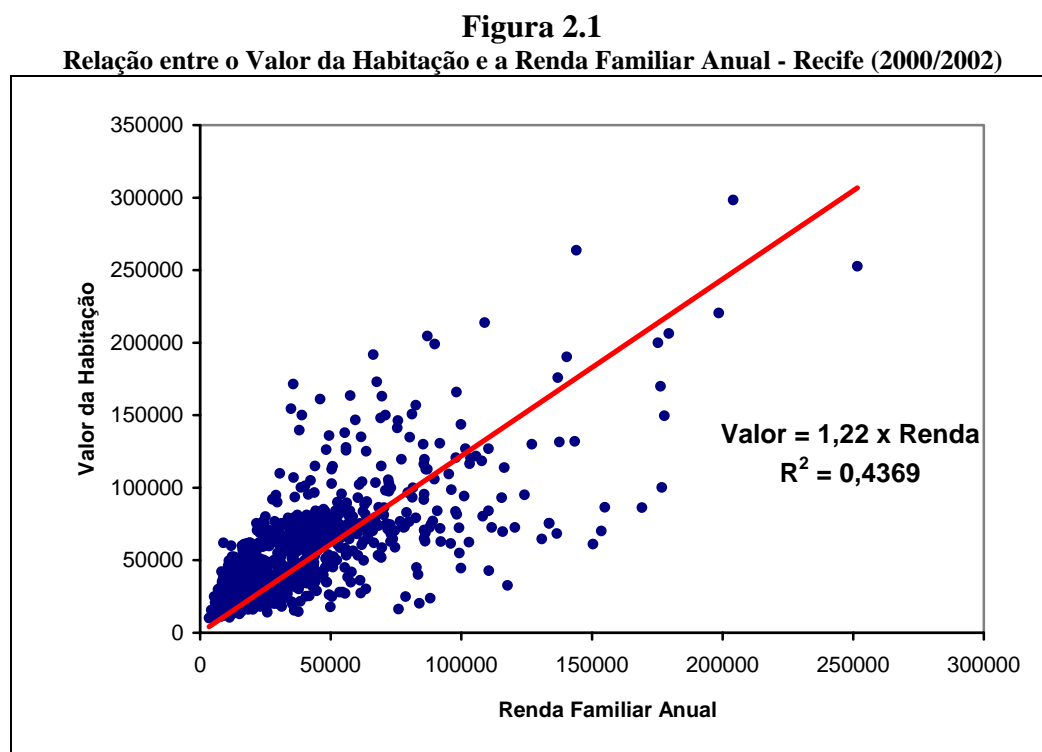
Tendo em vista a imobilidade do bem habitação, de uma maneira geral, o superávit (déficit) numa determinada localização (bairro ou cidade) não pode ser realocado de modo a compensar um déficit (superávit) em outra área. O equilíbrio entre os diferentes bairros ou cidades dar-se-á unicamente via preços no curto prazo (Lucena, 1985), sendo muito provável que haja efeitos de dependência ou heterogeneidade espacial nos dados observados, devendo a análise empírica ser realizada por Econometria Espacial.

Por ser um produto de preço elevado, sua aquisição atinge valores que variam de 3 a 4 vezes a renda anual da família, segundo Lucena (1985), o que, em geral, exige disponibilidade de empréstimos privados ou públicos e isto afeta o grau de liquidez do bem. Contudo, analisando-se uma amostra de 1310 dados de imóveis financiados pela CAIXA, verifica-se que, na cidade do Recife, o valor da habitação corresponde, em média, a 1,22 vezes a renda

---

25 Índice de Velocidade de Vendas do Mercado Imobiliário, elaborado pela FIEPE – Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco.

anual dos mutuários, conforme equação da linha de tendência ajustada, que se encontra na figura 2.1.



Fonte: SIACI - CAIXA

A produção de novas habitações também necessita de elevados investimentos e prazos de maturação. O custo de produção de um apartamento na cidade do Recife, pelo Programa de Arrendamento Residencial (PAR), por exemplo, com 43m<sup>2</sup> de área privativa e padrão de acabamento baixo, gira em torno de R\$22.000,00, que corresponde a um custo unitário de R\$512,00/m<sup>2</sup>; enquanto que no programa Associativo, em que as unidades têm área de 65 a 70m<sup>2</sup>, com padrão normal, o custo pode variar de R\$70.000,00 a R\$80.000,00, que significa um custo unitário médio em torno de R\$1.100,00/m<sup>2</sup>. O prazo de construção dos empreendimentos construídos por estes programas tem sido, geralmente, de 18 meses. Em programas de financiamentos diretos com o incorporador, este prazo pode chegar até 50 meses e o custo unitário de aquisição de um apartamento novo, de padrão alto, pode atingir R\$4.000,00/m<sup>2</sup>, na beira mar de Boa Viagem, ou R\$2.000,00/m<sup>2</sup> em outras regiões nobres da cidade.



Outra característica importante do bem habitação é a durabilidade: a vida útil estimada de um imóvel varia entre 40 a 60 anos. O último estudo da Fundação João Pinheiro (2000), sobre o déficit habitacional, considera como limite de vida útil a idade de 50 anos. Este é o bem de maior vida útil entre os bens duráveis.

Muitos bens duráveis podem possuir algumas das características supracitadas, mas somente o bem habitação é dotado de todas elas e isto torna a análise do mercado habitacional, uma das mais complexas. Estas são algumas das razões que levam o indivíduo a tomar suas decisões sobre demanda habitacional com base, não só na renda corrente, mas também na expectativa de renda futura ou renda permanente, definida por Friedman (1957).

A seguir serão apresentados alguns modelos teóricos e trabalhos empíricos, que buscam interpretar o mercado habitacional.

## **2.2 MODELOS TEÓRICOS DE DEMANDA HABITACIONAL**

### **2.2.1 O Modelo de Brueckner (1985)**

Um interessante modelo de demanda proposto por Brueckner (1985), que unificou os modelos de Muth (1969) e Mill (1972), foi utilizado por Vergolino (1989) para interpretar a demanda por habitação na Região Metropolitana do Recife.

O modelo supõe um conjunto de consumidores morando em uma estrutura urbana específica, onde existe um lugar sob o qual estejam localizadas todas as oportunidades de emprego, definido como o Distrito Central de Negócios da Cidade (DCN). Neste caso a cidade é considerada do tipo monocêntrica, segundo a concepção de Alonso (1964). Admitese, por simplicidade, que os habitantes trabalhem no DCN e que percorrem uma distância  $x$ , entre sua residência e o local de trabalho, incorrendo em um custo  $t$  por km percorrido, ou um custo de transporte total de  $tx$ .

Ao nível dos consumidores existirá uma função utilidade dada por

$$U(c, q), \tag{2.1}$$

onde  $q$  representa o consumo do bem habitação e  $c$  o consumo de outros bens. Admite-se que o bem habitação é composto por um único serviço representado pela área construída, medida em metros quadrados. Assume-se, por hipótese, que o preço do bem  $c$  é unitário e que o preço do bem habitação ( $p$ ) varia de acordo com a localização na cidade. Então, um consumidor de renda  $y$  gastará uma parcela  $tx$  com transporte, ficando uma renda disponível de  $(y - tx)$  para consumir determinadas quantidades de  $c$  e  $q$ , ou seja, sua restrição orçamentária é dada por

$$y - tx = c + pq. \quad (2.2)$$

A fim de simplificar a análise, supõe-se que todos os habitantes apresentam o mesmo nível de renda e que as preferências são perfeitamente idênticas. Dessa forma o consumidor desejará maximizar sua utilidade (2.1), sujeito à restrição orçamentária (2.2), por:

$$\text{Max}_{\{q\}} U(y - tx - pq, q) \quad (2.3)$$

Pressupondo uma função utilidade estritamente quase côncava, onde a condição de primeira ordem deve ocorrer e aplicando o Lagrangeano à expressão (2.3) obtém-se:

$$\frac{U_q(y - tx - pq, q)}{U_c(y - tx - pq, q)} = p, \quad (2.4)$$

onde  $U_q$  e  $U_c$  representam as derivadas parciais com respeito a  $q$  e  $c$ , respectivamente. Da expressão (2.4) conclui-se que a relação entre as utilidades marginais do consumo de habitação e de outros bens, que representa a taxa de substituição entre eles, é igual à razão entre os seus preços.

Como o nível de utilidade dos consumidores, por suposição, permanece constante ao longo do espaço urbano, a cesta do consumidor deve ser capaz de igualar-se ao nível de utilidade ( $u$ ), de maneira que

$$U(y - tx - pq, q) = u, \quad (2.5)$$

onde as variáveis endógenas são  $p$  e  $q$  e as exógenas estão dadas por  $y$ ,  $t$ ,  $x$  e  $u$ .

Uma avaliação da natureza da dependência das variáveis  $p$  e  $q$  em relação ao parâmetro  $x$ , pode ser feita diferenciando-se totalmente a expressão (2.5), com respeito a  $x$ , ou seja:

$$U_c \left[ -t - \left( q \frac{\delta p}{\delta x} + p \frac{\delta q}{\delta x} \right) \right] + U_q \frac{\delta q}{\delta x} = 0, \quad \text{ou}$$

$$-tU_c - q \frac{\delta p}{\delta x} U_c - [pU_c - U_q] \frac{\delta q}{\delta x} = 0 \quad (2.6)$$

Como por (2.4)  $pU_c = U_q$ , então (2.6) transforma-se em

$$-tU_c - q U_c \frac{\delta p}{\delta x} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{\delta p}{\delta x} = -t/q < 0 \quad (2.7)$$

A expressão (2.7) indica que o preço por metro quadrado de área construída é uma função decrescente da distância  $x$ , isto é, que o preço do metro quadrado de habitação é relativamente menor quanto maior for a distância do centro comercial da cidade.

A partir do sistema formado pelas equações (2.4) e (2.5) chega-se ao seguinte resultado:

$$\frac{\delta q}{\delta x} = \zeta \frac{\delta p}{\delta x} > 0, \quad (2.8)$$

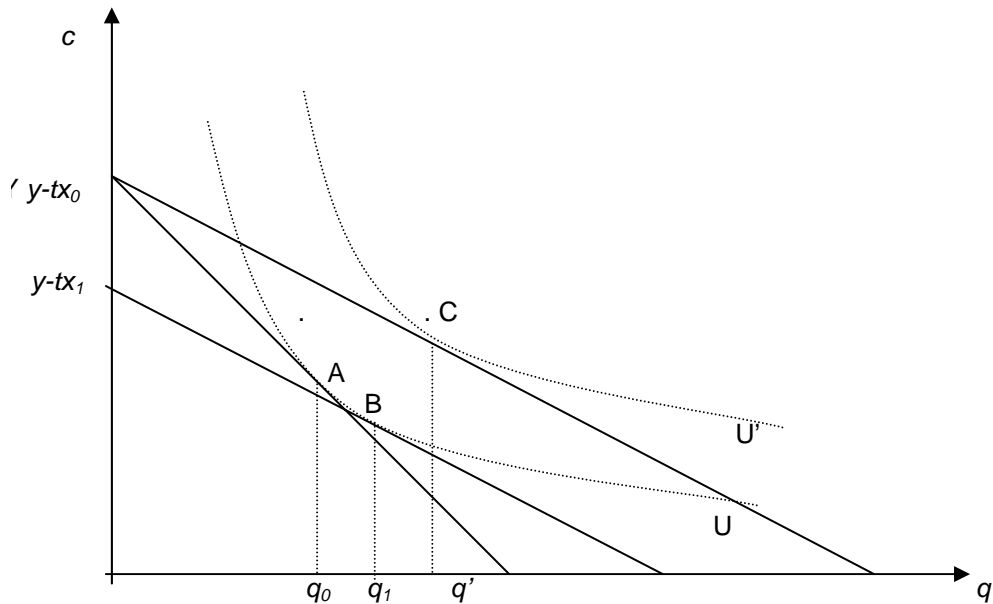
onde  $\zeta$  é a declividade da curva de demanda, assumindo nível de utilidade constante, que, por definição tem sinal negativo.

A expressão (2.8) indica que a área total construída de uma determinada habitação varia diretamente com a distância do centro comercial da cidade, isto é, quanto maior a distância de uma habitação ao DCN, maior o tamanho de sua área construída.

Desenhando-se um gráfico como mostrado na Figura 2.2, onde  $c$  e  $q$  estão alocados nos eixos vertical e horizontal, respectivamente, e plotando-se as curvas de indiferença do consumidor e a linha de restrição orçamentária, fica bastante intuitivo que uma modificação na variável distância provocará uma mudança na declividade da linha de restrição

orçamentária, mas ao longo da mesma curva de indiferença. Esta mudança na variável distância está associada a uma variação no preço do metro quadrado de área construída.

**Figura 2.2**  
Demanda de Habitação  
Curvas de Indiferença e a Linha de Restrição Orçamentária



Inicialmente, o equilíbrio encontra-se no ponto A, correspondente a um consumo de habitação  $q_0$ , situada a uma distância  $x_0$  do centro da cidade. Admitindo-se um aumento em  $x$ , a linha de restrição orçamentária sofrerá uma rotação no sentido inverso dos ponteiros do relógio. Para encontrar uma nova posição de equilíbrio, a linha de restrição deve tangenciar a curva de indiferença original em um novo ponto, o ponto B, com maior consumo de habitação  $q_1$ . Ou seja, o efeito-substituição é acompanhado por um aumento no tamanho da habitação.

Este fato ocorre porque, sendo o nível de utilidade constante, se um indivíduo morar mais distante de DCN terá maiores custos de transporte, relativamente a outro que mora mais próximo, mas será compensado por um preço unitário mais baixo da habitação, levando-o a demandar mais área construída, assumindo que a habitação é um bem normal.

Evidentemente que a habitação pode ser tratada de forma mais realista, composta não só de um único atributo ( $q$ ), como visto no modelo proposto por Brueckner (1985), mas como uma cesta de múltiplos serviços gerados pelos diversos atributos ( $q_1, \dots, q_k$ ), incluindo-se

outras características estruturais da habitação, tais como: número de quartos, banheiros, vagas na garagem, padrão de acabamento, conservação, idade, etc.) e também as características espaciais. Neste caso, o modelo consiste em maximizar a utilidade  $U = U(c, q_1, \dots, q_k)$ , sujeita à restrição orçamentária  $c + \sum p_i q_i + tx = y$ . Da mesma forma, das condições de primeira ordem conclui-se que a taxa marginal de substituição entre dois atributos quaisquer é igual à relação entre os seus preços implícitos na localização ótima, e ainda, que o indivíduo se afastaria do local de trabalho até que a perda de utilidade advinda de viagens mais longas compensasse o ganho advindo dos preços mais baixos pagos pelo conjunto de serviços de habitação consumidos.

### 2.2.2 O Modelo de Rosen (1974)

A maior parte dos trabalhos empíricos que procuram estimar a função demanda a partir de microdados usa a metodologia de estimação de preços hedônicos ou preços implícitos das características do bem habitação desenvolvida por Rosen (1974). Neste caso, a habitação é tratada como um bem composto por um conjunto de outros bens, representados pelas suas características individuais, tais como localização, área construída, idade, amenidades na vizinhança, cujos preços implicitamente contribuem para a formação do seu preço de mercado. Ou seja, o preço do bem habitação pode ser decomposto nos preços de suas  $k$  características, representadas por  $q = (q_1, q_2, \dots, q_k)$ , por meio de uma função do tipo  $P(q) = P(q_1, q_2, \dots, q_k)$ , estimada pela regressão dos preços observados em relação a estas características. A derivada parcial desta função, com relação a uma determinada característica, explicita a sua contribuição marginal na formação do preço total da habitação, isto é, o preço do serviço de habitação correspondente a uma unidade desta característica. Este modelo interpreta os coeficientes estimados através das *equações de preços hedônicos*, considerando que refletem condições de oferta e de demanda e, portanto, os preços implícitos estimados seriam preços de equilíbrio entre produtores e consumidores, ou seja, um reflexo do preço mínimo que a firma está disposta a receber e do preço máximo que o consumidor estaria disposto a pagar por uma determinada característica da habitação. Supõe que ambos, consumidores e produtores, baseiam suas decisões locacionais e de quantidades num comportamento maximizado, supondo concorrência.

Formalmente, supondo que um consumidor com renda  $y$  tem uma função de utilidade  $U(c, q)$ , estritamente côncava, onde  $c$  representa todos os outros bens consumidos, definindo como numerário, a restrição orçamentária do consumidor é dada por  $y = c + P(q)$ . A maximização da utilidade depende da escolha de  $c$  e  $q$  que satisfaçam a restrição orçamentária, ou seja:

$$\text{Max}U(c, q) , \text{ s.a. } y = c + P(q) \quad (2.9)$$

Do problema de maximização tem-se que as condições de primeira ordem implicam em

$$\frac{\partial P}{\partial q_i} \equiv P_i = \frac{U_{q_i}}{U_c}, \quad (2.10)$$

onde  $P_i$  é o preço hedônico do atributo  $i$  da habitação<sup>26</sup>.

Definindo-se  $\theta(q; u, y)$  como uma *bid function* ou função dispêndio, para um nível de utilidade  $u$  tem-se:

$$U(y - \theta, q) = u \quad (2.11)$$

A equação (2.11) indica que o gasto que o consumidor está disposto a realizar para valores alternativos de  $q$ , a um dado nível de utilidade  $u$  e renda  $y$ , é  $\theta(q; u, y)$ . Derivando  $\theta$  com relação a  $q_i$  em tem-se que:

$$\theta_{q_i} = \frac{U_{q_i}}{U_c}, \quad (2.12) .$$

onde  $\theta_{q_i}$  é a taxa marginal de substituição entre a característica  $q_i$  da habitação e dinheiro, revelando o preço de reserva do consumidor por uma unidade adicional  $q_i$ .

Nessa estrutura,  $\theta_{q_i}$  representa o valor que o consumidor está disposto a pagar por uma dada característica da habitação  $q_i$ , dados um nível de utilidade  $u$  e renda  $y$ , enquanto que  $P(q)$

---

<sup>26</sup> As condições de segunda ordem são satisfeitas sob hipóteses simples (ver Rosen, 1974).

é o preço mínimo que ele deve pagar no mercado pela habitação demandada. Consequentemente, a utilidade é maximizada quando

$$\theta(q; u', y) = P(q) \quad \text{e} \quad \theta_{q_i}(q_i, u', y) = P_i(q_i), \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (2.13)$$

onde  $q'$  e  $u'$  são as quantidades ótimas.<sup>27</sup>

Por outro lado, o produtor deseja determinar o número de unidades,  $M(q)$ , que ele produzirá de forma a maximizar os seus lucros,  $\pi$ , com uma função de custo total dada por  $C(M, q; \beta)$ , onde  $\beta$  é reflete fatores como os parâmetros da função de produção<sup>28</sup>. Cada firma resolve o seguinte problema:

$$\underset{M, q}{\text{Max}} \pi = MP(q) - C(M, q) \quad (2.14)$$

As condições de primeira ordem do problema implicam que a receita marginal de cada atributo deve ser igual ao seu custo marginal e que a produção irá até o ponto que a receita unitária é igual ao custo marginal de produção, ou seja:<sup>29</sup>

$$P_i = \frac{C_{q_i}(M, q_i)}{M} \quad (2.15)$$

$$P(q) = C_M(M, q) \quad (2.16)$$

Como no caso da *bid function* dos consumidores, uma *offer function*,  $\varphi(q; \pi, \beta)$ , é definida para os produtores, indicando os preços unitários que as firmas estão dispostas a aceitar nas várias composições do produto a um lucro constante, quando a produção é otimamente escolhida. Assim sendo,  $\varphi(q; \pi, \beta)$  é encontrada eliminando-se  $M$  de

$$\pi = M\varphi - C(M, q) \quad (2.17)$$

<sup>27</sup> Uma apresentação gráfica e extensão do modelo são apresentadas em Rosen (1974).

<sup>28</sup>  $C$  é uma função convexa com  $C(0, q) = 0$  e  $C_M > 0$ ,  $C_{q_i} > 0$ . As firmas são competitivas e tomam os preços como dados.

<sup>29</sup> As condições de segunda ordem são garantidas por algumas restrições adicionais (ver Intriligator, 1971).

e

$$\varphi = C_M(M, q) \quad (2.18)$$

e resolvendo-se para  $\phi$  em termos de  $q$ ,  $\pi$  e  $\beta$ . Derivando-se (2.17) e (2.18) tem-se que:  $\varphi_{q_i} = C_{q_i}/M > 0$  e  $\phi_\pi = 1/M > 0$ , onde  $\varphi_{q_i}$  é o preço marginal de reserva de oferta para o atributo  $i$  a um lucro constante. Dado que  $\phi$  é o preço que a firma está disposta a aceitar para a composição  $q$  ao lucro  $\pi$ , enquanto  $P(q)$  é o preço máximo alcançável no mercado, o lucro máximo será alcançado por uma maximização equivalente do preço de oferta sujeito à restrição  $P(q) = \phi$ . Assim sendo, o lucro máximo e a composição ótima satisfazem as condições:

$$P_i(q') = \varphi_{q_i}(q'_i; \pi, \beta), \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (2.19)$$

e

$$P(q') = \varphi(q'; \pi, \beta), \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (2.20)$$

No equilíbrio do mercado existirá uma função  $P(q)$  tal que as quantidades ofertadas e demandadas se igualam. Dessa forma, no equilíbrio,  $P(q)$  representa não só o preço de reserva do consumidor como também o preço de reserva da firma.<sup>30</sup>

Enquanto Rosen (1974) sugere uma forma para atribuir preços implícitos às diversas características que compõem o bem habitação, Muth (1960), verificando a existência de inúmeras variações entre estas características, pelas quais os consumidores atribuem valores, simplificou a homogeneização do bem habitação, considerando idênticas as unidades habitacionais que possuem preços idênticos. Por este prisma, verifica-se que no modelo de Brueckner (1985), como o gasto com habitação ( $pq$ ) é constante ao longo de toda a cidade, pode-se considerar o bem habitação também idêntico por toda a planície homogênea considerada. Assim, considerando-se que o preço de uma unidade de habitação é constante em toda cidade, dado por

$$P = pq, \quad (2.21)$$

---

<sup>30</sup> As condições para a existência do equilíbrio de mercado são apresentadas e discutidas em Rosen (1974).



verifica-se que o consumo de habitação em toda a cidade é unitário. Ermisch *et al.* (1996) e Tiware *et al.* (1999) utilizam este conceito para o cálculo do consumo de habitação.

## 2.3 TRABALHOS EMPÍRICOS RECENTES

A seguir, elabora-se uma descrição sucinta dos trabalhos mais recentes que estimam a função de demanda habitacional, através de modelos microeconômicos, utilizando a metodologia de preços hedônicos. Ou seja, a nível nacional, o trabalho de Lucena (1985) e a nível internacional, os trabalhos elaborados por Ermisch *et al.* (1996) e Tiware *et al.* (1999).

### 2.3.1 O Trabalho de Lucena (1985)

O primeiro e único trabalho encontrado na literatura pesquisada, desenvolvido a nível nacional, que estima a função de demanda a partir de microdados é o de Lucena (1985). Como se trata de um trabalho pioneiro, será explorado a seguir, em detalhes, no que tange à modelagem microeconômica. Inicialmente, o autor critica a hipótese assumida de que os indivíduos escolhem a localização da habitação unicamente a partir do *trade-off* entre distância ao local de trabalho e o preço da habitação, como também o aspecto simplista das cidades monocêntricas<sup>31</sup>. Admite que outros fatores devem ser considerados, sobretudo quando se trata de regiões metropolitanas, pois, à medida que a cidade cresce, a distância dos locais periféricos ao centro tende a ser cada vez maior, o que faz com que os custos de transportes (e de oportunidade) dos indivíduos tenda a crescer proporcionalmente. Assim, é de se esperar o aparecimento de um comércio mais sofisticado em determinadas localizações, que pode vir a se tornar um centro polarizador<sup>32</sup>. Ainda, com crescimento da cidade, haverá diversificação de atividades e diferenças socioeconômicas entre os residentes, o que pode levar a uma estratificação espacial<sup>33</sup>.

---

31 Como será mostrado em capítulos posteriores, Recife, a cidade escolhida para a análise empírica deste trabalho, não é monocêntrica.

32 Em Recife, esta tese é comprovada com a instalação do Shopping Recife, em Boa Viagem.

33 Este fato será comprovado nos capítulos seguintes, quando se definirão as centralidades do Recife em relação a dois pólos bem definidos: as regiões de Boa Viagem e da Jaqueira.

Para construir o modelo de demanda por serviços de habitação, o autor parte da hipótese de King (1976), na qual considera que os indivíduos maximizam sua utilidade em dois estágios: no primeiro, a renda é alocada entre os diversos bens e, no segundo, o total alocado em habitação é dividido entre as diversas características do bem. Supõe que para a habitação, os indivíduos visualizam uma superfície  $n$ -dimensional de indiferença e maximizam sua função utilidade, dada a restrição do montante de renda alocado em habitação. Como aspecto primordial da análise, considera o fato de como os indivíduos substituem a demanda por características da habitação em função das variações de renda, preços e gostos.

Considera a habitação composta de cinco características básicas:

- a) Serviços de infra-estrutura básica (energia elétrica, água, esgoto, etc.);
- b) Serviços provenientes da habitação em si (área privativa, número de quartos, tipo de acabamento, vagas na garagem, etc.).
- c) Acessibilidade às áreas importantes (lazer, trabalho, etc.);
- d) Serviços de comércio no entorno (padarias, gêneros de primeira necessidade, etc.);
- e) Amenidades naturais da área (parques, praias, etc.).

Lucena desenvolve um modelo para cidades multicêntricas, onde os centros de lazer são considerados como centros de polarização. Alerta que, neste caso, o processo de escolha da habitação se torna mais complexo, pois, ao se afastar de um centro polarizador, haverá uma perda de utilidade vinculada a este pólo, como nos modelos monocêntricos, mas terá ganhos relativos à maior proximidade de outros centros. A escolha da localização e dos serviços de habitação dependerá de um vetor de acessibilidade aos principais centros de polarização, ponderados pela sua importância relativa no contexto urbano. Supõe ainda que os indivíduos, de modo geral, estariam dispostos a pagar um preço superior para morar em locais em que a vizinhança dispusesse de um padrão de renda mais elevado, admitindo-se que o maior nível de renda da vizinhança poderá servir como *proxy* para outras características como educação, *status*, etc. Chama atenção para o fato de que os diversos atributos ou características da habitação que os indivíduos consideram no processo de escolha podem ser visualizados como itens (bens), distintos uns dos outros, geradores de diferentes utilidades de consumo, o que conduz à curvas de demanda distintas para cada atributo ou característica. Dessa forma, a resposta dos indivíduos às alterações na renda devem ser diferentes para os atributos da

habitação e tal fato repercute de forma diferente nos coeficientes estimados da equação de demanda. Assim, um aumento de renda levará a uma maior demanda por determinadas características (proximidade a locais de lazer, por exemplo) em relação a outras, o que faria com que os preços dos imóveis que dispusessem dessas características – que sofreram um aumento de demanda maior –, tenham um aumento de preços mais que proporcional aos outros no curto prazo. No longo prazo, a produção de habitações tenderia a se ajustar às condições do mercado, gerando uma maior quantidade dessas características.

O trabalho estima a elasticidade renda dos gastos em habitação com base na curva de Engel, fazendo uma regressão do logaritmo do consumo médio de habitação (consumo dividido pelo número de membros da família) pelo logaritmo da renda familiar correspondente. Com base nos dados da PNAD-77 (Pesquisa Nacional de Domicílios), encontra resultados de 0,61 para São Paulo, 0,84 para Rio de Janeiro e Recife e 0,81 para o Brasil, mas reconhece que as medidas utilizadas para quantificar o consumo de habitação são extremamente rudimentares.

Para a estimação empírica da função de demanda para cada uma das características básicas do bem habitação, segundo os preços implícitos que os indivíduos estariam dispostos a pagar para consumir os diversos serviços de habitação, utiliza a técnica da estimação hedônica, para uma base de dados do Rio de Janeiro, obtida da PNAD-77 e do Metrô Rio. Considera como variável dependente o preço do aluguel e como variáveis independentes as características da habitação em si (tipo de paredes, piso, cobertura, forro, existência de canalização interna, número de cômodos e idade do imóvel); os serviços de infra-estrutura disponíveis (redes d'água, esgoto, coleta de lixo, iluminação pública, telefone); as características socioeconômicas (número de empregos *per capita* e número de automóveis *per capita*) e, para medir a localização, considerou o consumo de acessibilidade para vários setores da cidade, estimado em função do tempo de deslocamento para os diversos centros polarizadores, entre eles as praias de Botafogo, Copacabana e Ipanema.

O autor estratifica a renda em quartis, mostrando que suas variações provocam demanda distintas por determinadas características, com implicações diferenciadas sobre os preços das habitações. Observa que a elasticidade renda dos gastos com o tamanho da habitação é menor para os 25% mais ricos – o que significa que as classes de maior poder aquisitivo tenderiam a

aumentar, em menor proporção, o tamanho da habitação ao aumentar a renda – e apresenta variações nos outros quartis, sem uma tendência definida, ao passar de uma classe renda para outra; o coeficiente estimado para o número de pessoas tende a decrescer à medida que o nível de renda aumenta, o que leva à conclusão que nas classes de renda superiores, o aumento de número de pessoas da família provoca aumentos, menos que proporcionais, do consumo do tamanho da habitação; a elasticidade renda no consumo de amenidades para os 25% mais pobres é não significativamente diferente de zero, o que indica que esses indivíduos não aumentam seu consumo de amenidades ao variar a renda; o aumento do tamanho da família leva a uma diminuição do consumo de amenidades, sendo que nas faixas superiores de renda essa diminuição se dá em maior grau. A classe de renda mais baixa seria, portanto, indiferente quanto a sua localização na malha urbana, e que leva em consideração exclusivamente o consumo da habitação em si no processo de escolha da habitação. Por outro lado, observa que é nesta classe de renda onde o aumento do tamanho da família tem o maior impacto sobre o consumo de habitação.

Finalizando, Lucena (1985) chega a resultados que mostram a importância do impacto do crescimento da renda e da sua distribuição sobre o mercado habitacional. No caso do crescimento favorecer às classes de renda mais elevadas, o impacto sobre a demanda por habitação propriamente dita será pequeno e, conseqüentemente, dado que a curva de oferta de novas habitações é constante no curto prazo, provocará um pequeno impacto sobre a indústria de construção habitacional. Pela elevada elasticidade dessa classe de renda no consumo de amenidades, haveria maiores pressões sobre os preços dos imóveis urbanos que dispusessem de maior oferta de amenidades.

### 2.3.2 O Trabalho de Ermisch *et al.* (1996)

Este trabalho realiza um estudo da demanda habitacional nas seis maiores regiões da Inglaterra. Inicialmente, Ermisch *et al.* (1996) apresentam a estrutura teórica da função de demanda habitacional dada por

$$D H = h (R P, T, S E G), \quad (2.22)$$

onde  $DH$  é a despesa com habitação,  $RP$  é o preço relativo da habitação,  $T$  é a medida de renda da família convenientemente definida, e  $SEG$  é o vetor de características sócio-demográficas, incluindo-se algum conteúdo urbano ou espacial.

Os autores destacam o fato de que, no equilíbrio de mercado, famílias maximizam utilidade sujeita as suas restrições orçamentárias, com otimização em relação à despesa com habitação e localização através do espaço urbano.

No processo de estimação da função demanda por habitação, seguem os passos abaixo:

1º) Estimação da equação de preços hedônicos da habitação para cada um dos seis mercados habitacionais, que toma a forma

$$\ln (P_{ati}^H) = \alpha_a + \beta_a X_i + \gamma_a T_i + e_i, \quad (2.23)$$

onde:  $\ln$  é a sigla dos logaritmos neperianos;  $P_{ati}^H$  é o preço de compra da habitação pela família  $i$ , no ano  $t$  e na área  $a$ ;  $X_i$  é o vetor de características da habitação em si e de sua vizinhança;  $T_i$  é vetor de variáveis *dummy* para cada ano de compra, e  $e_i$  é o erro aleatório do modelo.

2º) Construção do Índice de Preço da Habitação ( $IPH$ ) para uma “habitação padrão” definida para uma série particular de características  $X$ , proveniente de  $\alpha_a$ ,  $\beta_a$  e  $\gamma_a$ , tomadas como as características modais ao longo de 6 áreas.

3º) Cálculo da medida de consumo de habitação ( $DH$ ), encontrada dividindo-se o valor de compra da habitação pelo  $IPH$  correspondente, em função da região em que se encontra o imóvel e do período em que o mesmo foi demandado.

4º) Estimação da renda permanente, através de uma regressão do logaritmo da renda líquida da família sobre a idade, estrutura familiar, área do mercado habitacional onde vive e grupo de ocupação a que pertence o chefe da família.

5º) Estimação da função demanda por habitação, pela equação (2.22).

Dos resultados da estimação empírica, Ermisch *et al.* (1996), concluíram que a elasticidade preço se situa em torno de - 0,4 e que a elasticidade-renda é cerca de 0,5.

### 2.3.3 O Trabalho de Tiware *et al.* (1999)

Os autores estimam as elasticidades preço e renda da demanda habitacional na Região Metropolitana de Mumbai, a capital financeira da Índia, através do processo de dois estágios, similar ao utilizado por Ermisch *et al.* (1996). Destacam a importância da habitação pelo fato dela absorver alta proporção do orçamento do chefe de família e que é fundamental medir adequadamente a demanda habitacional, tanto sob o ponto de vista de crescimento das cidades, como de expansão de renda e mudança relativa de preços. Entendem que a eficácia da política habitacional depende, sobretudo, de estimativas seguras da função demanda habitacional.

Para estimação dos preços hedônicos, fazem uma regressão preço do aluguel sobre várias características da habitação, em 7 (sete) submercados, assumido a forma

$$P_{ij} = b_0 + \sum b_k X_k \quad (2.24)$$

onde  $P_{ij}$  é o preço de mercado da  $i$ -ésima classe de habitantes (proprietário ou locatário), na  $j$ -ésima zona, e  $X_k$  são as características estruturais e locacionais da moradia. Como variáveis locacionais foram consideradas, para efeito de estimação empírica, as distâncias ao Centro de Negócios da Cidade, ao ponto mais próximo de disponibilidade de água e de banheiros, além da divisão das regiões analisadas, através da utilização de variáveis do tipo *dummy*.

A estimação da função de demanda é definida como

$$Q_L = f(P_{ij}, H_1, H_2, \dots), \quad (2.25)$$

onde  $Q_L$  é a quantidade de serviços de habitação demandados;  $P_{ij}$  é o respectivo preço da habitação e  $H_k$  ( $k=1, \dots, k$ ) são as características da família.

Tiware *et al.* (1999) afirmam que uma questão crucial na análise da demanda habitacional é a medida das variáveis consideradas, particularmente  $Q_L$ ,  $P_{ij}$  e  $H_k$ , como também a forma funcional da equação e que, dependendo da noção de cesta de serviço de habitação, a variável preço variará para cada família em função do tamanho da moradia, características de vizinhança e acesso, mas os preços implícitos dos serviços de habitação têm sido considerados como constantes para um dado submercado.

Os resultados obtidos da estimação indicam que a demanda habitacional é elástica com respeito à renda e preço com valores próximos de +1 e -1, respectivamente.

Como pode-se observar, tanto no trabalho teórico desenvolvido por Brueckner (1985), como nas estimações empíricas realizadas por Lucena (1985), Ermisch *et al.* (1996) e Tiware *et al.* (1999), a questão espacial é tratada levando-se em conta a posição da habitação em relação a pólos de influência, como o Centro Histórico da Cidade, Estações de Metrô, Praias, etc, ou dividindo o espaço urbano em regiões, não considerando a possibilidade da dependência espacial nas modelagens realizadas. Este procedimento pode gerar estimativas tendenciosas, inconsistentes ou ineficientes, o que torna as conclusões tiradas sobre as mesmas duvidosas. No capítulo seguinte, será mostrado como diagnosticar a dependência espacial e como especificar modelos espaciais, a partir de uma metodologia alternativa denominada modelagem por Econometria Espacial.

## Capítulo 3

### BASE TEÓRICA DA ESTIMAÇÃO EMPÍRICA

#### 3.1 INTRODUÇÃO

A função de demanda habitacional será estimada em dois estágios, adotando-se os procedimentos utilizados por Ermisch *et al.* (1996) e Tiware *et al.* (1999), incorporando-se aos mesmos os efeitos espaciais, através da Modelagem por Econometria Espacial. Isto é, no primeiro estágio será estimado um Modelo Espacial de Preços Hedônicos para a cidade do Recife, pelo qual será calculado o Índice de Preço da Habitação (IPH). A razão entre a despesa com a habitação, representada pelo seu preço de compra e o IPH correspondente ao bairro e ao período em que a mesma foi demandada, será usada como medida de consumo de serviços de habitação. Por fim, será estimado um Modelo Espacial de Demanda Habitacional, através de uma regressão do consumo de serviços de habitação sobre os preços relativos da habitação (IPH), a renda familiar e outras variáveis que afetam a demanda, relativas à família e embasadas na operação de aquisição da habitação.

A seguir, será mostrado como diagnosticar e incorporar os efeitos espaciais aos modelos tradicionalmente adotados, utilizando-se a modelagem por Econometria Espacial. Apresenta-se a base teórica da estimação do Modelo Espacial de Preços Hedônicos, sendo o mesmo procedimento, adotado para estimação do Modelo Espacial de Demanda por Habitação.

#### 3.2 A MODELAGEM TRADICIONAL DA EQUAÇÃO DE PREÇOS HEDÔNICOS

A formulação mais simples da equação de preços hedônicos, relacionada com o comportamento do mercado habitacional, é representada por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i, \quad i=1, \dots, m \quad (3.1)$$

onde:  $Y_1, \dots, Y_m$  - chama-se variável dependente, representada pelo preço da habitação;  $X_{i1}, \dots, X_{ik}$  - são chamadas de variáveis independentes, correspondentes às suas características



estruturais (área construída, padrão construtivo, número de vagas na garagem, etc.) e de localização (bairro onde se situa o imóvel, distância a pólos de influência, amenidades do entorno, etc.), bem como aspectos econômicos (época da compra, condições de pagamento do imóvel, natureza do evento: em oferta ou efetivamente vendido, etc.);  $\beta_0, \dots, \beta_k$  - são denominadas de parâmetros do modelo e  $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m$  - são os erros aleatórios, que não podem ser explicados explicitamente, causados principalmente pelas variações do próprio comportamento humano (uns com mais habilidades na negociação, desejos, necessidades, caprichos, ansiedades, poder aquisitivo etc.), medidas inexatas ou pela não inclusão de variáveis independentes que contribuem muito pouco para a formação dos preços de mercado.

Em forma matricial o modelo (3.1) pode ser representado por

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (3.2)$$

sendo  $Y$ ,  $\beta$  e  $\varepsilon$  os vetores de preços observados, de parâmetros e de erros aleatórios do modelo de regressão, respectivamente, e  $X$  a matriz das observações das variáveis independentes.

A estimação dos parâmetros é feita por inferência estatística, com base em uma amostra representativa do segmento de mercado em análise. Tradicionalmente, esta estimação tem sido realizada pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que consiste em minimizar a soma dos quadrados das distâncias, medidas na vertical, entre os preços observados no mercado e os ajustados pelo modelo adotado. O vetor de coeficientes do modelo, também chamados de vetor de preços implícitos ou hedônicos das características da habitação, é obtido pela equação (3.3).

$$b = (X'X)^{-1}(X'Y). \quad (3.3)$$

O coeficiente  $b_j$  de uma característica  $X_j$ , corresponde ao preço hedônico de uma unidade desta característica. Desta forma, o valor médio estimado para um imóvel particular, de características representadas por um vetor  $C = [1 \ c_1 \ c_2 \ \dots \ c_k]$ , com base num modelo com  $k$

variáveis independentes e vetor de parâmetros estimados dado por  $\mathbf{b} = [b_0 \ b_1 \ b_2 \ \dots \ b_k]'$ , é calculado pela expressão:

$$Yc = Cb \quad (3.4)$$

Constata-se que, da combinação linear dos preços implícitos de cada uma das características da habitação e as respectivas quantidades demandadas, chega-se ao valor estimado de mercado da habitação. A norma brasileira para avaliação de imóveis urbanos, NBR-5676/90, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, denomina este procedimento avaliatório de Método Comparativo de Dados de Mercado.

Para que os parâmetros inferidos no mercado, pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários, sejam não-tendenciosos, eficientes e consistentes<sup>34</sup>, alguns pressupostos sobre as variáveis independentes, os resíduos e a especificação do modelo devem ser atendidos<sup>35</sup>: as variáveis independentes não devem conter nenhuma perturbação aleatória e não deve existir nenhuma relação linear exata entre as mesmas; os erros aleatórios satisfazem as hipóteses de variância constante (modelo homocedástico), normalidade e ausência de autocorrelação; e ainda que o modelo esteja corretamente especificado, ou seja, na sua composição estejam incluídas apenas variáveis explicativas relevantes, e as escalas das variáveis envolvidas sejam adequadamente escolhidas, com o objetivo de garantir a linearidade do modelo. Este modelo é denominado de Modelo Clássico de Regressão (MCR).

Tem-se observado na literatura a intensa utilização do MCR, constituindo-se quase uma unanimidade, tanto na estimação das Equações de Preços Hedônicos, como na estimação das Equações de Demanda por Habitação. Na maioria das vezes, não estão explicitados os cuidados tomados na modelagem em relação aos pressupostos básicos do Modelo Clássico de Regressão. Acredita-se que a não observância destes pressupostos pode ser um dos fatores expressivos para a grande volatilidade que se observa nas estimativas das elasticidades preço

---

34 A não-tendenciosidade indica que a média de todas as possíveis médias de amostras extraídas do mercado coincide com o verdadeiro valor de mercado; a eficiência está associada à dispersão destas possíveis médias estimadas em torno da verdadeira média, sendo que na comparação entre diversos estimadores não-tendenciosos, o estimador eficiente é aquele que apresentar a menor variância; enquanto que a propriedade da consistência indica que na medida em que a amostra cresce, a sua média se aproxima do verdadeiro valor de mercado.

35 Ver Dantas (2001, capítulos 5 e 6), *Engenharia de Avaliações - Uma Introdução à Metodologia Científica*, Editora PINI, São Paulo, Brasil.

e renda da demanda por habitação. Pois questões como falta de normalidade, heterocedasticidade e autocorrelação espacial são bastante comuns em dados imobiliários e a presença destes efeitos pode gerar estimativas tendenciosas, ineficientes ou inconsistentes em relação aos parâmetros do modelo.

A falta de normalidade é evidente nos preços de compra das habitações, pois estes se situam no campo dos reais positivos, enquanto que a distribuição normal abrange todo o campo dos reais. Em uma avaliação do mercado de apartamentos na RMR verificou-se que, ao considerar a distribuição normal para os dados, alguns preços ajustados apresentaram-se negativos, uma situação impossível de acontecer (Dantas e Cordeiro, 2000). Também é natural que a heterocedasticidade esteja presente nos dados habitacionais, uma vez que nas negociações estão presentes classes de consumidores com rendas variadas, que consomem serviços de habitação proporcionalmente as suas rendas, de forma que há tendência de maior dispersão nos preços mais altos que nos preços mais baixos. Para diagnosticar a normalidade e heterocedasticidade serão utilizados os testes clássicos de Jarque-Bera e de Breusch-Pagan, respectivamente, que podem ser encontrados em Greene (1997) ou Johnston e Dinardo (1997). Tem-se observado que, em muitos casos, a transformação *log* (transformação logarítmica na base neperiana) nos preços são suficientes para estabilizar a variância e normalizar os resíduos. Esta transformação é bastante aderente a dados imobiliários, pois garante a positividade dos valores estimados. Estudos realizados por Dantas e Cordeiro (1986, 1988, 2000 e 2001) e por Dantas (1998), utilizando as transformações de Box-Cox (1964), comprovaram que a transformação *log* é a que melhor se ajusta ao mercado imobiliário do Recife.

A autocorrelação espacial, com alta probabilidade de estar presente em dados distribuídos espacialmente, como é o caso de dados imobiliários, infelizmente não pode ser diagnosticada pela Econometria Tradicional. Como já comentado, o diagnóstico e modelagem devem ser realizados pela metodologia denominada *Econometria Espacial*.

### 3.3 A MODELAGEM POR ECONOMETRIA ESPACIAL

Conforme visto na seção anterior, para que as estimações realizadas pela metodologia tradicional sejam confiáveis, isto é, não tendenciosas, eficientes e consistentes, os

pressupostos básicos do MCR devem ser atendidos. Entre os diversos pressupostos estão os seguintes: *os erros aleatórios são não autocorrelacionados e todas as variáveis explicativas importantes devem estar presentes no modelo.*

Em geral, quando se trabalha com dados de corte transversal não faz sentido testar a autocorrelação dos erros aleatórios, sendo este cuidado indispensável em dados de séries temporais. Ocorre que, quando se trata de dados distribuídos espacialmente, como é o caso de dados habitacionais, podem existir erros de medidas em relação à exata localização do imóvel, como também efeitos de interação, difusão ou “spillovers” espaciais. Estas razões são suficientes para que o pesquisador considere um fator adicional no modelo tradicionalmente adotado: *a autocorrelação espacial ou dependência espacial.*

A autocorrelação ou dependência espacial pode afetar o termo de erro, a variável dependente ou ambos. A não consideração deste efeito, como vem ocorrendo rotineiramente na análise do comportamento do mercado habitacional, pode gerar sérios problemas de estimação, pois, na presença de autocorrelação espacial nos resíduos, os parâmetros estimados por (3.3) são ineficientes e, neste caso, testes de significância como  $t$  de Student e  $F$  de Snedecor, bem como os intervalos de confiança inferidos, não são mais válidos e as decisões tomadas com base neles são enganosas. Da mesma forma, a dependência espacial dos preços observados em relação aos preços dos imóveis vizinhos provocará estimacões tendenciosas e inconsistentes para os parâmetros, em virtude de um erro de especificação no modelo, pela não inclusão de uma variável dependente espacialmente defasada no modelo (3.2). Em ambos os casos, o MCR mostra-se inadequado, devendo ser substituído pelos *Modelos Espaciais*, estimados por *Econometria Espacial*.

O primeiro passo na utilização desta metodologia é o diagnóstico da presença de efeitos espaciais. A dependência ou autocorrelação espacial tem sido diagnosticada na literatura de duas formas distintas: pela análise gráfica do variograma ou utilizando-se testes estatísticos específicos, que utilizam matrizes de vizinhança. No primeiro caso, a inferência espacial é realizada pelo processo denominado de Krigeagem<sup>36</sup>, que tem como fundamento a Teoria das Variáveis Regionalizadas (TVR), desenvolvida por Matheron (1965); no segundo caso, a

---

<sup>36</sup> Denominação dada por George Matheron em homenagem ao estatístico sul africano Daniel Gerhardus Krige, que em 1951 desenvolveu as bases para os problemas de estimação espacial (Olmo, 1994).

modelagem espacial é realizada conforme a metodologia desenvolvida por Anselin (1988), apresentada na seção 3.3.1, que será utilizada, predominantemente, neste estudo. Uma boa resenha sobre a metodologia de Krigagem pode ser encontrada em Burrough e McDonnell (1998) ou Olmo (1994), cujo resumo encontra-se na seção 3.3.2.

Além da autocorrelação ou dependência espacial, existe também um outro efeito que pode ser encontrado nos dados distribuídos espacialmente: a heterogeneidade espacial, que diz respeito à instabilidade dos parâmetros em relação à região em que se situam os dados e, na ausência de dependência espacial, pode ser diagnosticado pelo teste de Chow e tratado pela metodologia tradicional, utilizando-se variáveis de interação entre cada variável explicativa e variável indicativa da região (ver Dantas, 1997) e Dantas e Rocha (2002).

### 3.3.1 Metodologia Desenvolvida por Anselin (1988)

Para diagnosticar a presença de efeitos de dependência espacial, bem como introduzir estes efeitos no modelo (3.2), pela metodologia desenvolvida por Anselin (1988), é necessário definir, previamente, uma matriz de pesos espaciais, conhecida como  $\mathbf{W}$ . No caso mais simples,  $\mathbf{W}$  é uma matriz simétrica em que cada elemento  $w_{ij}$ , é igual a 1 (um) se  $i$  e  $j$  são vizinhos e igual a zero no caso contrário. Por convenção, os elementos diagonais são iguais a zero, ou seja,  $w_{ii} = 0$ . Outras matrizes, como as propostas por (Cliff e Ord, 1981) e (Case *et al.*, 1993), consideram a importância dos vizinhos através de uma ponderação correspondente ao inverso da distância ou ao inverso do quadrado da distância entre eles. Em geral, a matriz de  $\mathbf{W}$  é padronizada por linha, assumindo a nomenclatura  $\mathbf{W}^s$ . Neste caso, cada elemento de  $\mathbf{W}^s$ , representado por  $w_{ij}^s$ , é obtido dividindo-se  $w_{ij}$  pela soma dos elementos da linha  $i$  a que pertence, ou seja  $w_{ij}^s = w_{ij} / \sum_j w_{ij}$ . Nesta matriz, os elementos das linhas somam 1. Este procedimento, além de facilitar a interpretação dos pesos, como uma média ponderada dos valores dos vizinhos, assegura a compatibilidade entre os modelos (Anselin e Bera, 1998). O argumento principal a favor do uso de uma matriz de peso espacial é que esta associa uma variável em um certo ponto do espaço às observações da mesma variável em outros lugares do espaço. Neste trabalho será utilizada, por simplicidade, a notação  $\mathbf{W}$  para a matriz de pesos espaciais ponderada por linha.

### 3.3.1.1 Testes Estatísticos

Os principais testes utilizados para detectar a autocorrelação espacial são Moran I, LM<sup>37</sup> Robusto (erro) e LM Robusto (defasagem). O teste de Moran I é o mais usado nos estudos de dados de corte transversal de unidades geográficas. O problema deste teste é que ele não identifica o tipo de efeito (erro ou defasagem espacial). Por isso, serão utilizados testes mais específicos: o LM (erro) Robusto, para detectar efeitos de autocorrelação espacial no termo de erro; e o LM (defasagem) Robusto, para verificar a presença de efeitos de defasagem espacial na variável dependente. A seguir, estes testes serão apresentados de forma resumida. Maiores detalhes podem ser encontrados em Anselin (1988a). É importante frisar que a validade destes testes exige a aceitação das hipóteses de normalidade e homocedasticidade dos resíduos de MQO, obtidos pelo modelo (3.2).

#### 3.3.1.1.1 Teste LM Robusto (erro)

O teste LM Robusto (erro) é um teste assintótico realizado a partir da estatística (3.5), que tem distribuição Qui-quadrado com um grau de liberdade, sob a hipótese nula de não existência de autocorrelação espacial no termo erro.

$$\text{LM (erro)} = \frac{[e'W'e/(s^2/n)]^2}{[tr(W^2 + W'W)]} \stackrel{a}{\approx} \chi_{(1)}^2, \quad (3.5)$$

onde  $e$  é o vetor de resíduos de mínimos quadrados;  $W$  a matriz de pesos espaciais;  $s^2 = e'e/n$  a estimativa de máxima verossimilhança da variância do modelo (3.2);  $n$  o número de dados da amostra e  $tr$  o operador denominado traço da matriz.

Assim, se a estatística de teste for superior ao ponto crítico da distribuição Qui-quadrado, com um grau de liberdade, para um determinado nível de significância  $\alpha$ , rejeita-se a hipótese de não autocorrelação espacial nos resíduos do modelo clássico de regressão, a este nível.

---

<sup>37</sup> Sigla de Lagrange Multiplier

### 3.3.1.1.2 Teste LM Robusto (defasagem)

O teste LM Robusto (defasagem) é também um teste assintótico, realizado a partir da estatística (3.6), que tem distribuição Qui-quadrado com um grau de liberdade, sob a hipótese nula de não existência de defasagem espacial na variável dependente.

$$\text{LM (defasagem)} = \frac{\{[e' \mathbf{W}y/(s^2)]^2\}}{\{(\mathbf{W}Xb)' \mathbf{M} \mathbf{W} Xb/s^2 + \text{tr}[\mathbf{W}' \mathbf{W} + \mathbf{W}^2]\}} \stackrel{a}{\approx} \chi^2_{(1)}, \quad (3.6)$$

onde  $e$  é o vetor de resíduos de mínimos quadrados;  $\mathbf{W}$  a matriz de pesos espaciais;  $y$  o vetor de observações na variável dependente;  $s^2 = e'e/n$  a estimativa de máxima verossimilhança da variância do modelo (3.2);  $\mathbf{X}$  a matriz das variáveis independentes,  $b$  o vetor de parâmetros estimados via mínimos quadrados ordinários;  $n$  o número de dados da amostra,  $\mathbf{M} = \mathbf{I} - \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'$  e  $\text{tr}$  o operador denominado traço da matriz.

A hipótese de não autocorrelação espacial na variável dependente do modelo clássico de regressão será rejeitada se a estatística de teste for superior ao ponto crítico da distribuição Qui-quadrado com um grau de liberdade, para um determinado nível de significância  $\alpha$ .

### 3.3.1.2 Os Modelos Espaciais

Uma vez detectada a presença de autocorrelação espacial nos dados, faz-se necessário introduzir extensões convenientes no modelo tradicional, representado na equação (3.2), considerando-se os efeitos autocorrelação espacial nos erros, através do Modelo de Erro Espacial ou os efeitos ocasionados pelas interações entre os valores da variável dependente, pelo Modelo de Defasagem Espacial, como mostra-se a seguir.

#### 3.3.1.2.1 O Modelo de Erro Espacial

A autocorrelação espacial no termo de erro está relacionada a erros de medida ocasionados pelas divisões artificiais das unidades geográficas, como os limites estabelecidos para os bairros de uma cidade, que não necessariamente coincidem com a verdadeira dimensão do fenômeno observado. Isto é, na prática, o consumidor não tem o conhecimento exato dos limites que dividem os bairros. No mercado habitacional há uma tendência de efeito

de transbordamento de um bairro de maior importância sobre os seus vizinhos. Por exemplo, o bairro de Boa Viagem, no Recife, devido à sua importância no contexto urbano e a grande demanda por habitação, em função de fatos que serão comentados no capítulo seguinte, foi se estendendo sobre os bairros do Pina e Imbiribeira. Outro fator que pode gerar a autocorrelação espacial nos erros é a omissão de variáveis locais relevantes.

Para tratar adequadamente este tipo de efeito espacial nos dados, a primeira modificação com relação à equação (3.2) será considerar o processo espacial autoregressivo no termo de erro, da seguinte forma:

$$\varepsilon = \lambda W\varepsilon + u \quad \text{ou} \quad \varepsilon = (I - \lambda W)^{-1}u, \quad (3.7)$$

onde  $\lambda$  representa o coeficiente de autocorrelação espacial do termo erro;  $u$  é normalmente distribuído com média zero e variância constante;  $I$  é a matriz identidade e  $W$  a matriz de pesos espaciais ponderada. Substituindo (3.7) em (3.2) resulta no seguinte modelo de erro espacial:

$$Y = X\beta + (I - \lambda W)^{-1}u \quad (3.8)$$

Para obtenção de estimativas eficientes dos parâmetros do modelo (3.8) é necessário usar o estimador de verossimilhança, que consiste em maximizar a função de log-verossimilhança dada por (3.9), utilizando-se técnicas de otimização não linear.

$$L = \frac{n}{2} \ln(\pi) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) + \ln |\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}| - \frac{1}{2\sigma^2} \varepsilon' (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})' (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}) \varepsilon, \quad (3.9)$$

onde  $n$  representa o número de dados da amostra,  $\ln$  o símbolo do logaritmo natural,  $\sigma^2$  a variância do modelo e as demais variáveis têm a mesma definição da equação (3.7).

Como comentado na seção 3.3, quando os erros são autocorrelacionados espacialmente os parâmetros estimados pelo Modelo Tradicional (3.2) são não eficientes, isto é, os desvios padrões que se encontram associados a eles são tendenciosos. Assim, as testes  $t$  e  $F$ , como



também os intervalos de confiança construídos não são mais válidos e os resultados obtidos a partir deles são enganosos.

### 3.3.1.2.2 O Modelo de Defasagem Espacial

O efeito de defasagem espacial é ocasionado pela dependência espacial criada através de uma interação espacial entre os preços dos imóveis, uma espécie de “efeito de vizinhança” na determinação dos preços. Isto é, quando um comprador e um vendedor realizam a transação de um imóvel, eles não somente levam em consideração as suas características estruturais e locacionais, mas também são influenciados pelos preços dos imóveis vizinhos. Neste caso, esta influência é medida pela inclusão de uma variável adicional no modelo (3.2), dada por  $WY$ , que é a variável dependente espacialmente defasada. Cada elemento  $wy_i$  do vetor  $WY$  é formado por uma ponderação dos preços dos imóveis vizinhos. Esta variável serve também para captar os efeitos de dependência espacial não considerados explicitamente nas variáveis locacionais comumente utilizadas, como questões ligadas à segurança, saúde, tráfego, educação, etc. Isto é, a introdução do termo de defasagem espacial, como variável explicativa, serve como *proxy* para as variáveis independentes omitidas que estão correlacionadas com as características locacionais (Pace, Barry e Sirmams, 1998). Com a incorporação desta variável, o modelo (3.2) passa a ser

$$Y = X\beta + \rho WY + \varepsilon, \quad (3.10)$$

onde  $\rho$  é o coeficiente de autocorrelação espacial da variável  $WY$  e  $\varepsilon$  é idêntica e independentemente distribuído (*i.i.d*).

Tendo em vista que a variável  $WY$  é aleatória, a estimação por mínimos quadrados ordinários não é adequada porque viola um dos pressupostos básicos do Modelo Clássico de Regressão<sup>38</sup>. Observe-se também que, ao comparar os modelos (3.2) com (3.10), constata-se no primeiro a falta da variável explicativa  $WY$ , o que gera um grave erro de especificação<sup>39</sup>. Neste caso, as avaliações realizadas por (3.2) são tendenciosas e inconsistentes. Da mesma

<sup>38</sup> As variáveis explicativas não devem conter nenhuma perturbação aleatória.

<sup>39</sup> No modelo devem estar presentes todas as variáveis explicativas relevantes.

forma que no modelo (3.9), a estimação deve ser realizada pelo método da máxima verossimilhança, que consiste na maximização da função (3.11),<sup>40</sup> utilizando técnicas de otimização não linear.

$$L = \frac{n}{2} \ln(\pi) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) + \ln |\mathbf{I} - \rho \mathbf{W}| - \frac{1}{2\sigma^2} \boldsymbol{\varepsilon}' \boldsymbol{\varepsilon} \quad (3.11)$$

### 3.3.1.3 Escolha de Modelos

Uma maneira de escolher o modelo a adotar – o Modelo de Erro Espacial ou o Modelo de Defasagem Espacial - pode ser feita pela comparação do valor absoluto das estatísticas (3.5) e (3.6). Assim, quanto maior for o valor encontrado na estatística de teste, maior será o efeito espacial correspondente a esta estatística, conforme argumento de Anselin e Rey (1991). Outra forma de escolha de modelos é pela utilização dos critérios de informação de Akaike (AIC) e de Schwartz (SC).

Em termos gerais, estes critérios de informação assumem a forma

$$IC = -2L + f(k,n), \quad (3.12)$$

onde  $L$  é a máxima log verossimilhança e  $f(k,n)$  é uma função do número de variáveis independentes ( $k$ ) e do número de observações ( $n$ );  $f(k,n) = 2k$  para o Critério de Informação de Akaike (AIC) e  $f(k,n) = k \cdot \ln(n)$  para o Critério de Informação Schwartz (SC).

O princípio que está por trás do critério de informação é que a falta de ajuste é penalizada em função dos graus de liberdade. Na escolha de modelos alternativos, o melhor será aquele com menores valores encontrados para AIC e SC. Uma discussão mais detalhada destes critérios de informação podem ser encontradas em Akaike (1981) e Anselin (1988a).

### 3.3.2 Metodologia de Krigagem

O método de Krigagem tem por fundamento a Teoria da Variável Regionalizada (TVR), desenvolvida por Matheron (1965). Esta teoria identifica que a distribuição espacial de uma

---

<sup>40</sup> Uma derivação de estimador de verossimilhança pode ser encontrada em Anselin (1988).

variável é expressa pela soma de três componentes: uma componente estrutural, tendo uma média constante ou tendência; uma componente aleatória espacialmente correlacionada, também chamada de variação regionalizada e uma componente aleatória não correlacionada espacialmente (erro residual). Assim, o valor de uma variável  $Z$ , em uma posição geográfica  $x$ , representado por  $Z(x)$ , fica definida como

$$Z(x) = m(x) + \varepsilon'(x) + \varepsilon'', \quad (3.13)$$

onde  $m(x)$  é uma função determinística descrita pela componente estrutural de  $Z$  em  $x$ ,  $\varepsilon'(x)$  é a variação regionalizada e  $\varepsilon''$  o resíduo do modelo, do tipo gaussiano, espacialmente independente, com média zero e variância constante  $\sigma^2$ .

Caso não exista tendência,  $m(x)$  pode ser considerado o valor médio da variável, dentro da região amostral, e assim, o valor esperado dos incrementos de primeira será zero, ou seja:

$$E [Z(x) - Z(x+h)] = 0, \quad (3.14)$$

sendo  $Z(x)$  e  $Z(x+h)$  os valores da variável  $Z$  nas posições  $x$  e  $x+h$ , respectivamente, onde  $h$  representa a distância entre elas.

Assumindo, ainda que, a variância dos incrementos de primeira ordem existe e não depende dos pontos  $x$  e  $x+h$ , mas somente da distância  $h$ , tem-se:

$$\text{Var}[Z(x) - Z(x+h)] = E\{[Z(x) - Z(x+h)]^2\} = 2\gamma(h), \quad (3.15)$$

onde  $\gamma(h)$  é chamado de semivariância.

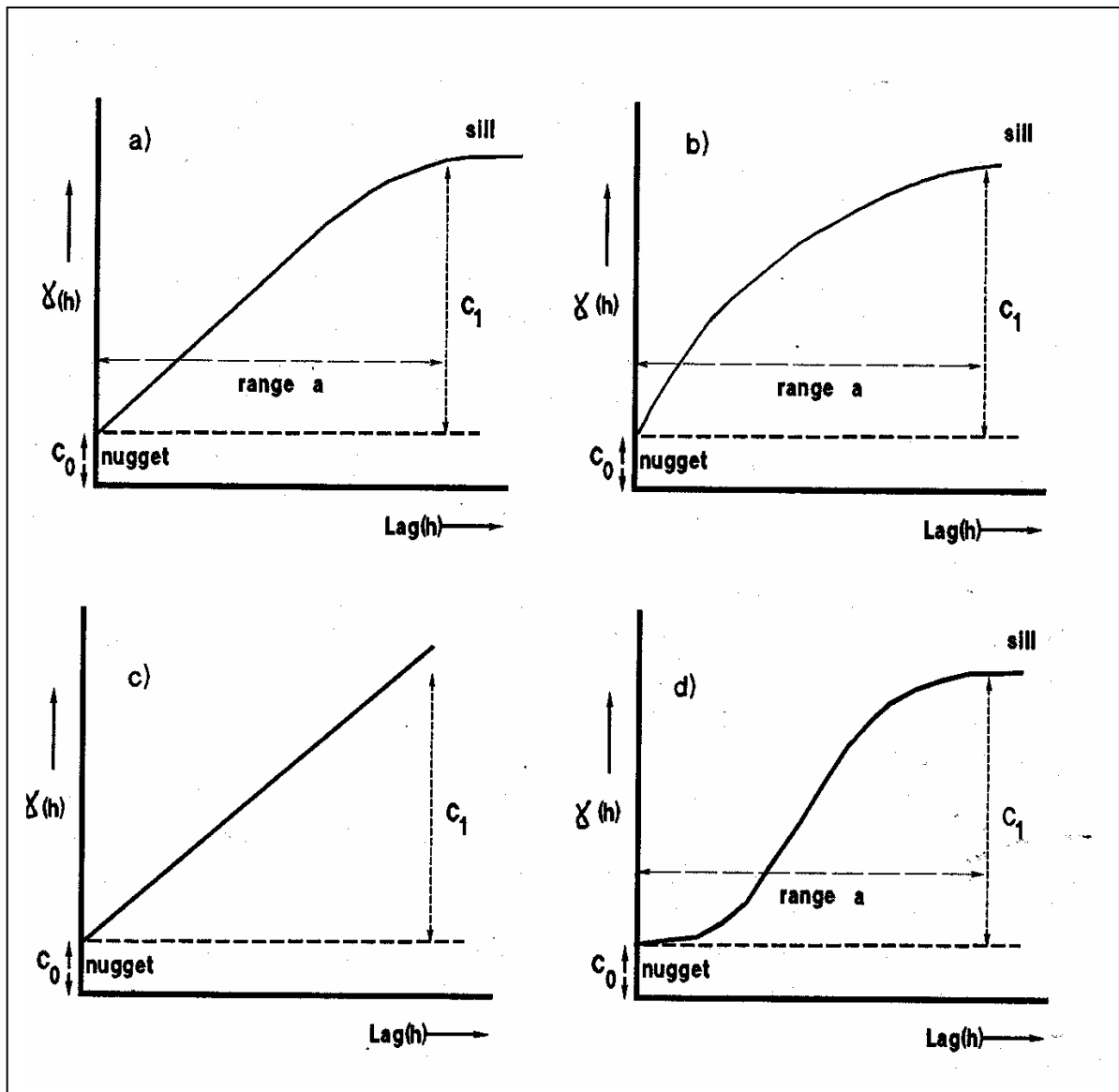
As condições de estacionaridade (3.14) e a variância das diferenças (3.15) definem as exigências da hipótese intrínseca da teoria da variável regionalizada. Quando estas condições forem satisfeitas, a semivariância é estimada a partir dos pontos amostrais por:

$$\gamma(h) = (1/2n) \sum \{z(x_i) - z(x_i + h)\}^2, \quad (3.16)$$

onde  $n$  é o número de pares de pontos amostrais, com atributos  $z$ , separados por uma distância  $h$ .

O gráfico  $\gamma(h)$  versus  $h$  é chamado variograma experimental, que pode aproximar-se de um modelo teórico (esférico, exponencial, linear ou gaussiano, dentre outros), conforme mostrado na Figura 3.1.

**Figura 3.1**  
**Modelos Teóricos do Variograma**



**Nota:** (a) esférico, (b) exponencial, (c) linear e (d) gaussiano

Observa-se na figura 3.1 que o variograma é composto por três partes distintas: a primeira ( $c_0$ ), conhecida por efeito pepita (*nugget*), que corresponde ao intercepto com o eixo  $y$ , isto é, onde  $h = 0$ ; a segunda ( $c_1$ ) denominada platô (*sill*), correspondente à porção vertical do semivariograma e a terceira ( $a$ ) chamada alcance (*range*).

Teoricamente, a semivariância deveria ser zero quando  $h$  o fosse, isso devido a diferença entre mesmos pontos ser zero, por definição. Na prática isso não acontece, o que é explicado pela existência de erros de medição associadas às variações espaciais de muito pequena amplitude, que não podem ser resolvidas. O platô ( $c_1$ ) é interpretado com a proporção da variabilidade total observada ( $c_0 + c_1$ ) que é autocorrelacionada espacialmente, enquanto que o alcance ( $a$ ), é a porção mais importante do semivariograma, pois identifica os valores de  $h$  onde existe dependência espacial, ou seja o raio máximo de influência do contágio espacial.

O semivariograma pode ser empregado para determinar os pesos necessários a uma interpolação local. Este procedimento é derivado de uma análise espacial estatística de dados amostrais, de acordo com o modelo:

$$\hat{z}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot z(x_i), \quad (3.17)$$

com  $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ , onde  $\lambda_i$  são pesos escolhidos de modo que  $\hat{z}(x_0)$  seja estimado sem tendência e que a discrepância da estimativa  $\sigma_e^2$ , seja menor que qualquer outra combinação linear dos valores observados e obtidos quando  $\sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma(x_i, x_j) + \theta = \gamma(x_i, x_0)$ , para todo  $j$ . Nesta equação,  $\gamma(x_i, x_j)$  é a semivariância de  $z$  entre os pontos amostrais  $x_i$  e  $x_j$ ;  $\gamma(x_i, x_0)$  a semivariância entre os pontos amostrais  $x_i$  e o ponto a ser estimado  $x_0$ , ambos obtidos pelo semivariograma correspondente e  $\theta$  é um multiplicador de Lagrange requerido para minimização da variância.

Desta forma, a estimacão espacial para uma variável  $Z$ , situada em uma determinada posicão geográfica  $x_0$  é encontrada pelo modelo:

$$Z(x_0) = m(x_0) + z(x_0), \quad (3.18)$$

onde  $z(x_0)$  é o estimador de krigeagem que mede os efeitos espaciais microlocalizativos, isto é os efeitos de dependência a pequena escala espacial.

Este método, conhecido por krigagem ordinária (ordinary kriging) é um interpolador exato, pois quando as equações são empregadas, os valores interpolados ou a melhor média local, coincidirão com os valores dos pontos amostrais. Isso significa dizer que, os pontos amostrais obtidos por interpolação, não terão seus valores alterados. A informação sobre a confiança dos valores interpolados é obtida através do erro de estimação  $\hat{\sigma}_e^2$ , também conhecido como a discrepância de krigagem.

Conforme visto neste capítulo, a modelagem por Econometria Espacial parece ser a mais adequada para o tratamento de dados habitacionais. Nos capítulos 5, 6 e 7 esta metodologia será utilizada para diversas estimções empíricas. Contudo, tendo em vista que se pretende elaborar um modelo de demanda habitacional para o Recife, dedica-se o próximo capítulo para uma descrição desta cidade, no que diz respeito a diversas variáveis econômicas relacionadas com a demanda habitacional.

## **Capítulo 4**

### **A CIDADE DO RECIFE**

#### **4.1 INTRODUÇÃO**

Destaca-se neste capítulo alguns traços urbanos da cidade do Recife, escolhida como fonte do estudo empírico, dando ênfase às variáveis econômicas relacionadas com a demanda habitacional. Mostra-se a trajetória do desenvolvimento urbano da cidade e pontuam-se alguns fatos relevantes que contribuíram para a sua atual configuração espacial. Comentam-se, com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE (2000), algumas características da cidade, procurando-se explorar as variáveis população, número de domicílios, renda do chefe da família, densidade populacional e grau de instrução. Por fim, analisa-se a situação do Recife no contexto metropolitano, utilizando-se informações do relatório do déficit habitacional, elaborado pela Fundação João Pinheiro (2000) e do Censo Demográfico do IBGE (2000).

#### **4.2 O DESENVOLVIMENTO URBANO E AS CENTRALIDADES**

Em 1537, uma colônia de pescadores se instalou no nordeste do Brasil, em uma península constituída por uma estreita faixa de terras, com 7km de comprimento por 0,5km de largura, entre os rios Capibaribe, Beberibe e o Oceano Atlântico, ligada por um istmo a Olinda, em frente a um porto natural formado por arrecifes de corais, onde hoje existe o bairro do Recife (Almeida, 2001). Em pouco tempo, o povoado ganhou importância econômica em função das atividades portuárias desenvolvidas, principalmente com o transporte do açúcar produzido pelos engenhos instalados às margens dos rios supracitados, que chegava ao porto por via fluvial<sup>41</sup>. A localização destes engenhos teve influência decisiva na configuração espacial da cidade e representaram o embrião de alguns bairros, que assumiram os seus nomes de origem, como Casa Forte, Monteiro, Apipucos, Torre, Madalena, Jiquiá, Caxangá, etc. Durante a

---

41 A cultura de cana-de-açúcar, introduzida no Brasil no século XVI, teve seu primeiro surto no nordeste, e particularmente em Pernambuco, em função das vantagens oferecidas, na época, pelo comércio exterior do açúcar, aliadas às condições naturais muito propícias a este tipo de lavoura – clima quente e solo argiloso de massapé - além da posição geográfica, frente ao mercado europeu (Melo, 1990).

invasão holandesa, entre os anos de 1630<sup>42</sup> e 1654, Recife se tornou sede da administração flamenga. Neste período, foi executado o primeiro plano urbanístico do pequeno aglomerado urbano, durante o governo de João Maurício de Nassau<sup>43</sup>, que construiu palácios, canais, fortes, diques, praças, mercados e pontes<sup>44</sup>, realizou aterros e pavimentou ruas, elevando o número de prédios de 130 para 300. Após a expulsão dos holandeses, a sede do governo voltou para Olinda e Recife passou por um período de estagnação<sup>45</sup>, que teve reflexo no seu desenvolvimento urbano. Somente em 1709 o povoado foi elevado à categoria de Vila, em 1823 assumiu a condição de cidade e desde 1827 é a capital de Pernambuco<sup>46</sup>. Em 1830, durante o governo de Francisco Rego Barros – o Conde da Boa Vista –, foram incrementadas as condições de infra-estrutura, construíram-se inúmeros edifícios públicos, o comércio expandiu-se para os bairros de São José e Santo Antônio e a cidade integrou-se ao setor rural através de rodovias e ferrovias. Mesmo assim, até 1844, as áreas povoadas limitavam-se aos bairros do Recife, Santo Amaro e São José e, em 1870, existia uma ocupação suburbana rarefeita, partindo do núcleo principal e com adensamento às margens das principais vias de acesso (Paiva, 1996).

Na segunda metade do século XIX, surge o mercado de terras, através do loteamento de antigas propriedades canavieiras (Melo, 1990). Foi iniciado o processo de expansão, de forma radial, partindo do Centro Principal em cinco direções: no sentido oeste, à margem esquerda do Rio Capibaribe, situaram-se os bairros das Graças, Aflitos, Casa Amarela, Casa Forte, Apipucos e Dois Irmãos; à margem direita, localizaram-se os bairros de Madalena, Iputinga, Torre, Caxangá e Várzea. Na direção noroeste, surgiram os bairros do Espinheiro, Encruzilhada, Água Fria e Beberibe, em função do curso do Rio Beberibe. A sudoeste, acompanhando os riachos Tejipió e Jiquiá, nasceram os bairros de Afogados, Areias e Tejipió. Ao norte, ficaram os bairros de Santo Amaro, Campo Grande, Tacaruna e Peixinhos e, por fim, ao sul, acompanhando a costa marítima, desenvolveram-se os bairros do Pina e Boa Viagem (Paiva, 1996). Entre o final da primeira década do século XIX e o início do século

---

42 Nesta época já existiam 16 engenhos de cana-de-açúcar, ao longo das margens dos rios Capibaribe e Beberibe (Melo, 1990).

43 Conde alemão, a serviço do governo holandês, governou Pernambuco no período de 1637 a 1644. Seu grande espírito administrativo e sensibilidade artístico-cultural, aliados à experiência militar, resultou no primeiro plano urbanístico em 1639, com a criação da cidade Maurícia, onde hoje existe o Bairro de Santo Antônio e, em seguida, expandiu o projeto para a Nova Maurícia, onde atualmente existe o bairro de São José (Almeida, 2001).

44 Construiu a primeira ponte do Brasil em 1643, que foi substituída pela atual ponte Maurício de Nassau.

45 A partir do final do século XVII, a região, que detinha o monopólio mundial de exportação do açúcar, foi marcada pela crise da economia açucareira (Paiva, 1996).

46 Dados extraídos do livro *Trilhas do Recife*, de autoria de Braga (2000).



XX, houve um aumento da população de quase 8 vezes, passando de 26.000 para 200.000 habitantes. Nessa época, o espaço urbano já se encontrava compactamente adensado nos bairros do Recife, Santo Antônio e São José e, em áreas menores e esparsas, nos bairros da Boa Vista e Santo Amaro, e nos núcleos suburbanos de Afogados, Monteiro e Caxangá (Melo,1990).

A população do Recife não parava de crescer. Em 1940 já atingia 348.000 habitantes. Esta forte expansão demográfica se deu em função do fluxo migratório, na sua maioria formado por famílias de baixo poder aquisitivo, que vinham atraídas pelas oportunidades oferecidas pela “cidade grande”. Tendo em vista a incipiente economia urbana do Recife, estas famílias não tinham condições de acesso a uma moradia digna e habitavam em mocambos, construídos em terras que invadiam, nos morros e nas margens dos rios e alagados. O Censo Demográfico de 1940 indica que 73% da população é considerada como pobre. Entre 1940 e 1960 a população aumentou para 797.000 habitantes, o que representou um incremento de mais de 100%. O elevado crescimento populacional veio acarretar a expansão do espaço urbano e produzir modificações substanciais na configuração da cidade. Continuavam os loteamentos dos antigos engenhos, as áreas sob as influências das principais vias de circulação foram se tornando mais largas, os nódulos periféricos foram se dilatando e se unindo aos bairros e subúrbios que, por sua vez, foram se unindo ao centro da cidade (Melo, 1990).

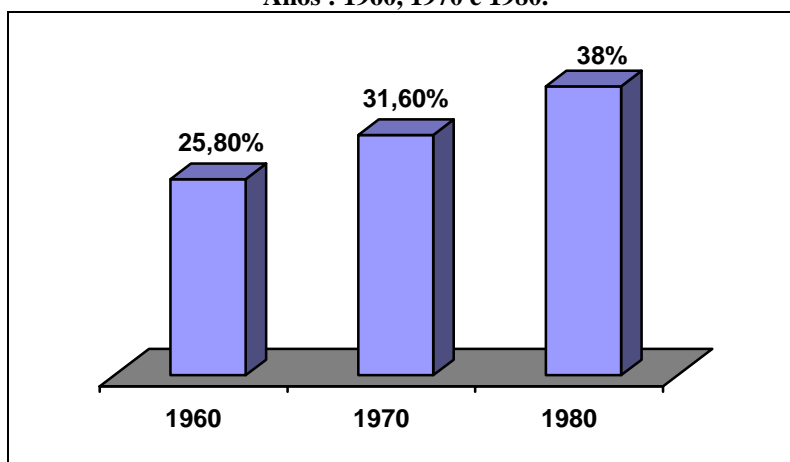
Após 1960, a elevada taxa migratória e a alocação de investimentos industriais<sup>47</sup> nos municípios periféricos contribuíram para que o espaço urbano do Recife se estendesse gradativamente na direção dos mesmos, que juntos formaram a Região Metropolitana do Recife (RMR), composta, naquela época, por Recife, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista, Moreno, Cabo de Santo Agostinho, Itamaracá, Igarassu e São Lourenço da Mata.

O fenômeno migratório se evidencia pelo aumento da participação da RMR em relação à população do Estado de Pernambuco, que passa de 25.80% em 1960, para 38% em 1980, como pode-se observar na figura 4.1.

---

47 Principalmente pela SUDENE, com a criação dos distritos industriais do Cabo e de Paulista.

**Figura 4.1**  
**População da RMR em relação à população de Pernambuco**  
**Anos : 1960, 1970 e 1980.**



Fonte: IBGE - Censos demográficos

Na segunda metade dos anos 60 cresce a importância da indústria habitacional no Recife, tendo como causa principal a instituição do SFH, em 1964, com reflexos significativos nos hábitos e na configuração espacial da cidade. Na década 60 existia o mercado rentista, isto é, a produção da habitação com fins de locação, onde a maior parte dos domicílios eram alugados e a classe média tinha o hábito de residir em habitações unifamiliares. A partir da criação do SFH, a proporção de domicílios próprios supera os alugados e inicia-se o processo de verticalização da cidade. Em função da escassez de áreas disponíveis e da maximização do lucro pretendida pelos empresários da construção civil, as casas unifamiliares foram dando lugar a edifícios de apartamentos, onde os terrenos eram aproveitados, geralmente, com a sua taxa máxima de utilização<sup>48</sup>.

A indústria habitacional continua a se desenvolver durante as décadas de 80 e 90, com grande número de unidades construídas com recursos do SFH, sobretudo no bairro de Boa Viagem, pela maior demanda em função da proximidade da praia e também pelas vantagens oferecidas pela Lei de Uso e Ocupação do Solo da época, que facilitava a construção com coeficientes de utilização bastante atrativos. No início da década de 80, instalou-se, em Boa Viagem, o Shopping Center Recife, um dos maiores da América Latina, e muitos investimentos em infra-estrutura foram realizados no local, com recursos do projeto de CURA (Complementação Urbana de Recuperação Acelerada), tornando-se o bairro mais populoso da

<sup>48</sup> Em determinadas zonas, como por exemplo, Boa Viagem, o coeficiente de utilização permitia a construção de um edifício com área construída igual a quatro vezes a área do terreno.

cidade, com vida própria, representando um novo símbolo de centralidade para o Recife.

Desta forma, pode-se resumir a seguinte dinâmica na centralidade do Recife: até o século XIX, havia um núcleo principal, correspondente ao “Bairro do Porto”, atual Bairro do Recife, que se expandiu em direção ao oeste; nos primórdios do século XX, o centro de negócios passa a englobar os bairros de Santo Antônio e São José; entre 1920 e 1950, o bairro de Santo Antônio se consolida como “Centro da Cidade”, passando a ser alvo de grandes reformas urbanas; no período de 70 a 90, destaca-se a expansão urbana no sentido sul e a definição de uma nova centralidade - o Bairro de Boa Viagem - com implantação do Shopping Center Recife (Santana, 1998).

### 4.3 O CENÁRIO ATUAL

Recife é uma das capitais mais importantes do país, ocupando o 7º lugar em população e o 8º em número de domicílios. Conhecida como a “Veneza Brasileira”, em função dos seus canais, mangues e rios<sup>49</sup>, centraliza uma região metropolitana composta por 14 municípios (Recife, Jaboatão dos Guararapes, Olinda<sup>50</sup>, Paulista, Moreno, Cabo de Santo Agostinho<sup>51</sup>, Ipojuca<sup>52</sup>, Itamaracá, Igarassu<sup>53</sup>, Abreu e Lima, São Lourenço da Mata, Araçoiaba, Itapissuma e Camaragibe), que a partir de agora será denominada RMR. Recife, juntamente com os municípios de Jaboatão dos Guararapes, no litoral sul, e Olinda e Paulista, no litoral norte, formam o chamado Grande Recife, com uma extensão de 30 km de praia.

Recife é uma cidade 100% urbana, formada por 94 bairros, distribuídos em 220 km<sup>2</sup>, de forma irregular, com cerca de 25km de comprimento no sentido norte-sul e 17 km de largura no sentido leste-oeste, conforme figura 4.2. A leste é banhada pelo Oceano Atlântico, onde se encontra a praia de Boa Viagem, considerada como uma das mais belas praias urbanas do país.

---

49 Sendo o principal deles o rio Capibaribe, que corta a cidade no sentido oeste-leste.

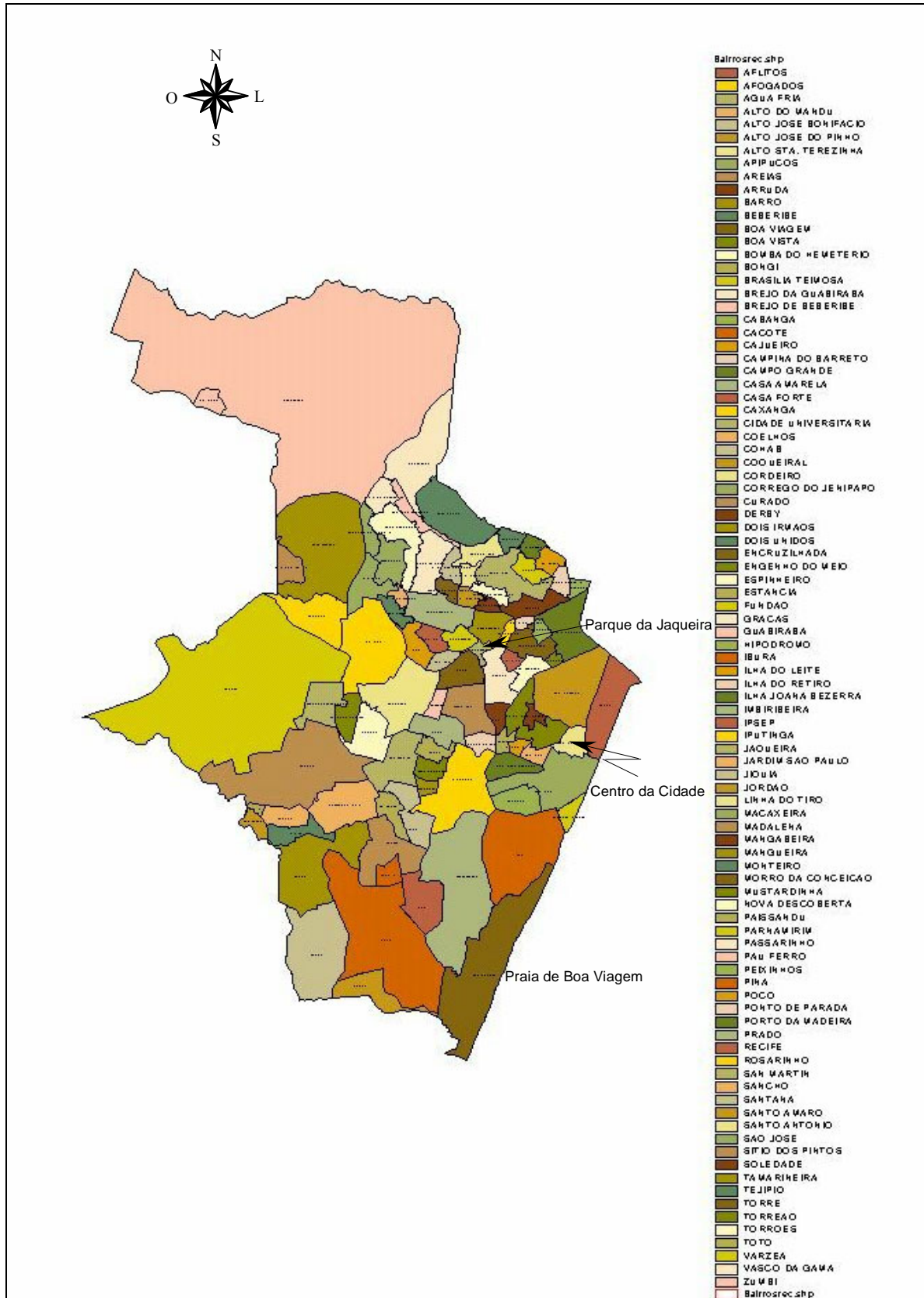
50 Fundada em 1535, foi determinada pela UNESCO, em 1982, Cidade Patrimônio Natural e Cultural da Humanidade.

51 Documentos comprovam que em janeiro de 1500, o navegador espanhol Vicente Pizón desembarcou neste local.

52 Onde está situada uma das praias mais belas do mundo, Porto de Galinhas, famosa pelas suas piscinas naturais de águas mornas e claras.

53 Onde existe a igreja dos Santos Cosme e Damião, a mais antiga do Brasil, construída em 1535.

**Figura 4.2**  
**Mapa da cidade do Recife com a divisão de bairros.**  
**Ano: 2000**



A seguir faz-se uma análise descritiva das principais características do Recife, com base nos dados do censo do IBGE (2000).

#### 4.3.1 População e Domicílios

Recife possui uma população de 1.422.905 habitantes, distribuídos em 376.022 domicílios, com uma taxa de ocupação de 3,78 habitantes por domicílio, semelhante à média nacional que é de 3,79; enquanto que, a RMR possui 3.337.565 habitantes distribuídos em 859.657 domicílios, com uma taxa de ocupação de 3,88 (tabela 4.1).

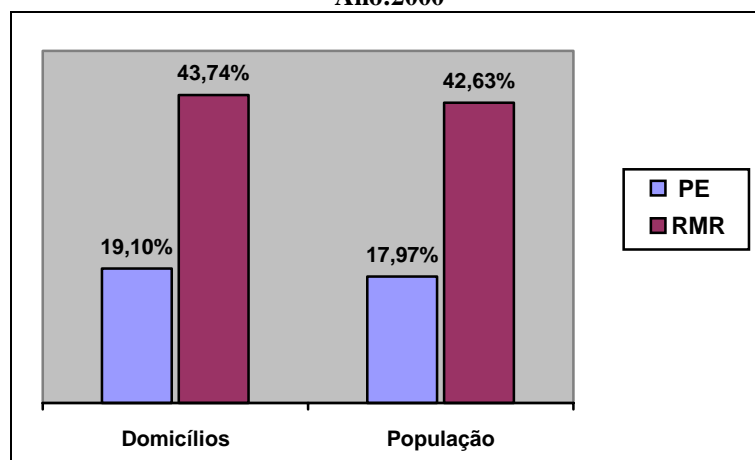
**Tabela 4.1**  
**População, Número de Domicílios e Taxa de Ocupação Brasil, Pernambuco, RMR**  
**Ano: 2000**

Local	População	Domicílios	Hab por domicílio
Brasil	169.799.170	44.795.101	3,79
Pernambuco	7.918.344	1.968.761	4,02
Região Metropolitana	3.337.565	859.657	3,88
Recife	1.422.905	376.022	3,78

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Observa-se que quase metade da população (42,63%) e dos domicílios (43,74%) da RMR estão em Recife. A cidade também concentra cerca da quinta parte da população (17,97%) e dos domicílios (19,10%) do Estado de Pernambuco, o que mostra a continuidade da tendência histórica de concentração populacional em torno da capital pernambucana (ver figura 4.3).

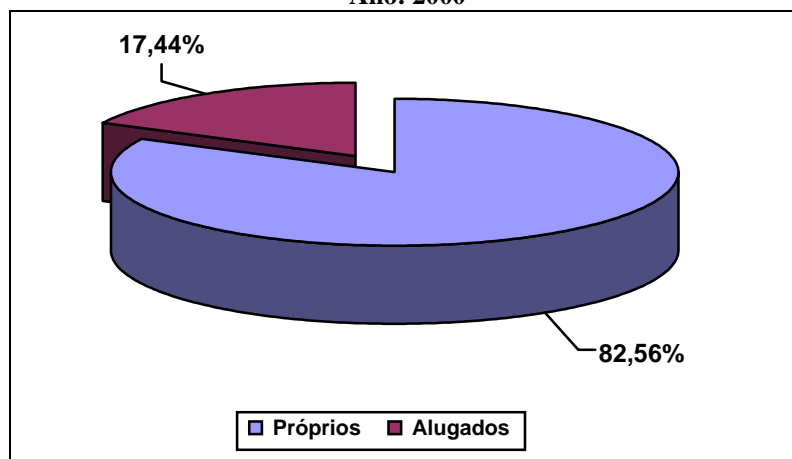
**Figura 4.3**  
**Número de Domicílios e População do Recife em Relação à RMR e ao Estado de Pernambuco**  
**Ano:2000**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Do total de domicílios do Recife, 82,56% são próprios e 17,44% alugados, indicando que cerca de 66 mil famílias residem em imóveis alugados (figura 4.4). Este resultado mostra uma inversão no comportamento do mercado, quando comparado com os dados da década de 60, onde a maioria dos imóveis residenciais eram alugados, como visto na seção 4.2. Uma das causas que contribuíram para este fato foi instituição do SFH, que gerou na população o “sonho da casa própria”.

**Figura 4.4**  
**Proporção de Domicílios Próprios e Alugados na cidade do Recife**  
**Ano: 2000**

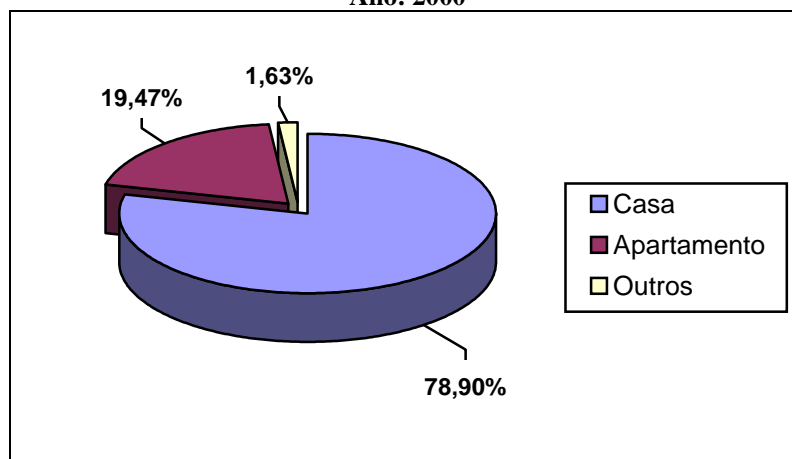


Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Apesar da crescente verticalização que vem se processando na cidade do Recife, a tipologia de habitação predominante para a grande maioria da população, quase 80%, é a casa. Apenas 19,47% mora em apartamentos e 1,63% em cômodos ou domicílios improvisados, conforme ilustra a figura 4.5. Este fato pode ser explicado pelo baixo poder aquisitivo da

maior parte da população (76% dos chefes de família percebem renda mensal inferior a 5 salários mínimos, conforme será mostrado na figura 4.8) e dos custos adicionais que incidem nas moradias em apartamentos.

**Figura 4.5**  
**Proporção de Casas, Apartamentos e outros domicílios na cidade do Recife**  
**Ano: 2000**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

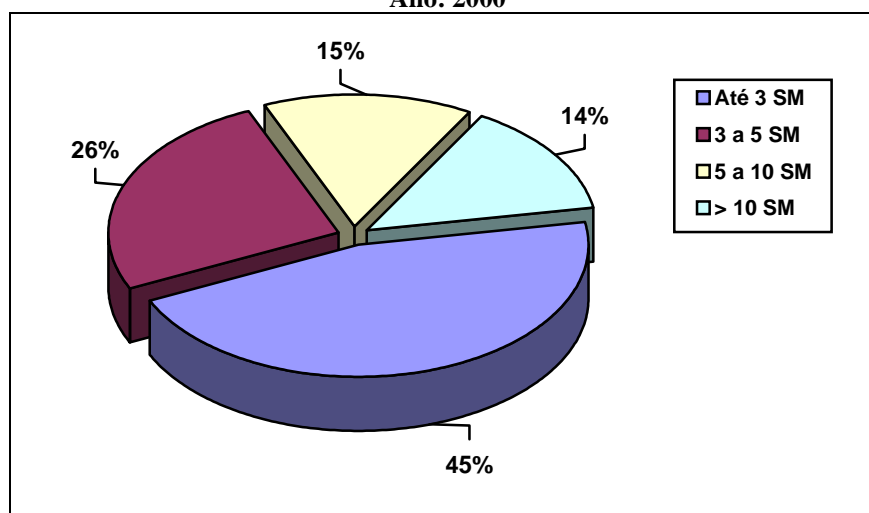
O bairro de Boa Viagem é o mais populoso, com 100.388 habitantes e também o que concentra maior número de domicílios (30.382). Vale a pena registrar que apenas 10 municípios dos 187 que compõem o Estado de Pernambuco, e apenas 5% (cinco por cento) dos 5.539 municípios do país, possuem população superior a 100 mil habitantes. A instalação do Shopping Center Recife e o grande volume de unidades construídas com recursos do SFH, aliados a projetos de desenvolvimento urbano, como o projeto CURA, são alguns aspectos que contribuíram para esta expansão do bairro. Outro fator que influenciou para a grande demanda pelo bairro de Boa Viagem foi o pavor gerado na população residente na zona norte da cidade, pelas cheias que ocorreram nas décadas de 60 e 70, em função do transbordamento dos rios Beberibe e Capibaribe, com conseqüências muito danosas para as famílias, com a perda de bens materiais e vidas<sup>54</sup>. Este problema foi solucionado no início da década de 80 com a construção da barragem de Carpina, contudo, durante anos ainda pairou o clima de desconfiança na eficácia da medida adotada.

<sup>54</sup> Em muitos trechos da zona norte da cidade as casas ficaram completamente cobertas pela água e a correnteza derrubava árvores, postes e arrastava veículos.

### 4.3.2 Distribuição de Renda

Como visto na seção 4.1, Recife é uma cidade historicamente marcada pelas desigualdades sociais, com reflexos diretos no cotidiano cidadão. O censo do IBGE (2000) revela que a média de rendimento dos chefes de família, em 45% dos bairros da cidade, é igual ou inferior a 3 salários mínimos e, em 71% dos bairros esta média é de até 5 salários mínimos. Em apenas 15% dos bairros os chefes de família têm renda média entre 5 e 10 salários mínimos, e em 14% esta renda é superior a 10 salários mínimos, fato que pode ser estilizado através da figura 4.6.

**Figura 4.6**  
Distribuição da Renda do Chefe da Família por bairros da cidade do Recife  
Ano: 2000



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

A identificação destes bairros, por faixa de renda, encontra-se na tabela 4.2. Pode-se observar que na faixa de até 3 salários mínimos estão tanto os bairros do Recife e São José, que ficam vizinhos ao centro comercial da cidade, como também bairros distribuídos ao longo das diversas zonas, inclusive nos morros da periferia e em áreas alagáveis, que recebem as denominações iniciais de altos, morros, córregos e brejos. Na faixa de 3 a 5 salários mínimos encontram-se ainda os bairros centrais de Santo Antônio e Santo Amaro, estando os demais distribuídos pela cidade, excluída a periferia. Os chefes de família que recebem em média de 5 a 10 salários mínimos também estão dispersos ao longo da malha urbana: dos 14 bairros que estão nesta faixa, 4 deles estão na região central (Boa Vista, Ilha do Leite, Paissandu e Soledade), enquanto que os demais estão distribuídos entre as zonas norte e oeste da cidade. As famílias de maior poder aquisitivo estão distribuídas em duas áreas bem definidas: a região



de Boa Viagem, na zona sul, e a região da Jaqueira, na zona centro-oeste, formada pelos bairros denominados Aflitos, Casa Forte, Derby, Espinheiro, Graças, Jaqueira, Monteiro, Parnamirim, Poço da Panela, Santana e Tamarineira. Uma visão espacial desta distribuição de renda será mostrada nos mapas 5.2, 5.3 e 5.4.

**Tabela 4.2**  
**Bairros do Recife por Faixas de Renda do Chefe da Família**  
**Ano: 2000**

Faixa Salarial (Salário Mínimo)	Bairros	Total
Até 3	Afogados, Água Fria, Alto do Mandu, Alto José Bonifácio, Alto José do Pinho, Alto Santa Teresinha, Barro, Beberibe, Bomba do Hemetério, Brasília Teimosa, Brejo da Guabiraba, Brejo de Beberibe, Caçote, Campina do Barreto, Coelhos, Cohab, Coqueiral, Córrego do Jenipapo, Curado, Dois Irmãos, Dois Unidos, Estância, Fundão, Guabiraba, Ibura, Ilha Joana Bezerra, Jordão, Linha do Tiro, Macaxeira, Mangabeira, Mangueira, Morro da Conceição, Mustardinha, Nova Descoberta, Passarinho, Peixinhos, Recife, Sancho, São José, Sítio dos Pintos, Torrões, Totó, Vasco da Gama.	43
de 3 a 5	Apipucos, Areias, Arruda, Bongí, Cabanga, Cajueiro, Campo Grande, Caxangá, Cidade Universitária, Engenho do Meio, Imbiribeira, Ipsep, Iputinga, Jardim São Paulo, Jiquiá, Pina, Porto da Madeira, Prado, San Martin, Santo Amaro, Santo Antônio, Tejipió, Várzea, Zumbi.	24
de 5 a 10	Boa Vista, Casa Amarela, Cordeiro, Encruzilhada, Hipódromo, Ilha do Leite, Ilha do Retiro, Madalena, Paissandu, Pau-Ferro, Ponto de Parada, Rosarinho, Soledade, Torre.	14
Acima de 10	Aflitos, Boa Viagem, Casa Forte, Derby, Espinheiro, Graças, Jaqueira, Monteiro, Parnamirim, Poço, Santana, Tamarineira, Torreão.	13
<b>TOTAL GERAL</b>		94

Fonte: Censo demográfico do IBGE (2000).

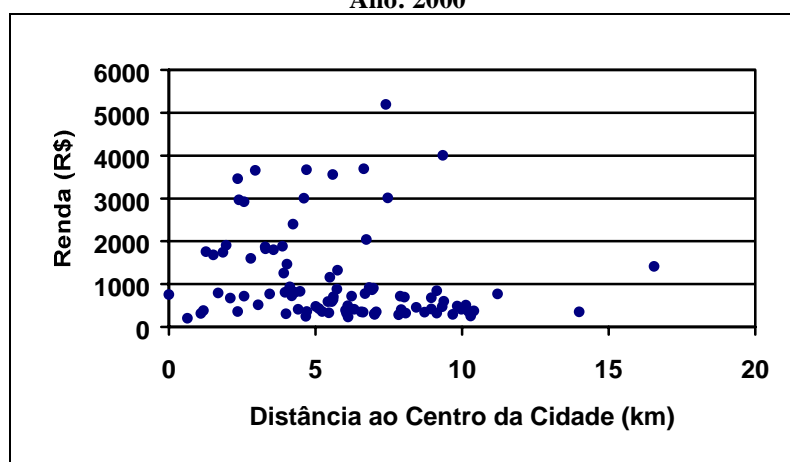
Um aspecto que vale a pena ressaltar é que as regiões de Boa Viagem e da Jaqueira são as que oferecem melhor qualidade de serviços e amenidades urbanas. Boa Viagem é privilegiada pela sua praia, com suas águas claras e mornas, protegida por arrecifes de corais. Além disto é servida por um dos maiores centros de compras da América Latina – o Shopping Center Recife<sup>55</sup> - e possui boas instituições de ensino médio e superior, como os Colégios e Faculdades Atual, Santa Maria e Boa Viagem, o que leva o bairro a desfrutar de uma condição de independência no contexto do tecido urbano. Por outro lado, a região da Jaqueira conta com um dos maiores parques da cidade – o Parque da Jaqueira - área bastante

<sup>55</sup> Tornou-se um hábito do recifense ir ao Shopping como uma forma de lazer. Além do fator segurança e das vitrines, dispõe-se de praças de alimentação, cinemas e outros entretenimentos.

arborizada, onde existem pistas de cooper, ciclovias e outras diversões que atraem centenas de pessoas diariamente, além de dispor de hipermercados, diversas galerias, um shopping (o Shopping Plaza) e boas instituições de ensino, tais como os Colégios São Luís, Damas e o Centro Escolar Carochinha.

Uma relação entre a renda média do bairro e a distância ao centro da cidade pode ser observada na figura 4.7. Verifica-se, que esta relação não é bem definida. As famílias de maior poder aquisitivo moram a uma distância entre 3 e 10 km do centro da cidade, enquanto que as demais ocupam bairros com distâncias variadas em relação a este ponto, mostrando indícios de que a variável distância ao centro não é capaz de explicar o padrão socioeconômico de ocupação do bairro, quando analisada radialmente.

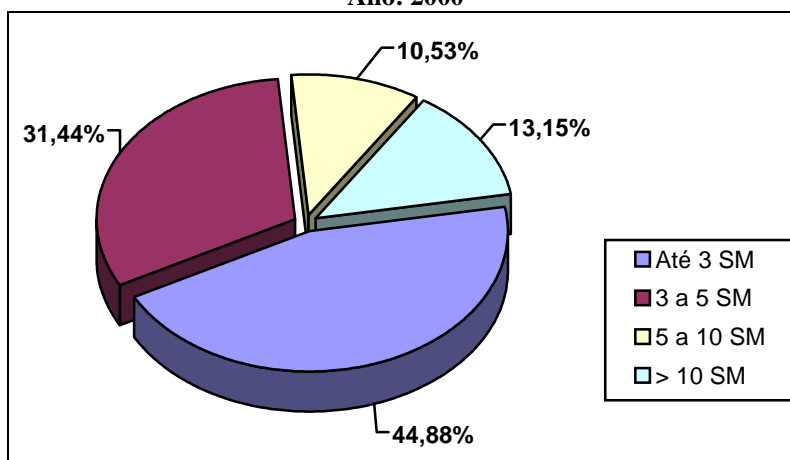
**Figura 4.7**  
Relação entre a renda do chefe da família e a distância ao centro da cidade do Recife  
Ano: 2000



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Sob a ótica familiar, verifica-se que, do total de chefes de família do Recife, 44,88% percebem até 3 salários mínimos, 31,44% têm renda na faixa de 3 e 5 salários mínimos, 10,53% na faixa de 5 a 10 salários mínimos e 13,15% ganham acima de 10 salários mínimos. Observa-se que a grande maioria dos chefes de famílias recifences, 76,32%, ganham até 5 salários mínimos, como estilizado através da figura 4.8, um quadro semelhante ao encontrado no censo de 1940, onde 73% da população era composta por pobres.

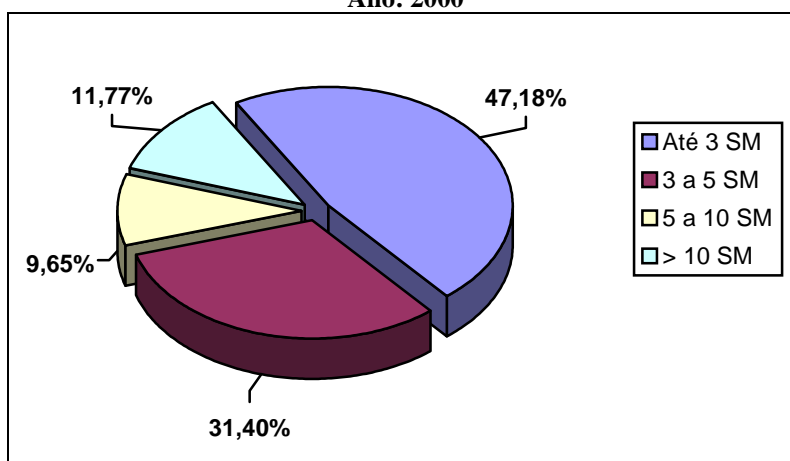
**Figura 4.8**  
**Proporção de chefes de família da cidade do Recife por faixa de renda**  
**Ano: 2000**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Em termos populacionais, a desigualdade de renda é um pouco maior: 47,18% da população da cidade tem um chefe de família com renda média na faixa de até 3 salários mínimos, 31,40% na faixa de 3 a 5 salários mínimos, 9,65% entre 5 a 10 salários mínimos e 11,77% acima de 10 salários mínimos (figura 4.9).

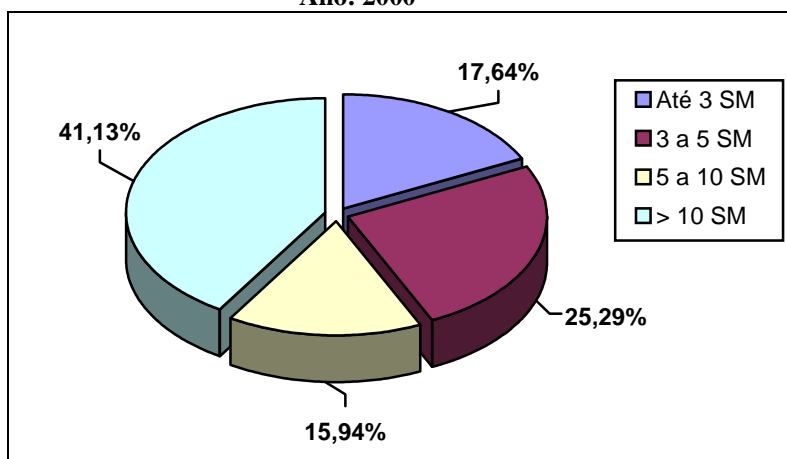
**Figura 4.9**  
**Proporção da população da cidade do Recife por faixas de renda**  
**Ano: 2000**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Verifica-se que a concentração de renda no Recife é bastante acentuada: 41,13% da renda total da cidade está concentrada nas famílias cujos chefes ganham mais de 10 salários mínimos. Isto é, 41,13% da renda está concentrada em 13,15% das famílias. Em contrapartida, os 44,88% que ganham até 3 salários mínimos concentram apenas 17,64% da renda total (figura 4.10)

**Figura 4.10**  
Concentração de renda na cidade do Recife por faixas de renda  
Ano: 2000

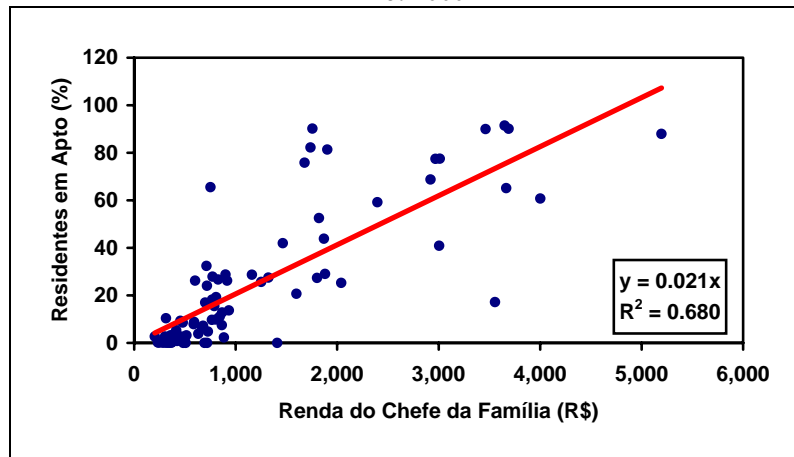


Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Procura-se agora tecer algumas considerações sobre a influência da renda na escolha da tipologia de habitação pelas famílias, a partir da linha de tendência do percentual da população de cada bairro do Recife que reside em apartamentos, em relação à renda média do chefe de família do respectivo bairro, plotada na figura 4.11. Nota-se que existe uma correlação positiva bastante forte entre as duas variáveis, com um coeficiente de determinação de 68,38%. Ou seja, há uma tendência crescente da escolha da habitação do tipo apartamento, na medida em que a renda do chefe da família aumenta. Constata-se que um acréscimo de R\$100,00 na renda média do chefe da família do bairro provoca uma elevação de 2,1% no percentual de famílias morando em apartamentos. Uma das causas principais de escolha desta tipologia está no fator segurança. Contudo, isto requer um custo adicional de condomínio, que pode variar de R\$80,00<sup>56</sup> a R\$800,00, em média, dependendo do número de unidades, da infra-estrutura do prédio, etc. Para as famílias de renda inferior, o custo de condomínio pode ser um ônus muito pesado no orçamento familiar.

<sup>56</sup> Este é o custo médio de condomínio para um conjunto residencial de 40 apartamentos, em edificações sem elevador.

**Figura 4.11**  
 Relação entre a proporção de residentes em apartamentos e a renda do chefe da família do Recife,  
 Ano: 2000

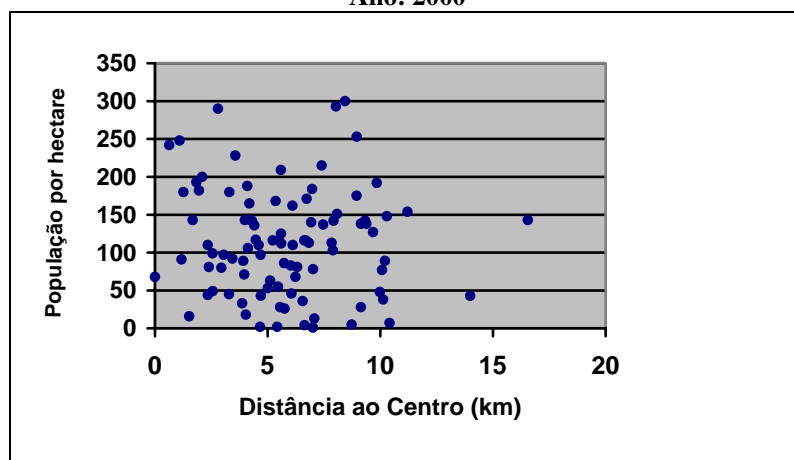


Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

### 4.3.3 Densidade Populacional

A densidade populacional representa um outro importante indicador para a demanda habitacional. A densidade de cada bairro é medida pela razão entre a população residente e a área correspondente, em hectares. Ao analisar esta variável em relação à distância ao centro da cidade, constata-se que existem desde densidades muito baixas até densidades de 300 habitantes por hectare, distribuídas ao longo dos eixos radiais da cidade, sem uma tendência bem definida, como pode ser visualizada através da figura 4.12.

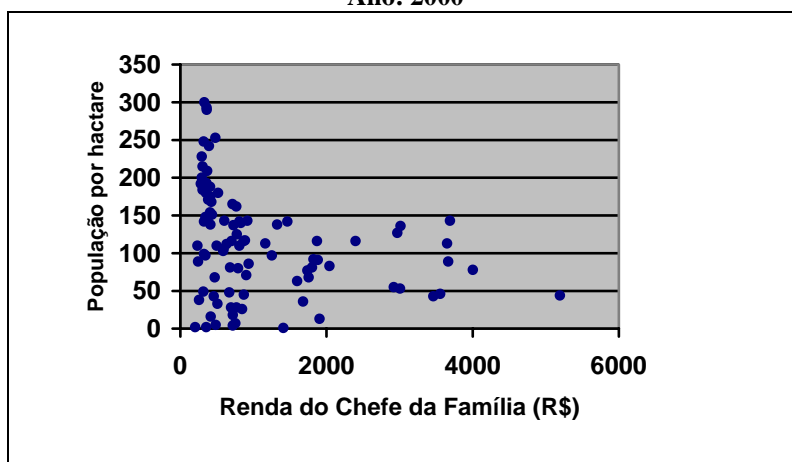
**Figura 4.12**  
 Relação entre a densidade populacional e a distância ao centro comercial da cidade do Recife  
 Ano: 2000



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Uma relação entre a densidade habitacional e a renda do chefe da família pode ser visualizada na figura 4.13. Observa-se que na classe de renda inferior existe uma dispersão muito grande, que assume valores próximos de zero até 300 habitantes por hectare; enquanto que na classe de renda superior, a variância é menor com valores que variam de 50 a 150 habitantes por hectare.

**Figura 4.13**  
**Relação entre a densidade populacional e a renda do chefe da família do Recife**  
**Ano: 2000**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

#### 4.3.4 Grau de Instrução

Nesta seção estuda-se a variável grau de instrução do chefe da família, divulgado pelo censo do IBGE (2000) para a cidade do Recife. Pelos dados da tabela 4.3, percebe-se que apenas 14,70% dos chefes de família do Recife possuem mais de 15 anos de estudo, ou seja, apenas 15% chegaram à universidade ou concluíram o curso superior e, mais da metade dos chefes de família (50,90%), não chegaram ao ensino médio, ou seja, não chegaram a cursar o segundo grau.

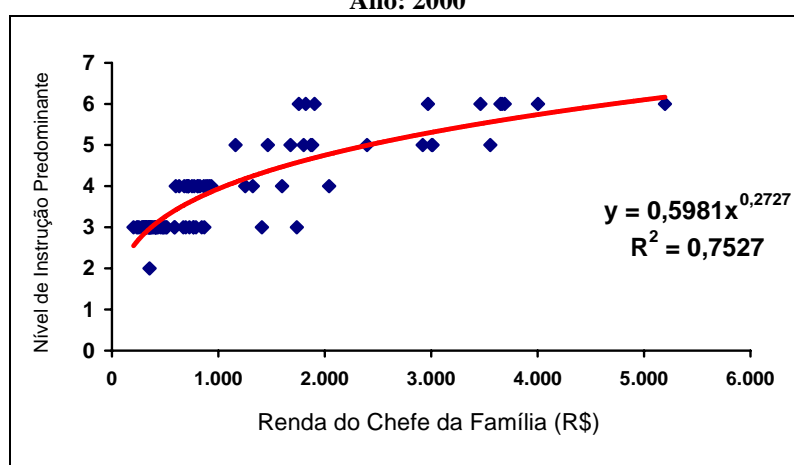
**Tabela 4.3**  
**Proporção do Nível de Instrução dos Chefes de Família da cidade do Recife**  
**Ano: 2000**

Anos de Estudo	Qualificação	Percentual	
		Simples	Acumulado
Menos de 1ano	Sem Instrução	10,45%	10,45%
De 1 a 3 anos	Ensino Fundamental I	12,97%	23,43%
De 4 a 7 anos	Ensino Fundamental I ou II	27,47%	50,90%
De 8 a 10 anos	Ensino Fundamental II ou Médio	13,03%	63,93%
De 11 a 14 anos	Ensino Médio ou Superior Incompleto	21,37%	85,30%
Mais de 15 anos	Superior Completo ou não	14,70%	100,00%

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

A figura 4.14 ilustra a relação entre o nível de instrução predominante no bairro<sup>57</sup> e a renda média do chefe da família. O modelo potencial ajustado indica um alto poder de explicação, com coeficiente de determinação de 75,27%. Conclui-se que a renda é um fator preponderante para explicar o grau de instrução do chefe da família: um aumento de 10% na renda média do chefe da família do bairro gera um acréscimo de 2,72% no nível de instrução predominante no bairro.

**Figura 4.14**  
Relação entre o nível de instrução e a renda média do chefe da família na cidade do Recife  
Ano: 2000



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

#### 4.4 RECIFE NO CONTEXTO METROPOLITANO ATUAL

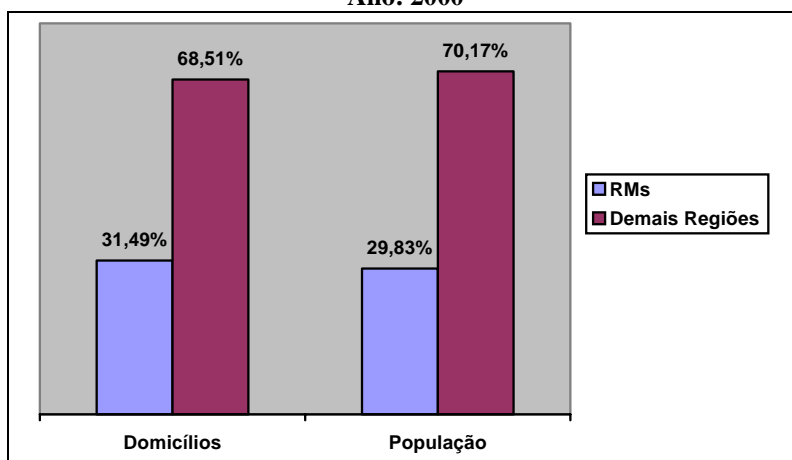
Esta seção tem como objetivo mostrar a importância da cidade do Recife no contexto metropolitano atual, pela sua posição de destaque em relação ao nordeste e ao país, no que diz respeito ao número de domicílios, população e déficit habitacional.

Os grandes problemas habitacionais brasileiros estão nas regiões metropolitanas<sup>58</sup>, que concentram cerca 31% dos domicílios do país e de 30% da população, com ocupação de apenas 2% da sua extensão territorial (vide figura 4.15).

<sup>57</sup> Primeiro nível em que o percentual acumulado do grau de instrução ultrapassar a marca dos 50%.

<sup>58</sup> No Brasil existem 9 (nove) regiões metropolitanas, que recebem a denominação das capitais dos estados onde se situam, ou seja, Belém (região norte), Fortaleza, Recife e Salvador ( região nordeste), Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro (região sudeste) e Curitiba e Porto Alegre (região sul).

**Figura 4.15**  
Concentração de domicílios e população nas regiões metropolitanas  
Ano: 2000



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

As estatísticas indicam que, em matéria de população e número de domicílios, a RMR ocupa o primeiro lugar do norte-nordeste e o quinto lugar do país. Em relação à taxa densidade de habitantes por domicílio a RMR está em terceiro lugar. Observa-se que todas as regiões metropolitanas apresentam um alto grau de urbanização, com percentuais superiores a 90%, e a RMR com grau de urbanização de 96,92%, encontra-se no sexto lugar (vide tabela 4.4).

**Tabela 4.4**  
Número de Domicílios, População, Densidade e Grau de Urbanização das regiões metropolitanas  
Ano: 2000

Regiões Metropolitanas	Domicílio	População	Pop/Dom	Grau de Urbanização
Belém	416.305	1.795.536	4.31	97.72%
Fortaleza	723.336	2.984.689	4.13	96.54%
<b>Recife</b>	<b>859.657</b>	<b>3.337.565</b>	<b>3.88</b>	<b>96.92%</b>
Salvador	796.456	3.021.572	3.79	98.42%
Belo Horizonte	1.173.224	4.349.425	3.71	97.55%
São Paulo	4.994.933	17.878.703	3.58	99.14%
Curitiba	776.446	2.726.556	3.51	95.75%
Rio de Janeiro	3.253.446	10.894.156	3.35	91.69%
Porto Alegre	1.113.436	3.658.376	3.29	95.93%
Total das RMs	14.107.239	50.646.578	3.59	96.50%
Brasil	44.795.101	169.799.170	3.79	

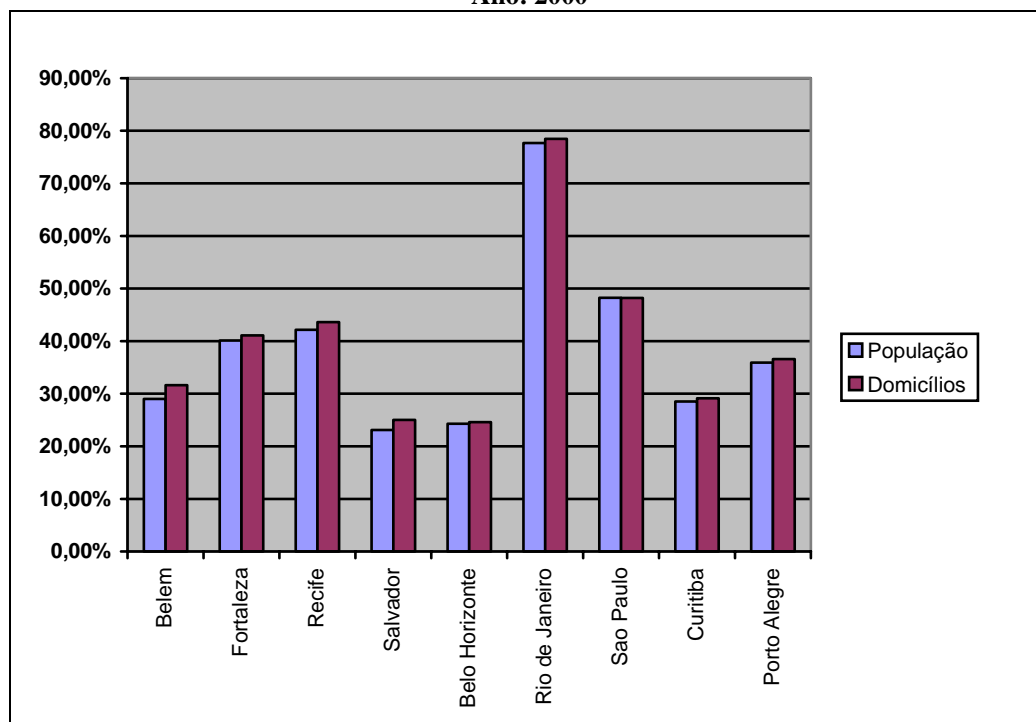
Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Em termos de concentração de população e de domicílios em relação aos dados dos respectivos estados, a RMR ocupa o primeiro lugar no nordeste e o terceiro a nível nacional,



com proporções superiores a 40%, ficando atrás apenas do Rio de Janeiro e São Paulo, como se vê na figura 4.16.

**Figura 4.16**  
**Proporção de população e domicílios das RMs em relação aos dados dos respectivos estados**  
**Ano: 2000**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Em extensão territorial, o Recife é a menor cidade - 220 km<sup>2</sup> - entre as capitais que compõem o núcleo das regiões metropolitanas. A densidade média de domicílios e habitantes por km<sup>2</sup> é de 1.708 e 6.462, respectivamente, ocupando o quarto lugar a nível nacional, conforme pode ser observado a partir das informações disponíveis na tabela 4.5.

**Tabela 4.5**  
**Número de Domicílios e População por km<sup>2</sup>**  
**Ano: 2000**

Regiões Metropolitanas	Domicílios (Dom)	População (Pop)	Área (km <sup>2</sup> )	Dom/km <sup>2</sup>	Pop/km <sup>2</sup>
Salvador	651.293	2.443.107	313	2.081	7.805
São Paulo	2.985.977	10.434.252	1.493	2.000	6.989
Belo Horizonte	628.447	2.238.526	335	1.876	6.682
<b>Recife</b>	<b>376.022</b>	<b>1.422.905</b>	<b>220</b>	<b>1.708</b>	<b>6.462</b>
Fortaleza	526.079	2.141.402	336	1.566	6.373
Rio de Janeiro	1.802.347	5.857.904	1.256	1.435	4.665
Curitiba	471.163	1.587.315	427	1.104	3.718
Porto Alegre	440.557	1.360.590	509	866	2.675
Belém	296.352	1.280.614	736	403	1.740

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Em relação ao déficit habitacional, as regiões metropolitanas concentram 1.886.794 de habitações inadequadas, que representa 29% do total do déficit do país, calculado em 6.539.528 de habitações<sup>59</sup>, segundo estimativas realizadas pela Fundação João Pinheiro (2000). A RMR possui um déficit habitacional de 186.367 moradias, sendo 149.730 habitações precárias e coabitação familiar e 36.637 relativa a ônus excessivo com aluguel, o que representa 21,58% dos seus domicílios, ocupando o terceiro maior déficit relativo do país (vide tabela 4.6).

**Tabela 4.6**  
**Déficit Habitacional Absoluto e Relativo – Brasil e Regiões Metropolitanas**  
**Ano: 2000**

Região Metropolitana	Número Total de Domicílios	Déficit Habitacional Absoluto			Percentual do Déficit Habitacional Relativo ao Número Total de Domicílios		
		Habitação precária e coabitação	Ônus excessivo com aluguel	Total	Habitação precária e coabitação	ônus excessivo com aluguel	Total
Belém	417.619	107.753	7.642	115.395	25,80%	1,83%	27,63%
Fortaleza	724.776	124.678	36.413	161.091	17,20%	5,02%	22,23%
<b>Recife</b>	<b>863.561</b>	<b>149.730</b>	<b>36.637</b>	<b>186.367</b>	<b>17,34%</b>	<b>4,24%</b>	<b>21,58%</b>
Salvador	799.545	110.134	31.301	141.435	13,77%	3,91%	17,69%
Belo Horizonte	1.299.501	103.799	48.061	151.860	7,99%	3,70%	11,69%
Rio de Janeiro	3.260.586	290.516	79.001	369.517	8,91%	2,42%	11,33%
S5o Paulo	5.009.683	427.678	149.517	577.195	8,54%	2,98%	11,52%
Curitiba	779.461	54.367	19.019	73.386	6,97%	2,44%	9,41%
Porto Alegre	1.116.199	89.614	20.934	110.548	8,03%	1,88%	9,90%
Total das RMs	14.270.931	1.458.269	428.525	1.886.794	10,22%	0,00%	13,22%
Brasil	45.021.478	5.326.762	1.212.766	6.539.528	11,83%	2,69%	14,53%

Fonte: Tabulação própria a partir de dados da Fundação João Pinheiro (2000)

Neste capítulo mostrou-se o desenvolvimento urbano do Recife, desde a sua origem, salientando-se fatos que foram decisivos para a sua configuração espacial. Pode-se observar a importância da cidade, núcleo de uma das mais destacadas regiões metropolitanas do país. Observou-se a importância da renda média do chefe da família na escolha do tipo e

59 A Fundação João Pinheiro considera como habitações inadequadas aquelas com mais de 50 anos, servidas por infraestrutura inadequada (energia elétrica, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo), inadequação fundiária urbana e sem unidade sanitária domiciliar interna. O ônus excessivo com aluguel é computado para aqueles imóveis alugados a famílias com renda de até 3 salários mínimos, que comprometam mais de 30% da sua renda com aluguel.

localização da habitação, bem como a sua relação com o nível de instrução. Este estudo dará suporte para a análise da dependência espacial de diversas variáveis econômicas relacionadas com o mercado habitacional da capital do estado de Pernambuco, que será objeto do capítulo seguinte.

## Capítulo 5

### **ANÁLISE DA DEPENDÊNCIA ESPACIAL DE VARIÁVEIS ECONÔMICAS RELACIONADAS COM A DEMANDA HABITACIONAL**

#### 5.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo elabora-se uma análise da dependência espacial de diversas variáveis econômicas relacionadas com a demanda habitacional, relativas aos bairros da cidade do Recife, tais como: renda média dos chefes de família, densidade populacional, nível de instrução, densidade de habitantes por domicílio, percentagem de residentes em apartamentos, área privativa média dos apartamentos e número de pavimentos das edificações. Os resultados desta análise servirão de suporte para a elaboração dos modelos espaciais de preços hedônicos e de demanda habitacional, que serão objeto dos capítulos seguintes. Foram utilizados dados do Censo Demográfico do IBGE (2000), do sistema SISUPFOR<sup>60</sup> da CAIXA e informações coletadas junto ao Departamento de Cartografia da UFPE, relativas às áreas dos bairros e às respectivas coordenadas geográficas dos seus centróides (E,N), em UTM (Universal Transversa de Mercator). No diagnóstico foram utilizados variogramas ou testes de autocorrelação espacial, conforme metodologia desenvolvida por Anselin (1988), descrita na seção 3.3.

Os testes de autocorrelação espacial foram realizados sobre os resíduos de mínimos quadrados de um modelo ajustado a um polinômio de tendência do segundo grau, resultante de uma regressão da variável dependente analisada ( $V$ ) sobre as coordenadas geográficas correspondentes ao centróide do bairro ( $E$  e  $N$ ), seus quadrados ( $E^2$  e  $N^2$ ) e sua interação ( $EN$ ), que toma a forma da seguinte equação:

$$V = a_0 + a_1 E + a_2 N + a_3 E^2 + a_4 N^2 + a_5 EN, \quad (5.1)$$

onde  $a_i$  ( $i=1$  a  $5$ ), são os coeficientes estimados do modelo de regressão.

---

<sup>60</sup> Sistema de Formulários Supervisionáveis de Engenharia, onde se encontram os dados das avaliações de imóveis demandados para operações com a CAIXA.

O ajustamento deste polinômio tem como objetivo captar as variações da variável analisada ( $V$ ), a grande escala espacial. Para evitar problemas graves de multicolinearidade, geralmente presentes neste tipo de modelo, utilizam-se as coordenadas transformadas em termos de desvios em relação à média (Olmo e Guervós, 2002).

Para a realização dos testes de autocorrelação espacial, faz-se necessária a montagem de uma matriz de vizinhança  $W$ , com 94 linhas e 94 colunas, onde cada elemento da matriz,  $w_{ij}$ , representa a influência do bairro  $i$  sobre o seu vizinho  $j$ , medida pelo inverso da distância entre os seus centróides. Assim, quanto maior a distância entre os bairros  $i$  e  $j$ , menor será a dependência espacial entre eles. Em seguida, a matriz é padronizada por linha, onde cada elemento da nova matriz padronizada é encontrado dividindo-se o seu valor pela soma dos valores dos elementos da linha a que pertence. Cada elemento  $(i,j)$ , da matriz padronizada, pode ser interpretado como um ponderador de influência do bairro  $i$  sobre o bairro  $j$ .

Os testes de dependência espacial e ajustamento dos modelos foram realizados utilizando-se o programa *SpaceStat*, desenvolvido por Anselin (1990), enquanto para a construção de variogramas utilizou-se o programa *S-PLUS* e os mapas foram construídos com o auxílio dos programas *Surfer* e *ArcView*.

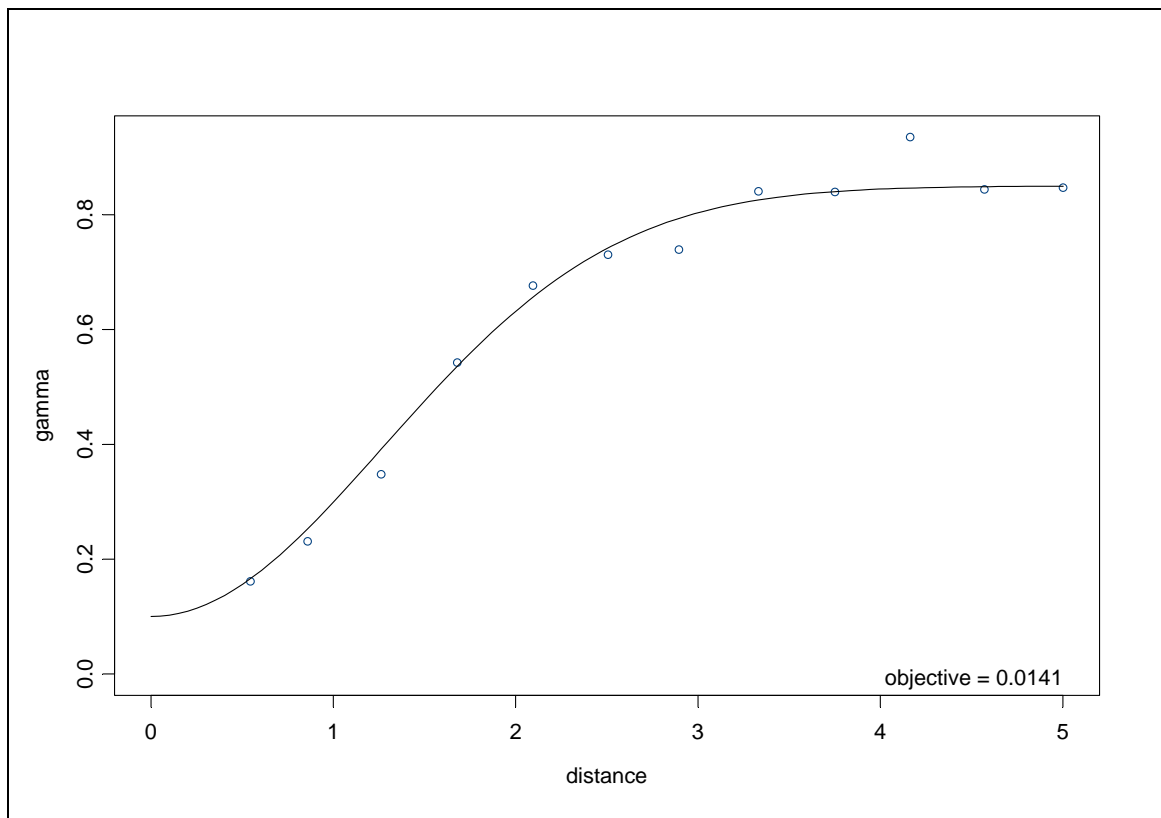
## 5.2 RENDA MÉDIA DO CHEFE DA FAMÍLIA

Nesta seção analisa-se a dependência espacial existente entre as rendas médias dos chefes de família, nos diversos bairros da cidade do Recife, fornecidas pelo Censo Demográfico do IBGE (2000). Tendo em vista a importância desta variável no contexto deste trabalho, serão utilizadas as duas metodologias de inferência espacial apresentadas na seção 3.3, iniciando-se pela metodologia de Krigeagem e, em seguida, realizando-se os testes e a modelagem pela metodologia desenvolvida por Anselin (1988).

Para realização da inferência espacial por Krigeagem, foi construído, inicialmente, um variograma experimental e ajustado ao mesmo um variograma teórico, do tipo gaussiano, que está plotado na figura 5.1, conforme metodologia apresentada na seção 3.3.2. Por este gráfico pode-se observar que o alcance do variograma é de 3km. Ou seja, a variância cresce até uma distância de cerca de 3km entre os dados, havendo, a partir de então, uma tendência de estabilização da mesma. Este comportamento indica que o raio de influência de contágio espacial em relação à renda é de cerca de 3km, tornando-se desprezíveis estes efeitos, a partir

deste limite. Assim, há evidências de que famílias com faixas de renda semelhantes tendem a morar próximas umas das outras, ou melhor, existe um agrupamento de bairros de rendas elevadas e também os bairros de padrão de rendas baixas tem vizinhos na mesma faixa de renda.

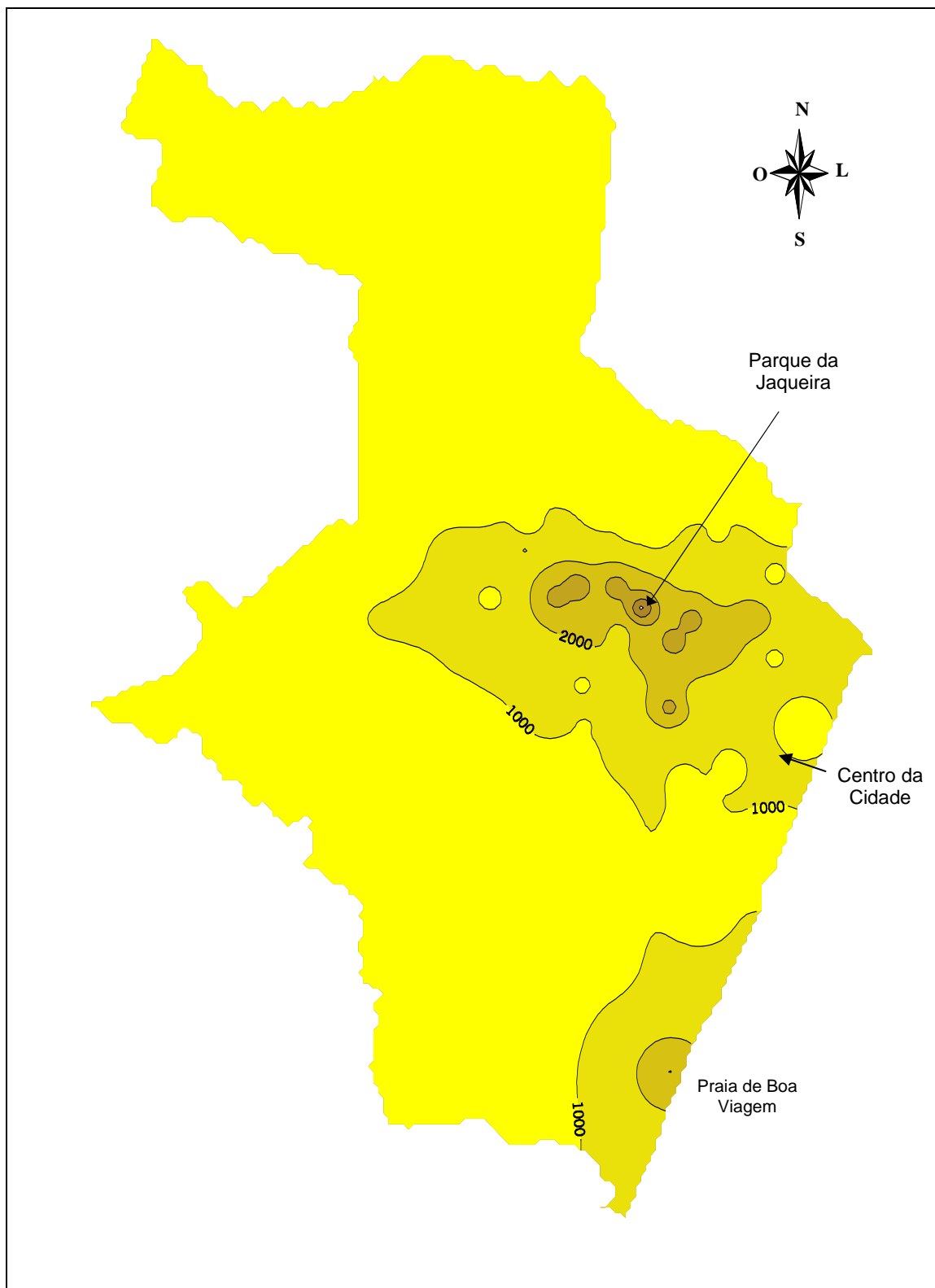
**Figura 5.1**  
**Variogramas Experimental e Ajustado da Renda Média dos Chefes de Família da cidade do Recife**  
**Ano:2000**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000.

Com base na estrutura definida pelo variograma, realizou-se a inferência espacial, através do processo de Krigagem, obtendo-se as curvas de iso-renda mostradas na figura 5.2, como também o mapa de distribuição de renda apresentado na figura 5.3.

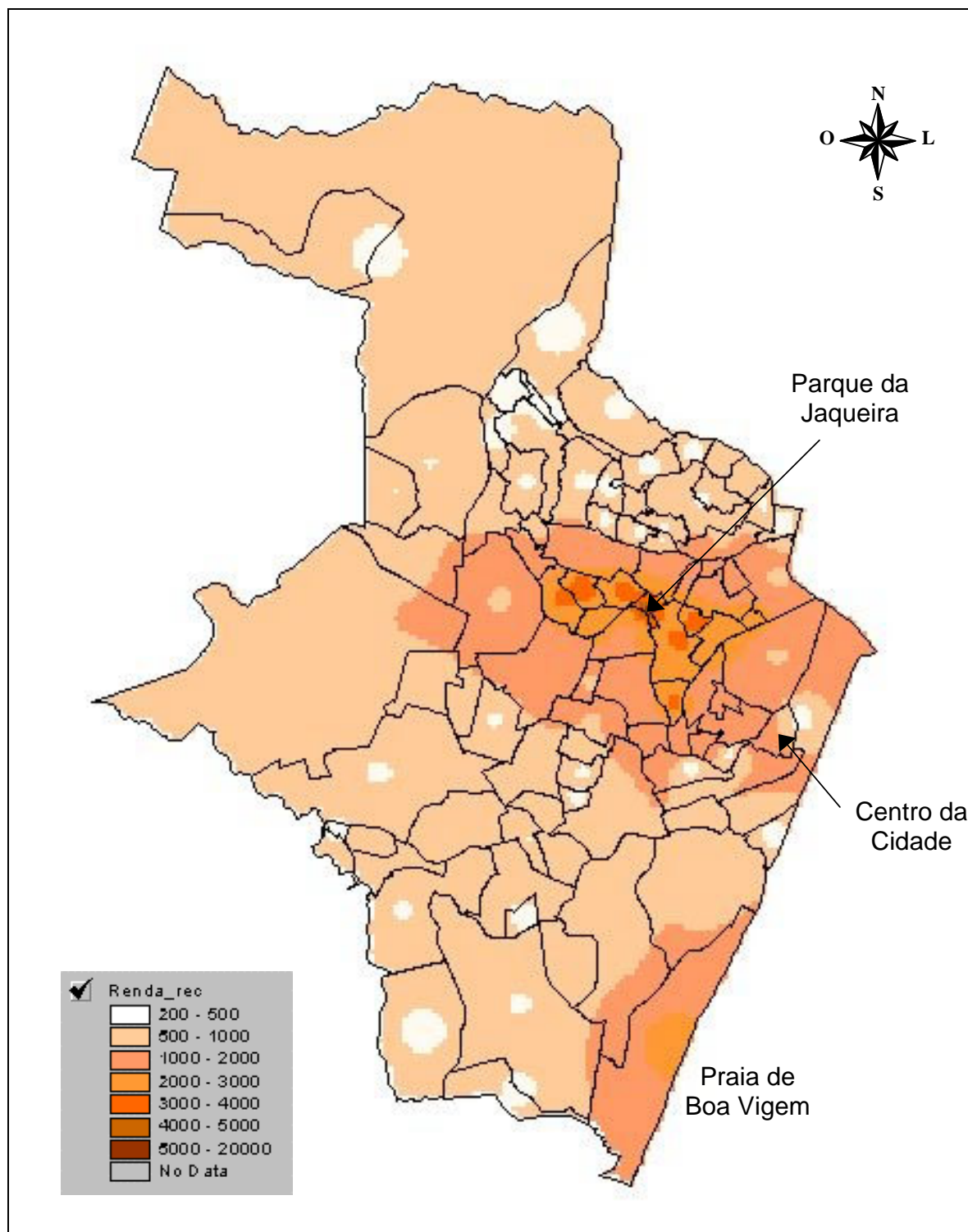
**Figura 5.2**  
**Mapa de iso-renda da cidade do Recife**  
**Ano: 2000**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Nota: As partes mais escuras da figura representam a região de Boa Viagem na zona sul e a região da Jaqueira na zona centro-oeste.

**Figura 5.3**  
**Mapa de distribuição de renda da cidade do Recife**  
**Ano: 2000**



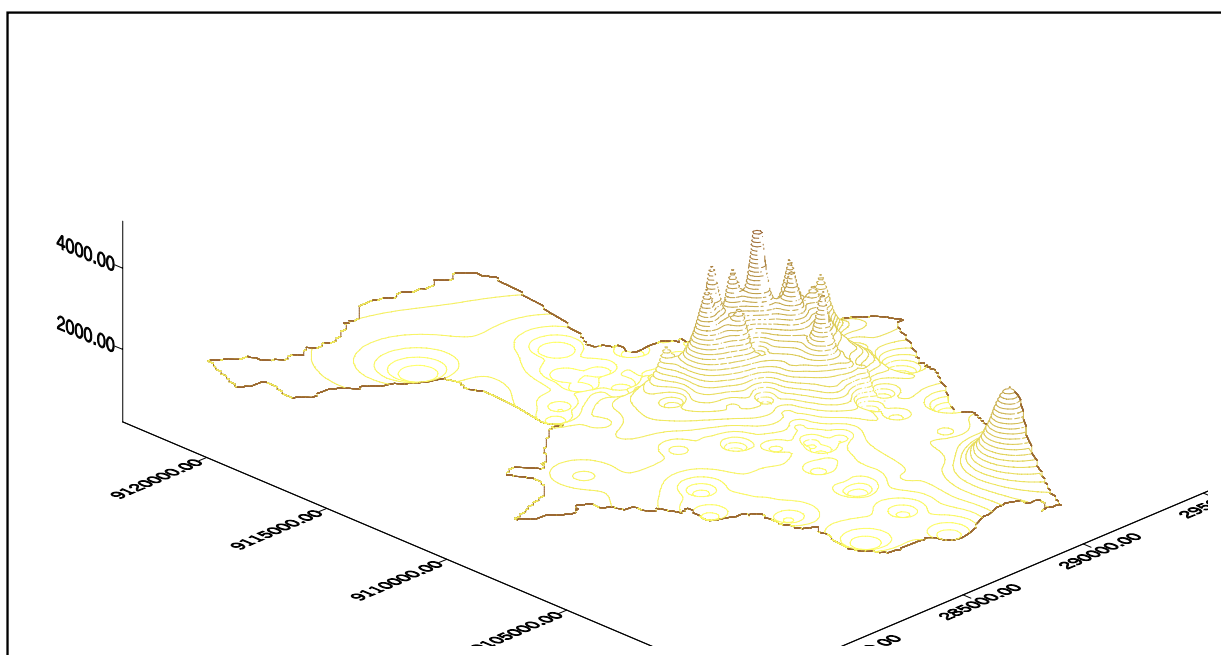
Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

Nota: A parte mais escura na zona sul da representa a região de Boa Viagem e a na zona centro-oeste a região da Jaqueira.



Nas figuras 5.2 e 5.3 identificam-se uma concentração de renda, representada pelas partes mais escuras, em torno de dois pólos de influência da cidade. Na zona sul, a Praia de Boa Viagem e, conseqüentemente, o bairro de Boa Viagem, e, na zona norte, o Parque da Jaqueira, com influência sobre os bairros da Jaqueira, Tamarineira, Graças, Parnamirim, Aflitos, Casa Forte e Espinheiro, denominada, neste trabalho, de região da Jaqueira. Observa-se, também, pontos claros distribuídos por toda a cidade, que são indicativos da presença de assentamentos subnormais. Uma visão mais clara da distribuição de renda dos chefes de família pode ser observada no mapa de curvas de nível de renda, representado na figura 5.4.

**Figura 5.4**  
**Mapa de curvas de nível de rendas da cidade do Recife**  
**Ano:2000**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2000

**Nota:** As partes mais elevadas da figura representam as regiões de Boa Viagem na zona sul e da Jaqueira na zona centro-oeste.

A figura 5.4 evidencia a estrutura multicêntrica da cidade do Recife, deixando claro que o centro comercial da cidade, considerado como o bairro de Santo Antônio, não representa um pólo de atração para as famílias de maior poder aquisitivo. Isto era um fato esperado e ocorre na maioria das cidades de grande porte do Brasil, em função dos imóveis localizados no centro da cidade serem bastante antigos, além das questões relacionadas com trânsito, poluição e falta de amenidades urbanas positivas.

Em relação a esta multicentralidade, é importante observar que até o início da década de 80, o centro comercial do Recife funcionava predominantemente no bairro de Santo Antônio, que concentrava a maioria dos estabelecimentos comerciais e bancários, encontrados nas avenidas Guararapes, Dantas Barreto e adjacências, e se estendiam pela Avenida Conde da Boa Vista, no bairro da Boa Vista. Naquela época, estas avenidas eram consideradas como os principais eixos comerciais da cidade, juntamente com as ruas Nova e Imperatriz. Com a instalação do Shopping Center Recife, em Boa Viagem, o comércio do centro da cidade foi diminuindo devido à preferência da população de maior poder aquisitivo em realizar compras no Shopping – um centro comercial moderno e seguro. Com isto, muitos estabelecimentos bancários e comerciais trocaram o centro pelas avenidas de maior fluxo de tráfego, como a Agamenon Magalhães, que faz a ligação do bairro de Boa Viagem a Olinda<sup>61</sup>, e eixos urbanos importantes de Boa Viagem (Avenidas Conselheiro Aguiar e Domingos Ferreira). Antes destas modificações, o bairro da Boa Vista, vizinho ao centro, tinha o maior preço médio de terreno da região metropolitana (Melo, 1990). Enquanto as atenções se voltavam para o bairro de Boa Viagem, onde era grande o desenvolvimento em função das razões já comentadas, surge, no início da década de 80, na zona centro-oeste da cidade, uma grande área verde, com jaqueiras seculares, situada entre os bairros da Tamarineira, Aflitos e Graças, que foi transformada em parque, com a denominação de Parque da Jaqueira. Este parque, pelas sua infra-estrutura moderna, com pista de cooper, ciclovias e outros entretenimentos, despertou logo a atenção da classe de maior poder aquisitivo. Morar perto da Jaqueira tornou-se uma questão de *status*. Com isto, desencadeou-se uma série de construções de edifícios de apartamentos, para atender as classes de renda média-alta, nas imediações do parque, com transbordamento para os bairros vizinhos (Rosarinho, Parnamirim, Espinheiro, Santana, Casa Forte e Monteiro) e a instalação de diversos assentamentos comerciais, configurando-se uma nova tendência de centralidade para o Recife.

Estes efeitos de dependência espacial entre as rendas do chefe da família também foram comprovados pela metodologia desenvolvida por Anselin (1988), cujos resultados encontram-se na tabela 5.1. O teste de Moran I indica que existem fortes efeitos de dependência espacial na amostra, uma vez que a hipótese da não existência de dependência espacial foi rejeitada com uma probabilidade de erro próxima de zero. Pelos testes de LM Robusto (erro) e LM

---

61 Desde a inauguração do viaduto João Paulo II, no início da década de 80. É a mais larga avenida da cidade, com 4 faixas de rolamento e mais duas faixas marginais, em cada sentido do trânsito.

Robusto (defasagem) observa-se que apenas o efeito de defasagem espacial é significativo ao nível de 6,63%.

**Tabela 5.1**  
**Diagnóstico da Dependência Espacial para a Renda Média dos Chefes de Família do Recife**  
**Ano: 2000**

Testes	Valor	Probabilidade
MORAN I	14,1481	0,0000
LM ROBUSTO (erro)	0,5836	0,4449
LM ROBUSTO (defasagem)	3,3699	0,0663

**Nota:** As hipóteses de normalidade e homocedasticidade dos resíduos foram aceitas com uma probabilidade de erro inferior a 1%, quando realizados os testes de Jarque-Bera e Breusch-Pagan, respectivamente.

Em função dos resultados obtidos, ajustou-se um modelo de defasagem espacial, ou seja, um polinômio de tendência do segundo grau, com a forma da modelo 5.1, tomando-se como variável dependente o logaritmo natural da renda do chefe da família no bairro ( $\ln RE$ ), incluindo-se ainda a variável dependente defasada espacialmente,  $W\_lnRE$ , cujos resultados encontram-se na tabela 5.2. Como o coeficiente do termo de defasagem espacial é altamente significativo, os efeitos de interação espacial são confirmados, indicando a presença de dependência espacial fortemente positiva da renda média dos chefes de família entre os bairros do Recife. Pode-se concluir que a renda do bairro não é explicada apenas pela sua posição geográfica, mas também pela influência que as rendas dos bairros vizinhos exercem sobre ele. Estes resultados confirmam que o padrão socioeconômico do bairro é um forte determinante na escolha da localização da habitação: as pessoas de renda elevada procuram morar em bairros de padrão de renda semelhantes. Desta forma, o poder público, criando amenidades urbanas, a exemplo do Parque da Jaqueira, pode interferir na redistribuição da população nos centros urbanos.

**Tabela 5.2**  
**Modelo de Defasagem Espacial para a Renda**

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística z	Probabilidade
$W\_lnRE$	0.898147	0.0708105	12.683809	0.000000
Constante	0.821191	0.466137	1.761695	0.078121
E	0.00604398	0.0289031	0.209112	0.834361
N	-0.0413612	0.0203576	-2.031735	0.042181
$E^2$	-0.00399351	0.00741845	-0.538321	0.590355
$N^2$	-0.0103282	0.00387491	-2.665404	0.007690
EN	-0.0154705	0.0062724	-2.466437	0.013646

Pela análise dos coeficientes do polinômio de tendência ajustado na tabela 5.2 observa-se que apenas os coeficientes das coordenadas  $N$ ,  $N^2$  e  $EN$  são significantes ao nível de 5%, indicando que as variações de renda, a grande escala espacial, são mais significativas no sentido da coordenada  $N$ , ou seja, na direção norte-sul. Na realidade, é nos bairros da periferia da zona norte onde existe a maior concentração da população de baixa renda e, na zona sul, onde existe o bairro mais populoso, Boa Viagem, com uma das rendas mais elevadas da cidade.

### 5.3 DENSIDADE HABITACIONAL

Procura-se agora analisar a dependência espacial da densidade habitacional entre os bairros do Recife, resultante da razão entre a quantidade de domicílios, fornecida pelo Censo Demográfico do IBGE (2000), e as respectivas áreas, em hectare, fornecidas pelo Departamento de Cartografia da UFPE (*Dom-ha*). Esta dependência é comprovada quando realizados os testes estatísticos de Moran I, LM Robusto (erro) e LM Robusto (defasagem), conforme resultados apresentados na tabela de 5.3. Embora os três resultados tenham indicado a presença de fortes efeitos de autocorrelação espacial positiva, verifica-se que o efeito de defasagem espacial é mais forte que o efeito de erro espacial, por apresentar um maior valor para a estatística de teste e, conseqüentemente, uma probabilidade menor de se cometer um erro do tipo I, isto é, quando se rejeita a hipótese nula de não autocorrelação em favor da hipótese alternativa da presença de autocorrelação espacial nos dados. Assim, há fortes evidências de aglomeração das famílias em determinadas regiões da cidade, que podem ocorrer em função da presença de amenidades urbanas positivas, que atrai as famílias de maior poder aquisitivo, como também em função do preço mais acessível da terra para famílias de renda inferior, que gera aglomeração em regiões periféricas da cidade.

**Tabela 5.3**  
**Diagnóstico da Dependência Espacial – Densidade Habitacional**

Teste	MI/GL	Valor	Probabilidade
Moran I	0.011722	4.080014	0.000045
LM (erro) Robusto	1	10.920450	0.000951
LM (defasagem) Robusto	1	12.066739	0.000513

**Nota:** As conclusões baseadas nestes testes ficam comprometidas, uma vez que a hipótese de normalidade não foi aceita ao nível de 5%, embora a hipótese de homocedasticidade tenha sido aceita ao nível de 1%.

Um modelo de defasagem espacial, em forma de um polinômio de tendência do segundo grau é ajustado, conforme procedimento definido na seção anterior, resultando nos dados da tabela 5.4. Verifica-se que o coeficiente correspondente à variável dependente defasada espacialmente ( $W\_Dom-ha$ ), com valor de 0,5856, é significativa a um nível próximo de 3%, donde pode-se concluir que existem indícios de autocorrelação espacial positiva das densidades habitacionais entre os bairros do Recife. Ou seja, bairros com densidades populacionais semelhantes se situam próximos uns dos outros. Observa-se que o sentido das variações mais significativas da densidade habitacional não é muito claro, uma vez que apenas o coeficiente  $EN$  do polinômio de tendência é significativo ao nível de 2% e  $E^2$  é significativo ao nível de 6%, existindo, contudo, uma leve tendência das maiores variações desta variável ocorrerem no sentido leste-oeste (E), o oposto ao das maiores variações de renda, como visto na seção anterior.

**Tabela 5.4**  
**Modelo de Defasagem Espacial – Densidade Habitacional**

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística z	Probabilidade
W_Dom-ha	0,585641	0,270387	2,165935	0,030316
Constante	12,865700	8,425770	1,526947	0,126774
E	0,545171	0,677116	0,805137	0,420740
N	0,475277	0,479162	0,991893	0,321250
$E^2$	-0,336981	0,173351	-1,943918	0,051905
$N^2$	0,080457	0,090577	0,888269	0,374396
EN	0,373129	0,146917	2,539734	0,011094

#### **5.4 NÍVEL DE INSTRUÇÃO, DENSIDADE DE HABITANTES POR DOMICÍLIO E PERCENTAGEM DE RESIDENTES EM APARTAMENTOS**

Analisa-se agora as dependências espaciais existentes entre os bairros do Recife para as seguintes variáveis: Nível de Instrução, Densidade de Habitantes por Domicílio e Percentual de Residentes em Apartamentos. Ao realizar os testes estatísticos LM Robusto (erro) e LM Robusto (defasagem), seguindo o mesmo procedimento adotado na seção anterior, foram encontrados os resultados da tabela 5.5, que são indicativos da presença de fortes efeitos de dependência espacial em todas as variáveis, sendo o efeito de defasagem espacial sempre mais forte, por apresentar menores probabilidades de erro, quando se rejeita a hipótese nula de não autocorrelação espacial na amostra.

**Tabela 5.5**  
**Diagnóstico da Dependência Espacial – Educação, Densidade de Habitantes por Domicílio e População residente em Apartamentos no Recife. Ano: 2000**

Variável	Probabilidade	
	LM Robusto (erro)	LM Robusto (defasagem)
Educação	0,020087	0,001493
Habitantes por Domicílio	0,012068	0,001252
Habitantes em Apartamentos	0,037934	0,002142

Um resumo dos resultados dos modelos de defasagem espacial encontra-se na tabela 5.6. Verifica-se que o coeficiente da variável defasada espacialmente, para cada variável, é positivo e acima de 0,75, em todos os casos, e altamente significativa, sendo a hipótese de não autocorrelação espacial rejeitada a um nível de significância próximo a zero. Isto mostra que existem indícios de fortes efeitos de autocorrelação espacial positiva nas variáveis analisadas. Isto é, os chefes de família com nível de educação elevado procuram bairros do mesmo nível de educação para morar. Da mesma forma, os bairros com maiores densidades de habitantes por domicílios estão vizinhos a outros de densidades elevadas e a verticalização das habitações em um dado bairro da cidade gera um efeito de atração para construção de edifícios de apartamentos nos bairros vizinhos. É evidente que o nível de renda do bairro é o grande responsável pela distribuição espacial destas três variáveis. Espera-se que haja uma influência positiva do nível de renda sobre o percentual da população residente em apartamentos e o nível de educação, conforme visto nas seções 4.2.2 e 4.2.4, respectivamente, e uma influência negativa sobre a variável densidade de pessoas por unidade habitacional, embora esta tendência não tenha ficado bem definida na análise realizada na seção 4.3.3.

**Tabela 5.6**  
**Modelos de Defasagem Espacial – Educação, Densidade de Habitantes por Domicílio e População Residente em Apartamentos no Recife. Ano: 2000.**

Variável	Educação		Habitantes por domicílio		Percentual de habitantes em Apartamentos	
	Coefficiente	Probabilidade	Coefficiente	Probabilidade	Coefficiente	Probabilidade
Defasada	0,869517	0,000000	0,753856	0,000006	0,872965	0,000000
Constante	0,709824	0,047120	0,324096	0,141687	5,639610	0,157681
E	0,026988	0,466170	-0,011136	0,000174	1,766670	0,069412
N	-0,044394	0,088489	0,007959	0,000145	-1,474240	0,031246
E <sup>2</sup>	-0,011735	0,216732	-0,001240	0,096601	-0,065163	0,793764
N <sup>2</sup>	-0,013276	0,007476	0,000928	0,017465	-0,263569	0,042941
EN	-0,008197	0,307434	0,001890	0,002892	-0,354512	0,092577

Pela significância dos coeficientes dos polinômios de tendência apresentados na tabela 5.6 verificam-se que as variações mais significativas para as variáveis educação e percentual de habitantes por apartamento ocorrem no sentido norte-sul (N), que coincidem com as variações mais significativas para a variável renda. Em relação à variável densidade de habitantes por unidade habitacional, percebe-se que há variações significativas tanto na direção norte-sul, como na direção leste-oeste (E), indicando que o nível de renda não é determinante em relação a esta variável, contrariando, de certa forma, a expectativa.

### 5.5 ÁREA PRIVATIVA E NÚMERO DE PAVIMENTOS DA EDIFICAÇÃO

Nesta seção, analisa-se a dependência espacial de algumas características das habitações entre os bairros da cidade do Recife, com destaque para a área privativa média dos apartamentos e o número médio de pavimentos das edificações residenciais. Utilizou-se o banco de dados de avaliações realizadas pela CAIXA, o SISUPFOR, no período de Junho/2000 a junho/2002, onde foram coletados 2006 dados de apartamentos, distribuídos em 44 bairros da cidade. Para detectar a presença de efeitos de dependência espacial nos dados foram utilizados os testes LM Robusto (erro) e LM Robusto (defasagem), realizados sobre os resíduos de mínimos quadrados de um modelo ajustado a um polinômio de tendência do segundo grau, conforme procedimento utilizado na seção anterior. Para a realização destes testes trabalhou-se com uma matriz de vizinhança  $W$ , com 44 linhas e 44 colunas, padronizada por linha, onde cada elemento da matriz,  $w_{ij}$ , representa o inverso da distância entre os centróides dos bairros observados. Em seguida a matriz é padronizada por linha, seguindo o mesmo procedimento já citado.

Após a análise dos dados verificou-se a presença de fortes efeitos de dependência espacial nas variáveis analisadas, como se pode observar nos resultados da tabela 5.7. Percebe-se que os efeitos de defasagem espacial são mais fortes que os de erro espacial, para ambas as variáveis, sugerindo que o modelo de defasagem espacial deve ser o que explica melhor o fenômeno.

**Tabela 5.7**  
**Diagnóstico da Dependência Espacial para a Área Privativa dos Apartamentos e Número de Pavimentos das Edificações da cidade do Recife.**  
**Período: 06/2000 a 06/2002**

Variável	Probabilidade	
	LM Robusto (erro)	LM Robusto (defasagem)
Área Média	0,000248	0,000135
Número de Pavimentos	0,020009	0,008642

Pelos resultados dos ajustamentos encontrados na tabela 5.8, verificam-se que os coeficientes de autocorrelação espacial, com valores de 0,5748 para a variável área privativa e de 0,6584 para a variável número de pavimentos, são significativos ao nível de 5%, indicando a presença de autocorrelação espacial positiva nos dados. Ou seja, existe um efeito de contágio espacial entre a área privativa média de apartamentos em um dado bairro em relação aos seus vizinhos, indicando que os bairros com habitações mais amplas estão próximos de outros de igual característica e vice-versa. Da mesma forma, o efeito da verticalização das edificações em um bairro contagia os bairros vizinhos, indicando que os bairros com predominância de habitações do tipo multi-familiar vertical geram um efeito de transbordamento para os bairros vizinhos que, gradualmente, vão transformando as suas casas em edifícios residenciais.

**Tabela 5.8**  
**Modelos de Defasagem Espacial para a Área Privativa dos Apartamentos e Número de Pavimentos das Edificações da cidade do Recife. Período: 2000 a 2002**

Variável	Área Média		Número de Pavimentos	
	Coefficiente	Probabilidade	Coefficiente	Probabilidade
Defasada	0,57480	0,04199	0,65837	0,00433
Constante	39,01100	0,08302	3,60572	0,06493
E	2,10857	0,10075	0,85478	0,00098
N	-0,03881	0,96957	-0,32500	0,11061
E <sup>2</sup>	-0,14598	0,65957	0,04447	0,50455
N <sup>2</sup>	-0,39517	0,07351	-0,08472	0,05629
EN	-0,71362	0,07063	-0,23054	0,00367



Os resultados encontrados neste capítulo comprovam a presença de efeitos de dependência espacial em todas as variáveis econômicas estudadas, indicando que existe uma autocorrelação espacial positiva geradora de uma força de atração entre bairros do Recife, existindo um raio de influência de contágio espacial de 3km, para a variável renda. Observou-se mais uma vez que a renda, tem influência sobre diversas características predominantes no bairro, como nível de instrução e escolha tipo e localização da habitação pelas famílias. A partir dos mapas de iso-renda e de curvas de nível de renda, pode-se identificar claramente as regiões preferidas para moradia pela população de maior poder aquisitivo do Recife. Estas informações serão utilizadas na elaboração do modelo espacial de preços hedônicos, bem como na montagem da matriz de pesos espaciais, que serão objeto do capítulo seguinte.

## Capítulo 6

### MODELO ESPACIAL DE PREÇOS HEDÔNICOS

#### 6.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo trata da estimação empírica de um modelo espacial de preços hedônicos para a cidade do Recife, que representa o primeiro passo no tratamento da estimação da função de demanda habitacional, objetivo principal deste trabalho. Será utilizada uma base de dados extraída do sistema SISUPFOR - Sistema de Formulários Supervisionáveis de Engenharia da CAIXA, referente aos imóveis financiados pela instituição, no período de junho de 2000 a junho de 2002. No banco de dados pesquisado existem 2.218 imóveis que foram avaliados para efeito de garantia hipotecária, conforme discriminação constante da tabela 6.1. Deste total, 968 se referem a imóveis adjudicados,<sup>62</sup> que são serviços demandados pela própria CAIXA, restando 1.250 imóveis demandados pelo mercado. Esses dados indicam quão preocupante é a situação da instituição em relação à inadimplência: 43,64% dos serviços de avaliações realizados nos dois últimos anos na cidade do Recife se referem a imóveis com problemas de recuperação de crédito.

**Tabela 6.1**  
Avaliações realizadas pela CAIXA em Recife  
Período: 06/2000 a 06/2002

Programa	Quantidade	
	Total	Percentual
Carta de Crédito Individual	399	17,99%
FGTS	536	24,17%
Adjudicados	968	43,64%
Outros	315	14,20%
<b>Total</b>	<b>2.218</b>	<b>100,00%</b>

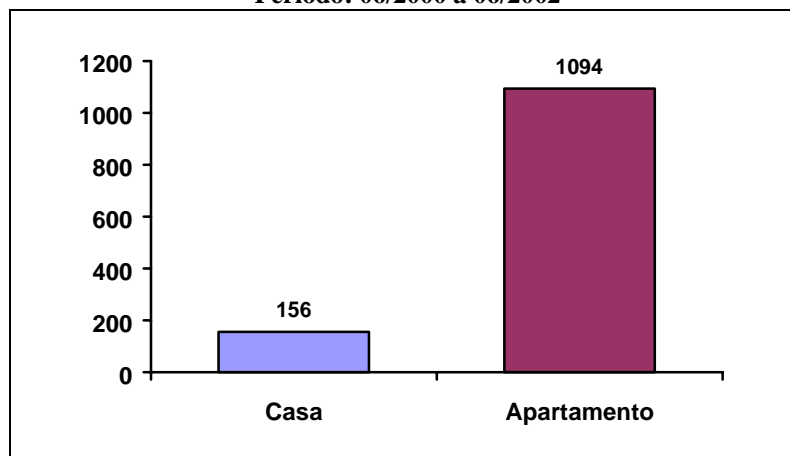
Fonte: SISUPFOR – CAIXA

Dos 1250 clientes que manifestaram interesse em adquirir um imóvel através da CAIXA, 1.096 preferem apartamentos, enquanto que apenas 156 têm interesse por casas, como pode-se

<sup>62</sup> Imóveis retomados pela CAIXA, por inadimplência dos mutuários.

observar na figura 6.1.

**Figura 6.1**  
**Imóveis Demandados em operações com a CAIXA no Recife**  
**Período: 06/2000 a 06/2002**

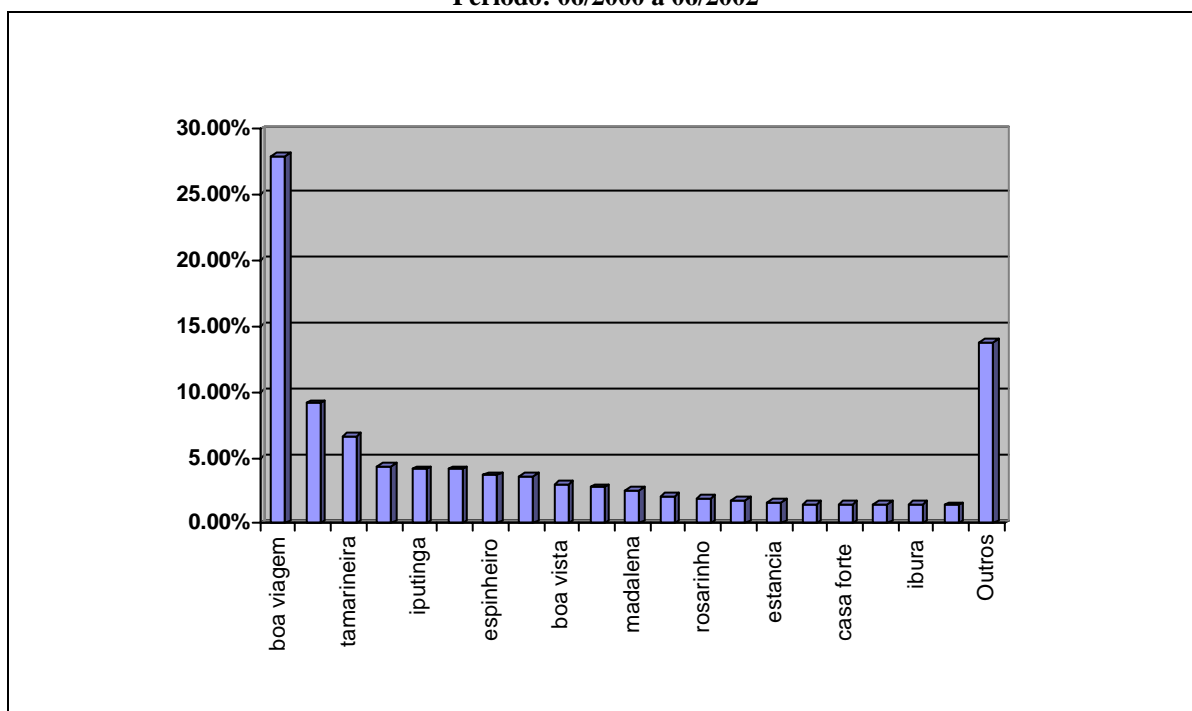


Fonte: SISUPFOR.

Diante desta forte discrepância amostral, optou-se por analisar a demanda por apartamentos, dado que 88% da demanda por unidades habitacionais financiadas pela Caixa ou adquiridas com recursos do FGTS, são da tipologia apartamentos.

Do SISUPFOR foram extraídas as informações sobre as características locacionais (logradouro, número e bairro) e estruturais dos apartamentos (área privativa, idade, conservação, número de quartos sociais, suítes, vagas de estacionamento, pavimentos do edifício, elevadores e de unidades da edificação). As variáveis econômicas relativas ao preço e data da compra da unidade habitacional foram coletadas em outro sistema - o SIACI - Sistema de Administração de Crédito Imobiliário. Dispondo-se dos dois bancos de dados, procurou-se obter uma amostra que fosse convergente, isto é, que estivesse presente nos dois bancos de dados, representando assim um consumidor *i*. Feita a consolidação e compatibilidade, obteve-se uma amostra de 232 dados, que representa 21,20% dos apartamentos demandados no período. Os dados estão distribuídos em 36 bairros da cidade, cujas quantidades demandadas podem ser observadas na figura 6.2.

**Figura 6.2**  
**Distribuição da Demanda de Apartamento por Bairros do Recife**  
**Período: 06/2000 a 06/2002**

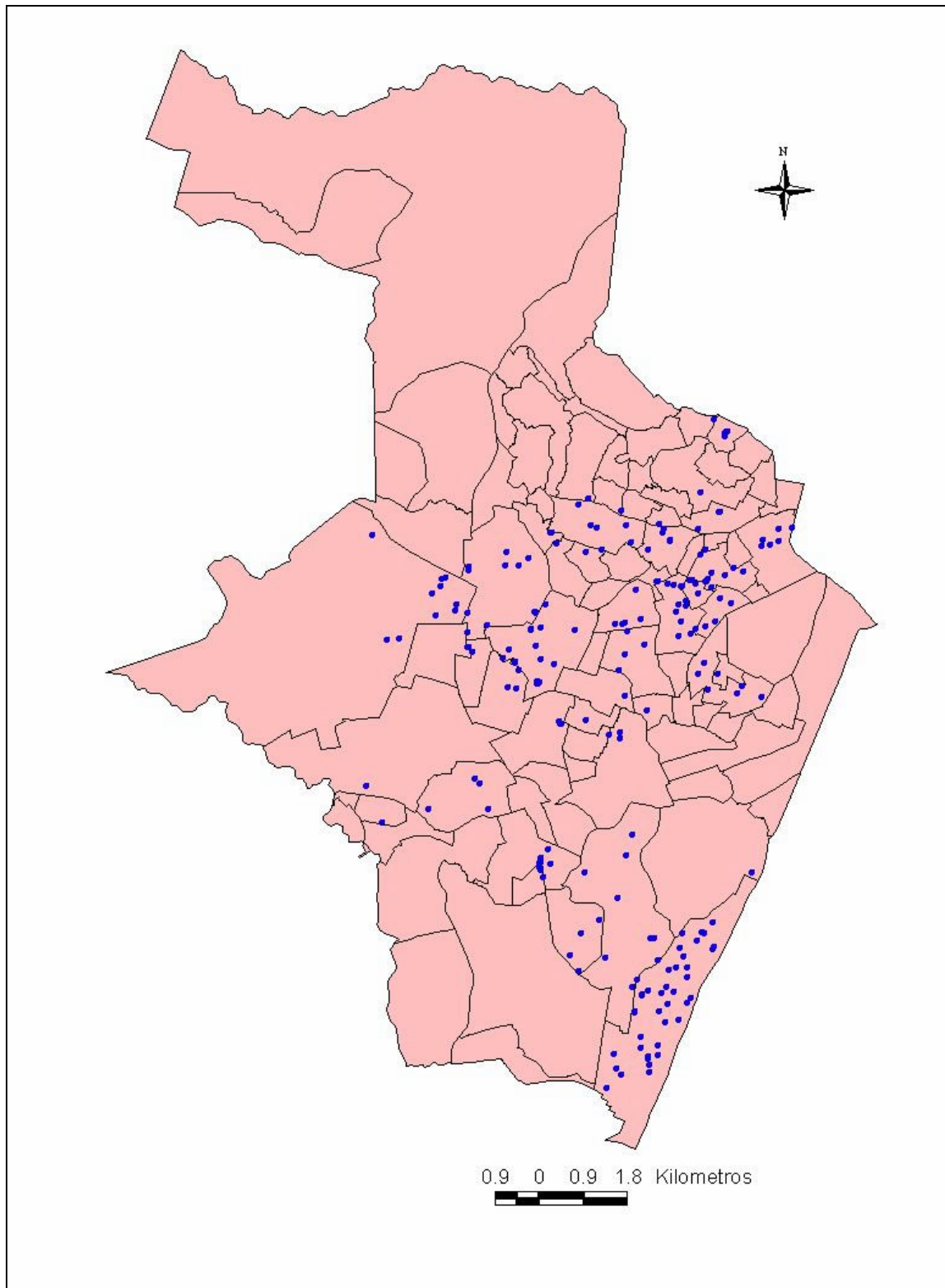


Fonte: SISUPFOR-CAIXA

Observa-se que 28% dos apartamentos demandados estão no bairro de Boa Viagem e 33% na região da Jaqueira e nos bairros adjacentes (Graças, Aflitos, Tamarineira, Espinheiro, Encruzilhada, Rosarinho, Casa Forte, Casa Amarela, Torre e Madalena), comprovando mais uma vez a preferência do consumidor por estes dois pólos, identificados na análise espacial realizada no capítulo anterior. Como variáveis locais, num primeiro momento, foram utilizadas as distâncias, medidas em quilômetros, de cada edifício a estes dois pólos de influência (Praia de Boa Viagem e Parque da Jaqueira) e também ao Centro Histórico da Cidade (bairro de Santo Antônio), como tem sido tradicionalmente considerado na literatura. Estas distâncias foram obtidas pela montagem de uma matriz, construída a partir das coordenadas geográficas de cada edifício, medidas em UTM, compatibilizadas com uma planta digitalizada da cidade do Recife, através do uso do programa ArcView. Tendo em vista que a renda do bairro é um forte determinante na escolha da habitação, como visto nos capítulos 4 e 5, considerou-se a renda média do chefe da família, em salários mínimos, como uma variável econômica para identificar o padrão socioeconômico do bairro onde está localizado o imóvel. Neste caso, a renda do bairro servirá como *proxy* para outras características, tais como educação, amenidades, *status*, etc., como sugerido por Lucena (1985).

Uma distribuição espacial da amostra coletada pode ser observada na figura 6.3.

**Figura 6.3**  
Mapa de distribuição Espacial da Amostra



A tabela 6.2 mostra uma sumarização da amostra com a especificação das variáveis utilizadas e as respectivas siglas adotadas, valores mínimo, médio, mediano, máximo e a amplitude

**Tabela 6.2**  
**Dados de apartamentos demandados através da CAIXA no Recife.**  
**Período: 06/2000 a 06/2002.**

Variável	Sigla	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Amplitude
Valor	VT	15.000,00	53.946,90	37.000,00	298.259,00	283.259,00
Renda do Bairro (SM)	BA	1,75	9,15	6,62	25,98	24,23
Área Privativa (m <sup>2</sup> )	AP	28,81	83,18	71,28	287,34	258,53
Quartos Sociais	QS	1,00	2,45	2,00	4,00	3,00
Suítes	SU	0,00	0,47	0,00	3,00	3,00
Vagas	VA	0,00	1,08	1,00	3,00	3,00
Pavimentos	NP	2,00	8,27	4,00	32,00	30,00
Elevadores	EL	0,00	0,82	0,01	4,00	4,00
Unidades	UH	4,00	24,38	16,00	150,00	150,00
Idade ( anos)	ID	0,00	12,20	12,00	40,00	40,00
Conservação	CO	1,00	2,18	3,00	3,00	2,00
Período	PE	0,00	0,69	1,00	1,00	1,00
Distância Praia (km)	DP	0,01	5,35	6,29	11,43	11,42
Distância Centro (km)	DC	0,46	5,68	5,87	10,12	9,66
Distância Jaqueira (km)	DJ	0,20	4,69	3,71	11,82	11,62

**Fonte:** Tabulação própria a partir dos dados do SISUPFOR – CAIXA

**Nota:** Adotou-se 1 para a conservação ruim, 2 para regular e 3 para boa. Considerou-se a variável Período como uma *dummy* assumindo 0 para os primeiros 12 meses e 1 para o período restante.

Os resultados apresentados na tabela 6.2 indicam a existência de uma grande heterogeneidade dos dados, tanto do ponto de vista econômico, quanto estrutural e espacial. Os preços de compra dos apartamentos variam de R\$15.000,00 a R\$298.259,00, isto é, o mais caro tem valor 20 vezes superior ao mais barato; a área privativa varia de 28,81m<sup>2</sup> a 287,34m<sup>2</sup>, isto é, o maior apartamento é 10 vezes superior ao menor, em área; há apartamentos de 1 a 4 quartos sociais, desde a condição de ausência de suítes e vagas na garagem até 3 suítes e 3 vagas, situados em edifícios de 2 a 32 pavimentos, com número de unidades que variam de 4 a 150. Existem, na amostra, edifícios recentemente construídos até aqueles com idades que chegam a 40 anos, com conservação ruim, regular e boa. Em relação à heterogeneidade espacial, o padrão socioeconômico do bairro varia 1,75 a 25,98 salários mínimos. Existem edifícios localizados à beira-mar e distantes até 11km da praia, além de variações de distância em relação aos outros pólos considerados.

Para o tratamento dos dados será utilizado o programa *SpaceStat*, desenvolvido por Anselin (1990). Inicialmente, será ajustado o modelo tradicional de preços hedônicos e, com base nos resíduos deste modelo, será realizado o diagnóstico da presença de efeitos de dependência espacial. Sendo o resultado positivo, o modelo espacial de preços hedônicos será estimado, com base na metodologia de Econometria Espacial, como segue.

## 6.2 MODELO TRADICIONAL DE PREÇOS HEDÔNICOS

No modelo tradicional de preços hedônicos, o preço da habitação ( $P$ ) é função das suas características estruturais ( $E$ ), locacionais ( $L$ ) e ainda da época em que a mesma foi demandada ( $T$ ), como definido na equação 6.1.

$$P = f(E, L, T, \beta) + \varepsilon, \quad (6.1)$$

onde  $f$  é um operador indicativo da forma funcional,  $\beta$  são parâmetros e  $\varepsilon$  os erros aleatórios do modelo, respectivamente. Considera-se  $\varepsilon$  como *iid*, ou seja, que os erros aleatórios são idêntica e independentemente distribuídos (normais, homocedásticos e não autocorrelacionados).

Para estimação empírica do modelo (6.1) utiliza-se o Modelo Clássico de Regressão, via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), inicialmente na forma funcional linear. Isto é, faz-se uma regressão do preço de compra da habitação ( $P$ ) sobre as variáveis explicativas correspondentes ao nível socioeconômico do bairro onde foi demandada (BA); número de quartos sociais do apartamento (QS), de suítes (SU) e vagas na garagem (VA); número de pavimentos (NP), de elevadores (EL) e de unidades do edifício (UH); idade (ID) e conservação (CO) do edifício; período em que foi demandado o imóvel (PE) e distâncias do edifício à Praia de Boa Viagem (DP), ao Centro de Negócios da Cidade (DC) e ao Parque da Jaqueira (DJ). Pelos resultados que se encontram na tabela 6.2, verifica-se que as hipóteses básicas de normalidade e homocedasticidade dos erros aleatórios foram fortemente rejeitadas, quando utilizados os testes de Jarque-Bera e Koenker-Bassett,<sup>63</sup> indicando que esta forma funcional parece não ser a mais adequada.

---

<sup>63</sup> Este teste é adequado para verificação da homocedasticidade quando a hipótese de normalidade é rejeitada. Para maiores detalhes ver Anselin (1988).

**Tabela 6.3**  
**Diagnóstico do Modelo Tradicional de Preços Hedônicos para o Recife na Forma Funcional Linear**

Teste	GL	Valor	Probabilidade
<b>Normalidade</b> (Jarque-Bera)	2	849,56	0,000000
<b>Heterocedasticidade</b> (Koenker-Bassett)	14	114,06	0,000000

Com o objetivo de estabilizar a variância e normalizar os resíduos, testa-se a forma funcional semi-log, onde o preço de compra dos apartamentos é considerado na escala logarítmica e as demais variáveis na escala original. Este modelo tem sido largamente adotado para explicar o comportamento do mercado habitacional [ver Ermisch *et al.* (1996), Tiware *et al.* (1999), Olmo e Guervós (2002), Can (1992), Basu e Thibodeau (1998), Lucena (1985)]. Conforme comentado na seção 3.2, Dantas e Cordeiro (1986, 1988, 2000 e 2001), utilizando as transformações de Box-Cox (1964), verificaram que esta forma funcional é a que melhor se ajusta ao mercado imobiliário do Recife.

O resultado do diagnóstico do modelo semi-log, que se encontra na tabela 6.4, confirma as hipóteses de normalidade e homocedasticidade para o modelo, quando utilizados os testes de Jarque-Bera e Breusch-Pagan, respectivamente.

**Tabela 6.4**  
**Diagnóstico do Modelo Tradicional de Preços Hedônicos para o Recife na Forma Semi-log**

Teste	GL	Valor	Probabilidade
<b>Normalidade</b> (Jarque-Bera)	2	0,613364	0,735885
<b>Heterocedasticidade</b> (Breusch-Pagan)	14	19,911805	0,132947

Parte-se então, para o ajustamento do modelo tradicional na forma funcional semi-log, cujos resultados encontram-se na tabela 6.5,<sup>64</sup> onde pode-se observar que os sinais obtidos para os coeficientes das variáveis independentes estão coerentes com o mercado, pois há expectativas de elevação dos preços dos apartamentos com aumento do padrão socioeconômico do bairro onde está localizado, com a quantidade de metros quadrados de área privativa, de quartos sociais, de suítes e de vagas na garagem. É esperado, também, que as unidades situadas em edifícios com maior número de pavimentos, de elevadores e de melhor conservação, sejam mais valorizadas e, ainda, que os apartamentos localizados em edifícios mais velhos e com grande número de unidades sejam mais baratos. Em relação aos

<sup>64</sup> Quatro dados foram excluídos durante a análise utilizando-se o critério da distância de Cook (1977).



pólos de influência, verifica-se que os apartamentos são mais valorizados à medida que se aproximam da Praia de Boa Viagem e também do Parque da Jaqueira, comprovando a importância destes dois pólos de influência no contexto urbano, mas se desvalorizam ao se aproximarem do Centro de Negócios da Cidade, o que denota indícios de uma estrutura multicêntrica para a cidade do Recife. Os coeficientes da grande maioria das variáveis explicativas mostraram-se estatisticamente significantes ao nível de 1%, com exceção das variáveis SU, VA e PE. O modelo apresenta um alto poder explicativo, com coeficiente de determinação de 0,90 e a hipótese nula de que o conjunto de variáveis explicativas adotadas não é importante para explicar a variabilidade observada nos preços dos apartamentos é fortemente rejeitada quando utilizado o teste F.

**Tabela 6.5**  
**Ajustamento do Modelo Tradicional de Preços Hedônicos para o Recife, na Forma Funcional Semi-log**

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística t	Probabilidade
CONSTANTE	10,152	0,127	79,658	0,000
BA	0,012	0,004	3,244	0,001
AP	0,006	0,001	9,050	0,000
QS	0,072	0,029	2,452	0,015
SU	0,036	0,021	1,686	0,093
VA	0,047	0,034	1,397	0,164
NP	0,021	0,004	4,833	0,000
EL	0,100	0,027	3,640	0,000
UH	-0,003	0,001	-2,957	0,003
ID	-0,010	0,002	-4,769	0,000
CO	0,071	0,019	3,644	0,000
PE	0,048	0,029	1,687	0,093
DP	-0,066	0,017	-3,819	0,000
DC	0,082	0,023	3,627	0,000
DJ	-0,077	0,020	-3,884	0,000
R <sup>2</sup>	0,904			
R <sup>2</sup> -adj	0,898			
AIC	-97,616			
SC	-46,176			
F-Teste ( Probabilidade)	144,77 (0,00)			

O modelo empírico na forma exponencial encontra-se explicitado na equação a seguir:

$$P = 25.644,90 * 1,0120^{BA} * 1,0059^{AP} * 1,0748^{QS} * 1,0363^{SU} * 1,0485^{VA} * 1,0212^{NP} * 1,1051^{EL} \\ * 0,9969^{UH} * 0,9904^{ID} * 0,9316^{CO} * 1,0495^{PE} * 0,9365^{DP} * 1,0852^{DC} * 0,9256^{DJ} \quad (6.2)$$

Pelo modelo 6.2, pode-se concluir que, mantendo-se as demais condições constantes, os consumidores estão dispostos a pagar a mais no preço do apartamento: 1,20% para morar em um bairro de padrão socioeconômico representado pela renda do chefe da família com um salário mínimo a mais; 0,59% por cada metro quadrado de área privativa; 7,48% por um quarto social; 3,63% por uma suite; 4,85% por cada vaga na garagem; 2,12% por cada pavimento a mais que tem o edifício; 10,51% por cada elevador; 4,95% a cada estado de conservação melhor. Por outro lado, os apartamentos se desvalorizam com o acréscimo do número de unidades, na razão de 0,31% por unidade e com a idade a uma taxa de 0,96% ao ano. Pode-se ainda dizer que houve uma valorização anual de 4,95% nos preços dos apartamentos, entre o primeiro e o segundo períodos de tempo considerados. Em relação aos pólos de influência, conclui-se que os apartamentos se desvalorizam a uma taxa de 6,35% e 7,44% a cada km que se distanciam da Praia de Boa Viagem e do Parque da Jaqueira, respectivamente, enquanto que sofrem uma acréscimo no valor a uma taxa de 8,52% na medida em que se afastam 1km do centro da cidade. Estes últimos resultados comprovam a existência de dois pólos valorizantes marcantes na cidade: a Praia de Boa Viagem e o Parque da Jaqueira, que estão justamente nas regiões de concentração da população de maior poder aquisitivo, identificadas na análise realizada na seção 5.2 como as novas possíveis centralidades para o Recife. Confirmam, também, que o Centro da Cidade não é um local preferido para moradia pelo consumidor recifense.

Apesar dos bons resultados obtidos na estimação, deve-se notar que uma importante questão ainda não foi levada em consideração: a dimensão espacial. A rigor, nada se pode concluir a respeito dos parâmetros deste modelo, antes de testar a autocorrelação espacial, pois caso ela exista, como citado no capítulo 2, os parâmetros estimados podem apresentar problemas de tendenciosidade, inconsistência ou ineficiência.

### 6.3 DIAGNÓSTICO DA DEPENDÊNCIA ESPACIAL

O diagnóstico da presença de efeitos de dependência espacial foi realizado utilizando-se os testes LM Robusto (erro) e LM Robusto (defasagem) sobre os resíduos de Mínimos Quadrados do modelo estimado na tabela 6.5. Trabalhou-se com uma matriz de vizinhança  $W$ , seguindo a forma proposta por (Cliff e Ord, 1981) e (Case *et al.*, 1993), onde cada elemento da matriz,  $w_{ij}$ , representa o inverso da distância entre os edifícios  $i$  e  $j$ , medida em hectômetros (hm). Observa-se que esta matriz tem sido construída de maneira *ad hoc*, com base na experiência que o pesquisador detém do mercado. Contudo, neste trabalho, utilizou-se como informação para montagem da matriz  $W$ , o raio de influência de contágio espacial entre as rendas médias dos chefes de família, medido pelo alcance do variograma inferido espacialmente, com resultado igual a 3km, como pode-se observar na figura 5.1. Assim, adotou-se peso 1 para edifícios distantes até 1hm e zero para edifícios com distâncias superiores a 30hm, ou seja, considerou-se que a influência dos efeitos microlocalizativos é desprezível a partir de distâncias superiores a 3km. A matriz  $W$  foi padronizada por linha, utilizando procedimento semelhante ao já descrito no capítulo anterior.

A tabela 6.6 apresenta os resultados para os testes de dependência espacial. O teste LM Robusto (defasagem) indica um forte efeito de interação espacial nos preços dos apartamentos, uma vez que se mostrou significativa a menos de 2%. Ou seja, o teste indica que o efeito vizinhança parece afetar os preços dos apartamentos.

**Tabela 6.6**  
**Diagnóstico da Dependência Espacial para o Recife**

Teste	MI/GL	Valor	Probabilidade
LM Robusto (erro)	1	0,469	0,493
LM Robusto (defasagem)	1	5,508	0,019

Diante dessa possibilidade de dependência espacial nos preços observados ou efeito vizinhança, estima-se o Modelo de Defasagem Espacial de Preços Hedônicos, seguindo os procedimentos contidos na seção 3.3.1.2.2, como segue.

#### 6.4 MODELO ESPACIAL DE PREÇOS HEDÔNICOS

O modelo de defasagem espacial de preços hedônicos, na forma funcional semilog, é uma expansão do modelo 6.1, pela inclusão da variável dependente defasada espacialmente,  $W\_lnP$ , conforme equação 6.2.

$$lnP = f(W\_lnP, E, L, T, \rho, \beta) + \varepsilon, \quad (6.2)$$

onde  $ln$  é a sigla dos logaritmos neperianos,  $W$  a matriz de vizinhança definida na seção anterior,  $\rho$  o parâmetro correspondente à  $W\_lnP$ , conhecido como coeficiente de autocorrelação espacial, e as demais variáveis têm a mesma descrição do modelo 6.1. Cada elemento da variável  $W\_lnP$ , ou seja  $w\_lnp_i$ , representa a média ponderada dos logaritmos dos preços dos apartamentos vizinhos ao apartamento  $i$ , onde o peso de cada vizinho  $j$  é ponderado pelo inverso da distância entre os apartamentos  $i$  e  $j$ . Desta forma, a influência das negociações de apartamentos realizadas sobre um determinado vizinho, é tanto maior quanto menor for a distância entre eles e o dado apartamento. Como a variável  $W\_lnP$  é aleatória, a solução de mínimos quadrados não é recomendada para estimar os parâmetros do modelo 6.2, sendo mais indicado o método de estimação de máxima verossimilhança, onde os parâmetros são estimados via otimização não linear, como visto no capítulo 3.

Os resultados da estimação espacial apresentados na tabela 6.7, indicam que o coeficiente  $\rho$ , da variável defasada espacialmente,  $W\_lnP$ , é positivo e estatisticamente significativo a menos de 1%, implicando a existência de um forte efeito de defasagem espacial positiva na amostra. Neste caso específico, a formação dos preços de mercado da habitação não é explicada apenas pelas suas características estruturais, locacionais e temporais, tradicionalmente adotadas, mas também depende dos preços dos apartamentos vizinhos, isto é, o preço de compra é influenciado positivamente pelos preços dos apartamentos vizinhos. Pode-se observar que houve modificações significativas nos resultados das estimações dos parâmetros e respectivos desvios padrões, quando comparados com os apresentados na tabela 6.5 (modelo tradicional), fato não surpreendente uma vez que o efeito de defasagem espacial é significativo e a exclusão da variável espacialmente defasada no modelo tradicional gera tendências e ineficiências nas estimativas. Verifica-se que os coeficientes das variáveis tiveram seus desvios padrões reduzidos, notadamente nas variáveis VA e PE, que sofreram alterações de 16,37% para 10,02% e 9,30% para 5,27%, respectivamente, nas probabilidades

de se cometer um erro do tipo I. Observa-se, também, que as alterações mais significativas nas magnitudes dos coeficientes ocorreram no intercepto e nas variáveis relacionadas à localização, que tiveram seus valores reduzidos. Estas mudanças podem ser atribuídas ao erro de especificação no modelo tradicional, pela não inclusão da variável  $W\_lnP$ , que contribuiu para gerar tendenciosidades sérias nos seus coeficientes. Isto ocorre porque o modelo tradicional, ao desconsiderar o efeito vizinhança, supõe que cada apartamento tem a mesma influência sobre os demais, independentemente da distância entre eles e grande parte da variabilidade espacial é absorvida pela média geral, representada pelo intercepto.

**Tabela 6.7**  
**Resultados do Modelo de Defasagem Espacial para o Recife**

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística z	Probabilidade
$W\_lnP$	0,2061	0,0741	2,7796	0,0054
Constante	7,8926	0,8267	9,5473	0,0000
BA	0,0072	0,0039	1,8445	0,0651
AP	0,0059	0,0006	9,4066	0,0000
QS	0,0648	0,0280	2,3150	0,0206
SU	0,0333	0,0201	1,6517	0,0986
VA	0,0531	0,0323	1,6440	0,1002
NP	0,0215	0,0041	5,2095	0,0000
EL	0,0925	0,0262	3,5372	0,0004
UH	-0,0030	0,0010	-3,0031	0,0027
ID	-0,0097	0,0019	-5,0422	0,0000
CO	-0,0687	0,0185	-3,7140	0,0002
PE	0,0528	0,0273	1,9373	0,0527
DP	-0,0415	0,0187	-2,2233	0,0262
DC	0,0615	0,0227	2,7034	0,0069
DJ	-0,0587	0,0202	-2,8998	0,0037
$R^2$	0,91			
AIC	-102,70			
SC	-47,83			

Outro aspecto importante é que utilizando-se os critérios da informação de Akaike (AIC) e Schwartz (SC), os valores obtidos para o modelo espacial são inferiores aos encontrados no modelo tradicional, como mostrado na tabela 6.8, o que mostra a melhoria do ajustamento pela metodologia de econometria espacial.

**Tabela 6.8**  
**Comparação entre o Modelo Tradicional (MT) e o Modelo Espacial (ME)**

Critério	MT	ME
AIC	-97,61	-102,70
SC	-46,18	-47,83

Verifica-se que a questão espacial tem sido considerada corriqueiramente na literatura, levando-se em conta apenas a posição relativa dos imóveis em relação a pólos de influência, medida por distâncias ao centro da histórico da cidade, estações de metrô, aeroportos, etc., ou dividindo-se o espaço urbano em regiões ou zonas [ver Brueckner (1985), Lucena (1985), Ermisch *et al.* (1996), Tiware *et al.* (1999) e Biderman (2001)]. Os resultado obtidos mostram que este procedimento, como foi adotado no modelo ajustado na tabela 6.4 (divisão da cidade em bairros e distâncias em relação a três pólos de influência) não é capaz de explicar completamente as variações dos preços dos apartamentos, em relação à localização que ocupam no espaço. Isto porque, não são apenas os pólos de influência ou a própria localização do bairro onde se situa a habitação, que afetam os seus preços, mas existe uma verdadeira interação entre os dados, de forma que cada edifício funciona como um micro-pólo de influência sobre os seus vizinhos. Neste caso, a solução para estimação segura da equação de preços hedônicos, na presença de efeitos de dependência espacial, deve ser feita com base na econometria espacial, onde a variável dependente defasada espacialmente, que leva em consideração todas as interações espaciais possíveis entre os dados, serve como *proxy* para variáveis locacionais não consideradas explicitamente no modelo.

Tendo em vista a autocorrelação espacial positiva nos dados, pode-se concluir que as negociações de compra dos apartamentos não ocorrem de forma independente, como considerado nos modelos de preços hedônicos tradicionalmente estimados, mas que existe uma verdadeira interação entre elas, de forma que uma transação de um apartamento por um preço elevado gera uma elevação nos preços dos apartamentos vizinhos.

## 6.5 DIAGNÓSTICO DA HETEROGENEIDADE ESPACIAL

Com o objetivo de testar a estabilidade estrutural dos parâmetros nas zonas norte-sul da cidade, utiliza-se o teste de Chow-Wald, ampliado por Anselin (1990), cujos resultados encontram-se na tabela 6.9.

**Tabela 6.9**  
**Diagnóstico da Heterogeneidade Espacial para o Recife**

Teste	GL	Valor	Probabilidade
<b>Chow – Wald</b>	15	16,793383	0,331365

Pelos resultados obtidos, verifica-se que a hipótese nula de igualdade de coeficientes em ambas as regiões da cidade não pode ser rejeitada, nem mesmo ao nível de 10%. Isto é, pode-se considerar os preços implícitos das características da habitação como constantes ao longo de toda a região abrangida pela pesquisa.

Os resultados encontrados neste capítulo mostraram que, embora o modelo tradicional de preços hedônicos apresente coeficientes com sinais de acordo com o esperado, níveis de significância aceitáveis e bom poder explicativo, suas estimativas não são confiáveis devido a existência de efeitos de dependência espacial nos dados. Neste caso, mostrou-se que as estimativas realizadas eram tendenciosas e que somente os *Modelos Espaciais*, encontrados por Econometria Espacial, são capazes de estimar com segurança os preços implícitos das características da habitação, bem como o seu valor de mercado. Este procedimento representou o primeiro passo para a estimação do *Modelo Espacial de Demanda Habitacional*, que será objeto do capítulo seguinte.

## Capítulo 7

### MODELO ESPACIAL DE DEMANDA HABITACIONAL

#### 7.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo é dedicado à estimação empírica de um modelo espacial de demanda por habitação para a cidade do Recife, seguindo o processo de estimação em dois estágios utilizado por Ermisch *et al.* (1996) e TIWARE, *et al.* (1999), descritos nas seções 2.3.2 e 2.3.3, respectivamente, com incorporação da componente espacial. No primeiro estágio utiliza-se o modelo espacial de preços hedônicos apresentado na seção 6.4 para construção de um Índice de Preços da Habitação (IPH), correspondente ao valor de mercado estimado pelo referido modelo, para um apartamento típico, com as condições medianas dos dados amostrais que se encontram na tabela 6.2. Ou seja, um apartamento com 71,28 m<sup>2</sup> de área privativa, dois quartos sociais, sem suite, com uma vaga na garagem, situado em um prédio do tipo caixão<sup>65</sup> com 16 unidades, 12 anos de idade e conservação regular. O IPH é calculado considerando-se a localização variável para cada bairro abrangido pela pesquisa e também para cada período em que a unidade foi demandada. A razão entre o preço de compra e o IPH correspondente é definido como o consumo de habitação (CH), que representará a variável dependente na equação de demanda por habitação. No segundo estágio a equação de demanda habitacional será estimada pela regressão de CH sobre o preço relativo da habitação (IPH), a renda e outras variáveis sócio-demográficas da família e da operação de aquisição, que possam afetar a demanda.

A base de dados utilizada refere-se a apartamentos financiados pela CAIXA, no período de junho/2000 a junho/2002. Como já comentado no capítulo anterior, as características estruturais e locacionais dos apartamentos foram extraídas do SISUPFOR e as informações sobre a operação e o mutuário foram coletadas do SIACI. Com base em uma amostra de 228 dados, realizou-se no capítulo anterior a estimação empírica de um modelo espacial de preços hedônicos, que representou o primeiro passo para estimação da função de demanda por

---

<sup>65</sup> Denominação dada a edificações de até quatro pavimentos, sem elevador.



habitação. Para complementação da base de dados necessária à conclusão da estimação desta função, foram extraídas as seguintes informações disponíveis no SIACI: renda familiar, sexo e idade do mutuário, prazo de financiamento e o sinal ou parte utilizada de recursos próprios na compra do apartamento, denominada de poupança. Tendo em vista que alguns dos dados iniciais referem-se a apartamentos adquiridos totalmente com recursos de FGTS do demandante, a declaração da renda não foi exigida pela CAIXA, o que gerou a perda de 34 informações, restando uma amostra de 194 dados.

Uma sumarização da amostra utilizada na estimação empírica com indicação das variáveis utilizadas e suas siglas adotadas, valores mínimo, médio, mediano e máximo, bem como a amplitude, encontra-se na tabela 7.1.

**Tabela 7.1**  
**Descrição da Amostra Utilizada para Estimação da Função de Demanda por Habitação na Cidade do Recife**

Variável	Sigla	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Amplitude
Sexo <sup>(1)</sup>	SX	1,00	1,44	1,00	2,00	1,00
Idade	ID	22,00	38,24	37,00	69,00	47,00
Renda	RE	476,30	2.286,43	1.600,00	17.000,00	16.523,70
Prazo Amortização	PZ	1,00	178,79	240,00	300,00	299,00
Poupança	PO	95,58	22.048,57	13.493,99	183.505,50	183.409,90
Índice de Preço	IPH	24.587,66	30.790,50	30.031,44	42.192,59	17.604,93
Consumo Habitação	CH	0,56	1,44	1,13	8,76	8,20

(1) Adotou-se valor 1 para o sexo masculino e 2 para o feminino.

Pelos resultados da tabela 7.1 pode-se observar a grande heterogeneidade dos dados: as idades variam de 22 a 69 anos, atingindo uma idade mediana de 37 anos; a renda familiar mínima é de R\$476,30 enquanto que a máxima é de R\$17.000,00, que corresponde a 40 vezes a menor renda, sendo a renda familiar mediana de R\$1.600,00; o prazo de amortização varia de 1 a 300 meses<sup>66</sup>, atingindo um valor mediano de 240 meses; a parte de recursos próprios utilizada ou recursos do FGTS varia de R\$95,58 a R\$183.505,50, com valor mediano de R\$13.493,99. Verifica-se que um apartamento com as mesmas características estruturais varia de R\$24.587,66 até R\$42.192,59, dependendo da sua localização na cidade, indicando que a localização pode representar quase 72% do valor do imóvel. A amplitude do consumo de

<sup>66</sup> O prazo de amortização de 1 mês se refere a compra com utilização total do FGTS.

habitação também é bastante grande: varia de 0,56 a 8,76. Isto é, o maior consumo de habitação é quase 16 vezes superior que o menor consumo. Apenas em relação ao sexo existe equilíbrio entre mutuários, apresentando uma pequena prevalência pelo sexo feminino.

Com base nesta amostra, será ajustado o modelo tradicional de demanda habitacional e os seus resíduos serão utilizados no diagnóstico da presença de efeitos de dependência espacial. Sendo o resultado positivo, o modelo espacial de demanda habitacional será estimado pela metodologia de Econometria Espacial, como segue.

## 7.2 MODELO TRADICIONAL DE DEMANDA HABITACIONAL

O ajustamento do modelo tradicional de demanda habitacional assume, geralmente, a forma da equação 7.1.

$$CH = f(IPH, RE, S, \beta) + \varepsilon, \quad (7.1)$$

onde  $CH$  é o vetor de consumo de habitação;  $IPH$  é o vetor de preço relativo da habitação ou Índice de Preço da Habitação estimado para cada região, em cada período;  $RE$  o vetor correspondente à renda familiar;  $S$  o vetor de outras características sócio-demográficas que podem afetar a demanda, tais como: sexo, idade, nível de riqueza, tamanho da família, nível de ocupação e instrução do chefe da família e do cônjuge, bem como outras riquezas humanas e não humanas; e  $\beta$  e  $\varepsilon$  são os vetores de parâmetros e dos erros aleatórios do modelo, respectivamente. Para o caso em pauta, como se trata de imóveis financiados, inclui-se também no modelo o prazo de financiamento. Considera-se  $\varepsilon$  como *iid*, ou seja, que os erros aleatórios são idêntica e independentemente distribuídos (normais, homocedásticos e não autocorrelacionados).

Uma questão importante a ressaltar é que neste estudo não se dispõe de informações relativas ao nível de ocupação e de instrução do chefe da família ou do cônjuge, nem sobre o tamanho da família. Estes dados estão em outro sistema da CAIXA: o SIRIC – Sistema de Risco de Crédito, não disponibilizado para consulta. Desta forma não foi possível estimar a renda permanente, o que pode gerar subestimação da elasticidade renda. Como visto na seção anterior, dispõe-se apenas das seguintes variáveis adicionais, que podem afetar a demanda por habitação: sexo e idade do cabeça do casal, prazo de financiamento e poupança utilizada na

compra do apartamento. Assim, com a inclusão da variável idade será possível a análise do padrão de consumo do indivíduo durante o ciclo de vida, e a poupança utilizada na compra funciona como uma *proxy* para o nível de riqueza da família.

Para estimação empírica do modelo tradicional de demanda por habitação na cidade do Recife, definido na equação 7.1, foi utilizado o modelo clássico de regressão, tomando-se por base as estimações via MQO, cujos resultados encontram-se na tabela 7.2. Isto é, foi feita uma regressão do consumo de habitação (CH) sobre as seguintes variáveis independentes: índice de preços da habitação (IPH), renda familiar (RE), sexo (SX), idade (ID), prazo de financiamento (PZ) e poupança (PO). O ajustamento foi realizado na forma tradicional log-linear, ou de elasticidade constante, que tem sido a forma mais utilizada na literatura, flexibilizando apenas as variáveis sexo e idade, que foram tratadas na escala original. Para captar as variações de consumo durante o ciclo de vida do indivíduo, introduziu-se também a variável idade elevada ao quadrado ( $ID^2$ ), uma vez que é comum a existência de um ponto de máximo consumo durante este período.

**Tabela 7.2**  
**Ajustamento do Modelo Tradicional de Demanda Habitacional para o Recife**

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística t	Probabilidade
Constante	-3,01748	1,68639	-1,78931	0,07519
$\ln RE$	0,55222	0,03150	17,52698	0,00000
$\ln IPH$	-0,23541	0,17364	-1,35572	0,17683
SX	0,08156	0,03657	2,23024	0,02692
ID	-0,00323	0,00200	-1,61301	0,10843
$ID^2$	4,24E-05	0,00015	0,27133	0,78643
$\ln PZ$	0,06488	0,01138	5,69745	0,00000
$\ln PO$	0,12180	0,01291	9,43594	0,00000
$R^2$	0,7535			
$R^2 - Ajustado$	0,7442			
AIC	-2,5972			
SC	23,5456			
F-teste (probab.)	81,2305 (0,00001)			

**Nota:** A hipótese de normalidade foi aceita ao nível de 1%, quando utilizado o teste de Jarque-Bera. Contudo a hipótese de homocedasticidade foi rejeitada quando utilizado o teste de Breusch-Pagan.

Pode-se observar que os sinais dos parâmetros estimados para as variáveis estão coerentes com o comportamento do mercado habitacional, pois há expectativas de que o consumo de

habitação cresça com o aumento da renda, sugerindo que a habitação é um bem normal, e decresça quando o preço cresce. Também é razoável admitir que o indivíduo consome mais habitação se o prazo de financiamento é maior, pois ele pode fazer uma melhor programação das suas despesas no longo prazo. Em relação à poupança, que é uma variável representante do nível de riqueza da família, é natural que sendo maior, o consumo também crescerá. Em relação ao sexo, não há nenhuma indicação na literatura sobre o sinal esperado, contudo esta análise coincide com outros estudos realizados (ver Mayo, 1981). Ou seja, as mulheres consomem mais habitação que os homens. A idade, contudo, apresenta sinal contrário do esperado: a teoria mostra que há uma tendência do indivíduo aumentar o seu padrão de consumo com a idade, até certo ponto, e depois haver um declínio. Uma possível explicação para este paradoxo pode estar associada a deficiências da amostra, que não traz informações suficientes para inferir este comportamento. Observa-se ainda que os coeficientes das variáveis  $ID$  e  $ID^2$  não são significantes ao nível de 10%. As demais variáveis se mostraram estatisticamente significantes ao nível de 1%, com exceção do intercepto e da variável  $\ln IPH$ . O modelo apresenta um razoável poder explicativo com coeficiente de determinação de 0,75.

Pelos coeficientes estimados, pode-se concluir que: as elasticidades renda e preço da habitação são 0,55 e  $-0,23$ , respectivamente; os mutuários do sexo feminino consomem em média 8,5%<sup>67</sup> mais habitação que os do sexo masculino; um acréscimo de 10% no prazo de financiamento gera um aumento de 0,65% no consumo de habitação e uma variação positiva de 10% na poupança do mutuário gera um acréscimo de 1,22% no consumo de habitação.

Apesar dos razoáveis resultados obtidos, deve-se esperar que, da mesma forma que a autocorrelação espacial está presente em diversas variáveis econômicas relacionadas com a demanda por habitação, conforme visto nos capítulos 5 e 6, o consumo de habitação também esteja autocorrelacionado espacialmente, uma vez que está associado à posição que ocupa no espaço. Caso isto ocorra, a equação de demanda tradicionalmente estimada pelo modelo 7.1 pode apresentar resultados tendenciosos, inconsistentes ou ineficientes, conforme visto no capítulo 2, e somente o modelo espacial de demanda pode fornecer estimativas confiáveis do comportamento do mercado habitacional. Desta forma, torna-se necessário realizar o diagnóstico da dependência espacial, conforme segue.

---

<sup>67</sup> Resultado de  $e^{0,08156}$ .

### 7.3 DIAGNÓSTICO DA DEPENDÊNCIA ESPACIAL

O diagnóstico da dependência espacial na amostra foi realizado utilizando-se os testes LM Robusto (erro) e LM Robusto (defasagem) sobre os resíduos do modelo estimado na tabela 7.2. Trabalhou-se com uma matriz de vizinhança  $W$ , com 194 linhas e 194 colunas, seguindo os mesmos procedimentos utilizados na seção 6.3. A tabela 7.3 apresenta os resultados para o diagnóstico realizado. O teste LM Robusto (defasagem) indica um forte efeito de defasagem espacial no consumo de habitação, uma vez que se mostrou significativa a menos de 1%, enquanto que pelo teste LM Robusto (erro) a hipótese de autocorrelação nos resíduos é rejeitada. Ou seja, o efeito vizinhança parece estar afetando o consumo de habitação na cidade do Recife.

**Tabela 7.3**  
**Diagnóstico da Dependência Espacial da Demanda por Habitação no Recife**

Teste	MI/GL	Valor	Probabilidade
LM Robusto (erro)	1	1,043571	0,306992
LM Robusto (defasagem)	1	19,576686	0,000010

Diante dessa possibilidade de autocorrelação espacial entre os consumos de habitação ou efeito vizinhança, a seguir, estima-se o Modelo de Defasagem Espacial de Demanda Habitacional.

### 7.4 MODELO ESPACIAL DE DEMANDA POR HABITAÇÃO

O modelo de defasagem espacial de demanda por habitação, na forma funcional log-linear, é definido pela equação 7.2.

$$\ln CH = f(W\_ \ln CH, \ln IPH, \ln RE, S, \rho, \beta) + \varepsilon, \quad (7.2)$$

onde  $W\_ \ln CH$  é a variável explicativa espacialmente defasada do consumo de habitação,  $\rho$  o seu coeficiente e as demais variáveis têm a mesma descrição do modelo 7.1.

Os resultados da estimação empírica do modelo 7.2, que estão explicitados na tabela 7.4, indicam que o coeficiente  $\rho$ , da variável espacialmente defasada,  $W\_ \ln CH$ , com valor 0,507, é fortemente significativo o que é indicativo de uma grande probabilidade da existência do

efeito de defasagem espacial na amostra. Ou seja, o consumo de habitação em determinado lugar da cidade é influenciado positivamente pelo consumo de habitação da vizinhança.

**Tabela 7.4**  
**Resultados do Modelo Espacial de Demanda Habitacional para o Recife, com Intercepto**

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística z	Probabilidade
W $\ln$ CH	0,5070	0,0991	5,1159	0,0000
Constante	1,8047	1,8114	0,9962	0,3191
$\ln$ RE	0,5238	0,0294	17,7977	0,0000
$\ln$ IPH	-0,6822	0,1822	-3,7426	0,0002
SX	0,0599	0,0339	1,7685	0,0769
ID	-0,0033	0,0018	-1,7897	0,0734
ID <sup>2</sup>	5,68E-05	0,0001	0,3940	0,6935
$\ln$ PZ	0,0611	0,0105	5,8178	0,0000
$\ln$ PO	0,1135	0,0119	9,4842	0,0000
R <sup>2</sup>	0,7722			
AIC	-20,3737			
SC	9,0370			

Note-se que, embora os coeficientes das variáveis explicativas sejam significantes, com exceção da variável ID<sup>2</sup>, a hipótese do modelo passar pela origem é aceita, tendo em vista que o nível de significância do intercepto é superior a 30%. Assim, um novo ajustamento sem o intercepto foi feito e se encontra na tabela 7.5. Estes resultados confirmam, mais uma vez, a presença de fortes efeitos de autocorrelação espacial positiva entre os consumos de habitação, nos diversos pontos da cidade, dado que o coeficiente de defasagem espacial,  $\rho$ , com valor de 0,45 é significativo a menos de 1%. Assim, pode-se concluir que a demanda habitacional não depende somente das variáveis explicativas normalmente consideradas na literatura, tais como preço, renda e demais variáveis sócio-demográficas da família, mas também é fortemente influenciada, de maneira positiva, pelo nível de demanda que ocorre na vizinhança.

**Tabela 7.5**  
**Resultados do Modelo de Defasagem Espacial para o Recife, sem Intercepto**

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística z	Probabilidade
W <i>ln</i> CH	0,449866	0,085398	5,26786	0,00000
<i>ln</i> RE	0,521328	0,029420	17,71979	0,00000
<i>ln</i> IPH	-0,503553	0,025765	-19,54337	0,00000
SX	0,058059	0,033989	1,70817	0,08760
ID	0,061953	0,010537	5,87917	0,00000
ID <sup>2</sup>	-0,003305	0,001860	-1,77686	0,07559
<i>ln</i> PZ	3,70E-05	0,000143	0,25825	0,79621
<i>ln</i> PO	0,11283	0,011976	9,42062	0,00000
R <sup>2</sup>	0,77280			
AIC	-21,4355			
SC	4,70736			

Observa-se que houve modificações significativas nos resultados do modelo espacial de demanda habitacional (tabela 7.5), quando comparados com os obtidos pelo modelo tradicional (tabela 7.2), conforme resumo apresentado na tabela 7.6.

**Tabela 7.6**  
**Resultados do Modelo Tradicional (MT) e do Modelo Espacial (ME) para o Recife**

Variável	Coefficiente		Probabilidade	
	MT	ME	MT	ME
<i>ln</i> RE	0,5522	0,5213	0,0000	0,0000
<i>ln</i> IPH	-0,2354	-0,5036	0,1768	0,0000
SX	0,0816	0,0581	0,0269	0,0876
ID	- 0,0032	- 0,0033	0,1084	0,0756
ID <sup>2</sup>	0,0001	0,0001	0,7864	0,7962
<i>ln</i> PZ	0,0649	0,0620	0,0000	0,0000
<i>ln</i> PO	0,1218	0,1128	0,0000	0,0000

Verifica-se que alguns coeficientes tiveram grandes alterações, tanto nas suas magnitudes, como nos seus níveis de significância. A maior delas se refere à elasticidade-preço da demanda, que passou de  $-0,24$  no Modelo Tradicional, para  $-0,50$  no Modelo Espacial, representando uma variação de mais de 100%. Também o nível de significância desta variável foi reduzido de 17% no Modelo Tradicional, para um valor próximo de zero no Modelo Espacial, comprovando-se a existência de tendenciosidades e ineficiências no modelo tradicional, o que pode levar o pesquisador a conclusões equivocadas sobre os parâmetros da função de demanda habitacional, estimados por este modelo.

Outro aspecto importante é que os valores obtidos para o Modelo Espacial (tabela 7.5) pelos Critérios de Informação de Akaike (AIC) e Schwartz (SC) são bem inferiores aos encontrados no Modelo Tradicional (tabela 7.2), como pode-se observar nos resultados constantes da tabela 7.7, o que mostra a melhoria no modelo ajustado pela nova metodologia.

**Tabela 7.7**  
**Comparação entre o Modelo Tradicional (MT) e o Modelo Espacial (ME)**

Critério	MT	ME
AIC	-2,60	-21,43
SC	23,54	4,70

## 7.5 DIAGNÓSTICO DA ESTABILIDADE ESTRUTURAL PARA CLASSES DE RENDA

Com o objetivo de testar a estabilidade estrutural dos parâmetros em relação a diferentes classes de renda, dividiu-se a amostra em duas subamostras: mutuários com renda familiar até 10 salários mínimos e com rendas a partir de 10 salários mínimos, que representa a faixa de renda entre a média e a mediana das rendas amostrais, como se pode observar na tabela 7.1 Os resultados do teste de Chow-Wald, ampliado por Anselin (1990), encontram-se na tabela 7.8.

**Tabela 7.8**  
**Diagnóstico da Estabilidade Estrutural para Classes de Renda no Recife**

Teste	MI/GL	Valor	Probabilidade
Chow - Wald	7	41,509596	0,000001

Pelos resultados obtidos, verifica-se que a hipótese nula de igualdade de coeficientes em ambas as classes de renda é fortemente rejeitada, com um nível de significância inferior a 1%. Ou seja, os consumidores têm comportamentos distintos para as diferentes classes de renda. Desta forma, parte-se para a elaboração de um modelo espacial de demanda habitacional com mudança estrutural, considerando-se além da interação espacial, a interação também das variáveis consideradas com a nova variável *dummy*, representativa da classe de renda a que pertence o consumidor. Ou seja, a variável assume valor 1(um) para a classe de renda até 10 salários mínimos e zero em caso contrário. Os resultados deste novo modelo encontram-se na tabela 7.9.



Tabela 7.9  
Modelo Espacial de Demanda Habitacional com Mudança Estrutural para o Recife

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística Z	Probabilidade
W lnCH2	0,397393	0,081491	4,876485	0,000001
lnIPH_0	-0,573304	0,053919	-10,632595	0,000000
lnRE_0	0,335168	0,068986	4,858442	0,000001
SX_0	0,144335	0,064362	2,242538	0,024927
ID_0	-0,004543	0,004406	-1,031063	0,302511
ID <sup>2</sup> _0	0,000167	0,000291	0,573666	0,566194
lnPZ_0	0,085769	0,014248	6,019640	0,000000
lnPO_0	0,316551	0,039517	8,010423	0,000000
lnIPH_1	-0,440567	0,045160	-9,755569	0,000000
lnRE_1	0,443993	0,054763	8,107420	0,000000
SX_1	0,011501	0,035581	0,323249	0,746507
ID_1	-0,003134	0,001872	-1,673991	0,094132
ID <sup>2</sup> _1	0,000105	0,000148	0,709434	0,478055
lnPZ_1	0,093844	0,019559	4,797853	0,000002
lnPO_1	0,090796	0,011864	7,652825	0,000000
R <sup>2</sup>	0,8139			
AIC	-45,0740			
SC	3,94389			

**Nota:** A hipótese de homocedasticidade foi aceita quando utilizado o teste de Breusch-Pagan, bem como a hipótese de não autocorrelação nos resíduos quando utilizado o teste do Multiplicador de Lagrange.

Pelos resultados obtidos, verifica-se que a elasticidade-preço é maior para a classe de renda superior, enquanto que a elasticidade-renda é maior para a classe de renda inferior, indicando que a habitação tem maior prioridade para as classe de renda mais baixa. Observa-se que as mulheres da classe de renda mais elevadas consomem 15,41%<sup>68</sup> mais habitação que os homens, enquanto que na classe de renda inferior não há diferença significativa no consumo de habitação para ambos os sexos. Em relação à idade, o consumo de habitação continua indefinido para ambas as classes, com coeficientes não significantes estatisticamente. O prazo de financiamento é igualmente importante para as duas classes de renda, contudo o nível de riqueza material é muito mais sensível no consumo de habitação para a classe de renda superior: quando o nível de poupança cresce 10% para esta classe de renda o consumo de habitação cresce 3,16%, enquanto que uma mesma variação de renda para a classe mais baixa, este percentual é de 0,9%. Isto se explica em função de outras

<sup>68</sup> Resultado de  $e^{0,1433}$ .

necessidades básicas que têm que ser atendidas pelas classes de renda inferior, como educação, vestuário e veículos.

Este capítulo mostrou que a forma de especificar e estimar o modelo de demanda habitacional, utilizando-se a Econometria Tradicional, como vem ocorrendo corriqueiramente na literatura, parece não ser a mais adequada, tendo em vista a grande probabilidade da presença de efeitos de dependência espacial nos dados. Verificou-se que o modelo tradicional de demanda habitacional para o Recife apresenta tendenciosidades graves nas estimativas das elasticidades, principalmente em relação à elasticidade-preço, o que poderia levar o pesquisador à conclusões enganosas. Neste caso, pode-se comprovar mais uma vez que a análise através dos *Modelos Espaciais*, estimados pela metodologia de Econometria Espacial, parece ser a melhor alternativa para interpretação microeconômica do mercado habitacional

## Capítulo 8

### CONCLUSÃO

Pelos resultados encontrados neste trabalho, fica evidenciada a importância da utilização da metodologia denominada *Modelagem por Econometria Espacial* nos estudos dos fenômenos relacionados à economia regional e urbana, em particular na interpretação do comportamento do mercado habitacional. Nas análises empíricas realizadas, com o objetivo de estimar uma Função de Demanda por Habitação para a cidade do Recife, com base em informações do Censo Demográfico (2000) e dados de imóveis financiados pela Caixa Econômica Federal, verificaram-se fortes indícios de dependência espacial em todas as variáveis econômicas exploradas, comprovando-se, desta forma, que somente os *Modelos Espaciais* podem fornecer estimativas confiáveis, caracterizadas pela não tendenciosidade, eficiência e consistência. A superioridade destes modelos em relação aos estimados pela Econometria Tradicional também foi comprovada pelos critérios de Akaike e Schwartz.

Verificou-se que a forma de considerar a questão espacial na equação de preços hedônicos, com base em distâncias da habitação a pólos de influência ou dividindo o espaço em regiões através da inclusão de variáveis *dummy*, como vem sendo utilizada corriqueiramente na literatura [ver Brueckner (1985), Lucena (1985), Ermisch *et al.* (1996), Tiware *et al.* (1999)], não é capaz de explicar completamente as variações dos preços em relação à localização da habitação. Isto porque não são apenas os pólos de influência que afetam a formação dos preços de mercado da habitação, mas existe uma verdadeira interação entre os dados amostrais, de forma que cada edifício funciona com um micro-pólo de influência sobre os seus vizinhos. Mostrou-se que, neste caso, o *Modelo de Defasagem Espacial* fornece estimativas confiáveis para a equação de preços hedônicos (ver capítulo 6), onde a variável de defasagem espacial, que leva em consideração todas as interações espaciais possíveis entre os dados, serve como *proxy* para variáveis locais não consideradas explicitamente. Também pode-se comprovar que as equações de demanda tradicionalmente estimadas, sem levar em conta os efeitos de dependência espacial, podem gerar resultados tendenciosos, como mostrado no capítulo 7, onde a elasticidade-preço pelo Modelo Tradicional representa menos de 50% da estimativa realizada pelo Modelo Espacial, além de alterações significativas nas significâncias dos parâmetros, como o da elasticidade preço que

teve redução de 17% (Modelo Tradicional) para um valor próximo de zero (Modelo Espacial) no seu nível de significância. Observa-se que fatos como estes podem levar o pesquisador a conclusões equivocadas.

Um aspecto interessante é que a inferência espacial tem sido tratada na literatura de forma dicotômica: os trabalhos empíricos ou utilizam a metodologia de Krigeagem com o uso do variograma para detectar a presença de efeitos de dependência espacial ou utilizam a metodologia desenvolvida por Anselin (1988), onde os testes de diagnóstico se baseiam na matriz de pesos espaciais, geralmente adotada de maneira *ad hoc* pelo analista, em função do conhecimento que detém do mercado. Neste estudo mostrou-se que a conjugação de ambas as metodologias pode fornecer bons resultados, pois, a partir da análise do variograma pode-se verificar o raio de influência dos efeitos de dependência espacial, o que foi de grande utilidade para a montagem da matriz de vizinhança. Ainda, pelas análises dos mapas de iso-renda e curvas de nível de renda, mostrados no capítulo 5, foi possível a identificação de pólos de influência e centralidades para o Recife, que foram importantes para elaboração do modelo espacial de preços hedônicos, realizada no capítulo 6.

Outro fato que vale a pena registrar é que os efeitos de interação espacial se mostraram mais fortes que os de autocorrelação espacial no termo de erro, em todas as análises realizadas, sugerindo que o modelo de defasagem espacial é o mais adequado para interpretação do mercado habitacional do Recife.

Do Modelo Espacial de Preços Hedônicos estimado no capítulo 6 pode-se extrair várias informações de interesse, pois o conhecimento dos preços marginais que o consumidor está disposto a pagar pelas características da habitação, pode ser a chave do sucesso para a implantação de novos empreendimentos. Por outro lado, o conhecimento das taxas de desvalorização com a idade e da taxa de valorização imobiliária é fundamental para os agentes financeiros que detêm o imóvel como garantia hipotecária nas operações de financiamento. Uma comparação da evolução do valor do imóvel no tempo e do saldo devedor é um parâmetro fundamental para o estudo da inadimplência. Neste sentido, pode-se comprovar que há uma diminuição do valor dos apartamentos à medida que cresce o número de unidades do edifício, mostrando que a moradia em grandes conjuntos habitacionais não é a mais preferida pelos consumidores.

Pelo Modelo Espacial de Demanda estimado no capítulo 7 pode-se comprovar que os consumidores têm comportamentos distintos para as diferentes classes de renda. Verifica-se que a elasticidade-preço para a classe de renda superior a 10 salários mínimos é de  $-0,57$ , enquanto que para a classe de renda de até 10 salários mínimos é de  $-0,44$ . A elasticidade-renda é de  $0,34$  para a classe de renda de mais de 10 salários mínimos, enquanto que para a classe de até 10 salários mínimos esta elasticidade é de  $0,44$ . Ou seja, a elasticidade-preço é maior para a classe de renda superior, enquanto que a elasticidade-renda é maior para a classe de renda inferior. Por estes resultados pode-se concluir que a habitação tem maior prioridade para as classe de renda mais baixa. Observa-se também que as mulheres das classe de renda mais elevadas consomem  $15,41\%$  mais habitação que os homens, enquanto que na classe de renda inferior não há diferença significativa no consumo de habitação para ambos os sexos. Em relação à idade, verifica-se que o consumo de habitação mostrou-se indefinido para ambas as classes, com coeficientes não significantes estatisticamente. O prazo de financiamento foi igualmente importante para as duas classes de renda, contudo o nível de riqueza material mostrou-se muito mais sensível no consumo de habitação para a classe de renda superior, fato que pode-se explicar em função de outras necessidades básicas que têm que ser atendidas pelas classes de renda inferior, como educação, vestuário e veículos.

A metodologia adotada para análise da dependência espacial do mercado habitacional do Recife pode ser aplicada para analisar o mercado habitacional em outras cidades, regiões, estados ou países, com as devidas adaptações, pois há grande probabilidade da presença de efeitos de dependência espacial em qualquer mercado habitacional, pelas características próprias do bem habitação, principalmente em relação à fixação espacial.

Devido à grande probabilidade de dependência espacial entre as variáveis relacionadas com a demanda habitacional, pode-se concluir que as análises até então realizadas sobre o comportamento do mercado habitacional, tanto a nível de estimações de preços hedônicos como de estimações de elasticidades preço e renda da demanda por habitação, sem levar em conta os efeitos de dependência espacial, podem apresentar conclusões equivocadas. Assim, pode-se atribuir mais uma razão para a grande discrepância que existe nas estimativas das elasticidades renda e preço da demanda por habitação no mundo: ***a não consideração dos efeitos espaciais.***

## 8.1 UTILIDADE DO ESTUDO

O valor de mercado da habitação é um parâmetro de decisão importante para muitos órgãos governamentais ou privados: prefeituras (elaboração de plantas genérica de valores, cobrança de IPTU e ITBI, desapropriações); Serviço de Patrimônio da União (cobrança de Laudêmio e foro); Receita Federal (cobrança de impostos sobre ganhos de capital, verificação da possibilidade de transações infra ou super valoradas que envolvam lavagem de dinheiro); INCRA (pagamento de desapropriações rurais para instituição da reforma agrária); Poder Judiciário (avaliações para subsidiar decisões judiciais); agentes financeiros (garantia de financiamento, limite de operações de crédito, leilões) e empresas privadas (operações de compra e venda, análise de viabilidade de empreendimentos), dentre outros. Contudo, como demonstrado neste trabalho, na presença de efeitos espaciais, avaliações confiáveis só podem ser obtidas por *Modelos Espaciais*, estimados por *Econometria Espacial*, que usa como ferramenta estatística a Regressão Espacial. Esta metodologia pode ser de grande utilidade para os diversos órgãos citados, principalmente para a CAIXA, que realiza, a nível nacional, cerca de 300.000 avaliações por ano, que servem como parâmetro no enquadramento dos diversos programas habitacionais e na garantia hipotecária das operações de financiamento. Acredita-se que tal metodologia pode ajudar ainda em várias questões tais como: redução de inadimplência, alocação eficiente de recursos e desempenho de pontos de vendas. Também na elaboração de plantas de valores municipais, a metodologia de regressão espacial tem grande aplicabilidade, uma vez que pode detectar, com segurança, as zonas infra ou supra valoradas de uma cidade (prejudicadas ou beneficiadas fiscalmente), implicando na necessidade de reajuste deste valores. Sem embargo, uma visão da distribuição espacial dos preços, a partir da planta de valores, pode servir de grande ajuda para os órgãos governamentais ligados ao planejamento urbano, tendo em vista que a partir da estrutura espacial do valor dos bens urbanos é que se materializam fenômenos como a hierarquização social e a atração – repulsão entre classes sociais. A longo prazo, são as preferências do consumidor que determinam tanto a configuração das cidades, quanto o entendimento das inter-relações que regem o mercado habitacional, refletidas nos preços implícitos de equilíbrio espacial entre produtores e consumidores, itens fundamentais para a formulação de políticas habitacionais e urbanas sustentáveis.

Por outro lado, a eficácia da implantação destas políticas depende, em parte, de estimativas seguras da função de demanda habitacional, e, por rebatimento, das elasticidades renda e preço da habitação. Enquanto a elasticidade-renda mede a sensibilidade do consumo de habitação quanto a variações relativas da renda, o impacto de mudanças em taxas de propriedades<sup>69</sup>, subsídios habitacionais ou alterações nos preços da habitação dependem da elasticidade-preço da demanda por habitação.

As técnicas de estimação espacial apresentadas neste trabalho podem ser aplicadas a um amplo espectro de variáveis econômicas ou de outro tipo, cujo valores dependem essencialmente do lugar no espaço onde se encontrem os dados. Como exemplos podem-se citar: renda familiar, localização de atividades econômicas, inadimplência, consumo de energia ou de qualquer outro tipo de bem, nível de equipamento comercial, educativo ou serviços em geral, análise de fluxos de tráfego, desemprego, comportamento eleitoral, criminalidade e muito outros. Portanto, o conhecimento destas técnicas podem ser do interesse de profissionais envolvidos com mercado imobiliário, financiamento hipotecário, taxaço municipal, investimentos, planejamento urbano, dotação de serviços públicos e equipamentos, previsão de vendas, sociologia eleitoral, segurança pública, pluviometria, epidemiologia, etc.

## 8.2 SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS

Entende-se que a especificação da matriz de pesos espaciais é uma etapa fundamental na análise da dependência ou autocorrelação espacial. Como já comentado, esta especificação tem sido feita de maneira *ad hoc* pelo analista, em função do conhecimento que o mesmo detém do mercado. Neste trabalho, utilizou-se a estrutura do variograma como forma de ajuda na definição desta matriz. Contudo, admitiu-se que os efeitos espaciais eram isótopos, ou seja, a influência de um apartamento sobre os seus vizinhos ocorre de maneira similar, em qualquer das direções. Fica como sugestão para futuras pesquisas, a montagem de uma matriz de pesos espaciais, que consiga captar efeitos de anisotropia.

---

<sup>69</sup> Principalmente com a instituição do Estatuto da Cidade, criado pela Lei 10.257 de 10 de junho de 2001, que prevê o imposto predial e territorial progressivo,.

Outra questão interessante é a incorporação da questão espacial aos Modelos Lineares Generalizados (MLG), desenvolvido por Nelder e Wedderburn (1972)<sup>70</sup>. Os MLG representam uma classe ampla de modelos, definido por uma distribuição de probabilidade, membro da família exponencial de distribuições, para a variável resposta, que pode assumir distribuições muito aderentes ao mercado imobiliário, como a distribuição Gama (Dantas e Cordeiro, 2001).

---

<sup>70</sup> Uma descrição detalhada destes modelos pode ser encontrada em Dantas (2002, capítulo 8).



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aguirre e Faria (1996) “A Utilização de Preços Hedônicos na Avaliação Social de Projetos”. *Texto Para Discussão*, 103, Cedeplar/Face/UFMG - Belo Horizonte.
- Aguirre e Macedo (1996) “Estimativa de Preços Hedônicos para o Mercado Imobiliário de Belo Horizonte”. *Anais do XVIII Encontro Brasileiro de Econometria*.
- Akaike, H. (1981) “Likelihood of a Model and Information Criteria”. *Journal of Econometrics* 16, 3-14.
- Almeida, A. (2001) “A Articulação dos Espaços Públicos no Recife do Século XIX”. *Tese de Mestrado em Desenvolvimento Urbano*, UFPE.
- Alonso, W. (1964) *Locational And Land Use*. Cambridge. Harvard University Press.
- Anselin, L. (1988) *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Anselin, L. (1988a) "Lagrange Multiplier Test Diagnostics for Spatial Dependence and Spatial Heterogeneity”, *Geographical Analysis* 20, 1-17.
- Anselin, L. (1990) *SpaceStat: A program for the Statistical Analysis of Spatial Data*.
- Anselin, L. (1999) *Spatial Econometrics*. Bruton Center, School of Social Sciences, University of Texas, Dallas, Richardson.
- Anselin, L. e Bera, A. (1998) “Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics,” in *A. Ullah and D. ed., Handbook of Applied Economic Statistics*, Giles: Marcel Dekker.
- Anselin L. e Rey S. (1991) “Properties of Tests for Spatial Dependence in Linear Regression Models,” *Geographic Analysis*, 23, 112-31.
- Balarine, O, F, O. (1995) “Determinação do Impacto de Fatores Sócio-Econômicos Na Formação do Estoque Habitacional em Porto Alegre “, *Tese de Doutorado*, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC.
- Basu, S. e Thibodeau, T. (1998) “Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices,” *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17, 61-85.
- Biderman, C. (2001) “Forças de Atração e Expulsão na Grande São Paulo. São Paulo”, *Tese de Doutorado*, EASP/FGV.
- Boletim do SINAPI- *Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – IBGE/CAIXA*, Jul/02
- Box e Cox (1964) “An Analysis of Transformations” *J. R. Statistic. Soc., B.*, 26, 211-52.
- Braga, João (2000) *Trilhas do Recife - Guia Turístico Histórico e Cultural*. Gráfica Inojosa, Recife.
- Brueckner, Jank. (1985) “Dynamic Model of Housing Production.” *Journal of Urban Economics*, 10:1-14.
- Burrough, P. A. e McDonnell, R. A. (1998) *Principles of Geographical Information Systems - Spatial Information Systems and Geostatistics*. New York: Oxford University Press.

- Can, A. (1990) "The Measurement of Neighborhood Dynamics in Urban Housing Prices," *Economic Geography*, 66, 254-272.
- Can, A. (1992) "Specification and Estimation of Hedonic Housing Price Models," *Regional Science and Urban Economics*, 22, 453-477.
- Case, A. C. (1991) "Spatial Patterns in Household Demand". *Econometrica*, Vol. 59, 953-965.
- Case, A. C., ROSEN, H. S., e HINES (1993) "Budget Spillovers and Fiscal Policy Interdependence: Evidence from the States," *Journal of Public Economics*, 52, 285-307.
- Cliff, A. D. e Ord, John K. (1981) *Spatial Processes - Models and Applications.*, London: Pion.
- Cook (1977) "Detection of Influential Observations in Linear Regression". *Technometrics*, 19, 15-18.
- Dantas, R. A. (1997) "Avaliação de Imóveis Utilizando Modelos Especiais" *IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias - São Paulo.*
- Dantas, R. A. (1998) "Metodologia Científica Aplicada à Engenharia de Avaliações". *Anais do 18º Congresso Panamericano de Avaliações, Cuzco, Peru.*
- Dantas, R. A. (2001) *Engenharia de Avaliações – Uma Introdução à Metodologia Científica* – Ed. PINI - São Paulo.
- Dantas, R. A. (2002) *Ingeniería de Tasaciones – Una Introducción a la Metodología Científica* – Ed. Novo Horizonte - Venezuela.
- Dantas, R. A. e Cordeiro, G. M. (1986) "Avaliação de Imóveis Utilizando Metodologia Científica." - *V Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias - Recife.*
- Dantas, R.A. e Cordeiro G.M. (1988) "Uma Nova Metodologia para Avaliação de Imóveis Utilizando Modelos Lineares Generalizados." *Revista Brasileira de Estatística.* n. 191, 27-46.
- Dantas, R. A. e Cordeiro, G. M. (2000) "Uma Avaliação do Mercado de Apartamentos do Recife Utilizando Modelos Lineares Generalizados" - *19º Congresso Panamericano de Avaliações, Margarita, Venezuela.*
- Dantas, R. A. e Cordeiro G.M. (2001) "Evaluation of the Brazilian City of Recife's Condominium Market Using Generalized Linear Models" *The Appraisal Journal*, vol. LXIX, n. 3, USA.
- Dantas, R.A. e Rocha, F.S. (2002) "Cómo Evitar Errores de Especificación en Ingeniería de Tasaciones" *I Congreso Internacional En Tasación Y Valoración, Espanha.*
- Dantas, R., Sales, F., Chaves, R. e Magalhães, A. (2001) "Uma Nova Metodologia para Avaliação de Imóveis Utilizando Regressão Espacial," *Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, Vitória-ES.*
- Dantas, R.A, Rocha, F.S. e Magalhães, A. (2002) "La importancia de la Regresión Espacial en la Tasación de Inmuebles" *Anais do I Congreso Internacional en Tasación y Valoración, Valencia, Espanha.*
- Dantas, R. A., Rocha, F.S. e Magalhães, A.(2002a) "Modelos Espaciales Aplicados en la Tasación de Inmuebles" *Anais do XX Congreso Panamericano de Valuación, Buenos Aires, Argentina.*

- Dipasquale, D., Wheaton, W. (1994) "Housing Market Dynamics And The Future of Housing Prices." *Journal of Urban Economics*, V. 35.
- Dipasquale, D. and Wheaton, W. C. (1996) *Urban Economics and Real Estate Markets*. Prentice Hall.
- Dubin, R. (1992) "Spatial autocorrelation and neighborhood quality," *Regional Science and Urban Economics*, 22, 433-452.
- Dubin, R. (1992) "Spatial autocorrelation and neighborhood quality," *Regional Science and Urban Economics*, 22, 433-452.
- Ermisch, J. F., Findlay, J. and Gibb, K. (1996) "The Price Elasticity of Housing Demand in Britain Issues of Sample Selection", *Journal of Housing Economics* Vol. 5, pp. 64-86.
- Friedman, M. (1957) *A Theory of Consumption Function*. Princeton, Nj: Princeton University Press.
- Fundação João Pinheiro (2000) *Déficit Habitacional no Brasil*. Belo Horizonte.
- Garcia, J. J. B.; Hernandez, F. A. L. e Sanchez, M. A. P. (2002) "Una Nueva Metodología en la Valoración de Inmuebles Mediante Modelos Espaciales de Regresión" *Anais del I Congreso Internacional en Tasación y Valoración*, Valencia, Espanha.
- Gonçalves, R. (1997) "Aspectos da Demanda por Unidades Habitacionais nas Regiões Metropolitanas - 1995/2000", *Ipea, Texto para Discussão*, Número 514.
- Gonzalez e Formoso (1994) "Especificação de Modelos de Preços Hedônicos para Locação Residencial em Porto Alegre". *Cadernos IPPUR/UFRJ*, 8.
- Greene, W. H. (1997) *Econometric Analysis*, New York, MacGrall-Hill.
- Guervós, R.C, (1999) *Aproximación al Valor de la Vivienda: Aplicación a la Ciudad de Granada*, Editorial Universidade de Granada.
- Hermann B. M (2003) "Estimando o Preço Implícito de Amenidades Urbanas:Evidências para o Município de São Paulo". *Tese de Mestrado*, Departamento de Economia, Universidade de São Paulo.
- Intriligator, M. D. (1971) *Mathematical Optimization and Economic Theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Johnston, J. e Dinardo, J. (1997) *Econometrics Methods*. New York, MacGrall-Hill.
- Kelley, P. R, Barry. R and Sirmans, C.F. (1998) "Spatial Statistics and Real Estate," *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Volume 17, Number 1, p. 5-13.
- King, A.T. (1976) "The Demand For Housing: A Lancastrian Approach". *In: Southern Economic Journal*. P. 1077-87.
- Leeuw, Frank (1971) "The Demand for Housing: A Review of Cross-Section Evidence" *The Review of Economics and Statistics*, 53.
- Lucena, J.M.P. (1985) "O Mercado Habitacional no Brasil". *Tese de Doutorado*, EPGE/FGV-RJ.
- Magalhães, A. e Dantas, R. A. (2002) "Avaliação de Imóveis – Qual a Importância dos Vizinhos?" *Anais do IX Encontro APDR*, Lisboa – Portugal.

- Magalhães, A.; Hewing, G. J. D.; Azzoni, C. R. (2000) “Spatial Dependence and Regional Convergence in Brazil” *Regional Economics Applications Laboratory*.
- Matheron, G. (1965): *Les Variables Regionalisées et Leur Estimation*, Masson, Paris.
- Mayo, Stephen. K. (1981) “Theory and Estimation in Economics of Housing Demand.”, *Journal of Urban Economics*, 10:95-115.
- Melo, N. (1990) *Estado, Capital Financeiro, Espaço Habitacional – O caso da Região Metropolitana do Recife*, Editora Universitária da UFPE.
- Mill, E..S. (1972) *Studies in the Structure of the Urban Economy*. Baltimore, Md.: The Johns Hopkins University Press.
- Moura, E.M.; Souza, M.C. e Martins, L.E. (2001) “Análise dos Preços de Mercado dos Imóveis Adjudicados da Caixa Econômica Federal” *Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias*, Vitória-ES.
- Muth, R. (1960) “The Demand for Non-farm Housing” in *The Demand for Durable Goods*, Chicago United Press., Chicago
- Muth, R. (1969) *Cities And Housing*, Chicago United Press., Chicago.
- NBR-5676/90 – “Norma para Avaliação de Imóveis Urbanos.” ABNT.
- Nelder e Wedderburn (1972) “Generalized Linear Models.” *Jrss - A* 135, P. 370 - 384.
- O’Sullivan, (1993) *A Urban Economics*. 2 Ed., Irwin Editors.
- Olmo, J. C. e Guervós, R. (2002) “Valoración Espacial del Precio de la Vivienda y del Suelo Mediante el Método de Krigeage” *Anais del I Congreso Internacional en Tasación y Valoración*, Valencia, Espanha.
- Olmo, J. C. (1994) *Teoría de las Variables Regionalizadas – Aplicación en Economía Espacial y Valoración Inmobiliaria*, Editorial Universidade de Granada.
- Olmo, J. C. (1995) “Spatial Estimation of Housing Prices and Locational Rents,” *Urban Studies*, 32, 1331-1344.
- Pace, R.K, Barry, R and Sirmans, C. F. (1998) “Spatial Statistic and Real State” *Journal of Real State Finance and Economics*, vol. 17 nº1, pp. 5-13.
- Paiva, C. S. (1996) “O Shopping Center e a Produção de Novas Centralidades Urbanas: O caso do Shopping Recife”, *Tese de Mestrado em Desenvolvimento Urbano*, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFPE.
- Rosen, S. (1974) “Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation Perfect Competition.” *Journal of Political Economy* 82, p 34-55.
- Santana, G. V. (1998) “Habitação e Vizinhança”, *Tese de Mestrado em Desenvolvimento Urbano*, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFPE.
- Santos, C. e Cruz, B. (2000) “A Dinâmica dos Mercados Habitacionais Metropolitanos: Aspectos teóricos e uma Aplicação para a Grande São Paulo”, *Texto para Discussão*, 713, Brasília: IPEA.
- Straszheim, Mahlon R. (1973) “Estimation of the Demand for Urban Housing Services from Household Interview Data.” *The Review of Economics and Statistics*, 4.

- Struyk, R. J., Hoffman, M. L. and Katsura, H.M.(1990) *The Market for Shelter in Indonesian Cities*. Washington, DC: Urban Institute Press.
- Tiware, P.; Parich, K. e Parikh, J. (1999) “Effective Housing Demand in Mumbai (Bombay) Metropolitan Region”, *Urban Studies*, vol. 36, n. 10, 1783-1809.
- Varian, H.(1994) *Microeconomia: Princípios Básicos*. Rio de Janeiro: Campus.
- Vasconcelos, J. R. e Cândido, J.O. Jr. (1996) “O Problema Habitacional no Brasil: Déficit, Financiamento e Perspectivas” IPEA, *Texto para Discussão*, Número 410.
- Vergolino, J. R. O. (1989) “Fundamentação Teórica para uma Interpretação da Demanda de Habitação e Crescimento Urbano” *Revista Econômica do Nordeste* v.20, n.2, p 89-113.
- Witte, D., Sumka, J. Howard. and Erikson, Homer. (1979) “An Estimate of a Estrutural Hedonic Price Model of the Housing Market: An Aplication of Rosen’s Theory of Implicit Market” *Econometrica*, vol 47, nº 5, 1151-1173.