

Rubens Augusto de Miranda

**JORNADA AO TRABALHO E ESCOLHAS RESIDENCIAIS:  
TEORIA E EVIDÊNCIA PARA A REGIÃO METROPOLITANA  
DE BELO HORIZONTE**

Belo Horizonte, MG  
CEDEPLAR  
UFMG  
2007

Rubens Augusto de Miranda

JORNADA AO TRABALHO E ESCOLHAS RESIDENCIAIS:  
TEORIA E EVIDÊNCIA PARA A REGIÃO METROPOLITANA  
DE BELO HORIZONTE

Dissertação apresentada ao curso de mestrado do  
Centro de Desenvolvimento e Planejamento  
Regional da Faculdade de Ciências Econômicas  
da Universidade Federal de Minas Gerais, como  
requisito parcial à obtenção do Título de Mestre  
em Economia.

Orientador: Edson Paulo Domingues

Belo Horizonte, MG  
CEDEPLAR  
UFMG  
2007



## RESUMO

No presente trabalho procurou-se apresentar algumas das principais teorias de localização residencial e algumas evidências empíricas das mesmas utilizando os dados referentes à Região Metropolitana de Belo Horizonte da pesquisa Origem-Destino 2001 da Fundação João Pinheiro. No que tange as evidências empíricas, entendeu-se que o procedimento metodológico mais adequado é o da abordagem multinível, devido o entendimento de que os dados apresentam alguma estrutura hierarquizada e aninhada. Assim, modelou-se o tempo gasto no deslocamento ao trabalho como função de uma série de características individuais, domiciliares e regionais. Os resultados corroboraram algumas das teorias acerca da estrutura familiar no processo de escolha residencial e da diferença de gênero no deslocamento ao trabalho. Entretanto, o conhecido gradiente de renda das teorias de escolhas residenciais não foram observadas. O argumento para esse fato se deve a dinâmica imobiliária, da região de análise, nas duas últimas décadas.

## ABSTRACT

In the present work found be presented some of the main theories of residential location and some empirical evidences of the same utilizing the facts regarding the Metropolitan Region of Belo Horizonte of the Origin Destiny Research (OD) carried out by the João Pinheiro Foundation in 2001. In what plays the empirical evidences, understood itself that the adequatest methodological procedure is the multilevel approach, due the understanding of that the facts present some structure arranged hierarchily and nested. Like this, modeled itself the worn out time in the displacement to the work as function of a series of regional, home, and individual characteristics. The results corroborated some of the theories about the family structure in the process of residential choice and of the difference of gender in the displacement to the work. However, the known one gradient of rent of the theories of residential choices were not observed. The argument for this fact itself must to dynamic real estate, of the region of analysis, in the two last decades.

*A todos que sempre estiveram ao meu lado, estando ou não presentes,  
e ao Lu, um amigo que se foi ...*

## AGRADECIMENTOS

O agradecimento é a parte mais complicada da dissertação. Primeiro, porque é a última coisa que fazemos. Segundo, porque estamos naquela fase de não queremos olhar mais para a dissertação, durante um certo tempo pelo menos. Entretanto, seria uma certa injustiça se não agradecêssemos as pessoas que nos acompanharam e foram importantes na nossa recente trajetória acadêmica. Pois, é comum para aqueles que começam a ensaiar os primeiros passos no universo acadêmico, ao nível mais profundo de pós-graduação, se verem longe de suas casas e entes queridos. Os novos amigos e colegas de curso acabam se tornando, durante o período de mestrado, a nossa “nova” família.

Bem, para dar início ao procedimento, creio ser uma boa começar, pela “família” que veio do sul comigo, os meus grandes amigos, companheiros de churras e bebedeiras durante o mestrado, o Bruno (que eu costumo orientar em alguns artigos) e o Ribas (naaaaaão chaaaaaaamo maiiiis).

Seguindo adiante, têm os meus colegas de mestrado, como o Japa (já viram um japonês peludo?.....e a propósito.....é uma bixa), a Elydia (que ficou malandrinha no decorrer do mestrado), a Dadá (cuidado com ela se você passou dos 60), o Rodrigo (o cara é foda), a Elisângela (uma economista sem terra), o Victor (Aaaaaaaaaaaaa), a Taiana (vulgo baiana), o Daniel (noooooooooosa), a Melissa (o meu), o Luís (o artesão), o Bernardo (eu acho que não so), a Ana Tereza e o Léo (Obiiiiiiina é craque)

Agradeço aos anexos da minha turma de mestrado como a Mariângela (Oh Bebê), Marina, Anne, Anderson, Lucas, Nelson, da Matta, João, Marco, Jaque (de frequentadora do Piscinão de Ramos a melhor aluna de mestrado em economia da USP), Karina, Harley, Maria Carol (*Ich mache noch nicht ich spreche ein gutes Deutsch.....então.... Ich spreche Ihre Sprache nicht*), e uma agradecimento especial a Marlinha uma pessoa muito importante que conheci no decorrer do mestrado.

Agradeço aos professores e funcionários do CEDEPLAR, especialmente ao Marco Flávio (Augustinho), ao Edson (meu orientador), ao Rodrigo Simões, ao Hugo (pelas conversas), ao Mauro Borges, ao Monte-Mór, ao Campolina, a Ana Hermeto e, por fim, a

Mirtes (cujo humor e atenção contrabalançavam o péssimo humor e atendimento do louro José).

Apesar das muitas vezes que me deixou na mão, creio que devo agradecer a FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Ao pessoal do sul sempre presente no MSN como a Eloah (o que faço para me ver livre dela?), Carol, Catita, Henrique (PP), Fábio Sanhudo (Ratiei), Chambers (vulgo Chambers).

A Dona Coisinha (que substituiu a minha mãe em muitos afazeres domésticos)

A família agente nunca esquece. Portanto, não poderia esquecer do meu pai, da minha mãe e do Gu e da Bruna (que sempre me dão uma força). Os meus parentes de Minas, especialmente os meus tios Mariluce e Silveira, o Vito, a Tâmara, a Luciana, a Blendinha, a Betinha.

Por fim, faço um agradecimento a minha pessoa. Porque convenhamos, se não fosse por mim eu não estaria aqui.

Eu sei que os meus agradecimentos se tornaram pouco convencionais, mas como diria um velho amigo, que certa vez substituí numa turnê, chamado Rob Halford.

*Breaking the Law!!!!!!*

*E prosseguirei em frente meu discurso, percorrendo igualmente  
sejam as pequenas sejam as grandes cidades dos homens.  
Pois, aquelas que eram outrora grandes, em sua maioria pequenas ficaram;  
já aquelas que eram em minha época grandes, pequenas foram.  
Ciente de que a prosperidade humana jamais permanece fixa,  
dedicarei menção a ambas igualmente.*

Heródoto



*O que você sabe não tem valor, o valor  
está no que você faz com o que sabe*

Bruce Lee

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. TEORIAS DE LOCALIZAÇÃO RESIDENCIAL .....	7
2.1. A Nova Economia Urbana.....	8
2.1.1 O modelo básico da escolha residencial .....	10
2.1.2 O modelo de escolha residencial tempo-estendido.....	24
2.1.3 O modelo de escolha residencial com estrutura familiar.....	32
2.1.4 Considerações finais sobre a Nova Economia Urbana.....	33
2.2 A Ecologia Urbana .....	35
2.3 Finanças Públicas Locais e a hipótese de Tiebout.....	42
2.4 Evidências empíricas da Jornada ao trabalho e escolhas residenciais.....	45
3. DADOS E METODOLOGIA .....	48
3.1. Base de dados e o desenho amostral.....	49
3.2. Análise exploratória dos movimentos pendulares da região metropolitana de Belo Horizonte .....	53
3.3. Abordagem multinível.....	63
3.3.1. O modelo não condicional.....	64
3.3.2. O modelo condicional.....	67
3.4. Técnicas de estimação da abordagem hierárquica.....	72
3.5. Procedimentos de análise de modelos hierárquicos .....	75
3.6. O modelo de localização residencial .....	78
4. RESULTADOS ECONOMETRÍCOS .....	81
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
ANEXO 1 .....	102
ANEXO 2 .....	103
ANEXO 3 .....	105

## Índice de tabelas

Tabela 3.1. Amostragem da pesquisa OD domiciliar.....	50
Tabela 3.2: Divisão modal de deslocamentos de passageiros em um dia típico de 2001 ....	54
Tabela 3.3: Divisão modal de deslocamentos de passageiros por modos motorizados em um dia típico de 2001 .....	54
Tabela 3.4: Descrição e codificação das covariáveis utilizadas no modelo de localização residencial.....	80
Tabela 4.1: Número de observações nas bases de dados segundo nível de análise .....	81
Tabela 4.2: Resultados das equações de tempo de <i>commuting</i> para modelos com efeitos fixos .....	82
Tabela 4.3: Resultados das equações de tempo de <i>commuting</i> para modelos com efeitos aleatórios.....	86
Tabela A.3: Relações das variáveis de diferentes níveis .....	103

## Índice de Gráficos

Gráfico 3.1: Distribuição Horária de Viagens – todos os modais - 2001 .....	53
Gráfico 3.2: Divisão modal de deslocamentos de passageiros por modos motorizados em um dia típico de 2001 .....	55
Gráfico 3.3: Distribuição das viagens na RMBH, segundo o motivo de destino .....	57
Gráfico 3.4: Distribuição de automóveis por domicílio na RMBH.....	57
Gráfico 3.5: Distribuição das viagens na RMBH por motivo trabalho, segundo o meio de transporte .....	58
Gráfico 3.6: Distribuição das viagens na RMBH por motivo estudo, segundo o meio de transporte .....	58
Gráfico 3.7: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho .....	59
Gráfico 3.8: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, usando transporte público .....	59
Gráfico 3.9: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, usando automóvel .....	60
Gráfico 3.10: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, fazendo o percurso a pé .....	60
Gráfico 3.11: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, com famílias cuja renda é de até 3 salários mínimos.....	61
Gráfico 3.12: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, com famílias cuja renda está acima de 20 salários mínimos .....	61
Gráfico 3.13: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, com famílias cuja renda é de até 3 salários mínimos usando transporte público .....	62
Gráfico 3.14: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, com famílias cuja renda está acima de 20 salários mínimos .....	62

## Índice de Figuras

Figura 2.1: Curvas de indiferença no espaço de consumo $(z,s)$ .....	11
Figura 2.2: Oferta de renda para uma determinada curva de indiferença e distância $r$ . .....	14
Figura 2.3: Mudanças em $\psi(r,u)$ e $S(r,u)$ com um aumento em $r$ . .....	16
Figura 2.4: Determinação do equilíbrio locacional .....	17
Figura 2.5: Ordenamento dos equilíbrios locacionais .....	21
Figura 2.6: Mudança da declividade relativa da função oferta de renda.....	23
Figura 2.7: Efeitos da taxa salarial sobre (a) $f(W)$ e (b) $\psi_r$ .....	30
Figura 2.8: Mapa da estrutura urbana.....	34
Figura 2.9: O modelo de Burgess .....	39
Figura 3.1: Áreas Homogêneas da Região Metropolitana de Belo Horizonte .....	52
Figura A3: A Região Metropolitana de Belo Horizonte e seus vetores de expansão.....	105

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUÇÃO

É inegável a importância do aspecto espacial no âmbito econômico. Entretanto, a análise espacial sempre esteve em um segundo plano na teoria econômica tradicional. Segundo os argumentos de Isard (1956) tal fato poderia ser, parcialmente, explicado por um certo “viés anglo-saxão” contra a análise espacial. A tradição anglo-saxã sempre esteve muito presa à idéia de que os problemas econômicos “dependem principalmente das variações da área e de tempo sobre o que se estende o mercado em questão, sendo a influência do tempo mais fundamental que a do espaço” (MARSHALL, 1982b, p. 141). Assim, apesar de tanto as considerações temporais como espaciais serem vitais, o *mainstream* na economia produziu ao longo de um século uma farta literatura de natureza dinâmica, em detrimento dos aspectos espacial.

Fujita *et al* (2002, p. 16) argumentam que a espacialidade sempre foi importante, mas que, “se a profissão de economista a negligenciou notavelmente, não é porque os economistas não estavam interessados no assunto, mas porque eles o consideravam intratável”. Entretanto, os recentes artifícios de modelagem e ferramentas computacionais mais sofisticadas, “removeram barreiras técnicas cruciais e transformaram um campo, antes inóspito, em terreno fértil para os teóricos” (*ibidem*, p. 16). Foi nesse ambiente que na década de 90 que surgiu a Nova Geografia Econômica. Esta se propunha a estudar onde ocorre a atividade econômica e porquê, incorporando os novos instrumentos para analisar as peculiaridades espaciais dos retornos crescentes na economia.

Nesse quadro, a economia urbana, apesar de periférica às preocupações centrais da economia convencional, possui uma longa e profunda tradição intelectual. Uma das preocupações centrais da economia urbana é o da estrutura interna, espacial, das cidades, ou seja, onde se localizam as atividades econômicas, as residências, e como interagem entre si. A crescente urbanização mundial leva tais tópicos a um plano central nas discussões da ciência econômica.

As cidades estão entre as grandes construções da humanidade. A prosperidade e a decadência das civilizações sempre estiveram refletidas nestas construções. Tal constatação é milenar, ou seja, a compreensão do fenômeno urbano sempre foi um antigo anseio do homem, como podemos observar na epígrafe do Herótodo citada no início. Veremos a seguir que essa aspiração também foi compartilhada na elaboração desse trabalho, focando-se numa dimensão pouco explorada na literatura brasileira acerca da estruturação de tais criações.

A necessidade de se estudar as transformações em movimento e as cidades contemporâneas propriamente ditas tornou-se dramaticamente clara com a erupção dos problemas urbanos surgidos nas últimas décadas. Para Castells (2000) a problemática advinda da urbanização seria decorrente de quatro fatos estilizados:

1. A aceleração do ritmo da urbanização no contexto mundial;
2. A concentração desse crescimento urbano nas regiões ditas “subdesenvolvidas”, sem correspondência com o crescimento econômico que acompanhou a primeira urbanização nos países capitalistas industrializados;
3. O aparecimento de novas formas urbanas (com a exacerbação da dualidade rico-pobre observada nas grandes metrópoles);
4. A relação do fenômeno urbano com novas formas de articulação social provenientes do modo de produção capitalista.

Frente a esse cenário, um grande número de pesquisadores, de diversos campos do conhecimento, têm se esforçado para desenvolver um melhor entendimento desses fenômenos.

O processo de urbanização<sup>1</sup> coincide com a própria história da nossa civilização. Esse é um processo milenar que veio se intensificando no decorrer dos séculos. Entretanto,

---

<sup>1</sup> Este é um termo sujeito a muitas controvérsias e interpretações, com o intuito de não se aprofundar nesta discussão, utilizaremos a definição de Castells (2000, p. 46) para o qual “o termo urbanização refere-se ao mesmo tempo à constituição de formas espaciais específicas das sociedades humanas, caracterizadas pela concentração significativa das atividades e das populações num espaço restrito, bem como à existência e à difusão de um sistema cultural específico, a cultura urbana”.

no século XX, ele, que já era observado de forma expressiva em nível mundial, se acentuou ainda mais. Entretanto, tal fenômeno não é homogêneo, pois, em decorrência das particularidades locais, varia de intensidade e de forma de um território para o outro.

O Brasil, por sua vez, não ficou a margem desse fenômeno, no decorrer do século XX. Na realidade, ele é comumente citado como o país que passou pelo mais acentuado processo de urbanização já observado. Segundo o IBGE, a taxa de urbanização brasileira passou de 26,3%, em 1940, para 81,2 %, em 2000. Assim, as cidades brasileiras, especialmente as grandes e médias, passaram a requisitar uma série de serviços que entraram na pauta de reivindicação da população, a qual deixava o campo para morar na cidade. Nesse cenário, a questão da moradia, mais especificamente o déficit habitacional, se mostrava crucial.

Foi a partir da década de 1960 que o processo de urbanização tomou vulto no Brasil, mas de forma diferenciada entre as regiões. Tal fato se deve em parte a criação de instituições como o Sistema Financeiro de Habitação (SFH), gerenciado pelo também criado Banco Nacional de Habitação (BNH), e do Serviço federal de habitação e urbanismo (Serfhu). Através de objetivos tais como o de coordenar a política habitacional dos órgãos públicos, orientar a iniciativa privada, financiar a aquisição da casa própria, eliminar as favelas, aumentar o investimento da indústria de construção civil e estimular a poupança privada e o investimento, esses órgãos seriam os articuladores da política habitacional brasileira.

O BNH não se restringiu apenas às questões habitacionais. O seu campo de influência também chegou ao quesito desenvolvimento urbano. Enfatizando a importância desse banco, Gomes *et al* (2003) argumentam que:

Esse banco financiou obras de infra-estrutura urbana: melhorou o sistema viário e pavimentou das cidades; bem como aperfeiçoou a rede de energia elétrica, de transportes e de comunicação, incentivou a educação e a cultura, melhorou os serviços públicos dentre outros. Podemos, então, afirmar que o BNH foi um dos importantes promotores das transformações urbanas no Brasil.



Apesar das tentativas do governo brasileiro em acompanhar as transformações urbanas em curso, elas não foram suficientes. Atualmente, boa parte das cidades brasileiras, as grandes cidades principalmente, possui um sistema de transporte urbano muito precário, incorrendo diariamente em constantes e intermináveis congestionamentos. Assim sendo, aspectos referentes à interação entre o local de moradia e o local de trabalho se tornam fundamentais nas estratégias para se remediar, ou mesmo resolver, alguns dos problemas urbanos contemporâneos.

Assim, o objetivo geral do presente trabalho é investigar a importância relativa de características socioeconômicas e demográficas de grupos domiciliares, bem como de aspectos contextuais ambientais, sobre os processos de mobilidade e de escolha residenciais em áreas urbanas. Especificamente, a área de análise será a da região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Desse modo, podemos delinear dois objetivos específicos a serem contemplados:

- Apresentar algumas das principais teorias acerca da estruturação intra-urbana, principalmente o que se refere à localização residencial;
- Realizar uma análise exploratória de dados, com base no referencial teórico das teorias de localização residencial;
- Utilizar ferramentas estatísticas adequadas para modelar a relação entre os diversos aspectos domiciliares e contextuais que envolvem a localização residencial e o deslocamento para o trabalho na RMBH.

A opção por estudar a tomada de decisão de onde morar, objetivando um melhor entendimento da problemática urbana, possui a vantagem considerável de se focalizar nas ações dos indivíduos que tomam decisões. O entendimento do processo de localização e da mobilidade residenciais intra-urbanas é de suma importância para a eventual elaboração de políticas urbanas, tais como a elaboração de planos diretores e projetos de sistemas urbanos. Através da teoria podemos compreender o porquê de certos resultados inesperados advindos de investimentos públicos em determinadas localidades intra-urbanas. Um exemplo ilustrativo seria o de investimento em infra-estrutura, ou mesmo em paisagismo, em uma comunidade de baixa renda; um resultado provável é a valorização dos terrenos

decorrentes desses investimentos, o que ocasionaria na expulsão das famílias mais pobres<sup>2</sup>. Assim, torna-se essencial o desenvolvimento de investigações desagregadas, em nível individual ou de domicílio, incluindo a influência dos aspectos ambientais, das principais motivações que levam os indivíduos a optarem por uma determinada residência.

Posto isto, pretende-se investigar, à luz das teorias de localização residencial, a importância da acessibilidade (ao trabalho) na escolha da localização habitacional. Através do uso de modelagem estatística, será analisado o papel da interação espacial domicílio-local de trabalho, como definidor desta escolha, tendo em vista diversas fontes de variabilidade dessa localização, decorrentes de características domiciliares e ambientais, determinando-se as suas respectivas contribuições.

O presente trabalho foi dividido em 5 capítulos. O capítulo corrente de caráter introdutório, no qual procurou-se apresentar brevemente a ascensão da análise espacial, assim como da economia urbana, dentro da teoria econômica. A seguir foram feitos alguns rápidos comentários acerca da problemática urbana no Brasil e no mundo. Por fim definiram-se os objetivos da dissertação.

No capítulo 2 apresenta-se algumas das principais teorias de localização residencial. Inicialmente apresenta-se a chamada Nova Economia Urbana, fundada a partir do trabalho seminal de Alonso (1964). Nos últimos anos os modelos dessa escola incorporaram aspectos da estrutura familiar e da utilidade dos indivíduos em relação ao tempo perdido com deslocamento ao local de trabalho. A seguir temos a importante contribuição da ecologia urbana acerca da estrutura das cidades. Esta obteve resultados que a Nova Economia Urbana chegaria décadas mais tarde. Os pesquisadores desta abordagem sugeriram que a disputa por recursos urbanos escassos, especialmente terra, conduziria a competição entre grupos e, conseqüentemente, a divisão do espaço urbano em distintos nichos ecológicos, ou “áreas naturais”, nas quais as pessoas compartilham características sociais similares devido ao fato de serem submetidas às mesmas pressões ecológicas. Por fim, apresenta-se a contribuição da teoria das finanças públicas locais de Charles Tiebout.

---

<sup>2</sup> Considerando que a grande maioria das famílias pobres não possui casa própria, incorrendo no pagamento de aluguel. O aumento dos aluguéis decorrente de melhorias no bairro pode levar tais famílias a procurarem regiões mais baratas.

Tal abordagem mais tarde produziria importantes contribuições acerca da capitalização da política fiscal do governo sobre o preço dos imóveis.

O banco de dados utilizado e a metodologia de análise são apresentados no capítulo 3. Os dados utilizados estão contidos na Pesquisa Origem Destino (OD) realizada pela Fundação João Pinheiro em 2001, e se referem a deslocamentos de indivíduos durante um dia na Região Metropolitana de Belo Horizonte. A metodologia utilizada será a multinível ou hierárquica, pois se entende que a estrutura dos dados apresenta uma hierarquização. No capítulo seguinte, o capítulo 4, apresenta-se os resultados econométricos. Por fim, no último capítulo, são feitas algumas considerações finais sobre o tema, assim como algumas sugestões para pesquisas futuras.

## CAPÍTULO 2

### 2. TEORIAS DE LOCALIZAÇÃO RESIDENCIAL

Em economias de mercado a terra é alocada entre usos alternativos, principalmente, por meio de mercados privados, com mais ou menos regulamentações públicas. Em tais sociedades, a estrutura espacial corrente de uma cidade é, portanto, resultado de milhões de ações individuais tomadas no passado. Poderíamos chegar a pensar que o resultado de tais ações fosse muito próximo do caos. Entretanto a história sugere o contrário, quanto maior o número de atores individuais em um sistema, mais fortes acabam sendo as regularidades exibidas. Tendo em vista essas “evidências”, a ortodoxia da economia urbana, consubstanciada na Nova Economia Urbana (NEU), construiu “uma imagem da estrutura residencial fundada no princípio da coordenação de mercado das decisões de localização autônomas e descentralizadas das famílias” (ABRAMO, p. 126, 2001). Ou seja, a partir do caos das decisões individuais de localização, o mercado seria capaz de produzir uma ordem urbana, levando a construção da tese de uma “mão invisível urbana”.

Quando uma família se muda para uma determinada cidade, e tem que escolher uma residência, ela é confrontada com um complexo conjunto de decisões. Nesta situação, segundo a Nova Economia Urbana, as famílias são postas de frente a um *trade-off* entre os fatores acessibilidade, espaço e amenidades. Acessibilidade inclui tanto custos pecuniários como custos temporais associados a idas ao trabalho, lazer, compras, e outras atividades. No que tange ao espaço temos, tem-se o tamanho e a qualidade dos aspectos físicos do imóvel por si só. Finalmente, amenidades ambientais incluem características naturais (a paisagem, por exemplo) assim como características da vizinhança advindas da qualidade das escolas, segurança e mesmo da composição racial. Assim, na formulação da escolha residencial, uma família deve pesar todos os três fatores apropriadamente e, além disso, deve confrontar-se com restrições orçamentárias e temporais.

O propósito desse capítulo é o de apresentar as contribuições teóricas da chamada Nova Economia Urbana, no que tange as escolhas residenciais, assim como as abordagens alternativas da ecologia urbana (Escola de Chicago) e das finanças públicas locais,

consubstanciada na hipótese de Charles Tiebout. Por fim, apresentam-se algumas teorias específicas referentes à interação entre os locais de trabalho e de residências, ou seja, o peso da jornada ao local de trabalho (*commuting*) na escolha de um local de moradia.

## 2.1. A Nova Economia Urbana

A chamada Nova Economia Urbana foi fundada nos anos 60 e início dos anos 70 do século XX como a representante da síntese neoclássica na economia urbana. Esta surgiu, principalmente, das contribuições de Alonso (1964, 1970), Mills (1967, 1972), Beckmann (1969), Muth (1969), Solow & Vicrey (1971), Solow (1972), Mirrlees (1972) e Wheaton (1974, 1977). De forma paralela, e não menos importante, temos as contribuições de Wingo (1961a, 1961b).

Alonso (1970) argumenta que o início do século XX foi caracterizado pelo considerável interesse acerca dos mercados de terras urbanas na América. Desse modo, alguns pesquisadores, como Robert Haig (1926), tentaram criar uma teoria da terra urbana seguindo as idéias de von Thünen. Entretanto, *“their approach copied the form rather than the logic of agricultural theory, and the resulting theory can be shown to be insufficient on its own premises. In particular, the theory failed to consider residences, which constitute the preponderant land use in urban areas”* (Alonso, 1970, p. 55).

Além do problema acima, há outros a serem considerados ao se tentar formular uma teoria da renda urbana a partir dos *insights* de von Thünen. Primeiramente, Alonso (*ibidem*) observa um certo paradoxo nas cidades americanas: pobres vivem perto do centro, onde a terra é mais cara, e ricos na periferia, onde a terra é barata. A lógica desta observação seria a de que as famílias se deparam com um *trade-off* entre tamanho e acessibilidade. Quando o comprador adquire a terra, ele adquire dois bens (terra e localização) em uma única transação, e um único pagamento é feito pela combinação destas características. Assim, como os mais ricos podem arcar com maiores custos de deslocamento, esses acabam por optar por lotes de terras maiores em regiões suburbanas. Segundo, na agricultura, a localização é extensiva: muitos acres de terra podem ser devotados a uma cultura. No caso

urbano os lugares tendem a serem muito menores, e a localização pode ser considerada um ponto, em vez de uma área, quando considerada a cidade como um todo.

Apesar da problemática envolvendo a conversão dos *insights* de von Thünen para um ambiente urbano, a Nova Economia Urbana encampou estas idéias e encontrou explicações relativamente satisfatórias para os problemas anteriores. Nos modelos desta primeira onda normalmente supõe-se uma cidade monocêntrica situada numa região plana, e onde todos os empregos situam-se no centro da cidade<sup>3</sup>. As famílias fazem suas escolhas locacionais, sob condições de competição perfeita e liberdade de escolha, objetivando maximizar as suas utilidades. Destarte, os custos de deslocamento, os custos de habitação e a renda são unidos numa mesma estrutura para predizer a localização das famílias e de diferentes grupos de renda dentro de uma cidade. Se a demanda por espaço de uma família permanece constante enquanto o tempo de lazer passa a ser mais valorizado, esta poderia optar por uma localização mais próxima do centro da cidade, diminuindo o tempo de deslocamento para o trabalho, o que aumentaria o tempo de lazer e, conseqüentemente, o seu bem-estar. Uma outra situação seria a de que a avaliação do tempo permanece constante, mas a quantidade de espaço demandado aumenta. Nesse caso, a família vai se dirigir para as regiões mais periféricas da cidade para obter um espaço de habitação mais barato. Em geral, a taxa de substituição entre custos de deslocamento e custos de habitação é determinada pela avaliação da família do tempo e a preferência por habitar em uma particular densidade habitacional.

A distribuição residencial das famílias com diferentes rendas é também explicada pela preferência por densidades populacionais, avaliação do tempo e a elasticidade da demanda por espaço e habitação. Tomando uma simples classificação entre grupos de alta renda e de baixa renda, as famílias de alta renda têm a opção de viver próximo do centro e reduzir os custos de deslocamento e defrontar-se com altos custos de habitação ou optar pela vantagem de habitações baratas na periferia, e suportar maiores custos da jornada para o trabalho. Para explicar a distribuição de famílias de alta renda na periferia, os modelos neoclássicos supõem que a elasticidade renda por habitação e espaço é positiva e que tais famílias normalmente preferem viver em lugares de baixa densidade populacional. A

---

<sup>3</sup> O centro da cidade nesta literatura é conhecido como *Central Business District (CBD)*.

consequência seria que famílias de baixa renda acabariam vivendo próximas ao centro da cidade, consumindo habitações de alto preço unitário por espaço e com pequenos custos de deslocamento. Para chegarmos formalmente a essas conclusões, é necessário começar pelo modelo básico, que foca no *trade-off* entre acessibilidade e espaço.

### 2.1.1 O modelo básico da escolha residencial

Fujita (1989) apresenta inicialmente um modelo no qual a distância ao centro da cidade, *CBD*, é a única característica espacial que importa para as famílias. Assim sendo, voltemos ao problema exposto no início desse capítulo. Uma família representativa pretende escolher uma residência que maximize o seu bem-estar (utilidade), devemos lembrar que ela está sujeita a algumas restrições. Suponhamos que esta família possui a função utilidade  $U(z, s)$ , onde  $z$  representa a quantidade de todos os bens de consumo com exceção da terra e que chamaremos de bem composto, e  $s$  é o consumo da terra, representada pelo tamanho da residência, ou o tamanho do lote. O bem de consumo composto é usualmente escolhido como numérico, ou seja, o seu preço é igual à unidade. A família tem uma renda  $Y$  para efetuar os seus gastos em bem composto, terra, e deslocamentos para o trabalho. Com isso, supondo que a família esteja localizada a uma distância  $r$  do *CBD*, a restrição orçamentária será dada por:

$$z + R(r)s = Y - T(r) \quad (2.1)$$

onde  $R(r)$  é a renda por unidade de terra em  $r$ ,  $T(r)$  é o custo de transporte de  $r$  ao *CBD*, e, portanto,  $Y - T(r)$  é a renda líquida em  $r$ . Com esta restrição podemos expressar o problema da escolha residencial da família como

$$\max_{r, z, s} U(z, s), \quad \text{s.a.} \quad z + R(r)s = Y - T(r) \quad (2.2)$$

Esse é o chamado *modelo básico de escolha residencial*, no qual  $r \geq 0, z > 0, s > 0$ .

Nesse contexto, as famílias são consideradas agentes racionais que procuram maximizar o seu bem-estar escolhendo uma das cestas de consumo disponíveis. Portanto,

para definir as possíveis escolhas de localização é necessário estabelecer o conjunto de consumo. Como nesse conjunto há cestas que proporcionam o mesmo nível de satisfação e outras que proporcionam níveis distintos de satisfação, podemos visualizar estas cestas em curvas de indiferença espaciais. Entretanto, antes de formular tais curvas de indiferença é necessário introduzir duas hipóteses sobre o modelo básico de escolha residencial. A saber:

- **Hipótese 1** (função utilidade bem comportada) A função utilidade é contínua e crescente para todo  $z > 0$  e  $s > 0$ ; todas as curvas de indiferença são estritamente convexas e uniformes, e não cortam eixos;
- **Hipótese 2** (custos de transporte crescentes) O custo de transporte  $T(r)$  é contínuo e crescente para todo  $r \geq 0$ , onde  $0 \leq T(0) < Y$  e  $T(\infty) = \infty$ .

A hipótese 1 é factível se pensarmos que a subsistência da família exige quantidades positivas de  $z$  e  $s$ , e ela garante que as curvas de indiferença sejam descritas como na Figura 2.1. Se resolvermos a função utilidade para  $z$ , a equação da curva de indiferença com nível de utilidade  $u$  pode ser expressa como  $z = Z(s, u)$ . Esta curva de indiferença nos diz qual quantidade de bem composto é necessário para alcançar o nível de utilidade  $u$  quando o tamanho da residência é  $s$ .

O fato de a função utilidade ser crescente em  $z$  e  $s$  significa que a utilidade marginal de cada bem é positiva, formalmente temos

$$\frac{\partial U(z, s)}{\partial z} > 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial U(z, s)}{\partial s} > 0$$

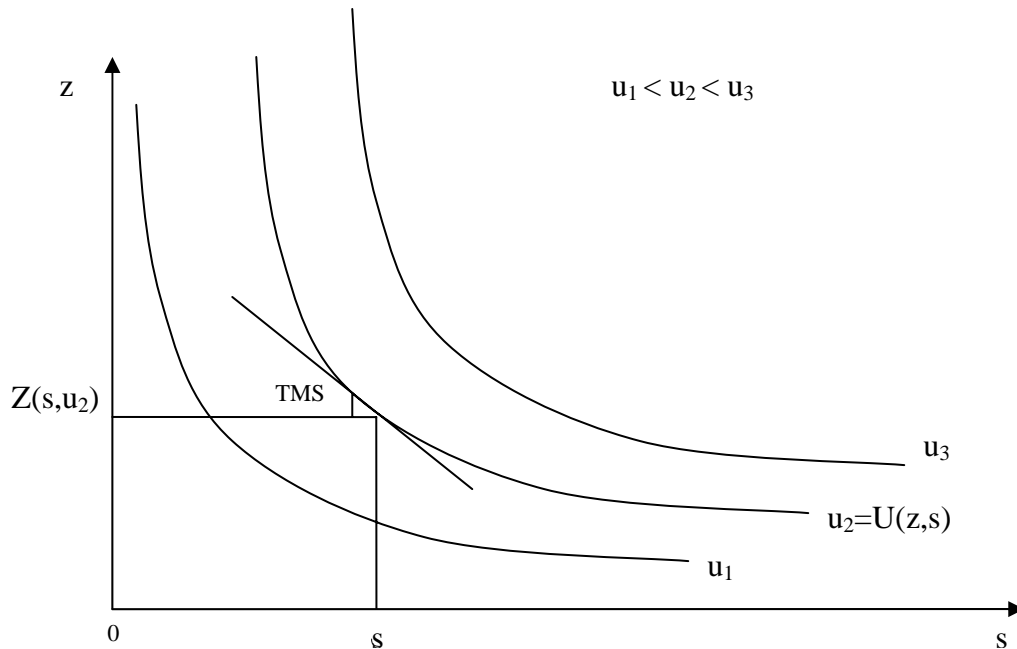
Tomando as derivadas parciais das curvas de indiferença, temos que

$$\frac{\partial Z(s, u)}{\partial u} > 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial Z(s, u)}{\partial s} < 0$$

O termo  $-\partial Z(s, u)/\partial s$  é a Taxa Marginal de Substituição (TMS) entre  $z$  e  $s$ , que pode ser observada na figura 2.1.

Figura 2.1: Curvas de indiferença no espaço de consumo  $(z, s)$ .





Fonte: Fujita (1989)

A escolha residencial da família pode ser obtida pela solução do problema de maximização (2.2). Entretanto, Alonso (1964) “resgata” de von Thünen um dispositivo conceitual muito rico para a análise das escolhas locacionais. Ele reformula as curvas de oferta de renda agrícola para um ambiente urbano e que comumente são chamadas de curvas de oferta de renda. A função oferta de renda essencialmente descreve a capacidade da família em pagar pelo local de moradia sob determinados níveis de utilidade. Fujita (1989) enuncia a seguinte definição para a função de oferta de renda:

- **Definição 1:** A função oferta de renda  $\psi(r, u)$  é a renda máxima por unidade de terra que a família pode pagar para residir a distância  $r$  enquanto usufrui um nível de utilidade fixado,  $u$ .

Podemos obter uma expressão para a função oferta de renda da terra tendo como referência o problema de maximização (2.2).

$$\psi(r, u) = \max_{z, s} \left\{ \frac{Y - T(r) - z}{s} \mid U(z, s) = u \right\} \quad (2.3)$$

Quando resolvemos o problema de maximização (2.3) obtemos o tamanho ótimo do lote, que Fujita (1989) chama de a oferta máxima do tamanho do lote. Entretanto, uma pequena modificação na expressão acima pode ser feita para obtermos a equação de uma curva de indiferença, basta resolver a restrição em relação à  $z$ . Assim, obtemos uma expressão alternativa, sem restrição, para a função oferta de renda

$$\psi(r, u) = \max_s \frac{Y - T(r) - Z(s, u)}{s} \quad (2.4)$$

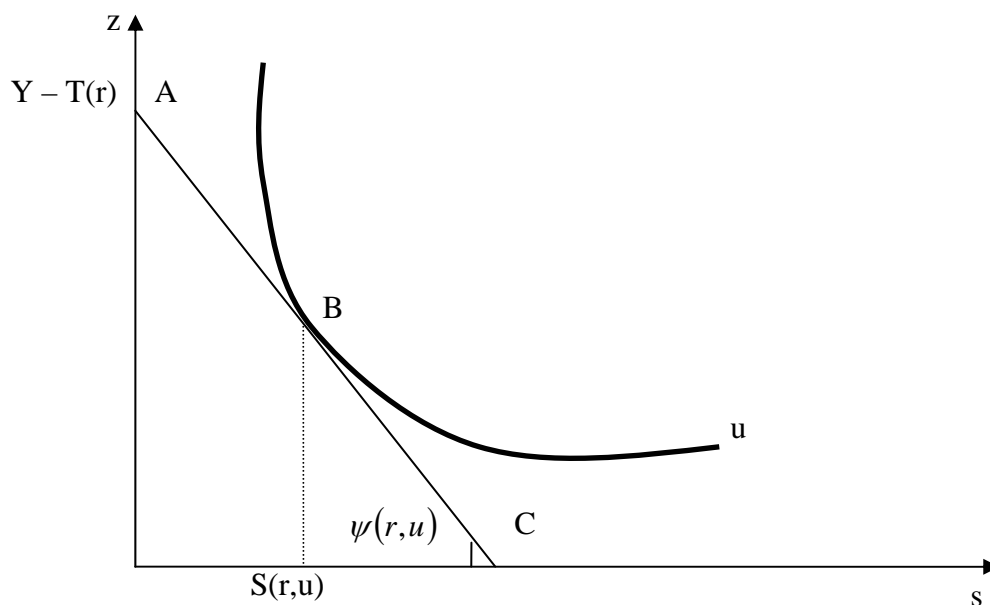
Graficamente, a oferta de renda  $\psi(r, u)$  é dada pela inclinação da linha de restrição orçamentária na distância  $r$  que é tangente a curva de indiferença  $u$ . Para visualizar isso, chamemos de  $R$  a renda da terra paga em  $r$ . Com isso a família passa a apresentar a seguinte restrição orçamentária

$$z + Rs = Y - T(r)$$

resolvendo para  $z$  temos a reta de restrição orçamentária

$$z = [Y - T(r)] - Rs \quad (2.5)$$

Figura 2.2: Oferta de renda para uma determinada uma determinada curva de indiferença e distância  $r$ .



Fonte: Fujita (1989)

Na Figura 2.2, a reta de restrição orçamentária, definida na equação (2.4), se origina no ponto A, termina no ponto C e tem uma inclinação negativa de  $R$ . Se a inclinação (absoluta) da reta AC for maior que a renda da terra  $R$ , a família não consegue pagar a renda da terra para alcançar o nível de utilidade  $u$ . Caso a renda da terra  $R$  seja maior que a inclinação da reta AC, a família consegue alcançar o nível de utilidade  $u$ . Portanto, a oferta de renda  $\psi(r, u)$  é dada pela inclinação da linha orçamentária AC, e o ponto de tangência B determina a oferta máxima do tamanho do lote, que chamaremos de  $S(r, u)$ .

O problema anterior também pode ser interpretado de uma forma alternativa. Para tanto, consideremos o problema de maximização defrontado pela família sob a renda da terra  $R$  e renda líquida  $I$ :

$$\max_{z, s} U(z, s) \quad \text{s.a.} \quad z + Rs = I \quad (2.6)$$

resolvendo esse problema nós obtemos o tamanho ótimo do lote como uma função de  $R$  e  $I$ ,  $\hat{s}(R, I)$ , que é chamado de *função demanda Marshalliana* por terra. O valor máximo desse problema pode ser expresso como

$$V(R, I) = \max_{z, s} \left\{ \frac{U(z, s)}{z} + Rs = I \right\} \quad (2.7)$$

que é a função utilidade indireta<sup>4</sup>.

Esse problema também pode ser enxergado na ótica dos gastos, ou seja, considere o seguinte problema de minimização de gasto sob uma renda da terra  $R$  e nível de utilidade  $u$ :

$$\min_{z, s} z + Rs \quad \text{s.a.} \quad U(z, s) = u \quad (2.8)$$

o tamanho do lote ótimo em função de  $R$  e  $u$ ,  $\tilde{s}(R, u)$ , é obtido com a solução desse problema e é chamado de *função demanda Hicksiana* (compensada) por terra. O valor mínimo desse problema é denominado por

$$E(R, u) = \min_{z, s} \{z + Rs \mid U(z, s) = u\} \quad (2.9)$$

que é chamado de função gasto.

Feita a apresentação das principais funções envolvidas na problemática de localização residencial, é importante uma rápida análise do comportamento destas conforme a distância varia, por ser tal procedimento útil no desenvolvimento subsequente. Consideremos primeiro como a oferta de renda e a oferta máxima do tamanho do lote mudam com  $r$ . Para tanto, fixemos o nível de utilidade  $u$  e tomemos duas distâncias,  $r_1$  e  $r_2$ . Considerando  $r_1 < r_2$ , temos que  $T(r_1) < T(r_2)$  e, conseqüentemente, a renda líquida será maior em  $r_1$  do que em  $r_2$ . Como visto antes, sabemos que a oferta de renda à distância  $r$  é dada pela inclinação da linha orçamentária no mesmo ponto e que, por sua vez, também é tangente a curva de indiferença  $u$  nesse ponto. Então, podemos ver, pela Figura 2.3, que

---

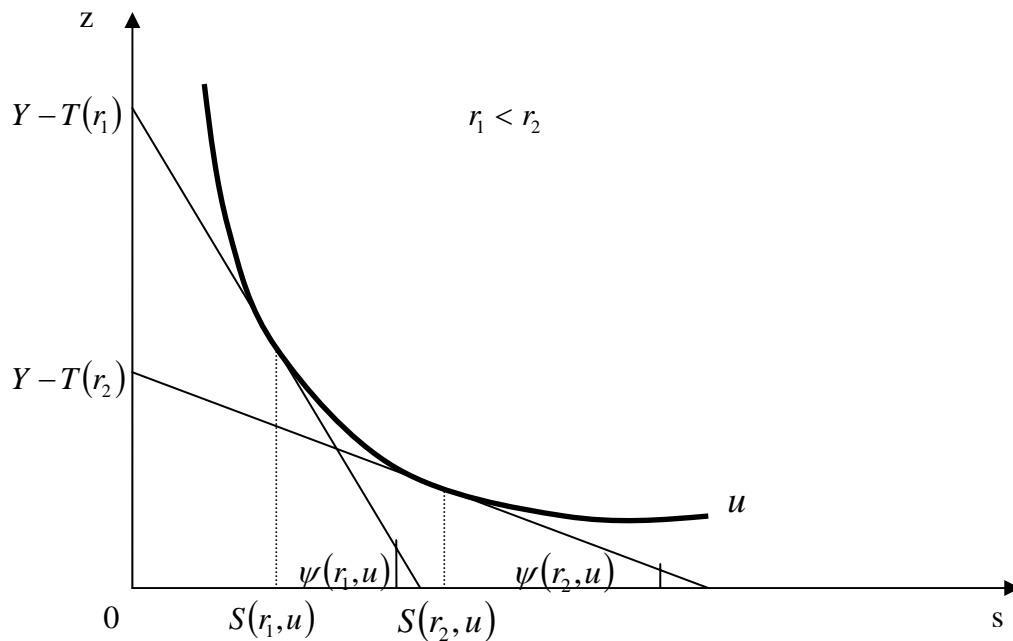
<sup>4</sup> Esta dá a utilidade máxima que se pode conseguir da renda líquida  $I$  sob a renda da terra  $R$ .

$\psi(r_1, u) > \psi(r_2, u)$  e  $S(r_1, u) < S(r_2, u)$ . Aplicando o teorema do envelope para a equação (2.4) obtemos a taxa de mudança da oferta de renda em relação à  $r$ , que adiante será imprescindível na definição de uma importante condição do equilíbrio locacional da família. Assim temos

$$\frac{\partial \psi(r, u)}{\partial r} = -\frac{T'(r)}{S(r, u)} < 0 \quad (2.10)$$

esta equação nos diz que o aumento da distância tem um efeito negativo sobre a oferta de renda. O aumento da distância faz aumentar o custo de transporte em  $T'(r)$ , que por sua vez diminui a renda líquida na mesma quantidade; o resultado disto é que a capacidade de pagar por moradia (oferta de renda) diminui.

Figura 2.3: Mudanças em  $\psi(r, u)$  e  $S(r, u)$  com um aumento em  $r$ .



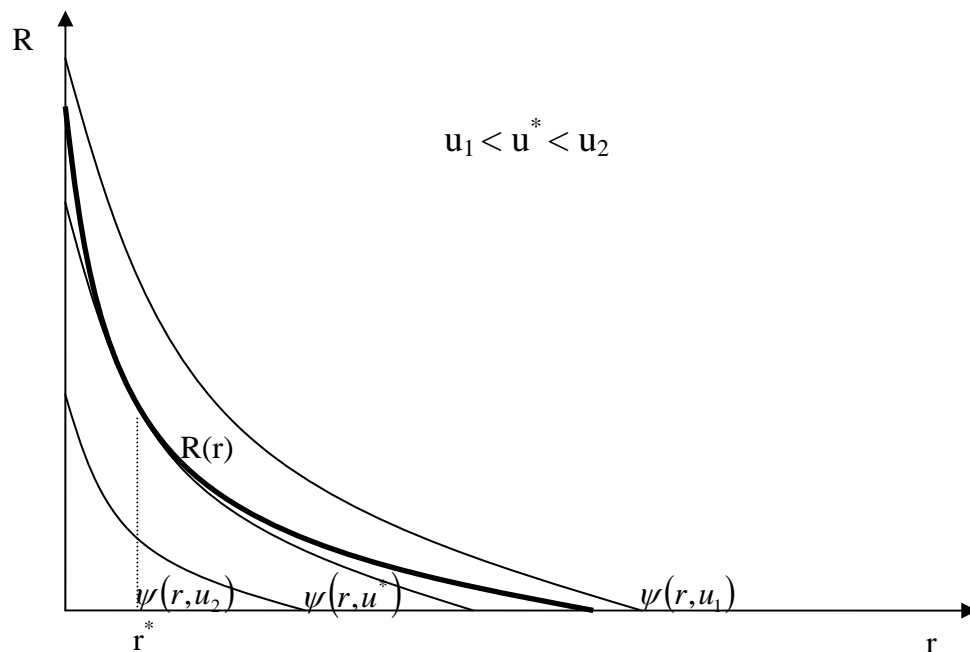
Fonte: Fujita (1989)

Podemos observar na Figura 2.3. que conforme a distância aumenta, a oferta de renda diminui e a oferta máxima do tamanho do lote aumenta. Isso pode ser entendido pelo fato de que com a diminuição da renda líquida a família só usufruirá um mesmo nível de

utilidade se o aluguel da terra também for reduzido, o que pode induzir a família substituir o consumo do bem composto pelo consumo de terra, já que esta última ficou relativamente mais barata.

A partir desses problemas iniciais de escolhas residenciais das famílias, nós podemos analisar a determinação do equilíbrio locacional para uma determinada configuração da renda da terra da cidade. Com isso, o problema do equilíbrio locacional da família pode ser visualizado na Figura 2.4, na qual um conjunto de curvas de oferta de renda é sobreposta à curva de renda do mercado,  $R(r)$ , que é a renda da terra paga a cada distância  $r$  do *CBD*.

Figura 2.4: Determinação do equilíbrio locacional



Fonte: Fujita (1989)

Pela figura 2.4. podemos observar que o equilíbrio locacional da família se dá na distância  $r^*$ , onde a curva de oferta de renda  $\psi(r, u^*)$  é a tangente da curva de renda do mercado,  $R(r)$ . A idéia desse equilíbrio é clara, pois ao decidir se fixar em algum local da

cidade a família tem que pagar a renda de mercado e, nesse ponto, dada as suas restrições ela também está maximizando a sua utilidade.

Para seguirmos na determinação de uma regra para o equilíbrio locacional das famílias, é essencial expormos algumas propriedades das funções tratadas anteriormente, apresentadas por Fujita (1989):

- **Propriedade 1**

- (i) A oferta de renda  $\psi(r, u)$  é contínua e decrescente tanto em  $r$  como em  $u$  (decrecente até  $\psi$  tornar-se zero);
- (ii) A oferta máxima do tamanho do lote,  $S(r, u)$ , é contínua e decrescente em  $r$  e  $u$  (aumenta até  $S$  tornar-se infinito).

- **Propriedade 2.** Se a função custo de transporte é linear ou côncava na distância, então as curvas de oferta de renda são estritamente convexas.

- **Propriedade 3.**

- (i)  $V(R, I)$  é contínua em  $R > 0$  e  $I > 0$ ;
- (ii)  $V(R, I)$  é decrescente em  $R$  e crescente em  $I$ .

- **Propriedade 4.** Em cada localização  $r$ , temos que

$$V(R(r), Y - T(r)) \underset{<}{\overset{\geq}{\approx}} V(\psi(r, u), Y - T(r)) \quad \text{com} \quad R(r) \underset{<}{\overset{\geq}{\approx}} \psi(r, u)$$

Com essas Propriedades, podemos formular uma regra para o equilíbrio locacional das famílias.

- **Regra 1.** O equilíbrio locacional da família é o ponto de tangência de curva de oferta de renda com a curva de renda do mercado. Vamos chamar a utilidade máxima que a família pode alcançar na cidade de *utilidade de equilíbrio da família*, denominado por  $u^*$ . Considerando uma determinada curva de renda de mercado  $R(r)$ ,  $V(R(r), Y - T(r^*))$  dá a utilidade máxima

acessível para a família em cada localização  $r$ . Portanto,  $u^*$  é a utilidade de equilíbrio da família, e  $r^*$  é uma localização ótima se e somente se

$$u^* = V(R(r^*), Y - T(r^*)) \quad \text{e} \quad u^* \geq V(R(r), Y - T(r)) \quad (2.11)$$

da Propriedade 4, estas condições podem ser reformuladas como

$$R(r^*) = \psi(r^*, u^*)$$

e

$$R(r) \geq \psi(r, u^*) \quad \text{para todo } r$$

Mediante a reformulação acima, Fujita (1989) reescreve a Regra 1 como se segue

- **Regra 1' (equilíbrio locacional do indivíduo).** Dada a curva de renda de mercado,  $R(r)$ ,  $u^*$  é a utilidade de equilíbrio da família, e  $r^*$  é uma localização ótima se e somente se

$$R(r^*) = \psi(r^*, u^*) \quad \text{e} \quad R(r) \geq \psi(r, u^*) \quad \text{para todo } r \quad (2.12)$$

Utilizando a equação (2.10) e sabendo que no ponto de tangência das curvas  $R(r)$  e  $\psi(r, u^*)$  temos

$$\frac{\partial \psi(r^*, u^*)}{\partial r} = \frac{dR(r^*)}{dr} \quad (2.13)$$

podemos derivar o seguinte resultado

$$T'(r^*) = -R'(r^*)S(r^*, u^*) \quad (2.14)$$

Esta é a chamada *condição de Muth*, ela nos diz que no equilíbrio locacional o custo marginal de transporte iguala o custo marginal referente à economia de terra. Se em uma



determinada localização de uma família a condição acima não é verificada, a família pode aumentar a sua utilidade movendo-se para outra localidade<sup>5</sup>.

Até aqui, a nossa análise abarcou a decisão locacional de uma única família. Entretanto podemos estender a análise para o caso em que temos diferentes famílias, com diferentes funções oferta de renda, e assim derivarmos algum padrão de uso da terra dentro da cidade. Podemos iniciar supondo a existência de duas famílias,  $i$  e  $j$ , com duas diferentes funções oferta de renda,  $\psi_i(r, u)$  e  $\psi_j(r, u)$ . Fujita (1989) determina a seguinte regra para ordenar as localizações de equilíbrio das diferentes famílias em relação à distância do *CBD*:

- **Regra 2.** Se a curva de oferta de renda  $\psi_i(r, u_i^*)$  da família  $i$  e o equilíbrio da curva de oferta de renda  $\psi_j(r, u_j^*)$  da família  $j$  intercepta somente uma vez e se  $\psi_i(r, u_i^*)$  é mais íngreme do que  $\psi_j(r, u_j^*)$  na interseção, então o equilíbrio locacional da família  $i$  é mais próximo do *CBD* do que a família  $j$ .

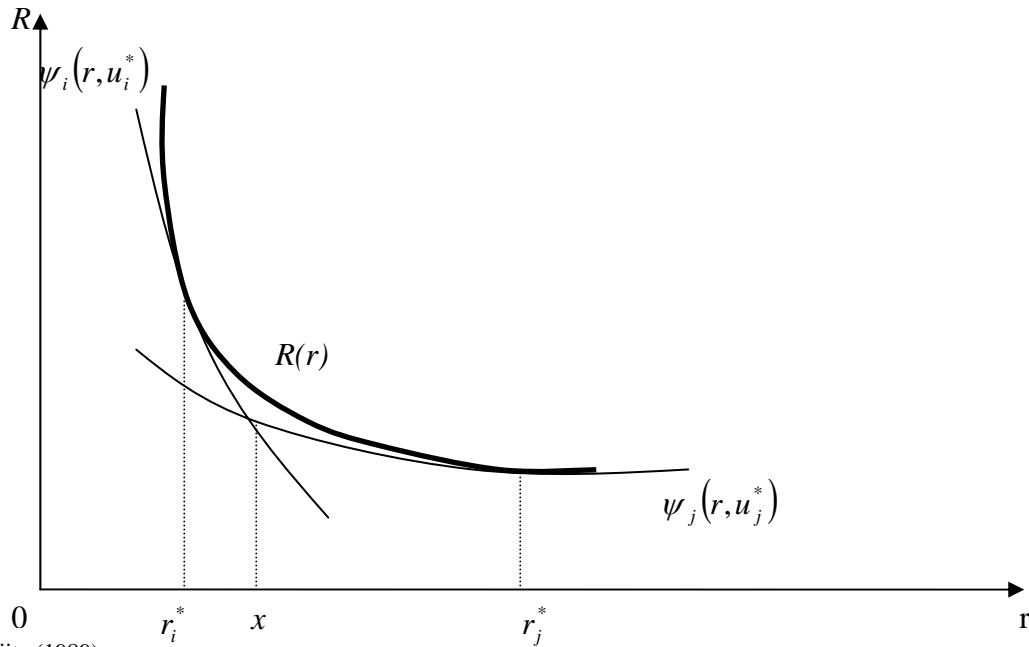
A Regra 2 é ilustrada na Figura 2.5. nela podemos observar que a curva de oferta de renda de uma família não consegue dominar<sup>6</sup> a oferta de renda da outra família em todo o espaço urbano, pois caso isso ocorresse a Regra 1' seria violada. A ausência de dominância de uma das curvas também nos diz que essas curvas se interceptarão em algum ponto, na Figura 2.5 isso ocorre na distância  $x$ . A curva de oferta de renda da família  $i$  é mais íngreme do que a da família  $j$ , portanto, a primeira domina a segunda à esquerda de  $x$  e a segunda domina a primeira à direita de  $x$ . Desse modo, o equilíbrio locacional da família  $i$  será à esquerda de  $x$  e o equilíbrio locacional da família  $j$  será à direita de  $x$ .

---

<sup>5</sup> A família se mudará para mais perto de *CBD* se  $T'(r^*) > -R'(r^*)S(r^*, u)$ ; e para mais distante do *CBD* se  $T'(r^*) < -R'(r^*)S(r^*, u)$ .

<sup>6</sup> Dominância aqui está ligada à idéia de uma situação em que uma determinada curva de oferta de renda de uma determinada família é sempre superior a de uma outra família qualquer.

Figura 2.5: Ordenamento dos equilíbrios locacionais



Fonte: Fujita (1989)

Geralmente, a informação acerca da declividade da curva de oferta de renda é difícil de se obter *a priori*. Procurando sanar tal dificuldade, tais modelos procuram determinar a declividade relativa das funções oferta de renda. A declividade relativa é definida como:

- **Definição 2.** Suponha que as funções oferta de renda  $\psi_i$  e  $\psi_j$  são contínuas em  $r$ . Então nós dizemos que  $\psi_i$  é mais íngreme do que  $\psi_j$  se e somente se a seguinte condição é satisfeita:

Sempre que

$$\psi_i(x, u_i) = \psi_j(x, u_j) > 0 \text{ para algum } (x, u_i, u_j),$$

então

$$\psi_i(r, u_i) > \psi_j(r, u_j) \text{ para todo } 0 \leq r < x$$

e

$$\psi_i(r, u_i) < \psi_j(r, u_j) \text{ para todo } r \text{ tal que } r > x \text{ e } \psi_i(r, u_i) > 0.$$

Por fim, analisaremos os efeitos da variação da renda sobre a função oferta de renda. Nesse sentido, queremos examinar a mudança da declividade relativa conforme muda algum parâmetro, como a renda  $Y$ . Considere, por exemplo, uma função oferta de renda geral com o parâmetro  $Y$ ,  $\psi(r, u/Y)$ . Objetivando examinar a declividade relativa mediante mudanças em  $Y$ , escolhemos uma determinada curva de oferta de renda  $\psi(r, u/Y)$  e fixamos nesta curva o ponto  $(r, \psi(r, u/Y))$ . Deixando constante o valor de  $\psi(r, u/Y)$ , podemos examinar as mudanças da inclinação da curva de oferta de renda em  $r$  conforme a renda varia. Formalmente fazemos:

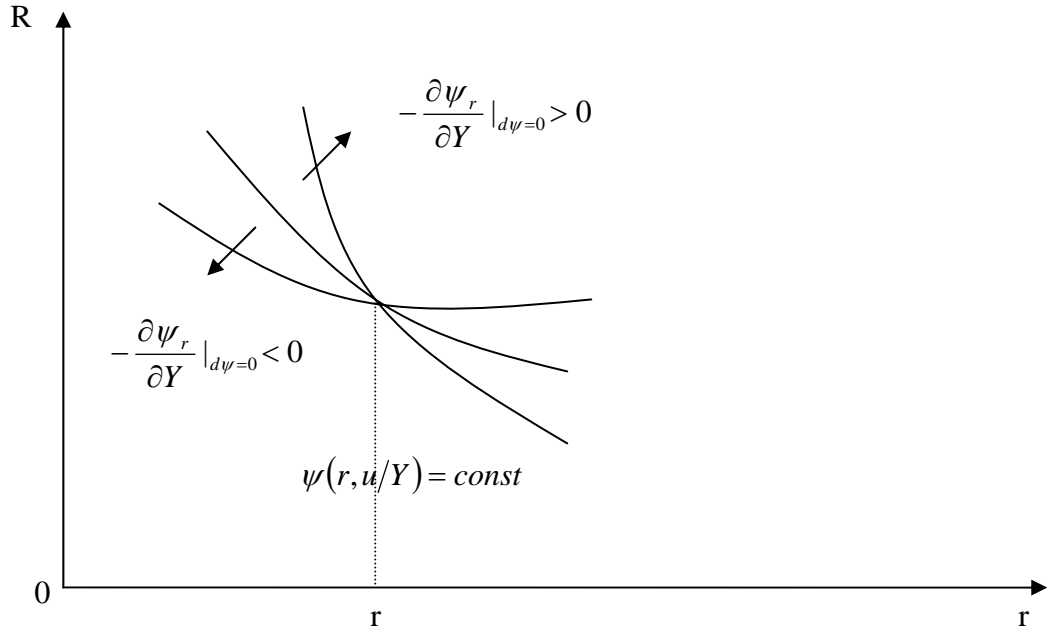
$$-\frac{\partial \psi_r(r, u/Y)}{\partial Y} \Big|_{\psi(r, u/Y)=const} \quad (2.15)$$

onde  $\psi_r(r, u/Y) \equiv \partial \psi(r, u/Y) / \partial r$ . A operação (2.15) também pode ser expressa como

$$-\frac{\partial \psi_r}{\partial Y} \Big|_{d\psi=0} \quad (2.16)$$

Esse procedimento para analisar a mudança de declividade pode ser observado na Figura 2.6 abaixo.

Figura 2.6: Mudança da declividade relativa da função oferta de renda



Fonte: Fujita (1989)

Sabendo que a identidade  $S(r, u/Y) = \hat{s}(\psi(r, u/Y), Y - T(r))$  é válida, obtemos abaixo uma nova expressão para a equação (2.10)

$$\psi_r(r, u/Y) = -\frac{T'(r)}{S(r, u/Y)} = -\frac{T'(r)}{\hat{s}(\psi(r, u/Y), Y - T(r))}$$

Com a equação acima e chamando a renda líquida em  $r$  de  $I$ ,  $I = Y - T(r)$ , podemos obter uma expressão para operação (2.16). Assim temos

$$\begin{aligned} -\frac{\partial \psi_r}{\partial Y} \Big|_{d\psi=0} &= \frac{\partial [T'(r) / \hat{s}(\psi(r, u/Y), Y - T(r))]}{\partial Y} \Big|_{\psi(r, u/Y)=const} \\ &= -\frac{T'(r)}{\hat{s}^2} \frac{\partial \hat{s}}{\partial I} \frac{\partial (Y - T(r))}{\partial Y} \\ &= -\frac{T'(r)}{\hat{s}^2} \frac{\partial \hat{s}}{\partial I} \end{aligned}$$

Se considerarmos uma hipótese de normalidade de terra<sup>7</sup>,  $\partial\hat{s}/\partial I$  será positivo, logo variações positivas da renda terão um efeito negativo sobre a oferta de renda. Mediante tal resultado, podemos concluir que a função oferta de renda torna-se menos inclinada conforme a renda aumenta. Assim, famílias com altas rendas localizam-se mais distantes do CBD do que famílias com baixas rendas, com tudo o mais constante.

### 2.1.2 O modelo de escolha residencial tempo-estendido

O modelo básico apresentado na seção anterior considera somente os custos pecuniários da *commuting*, mas o custo inerente à perda de tempo no deslocamento não é abordado. O tempo de deslocamento despendido na jornada para o trabalho é um custo real que deve ser incorporado. Wingo (1961a), apesar das poucas referências, foi o primeiro a incluir o tempo gasto dos indivíduos, no deslocamento para o trabalho, no problema de escolha residencial. Para ele, o tempo gasto é tão importante quanto os custos pecuniários, já que esses últimos normalmente apresentam alguns problemas de mensuração. Na suas palavras temos que:

*The price of the transportation service offered by a public carrier is a fare, but the cost of a work trip in a private automobile is more diffuse: marginal trip costs would include among other items the costs of fuels and lubricants, mileage-related maintenance costs, tolls, and parking fees. Actually, personal transportation has two prices, in different “currencies” – time and money. (Wingo, 1961a, p. 52)*

O objetivo desta seção é incorporar uma restrição temporal ao problema de escolha locacional da família. Nesse sentido, podemos especificar a função utilidade como  $U(z, s, t_l)$ , sendo que a novidade desta função utilidade é  $t_l$ , que representa o tempo de lazer. O tempo disponível total da família, ou indivíduo, denominado de  $\bar{t}$ , é dividido entre o tempo de lazer  $t_l$ , o tempo de trabalho  $t_w$ , e o tempo de *commuting*  $br$ ,  $b$  é uma constante representando o tempo de *commuting* por distância. Portanto, a restrição temporal da família é dada por

---

<sup>7</sup> O efeito renda sobre a demanda Marshalliana por terra é positivo.

$$t_l + t_w + br = \bar{t}$$

Podemos também diferenciar a renda total da família entre um componente não-salarial,  $Y_N$ , e um componente salarial que chamaremos de  $Wt_w$ ,  $W$  representando a taxa salarial. Como antes, a família gastará sua renda na aquisição de bem composto, com renda da terra,  $R(r)s$ , e custo de transporte  $ar$ , sendo  $a$  uma constante representando o custo pecuniário de *commuting* por distância  $r$ . Agora podemos determinar a “nova” restrição orçamentária, que é dada por

$$z + R(r)s + ar = Y_N + Wt_w$$

Supondo que as famílias têm liberdade de escolher o tempo gasto com lazer e trabalho, podemos definir o novo problema de escolha residencial da família, expresso como:

$$\begin{aligned} & \max_{r, z, s, t_l, t_w} U(z, s, t_l) \\ & \text{s.a.} \\ & z + R(r)s + ar = Y_N + Wt_w \\ & t_l + t_w + br = \bar{t} \end{aligned} \tag{2.17}$$

esse é o chamado *modelo tempo-estendido* da escolha residencial.

Os procedimentos para a obtenção de funções de oferta de renda no modelo básico também podem ser realizados no presente modelo. Inicialmente, podemos simplificar as restrições reorganizando a restrição temporal,  $t_w = \bar{t} - t_l - br$ , e substituindo-a na restrição orçamentária. Com isso obtemos um problema com apenas uma restrição, como se segue:

$$\max_{r, z, s, t_l} U(z, s, t_l) \quad \text{s.a.} \quad z + R(r)s + Wt_w = I(r) \tag{2.18}$$

onde  $I(r) = Y_N + I_w(r) - ar$  e  $I_w(r) = W(\bar{t} - br)$ . Este problema pode ser interpretado da seguinte forma: a família vende o seu tempo disponível à taxa salarial  $W$  e também compra o tempo de lazer a mesma taxa, devido ao custo de oportunidade. Fujita (1989) chama  $I(r)$  e

$I_w(r)$ , respectivamente, de renda líquida potencial e renda salarial potencial a distância  $r$ . Com essas definições, também podemos determinar os custos totais de *commuting* à distância  $r$ . Assim, definimos os custos de *commuting* como:

$$T(r) = ar + Wbr \quad (2.19)$$

Mediante tais modificações, podemos definir a nova função oferta de renda como:

$$\psi(r, u) = \max_{z, s, t_l} \left\{ \frac{I(r) - z - Wt_l}{s} \mid U(z, s, t_l) = u \right\} \quad (2.20)$$

Resolvendo a restrição de utilidade em relação a  $z$ , obtemos a superfície de indiferença  $z = Z(s, t_l, u)$ . Substituindo na equação (2.20), obtemos uma expressão do problema de escolha residencial sem restrição

$$\psi(r, u) = \max_{s, t_l} \frac{I(r) - Z(s, t_l, u) - Wt_l}{s} \quad (2.21)$$

Para a continuidade da análise deste modelo, é importante obtermos a *demanda Marshalliana* por terra,  $\hat{s}(R, P_l, t_l)$ , em que  $P_l$  é o preço unitário do tempo de lazer. Ela é obtida da solução do seguinte problema de maximização:

$$\max_{z, s, t_l} U(z, s, t_l) \quad \text{s.a.} \quad z + Rs + P_l t_l = I \quad (2.22)$$

A demanda Marshalliana sob a renda da terra  $R$  e o preço de lazer  $W$  é justamente a oferta máxima do tamanho do lote sob a utilidade  $u$ , ou seja,  $S(r, u) \equiv \hat{s}(\psi(r, u), W, I(r))$ . A mudança marginal na oferta de renda em relação à distância é a mesma da equação (2.10), só que agora  $T'(r) = a + Wb$ . A partir destas considerações, podemos analisar os efeitos da renda não-salarial e da renda salarial sobre a localização residencial.

O efeito renda não-salarial é muito similar ao do modelo básico discutido na seção anterior, ou seja, sabendo que  $\psi_r = -T'(r)/\hat{s}(\psi(r, u), W, I(r))$ , temos

$$\begin{aligned}
-\frac{\partial \psi_r}{\partial Y_N} \Big|_{d\psi=0} &= \frac{\partial [T'(r)/\hat{s}(\psi(r,u), W, I(r))]}{\partial Y_N} \Big|_{\psi(r,u)=const} \\
&= -\frac{T'(r)}{\hat{s}^2} \frac{\partial \hat{s}}{\partial I} \frac{\partial I(r)}{\partial Y_N} \\
&= -\frac{a + Wb}{\hat{s}^2} \frac{\partial \hat{s}}{\partial I}
\end{aligned}$$

novamente, considerando a hipótese de normalidade, o efeito renda é negativo. Como resultado, a função oferta de renda torna-se mais íngreme conforme  $Y_N$  aumenta. Assim, podemos concluir com a seguinte proposição

- **Proposição 1.** Famílias com renda não-salarial alta localizam-se mais distantes do *CBD* do que famílias com baixa renda não-salarial, com tudo o mais constante.

No que tange ao efeito renda salarial, a taxa salarial tem um efeito tanto sobre a função custo de transporte como da demanda por terra. Portanto, o efeito renda salarial sobre a declividade da oferta de renda é dado por

$$\begin{aligned}
-\frac{\partial \psi_r}{\partial W} \Big|_{d\psi=0} &= \left( \frac{1}{S(r,u)} \frac{\partial T'(r)}{\partial W} - \frac{T'(r)}{S(r,u)^2} \frac{\partial S(r,u)}{\partial W} \right) \Big|_{d\psi=0} \\
&= \frac{T'(r)}{S(r,u)W} \left( \frac{\partial T'(r)}{\partial W} \frac{W}{T'(r)} - \frac{\partial S(r,u)}{\partial W} \frac{W}{S(r,u)} \right) \Big|_{d\psi=0} \tag{2.23}
\end{aligned}$$

Portanto, o efeito renda salarial será positivo se a elasticidade salarial do custo marginal de transporte,  $\frac{\partial T'(r)}{\partial W} \frac{W}{T'(r)}$ , for maior que a elasticidade salarial do tamanho do lote,  $\frac{\partial S(r,u)}{\partial W} \frac{W}{S(r,u)}$ , e será negativo caso contrário. O efeito renda salarial então se reduz a uma questão de elasticidades. Neste sentido, sabendo que  $T'(r) = a + Wb$ , podemos reformular a elasticidade salarial do custo marginal de transporte como se segue



$$\frac{\partial T'(r)W}{\partial W} \frac{W}{T'} \Big|_{d\psi=0} = \frac{\partial T'(r)}{\partial W} \frac{W}{T'(r)} = \left(1 + \frac{a}{bW}\right)^{-1} \quad (2.24)$$

$$\frac{\partial S(r,u)}{\partial W} \frac{W}{S(r,u)} \Big|_{d\psi=0} = \eta \frac{I_w(r)}{I(r)} + \varepsilon \quad (2.25)$$

na qual

$$\eta = \frac{\partial \hat{s}}{\partial I} \frac{I(r)}{\hat{s}}, \quad \varepsilon = \frac{\partial \hat{s}}{\partial P_l} \frac{P_l}{\hat{s}} \quad (2.26)$$

Aqui,  $\eta$  e  $\varepsilon$  representam, respectivamente, a elasticidade de renda líquida potencial do tamanho do lote e a elasticidade cruzada do tamanho do lote para o preço do tempo de lazer. Deste modo, a equação (2.23) pode ser reescrita como

$$-\frac{\partial \psi_r}{\partial W} \Big|_{d\psi=0} = \frac{T'(r)}{S(r,u)W} \left[ \left(1 + \frac{a}{bW}\right)^{-1} - \left( \eta \frac{I_w(r)}{I(r)} + \varepsilon \right) \right] \quad (2.27)$$

Como a diferença das elasticidades é função de  $r$  e  $W$ , a chamaremos de  $f(r, W)$ .

Para entendermos o comportamento das famílias podemos considerar duas situações muito representativas, uma em que as famílias possuem somente rendimentos salariais ( $Y_N = 0$ ) e os custos pecuniários são negligenciáveis relativos ao custo de tempo ( $a=0$ ), e uma outra situação na qual novamente as famílias são ganhadoras salariais puras mas que os custos pecuniários são consideráveis em relação ao custo de tempo.

Na primeira situação, a diferença das elasticidades é abreviada para

$$f(r, W) = 1 - (\eta + \varepsilon)$$

Assim sendo, podemos definir uma proposição para esta primeira situação.

- **Proposição 2.** Dado que as famílias consistem em ganhadores salariais puros e cujos custos pecuniário são nulos, então:

- (i) Se  $\eta + \varepsilon > 1$ , o equilíbrio locacional da família move-se para fora do *CBD* com o aumento das taxas salariais;
- (ii) Se  $\eta + \varepsilon < 1$ , o equilíbrio locacional da família move-se em direção ao *CBD* com o aumento das taxas salariais;
- (iii) Se  $\eta + \varepsilon = 1$ , as taxas salariais não afetam a localização.

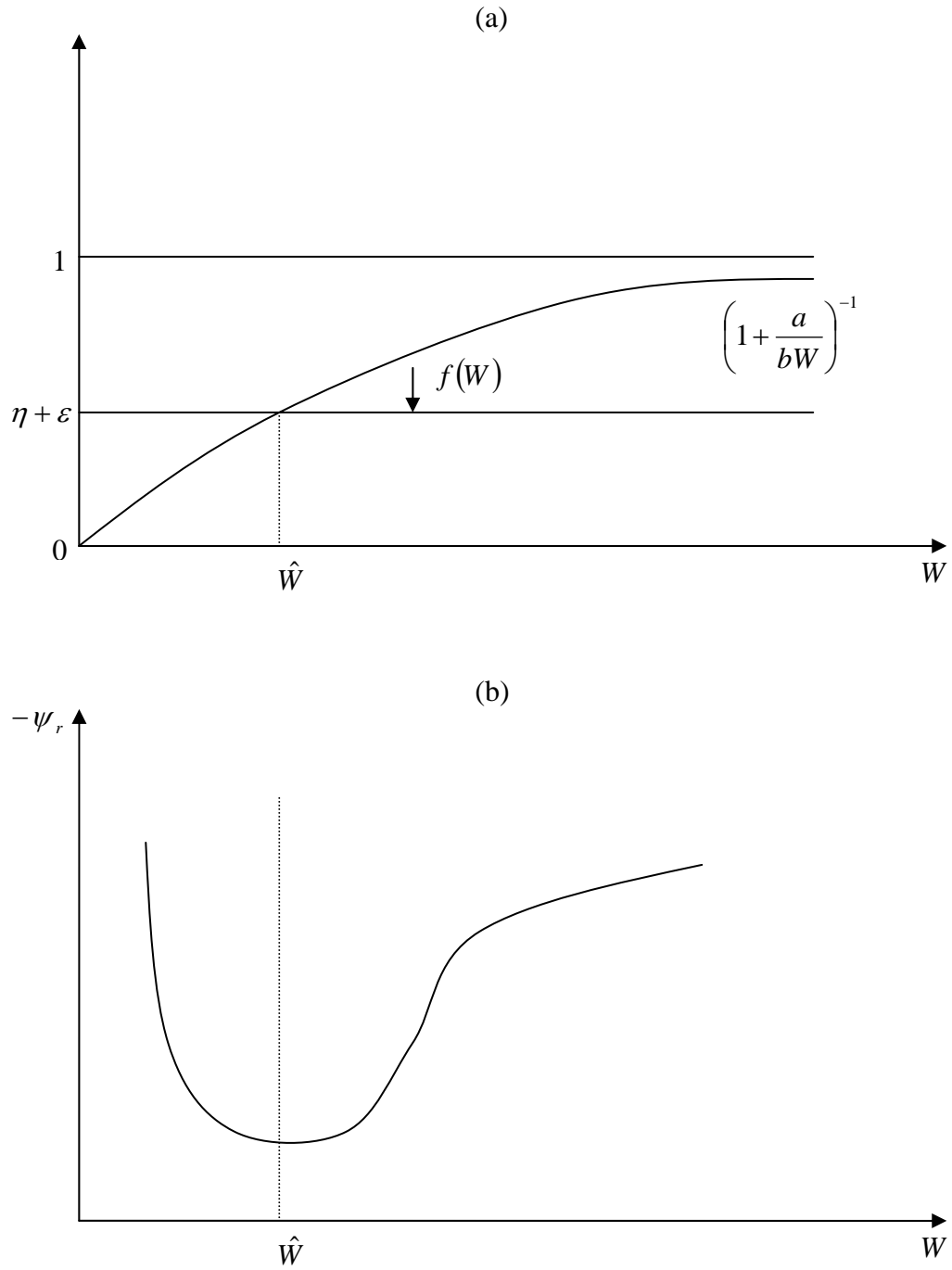
Na situação em que os custos pecuniários são consideráveis,  $f(r, W)$  permanece inalterado. Podemos visualizar que em  $r = 0$ ,  $f(r, W) \leq 0$  se  $\eta + \varepsilon \geq 1$ . Entretanto, temos que a proporção  $I_w(r)/I(r)$  aumenta conforme  $r$  aumenta, logo,  $f(r, W) < 0$  para todo  $r$ , caso  $\eta + \varepsilon \geq 1$ . Podemos concluir que:

$$\text{se } \eta + \varepsilon \geq 1, \quad \text{então} \quad -\frac{\partial \psi_r}{\partial W} \Big|_{d\psi=0} < 0$$

isso nos diz que, famílias que ganham altos salários moram mais distantes do *CBD* do que famílias que ganham baixos salários.

O efeito salarial sobre a oferta de renda tem um padrão bem particular quando  $0 < \eta + \varepsilon < 1$ . Sabendo que a elasticidade salarial do custo marginal de transporte é crescente de 0 a 1 e que a elasticidade salarial do tamanho do lote é constante em  $\eta + \varepsilon$ , podemos visualizar na Figura 2.7 (a e b) o comportamento de  $f(W)$  e  $\psi_r$ , conforme o salário varia. Na Figura 2.7 (a) vemos que  $f(W)$  é negativa quando  $W < \hat{W}$  e positiva quando  $W > \hat{W}$ .

Figura 2.7: Efeitos da taxa salarial sobre (a)  $f(W)$  e (b)  $\psi_r$



Fonte: Fujita (1989)

Na figura 2.7 (b) vemos que o equilíbrio locacional da família se move para fora do *CBD* conforme a taxa salarial aumenta até  $\hat{W}$ . A partir de  $\hat{W}$  o movimento passa a ser em direção ao *CBD*. Podemos interpretar esse comportamento da seguinte forma: os custos pecuniários de transporte têm um peso considerável para as famílias de baixa renda e, portanto, elas procuram se localizar próximas ao *CBD*. Conforme a renda aumenta, tais custos perdem importância, e as famílias optam por residir distantes do *CBD*. A partir de um certo ponto as famílias valorizam mais o seu tempo de lazer. Assim, o custo de oportunidade do tempo gasto na *commuting* começa a pesar, fazendo com que as mesmas passem a desejar novamente uma localização mais central. Com isso, podemos concluir o seguinte:

- **Proposição 3.** Dado que as famílias consistem de ganhadores salariais puros cujos custos de transporte pecuniários são positivos ( $Y_N = 0, a > 0$ ), então:
  - (i) Se  $\eta + \varepsilon \geq 1$ , o equilíbrio locacional da família move-se para longe do *CBD* com o aumento das taxas salariais;
  - (ii) Se  $0 < \eta + \varepsilon < 1$ , o aumento da taxa salarial inicialmente move o equilíbrio locacional para longe do *CBD*; mas, além da taxa salarial  $\hat{W}$  os aumentos salariais induzem a uma localização mais próxima do *CBD*.

Nesse cenário, os ricos se alocariam em dois aglomerados, um próximo e o outro distante do centro da cidade. Nesta distribuição, o rico localizado próximo ao centro valoriza mais o tempo, enquanto que o rico da periferia valoriza mais o espaço. Esta variação das preferências pode ser atribuída a famílias de alta renda em diferentes estágios do ciclo da vida; famílias nos estágios iniciais do ciclo da vida tendem a valorizar mais o tempo enquanto que as famílias já nos estágios mais avançados valorizam mais o espaço. Na próxima seção apresentamos mais um refinamento do modelo de escolha residencial, no qual a estrutura familiar é incluída na análise.

### 2.1.3 O modelo de escolha residencial com estrutura familiar

Beckmann (1973) desenvolve um modelo incorporando a estrutura familiar, a qual o número de membros dependes,  $n_d$ , e o número de membros trabalhadores da família,  $n_t$ , são os parâmetros que a caracterizam. Essa contribuição de Beckmann foi incorporada ao modelo de tempo-estendido. Assim, o modelo anterior foi reformulado para

$$\begin{aligned}
 & \max_{r, z, s, t_l, t_w} U(z, s, t_l; n_d, n_t) \\
 & \text{s.a} \\
 & z + R(r)s + n_t ar = Y_N + n_t W t_w \\
 & t_l + t_w + br = \bar{t}
 \end{aligned} \tag{2.28}$$

que chamaremos de *modelo de estrutura familiar* da escolha residencial. Novamente temos duas restrições, uma restrição temporal para cada membro trabalhador da família e uma restrição orçamentária familiar, que agora incorpora o número de membros trabalhadores da família.

Como antes, podemos simplificar as restrições e reescrever o modelo como se segue:

$$\begin{aligned}
 & \max_{r, z, s, t_l, t_w} U(z, s, t_l; n_d, n_t) \\
 & \text{s.a} \\
 & z + R(r)s + nWt_l = I(r, n_t)
 \end{aligned} \tag{2.29}$$

onde  $I(r, n_t) = Y_N + nW(\bar{t} - br) - nar$ . Dada esta modificação, podemos expressar uma nova função oferta de renda, que é dada por

$$\psi(r, u) = \max_{s, t_l} \frac{I(r, n_t) - Z(s, t_l, u; n_d, n_t) - nWt_l}{s} \tag{3.30}$$

onde  $Z(s, t_l, u; n_d, n_t)$  é a solução de  $U(z, s, t_l; n_d, n_t) = u$  resolvido em relação a  $z$ .

Fujita (1989) analisa um caso particular em que a função utilidade é do tipo log-linear, obtendo os seguintes resultados:

- **Proposição 4.** No contexto do modelo de estrutura familiar com uma função log-linear, nós temos que:

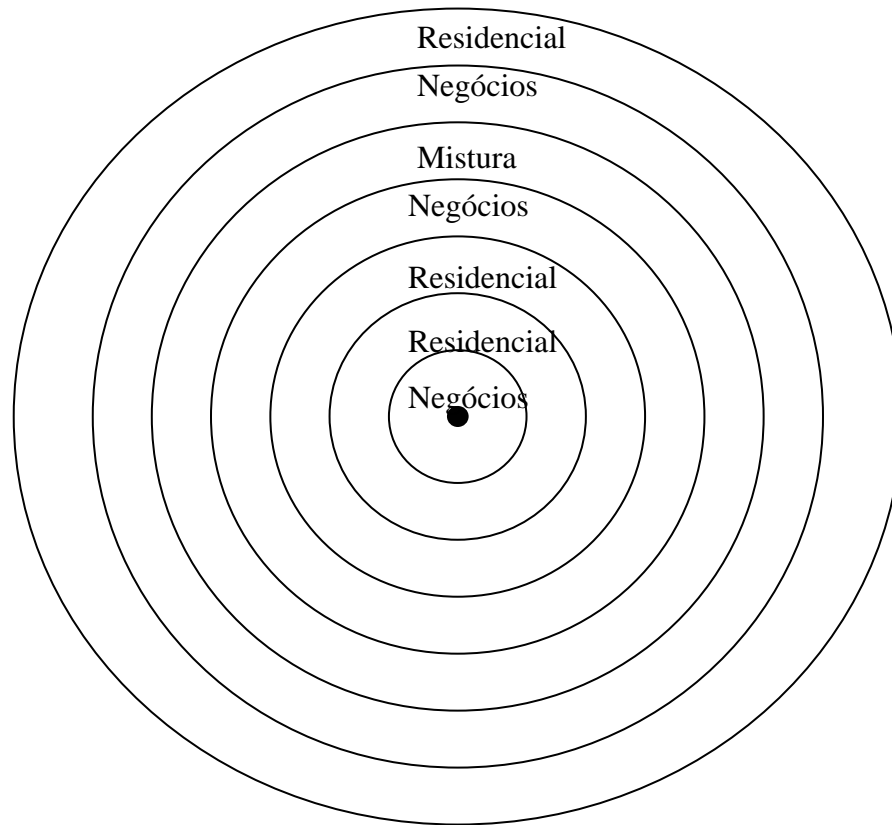
(i) Quanto mais dependentes a família tem, mais distante é o equilíbrio locacional do *CBD*;

(ii) Dado que as famílias consistem de ganhadores de salário puro, as localizações podem ser ordenadas pela proporção *commuter* da família – tamanho da família,  $n_t/n_d + n_t$ ; quanto menor a proporção, mais distante é a localização do *CBD*;

#### 2.1.4 Considerações finais sobre a Nova Economia Urbana

Lucas & Rossi-Hansberg (2002) desenvolvem um modelo espacial de uma cidade na qual um bem simples é produzido usando terra e trabalho, as pessoas consomem esse bem e terra para habitação. Supõe-se que a produção ocorre dentro da cidade, mas não necessariamente no centro (*CDB*), devido à existência de produção de externalidade: a produtividade em cada localização é maior quanto maior o emprego nas localizações vizinhas. Os trabalhadores têm preferências distintas entre as quantidades de bens e terra para moradia, conseqüentemente as densidades residenciais variam entre as áreas da cidade. Sob essas hipóteses, os autores desenvolvem e aplicam um algoritmo para determinar um equilíbrio que gera o mapa de uso da terra observado na Figura 2.8 abaixo.

Figura 2.8: Mapa da estrutura urbana



Fonte: Lucas & Rossi-Hansberg (2002)

Bassett & Short (1980) ressaltam duas características dos modelos da NEU que merecem atenção. A primeira é a ênfase explícita sobre a estrutura de demanda de habitação, enquanto que a análise da oferta habitacional está praticamente ausente na literatura neoclássica. Uma das exceções seria o trabalho de Muth (1969), que incorpora a produção de habitações e uma análise do comportamento do produtor, no modelo neoclássico. No argumento de Muth o declínio dos valores da terra conforme nos afastamos do centro da cidade é o motivo pelo qual os construtores usam mais terra em relação a outros fatores de produção. Esse seria também o motivo para o declínio da densidade populacional conforme a distância do centro aumenta. Segundo, a renda (aluguel) é tratada como um fenômeno asocial através de um sistema alocativo racional que aloca as terras de acordo com as maiores ofertas pelas mesmas. A terra é alocada para a família com uma maior função oferta de aluguel, que é o conjunto de rendas da terra que uma família está

desejosa de pagar para manter um nível constante de utilidade. Cabe ressaltar que renda no modelo neoclássico é basicamente uma função de acessibilidade.

No trabalho de Mills (1967) os trabalhadores competem entre si por habitações próximas a seus locais de trabalho (no centro da cidade). Esse modelo, assim como aqueles que o sucederam, conduz a gradientes de preços da terra e, assim sendo, pode-se formar um mapa da cidade. Tal mapa designaria uma área para atividades produtivas e comerciais e outras para uso residencial. Portanto, o artigo clássico de Mills supõe um distrito central de negócios circundado por anéis de residências. A competição entre firmas e famílias por terras nesses modelos é praticamente ignorada<sup>8</sup>.

As críticas ao modelo neoclássico de *trade-offs* são abundantes. Hipóteses restritivas como uma cidade monocêntrica, competição perfeita e liberdade de escolha são freqüentemente criticadas. Richardson (1971), por exemplo, sustenta que o custo da jornada para o trabalho não é um determinante primário na escolha residencial; ele seria de importância secundária para muitos grupos de renda cuja escolha residencial sofre restrições no momento de conseguir um financiamento.

A segunda direção que a Nova Geografia Econômica tomou foi a de incorporar a importância das amenidades locais sobre as suas escolhas habitacionais. Há uma ampla literatura discutindo tais aspectos, entre as quais poderíamos mencionar Nelson (1978), Diamond (1980), Henderson (1982), Cheshire & Sheppard (1995, 1998), Hardman & Yoannides (2004).

## 2.2 A Ecologia Urbana

Durante os anos de 1920, Robert Park e Ernest Burgess desenvolveram um programa distinto de pesquisa urbana no departamento de sociologia da Universidade de Chicago. Por essa base em Chicago, cunhou-se o termo “Escola de Chicago” para designar tal corrente do pensamento sociológico. Em inúmeros projetos e pesquisas focados na cidade de Chicago, Park e Burgess elaboraram uma teoria de ecologia urbana que propôs

---

<sup>8</sup> Normalmente a estrutura interna da cidade é supostamente dada em vez de derivada de princípios econômicos.



que as cidades eram ambientes como aqueles encontrados na natureza, governados por muitas das forças evolutivas Darwinianas que afetam os ecossistemas. A mais importante destas é a competição. Assim, Park e Burgess sugeriram que a briga por recursos urbanos escassos, especialmente terra, conduziria a competição entre grupos e, conseqüentemente, a divisão do espaço urbano em distintos nichos ecológicos ou “áreas naturais” nas quais as pessoas compartilham características sociais similares devido ao fato de serem submetidas às mesmas pressões ecológicas. A competição por terras e recursos finalmente conduziriam a diferenciação do espaço urbano em zonas, onde as áreas mais desejáveis envolveriam rendas da terra maiores. Conforme as pessoas e homens de negócios se tornassem mais prósperos esses se moveriam para fora do centro da cidade, em um processo que Park e Burgess chamaram de sucessão<sup>9</sup>. Esse modelo, conhecido como teoria das zonas concêntricas foi primeiramente publicado em Park *et al* (1925), e predizia que as cidades teriam a forma de cinco anéis concêntricos com áreas de deterioração física e social concentradas próximas ao centro da cidade e as áreas mais prósperas seriam localizadas nos limites da cidade.

Park (1936) delinea a posição teórica da escola de Chicago. O autor argumenta que a sociedade humana é organizada em dois níveis; o biótico e o cultural. É no nível biótico que os processos ecológicos universais de competição, dominância e invasão-sucessão ocorrem. São essas forças impessoais que relacionariam o homem como espécie ao invés do homem como repositório de crenças e valores. Assim, o nível biótico seria a origem das formas de organização espacial, produzidas pela força “darwinista social de competição”. O nível cultural da sociedade é visto como uma superestrutura sobre esse nível biótico, e embora Park tenha reconhecido que esta possa restringir a competição, a competição por espaço e a ordem espacial resultante são primordialmente um produto da ordem ecológica. A dimensão cultural, “que para muitos também era um espaço diferenciador, decorria da presunção de que os seres humanos são animais comunicadores” (GOTTDIENER, 1997, p. 38). Através de tais interações as coletividades poderiam chegar a consensos sobre a conduta pessoal, chamados ordens morais. A ordem moral se constituía de sentimentos

---

<sup>9</sup> Segundo Gottdiener (1997) esse termo foi emprestado da ecologia.

comuns que evoluíam no correr do tempo, mas que eram específicos do local. Essas ordens morais se constituem no nível cultural.

Para Gottdiener (1997), na sociologia urbana de Park a dimensão cultural se amalgamava a uma base biótica. Na prática, contudo, a ecologia urbana passou a depender cada vez mais dos aspectos sociobiogênicos<sup>10</sup> da interação humana enquanto modo de expliação e teoria. Desse modo, a ecologia urbana colocou os fatores econômicos na base da organização espacial. Para Gottdiener (*ibidem*, p. 39):

Na decisão de Park, todavia, estava implícita a crença de que, separando os valores culturais ou “não-rationais” que, segundo se sabe, variam amplamente através das comunidades do mundo, bem como dentro de cada cidade, poder-se-ia isolar os aspectos mais universais do comportamento humano que atuam na competição econômica e na seleção natural.

A pesquisa de Park e Burgess pode ser considerada um importante exemplo de generalização indutiva aplicada à análise regional. A hipótese de Burgess é que as zonas de uso da terra urbana preservam certa seqüência, mas conforme a cidade cresce, cada zona vai se propagando, para fora, sobre a outra, sucessivamente. Assim, entre duas zonas criam-se zonas de transição e sucessão de uso da terra.

Em essência, Burgess estava preocupado em articular uma explicação da mudança dos padrões de uso da terra, relacionando especialmente essa mudança na diferenciação interna da cidade ao processo de crescimento urbano. Na construção teórica de Burgess, era essencial a noção de centralidade – isto é, o centro da cidade, por força dessa posição e como resultado de um processo histórico de aglomeração, dominava a competição espacial em torno dele. À medida que a população da cidade aumentava a competição e a divisão do trabalho cada vez mais especializada disparariam dois processos ecológicos adicionais, chamados centralização e descentralização, que eram uma versão funcional do ciclo invasão-sucessão.

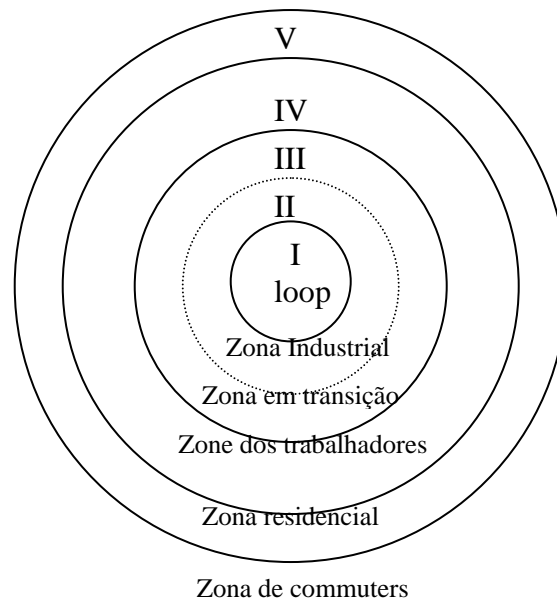
---

<sup>10</sup> A definição de sociobiogênico está ligada a analogia biológica da competição inserida no meio social através da busca por espaço.

Segundo Burgess, a cidade crescia por um processo dual de aglomeração central e descentralização comercial, à medida que surgiam novos negócios tanto em áreas marginais quanto no distrito comercial central, a fim de satisfazer as necessidades das atividades funcionalmente diferenciadas em toda a região em expansão. Portanto, a cidade crescia para fora, pois as funções que perdiam na competição da cidade central eram realocizadas em áreas periféricas.

Bassett & Short (1980) argumentam que os antecedentes de tal modelo podem ser encontrados no trabalho de Hurd (1903) para o qual os padrões de crescimento urbano são moldados pela operação de dois processos, crescimento central e crescimento axial. O modelo de crescimento urbano de Burgess se centra no primeiro dos dois processos, onde uma zona de transição, assim como as sucessivas zonas, circunda o distrito central de negócios (*CBD*) e a área das fábricas (Figura 2.9). A zona de transição, uma área de habitações antigas, é invadida com o crescimento dos negócios e da produção industrial. Na zona III, os trabalhadores procuram escapar da deterioração das condições da zona de transição, mas também procuram se estabelecer nas proximidades de seus locais de trabalho no centro da cidade. Na zona residencial IV se encontram as habitações das famílias de alta classe. Mais além se encontra a zona de *commute*, zona V, que é a área suburbana de habitações familiares.

Figura 2.9: O modelo de Burgess



Fonte: Bassett & Short (1980)

Uma das mais importantes generalizações introduzidas pelo modelo de Burgess se refere a preferências de localização residencial. No seu esquema, como dito anteriormente, pessoas ricas optam por viver distante do centro da cidade. Esse padrão foi e é característico de muitas cidades no mundo. Entretanto, a análise dos comportamentos de localização residencial nos revela que esse padrão nem sempre é universal. As características das preferências individuais referentes aos movimentos pendulares (*commute*) diários em direção ao trabalho podem ser determinantes nas escolhas locais, o que levaria a formação de grupos de renda heterogêneos. Não obstante, o conceito de sucessão do uso da terra e a transição de vizinhanças de um grupo de renda para outro tem descrito, com relativo sucesso, os padrões espaciais das áreas metropolitanas.

O modelo de Burgess incorpora os preceitos da ecologia urbana e características específicas da cidade de Chicago no primeiro quarto do século XX. O *Loop*, o termo dado ao *CDB* de Chicago, é o elemento dominante na comunidade metropolitana. Conforme o

*CDB* se expande, a aérea que abrange as zonas vão sendo “empurradas” para fora. Nas áreas residenciais a competição por espaço é refletida no processo de invasão e sucessão. Quando imigrantes entram na cidade<sup>11</sup>, eles têm recursos apenas para aluguéis baratos em acomodações na zona de transição. Com a expansão do *CDB* o estoque de habitações é reduzido e a população é forçada para fora, invadindo outras áreas residenciais e eventualmente sucedendo as populações prévias.

A teoria das zonas concêntricas proporcionou um dos primeiros modelos para explicar a organização espacial de áreas urbanas. Como eram sociólogos, Park e Burgess, ao longo dos seus estudos, usaram a teoria das zonas concêntricas extensivamente para explicar a existência de problemas sociais, tal como desemprego e crimes, em determinados distritos de Chicago. Tal programa de pesquisa também envolvia o uso extensivo de mapeamento para revelar a distribuição espacial de problemas sociais e permitir a comparação entre áreas. Burgess esteve particularmente interessado em mapas e os usou extensivamente, exigindo que os estudantes em todos os seus seminários adquirissem proficiência em técnicas básicas de elaboração de mapas. Burgess e seus estudantes enumeraram a cidade de Chicago por dados que poderiam ser usados por mapas, recolhendo informações de agências e fazendo uso mais extensivo de dados, como o censo por exemplo, do que qualquer outro cientista social do seu tempo (Bulmer, 1984).

Uma extensão do modelo de círculos concêntricos foi proposto por Hoyt (1939). Se Burgess se concentrou no primeiro dos dois processos identificados por Hurd, Hoyt se concentrou no segundo, o de crescimento axial. Em um trabalho baseado no exame de 25 cidades, Hoyt criticou o modelo concêntrico e sugeriu um padrão setorial para as áreas residenciais. Os modelos de Hoyt e Burgess podem ser considerados complementares. Hoyt mostrou que dentro dos setores há uma zona secundária na qual o *status* da família e da renda aumentam em direção as regiões periféricas dos mesmos. Ambos os modelos, a

---

<sup>11</sup> O modelo de Burgess repousa sobre a experiência da cidade de Chicago no primeiro quarto do século XX, quando a cidade enfrentava sucessivas ondas de imigração. “*The vast majority of these migrants were poor and were only able to gain a foothold in the housing market by renting the cheaper housing in inner city. Continued immigration on the one hand and the expansion of the CDB on the other resulted in some households in the zone of transition being forced outwards, thus creating a chain reaction with each preceding immigrant wave moving a little closer to the edge of the city. The steady march of sections of the population towards the suburbs was aided by rising real incomes which enabled households to buy or rent more expensive housing*” (Bassett & Short, 1980, p. 11)

seu modo, captam as diferentes faces do arranjo espacial das cidades norte americanas no primeiro quarto do século XX.

No período do pós-guerra, os modelos ecológicos articulados por Park e Burgess deram lugar a críticas que argumentavam que os mesmos eram exageradamente simplistas. A pesquisa dos processos “naturais” ou “orgânicos” foram criticados como sendo um conhecimento superficial que negligenciava tanto a dimensão social como a cultural da vida urbana, assim como o impacto político-econômico da industrialização sobre a geografia urbana. Essas críticas à teoria da urbanização proposta pela Escola de Chicago abordavam a relutância da mesma em reconhecer o importante papel que os valores culturais desempenhavam na determinação de decisões sobre localização e sua dependência da competição econômica como critério predominante de interação social. Como resposta à crítica culturista, a teoria da ecologia urbana foi reformulada por Amos Hawley. Hawley (1950) fez uma tentativa combinada de reter a essência do organismo biológico numa análise puramente sócio-estrutural do crescimento e desenvolvimento da cidade que fosse destituída de elementos culturistas. Ao mesmo tempo, Hawley se manteve fiel ao projeto original da Escola de Chicago, na medida em que propunha uma teoria do crescimento metropolitano que explicasse a forma urbana.

A abordagem de Hawley se preocupava em explicar a origem e desenvolvimento do espaço de assentamento da comunidade através da ação de forças biogênicas abstratas, internas à própria comunidade. Mas uma limitação dessa abordagem abstrata da organização espacial da comunidade é que ela deixou de explicar a forma espacial das cidades daquela época. Contudo, essa necessidade não foi preenchida dentro dos parâmetros do modelo da comunidade ecológica; foi atendida, em vez disso, por um retorno ao quadro de zonas concêntricas de Burgess. Com isso, não é por demais considerar o modelo de anéis concêntricos como uma das melhores formulações do ambiente urbano já elaboradas e ainda é aplicado a muitos estudos acerca dos processos urbanos.

### 2.3 Finanças Públicas Locais e a hipótese de Tiebout

As duas abordagens anteriores por mecanismos similares, mas com denominações bem distintas, acabavam por gerar uma estrutura urbana muito similar. Apesar da NEU abordar a importância dos atrativos materiais de cada região para atrair novos moradores, uma terceira abordagem tem como ênfase justamente a oferta de bens nas localidades. Assim, esse capítulo apresenta a Teoria das Finanças Públicas Locais que desenvolveu um amplo campo de pesquisa, apesar de pouco conhecido no Brasil, acerca da capitalização dos bens ofertados sobre o preço dos imóveis.

A preocupação, por parte dos economistas, acerca da estrutura, assim como das funções, do governo local provém do trabalho seminal de Charles Tiebout (1956), intitulado “*The pure theory of local expenditures*”. A motivação do artigo era propor uma solução parcial para o problema colocado por Samuelson (1954) da provisão eficiente de bens públicos. Sabendo que a produção e o consumo são geograficamente localizados, ele propôs uma solução que envolve um sistema de muitos governos locais no qual as famílias têm a liberdade de migrar para os lugares que possuem as melhores cestas de bens públicos, dadas suas preferências.

No argumento de Tiebout há uma diferença na provisão de bens públicos por um governo local e um governo central. Ao nível central, as preferências do consumidor-eleitor são dadas, e o governo tenta se ajustar ao padrão destas preferências; enquanto do nível local, os vários governos têm seus padrões de gastos e receitas mais ou menos fixados. Dados esses padrões, o consumidor-eleitor, como dito acima, move-se para a comunidade cujo governo local melhor satisfaz seu conjunto de preferências. Assim sendo, o que distingue o estudo do setor público local da Teoria Geral de Bens Públicos<sup>12</sup> é a possibilidade de migração entre as localidades.

Considere por um momento o caso de um determinado indivíduo, ou família, escolher entre se mudar ou não para o subúrbio. Quais variáveis influenciarão a sua escolha locacional? Se ele possui crianças, a existência de boas escolas (altos níveis locais de gastos

---

<sup>12</sup> Esta procura determinar quais são as preferências individuais por bens públicos, qual é o nível eficiente de provisão de tais bens, e analisar qual é o processo de provisão destes bens.

em escolas) naquela região será importante. Outra pessoa pode simplesmente preferir uma região com parques, ou uma região com muita segurança. A utilidade e a qualidade de tais bens e serviços públicos para o indivíduo entrarão no processo de tomada de decisão no que tange onde morar. Assim sendo, Tiebout (1956, p. 418) argumenta que o “*consumer-voter may be viewed as picking that community which best satisfies his preference pattern for public goods*”.

Tiebout sugere que pode ser de muita valia enxergar a provisão de bens públicos locais num sistema de numerosas jurisdições como sendo análogo a um mercado competitivo por bens privados. A competição entre as jurisdições ocasionará na produção de uma variedade de cestas de bens públicos, e os indivíduos revelarão suas preferências por esses bens movendo-se para as jurisdições. A idéia subjacente é que os indivíduos “votam com os seus pés”.

Na formulação do seu modelo, Tiebout formaliza, inicialmente, as seguintes hipóteses:

1. Indivíduos possuem mobilidade total e se deslocam para comunidade onde seus padrões de preferências são satisfeitos adequadamente;
2. Indivíduos possuem conhecimento perfeito das diferenças entre os padrões de ganhos e gasto, e reagem a essas diferenças;
3. Há um grande número de comunidades nas quais os indivíduos podem escolher para viver.
4. Restrições de oportunidades de emprego não são consideradas;
5. Os serviços públicos ofertados não exibem economias externas ou deseconomias entre as comunidades.
6. Para cada padrão do conjunto de serviços das comunidades, fixados por um administrador local que segue as preferências dos antigos residentes, há um tamanho de comunidade ótimo<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Este ótimo é definido em termos do número de residentes para os quais determinada cesta de serviços pode ser produzida a um custo médio mínimo. Além disso, supõe-se que algum fator, ou insumo, é fixo, pois é necessário para se determinar o número de comunidades. O fator pode ser, por exemplo, “*the limited land*”



7. Comunidades abaixo do tamanho ótimo procuram atrair novos residentes ao menor custo médio. Para uma população acima do ótimo acontece justamente o contrário. No nível ótimo procura-se deixar a população constante.

Como consequência dessas hipóteses, extremamente fortes, Tiebout sugere que o resultado de um processo no qual indivíduos selecionam jurisdições (comunidades) será ótimo no sentido de Pareto. Essa otimalidade<sup>14</sup> surge tanto do fato de bens públicos serem providos a um custo médio mínimo como do fato de que cada indivíduo residir em uma comunidade onde sua demanda é exatamente satisfeita.

A última hipótese nos diz que cidades já muito grandes tentam se “livrar” de seus residentes, o que é um tanto difícil de imaginar, pois nenhum prefeito admitiria que a sua cidade está grande demais<sup>15</sup>. No entanto, Tiebout (1956, p. 420) argumenta que “*every resident who moves to the suburbs to find better schools, more parks, and so forth, is reacting, in part, against the pattern the city has to offer*”. No caso de uma pequena comunidade, o tamanho ótimo e a tentativa de permanecer no mesmo são menos complicados de imaginar. Leis de zoneamento de propriedades, por exemplo, são tentativas de manter a população estável.

A hipótese de mobilidade (1) garante que indivíduos, descontentes com o padrão de sua comunidade, possam, simplesmente, se deslocar para aquelas que venham a satisfazer suas preferências. Esse ato de mover é crucial, pois ele substitui o teste usual de mercado, o

---

*area of suburban community, combined with a set of zoning laws against apartment buildings*” (Tiebout, 1956, p. 419)

<sup>14</sup> Rubinfeld (1987) ressalta a importância de se diferenciar otimalidade e eficiência, normalmente usados indistintamente, que em economia pública local tem dois significados distintos. O uso mais comum do termo se aplica à provisão de serviços públicos dentro de uma única jurisdição. Uma provisão ótima, que conduz a eficiência intrajurisdicional, é aquela que maximiza a oferta para todos os indivíduos dentro de uma jurisdição dado os custos e a intencionalidade de pagar por bens públicos. Otimalidade dentro de um sistema de jurisdições, que é eficiência interjurisdicional, se aplica a provisão de serviços públicos entre jurisdições quando migração é possível. Eficiência é alcançada quando existe um número de jurisdições resultantes na provisão de um nível de bens públicos que é suficiente para satisfazer as demandas individuais, e é produzido a um custo mínimo. A noção de eficiência interjurisdicional pode não ser muito importante na discussão sobre a oferta de bens públicos ao nível federal, mas é central na economia pública local.

<sup>15</sup> Poderíamos pensar, talvez, na situação de um administrador central que procura desenvolver projetos desconcentrados.

de comprar um bem desejado e revelar, com isso, suas preferências. Portanto, cada localidade tem um padrão de gastos e ganhos que refletem os desejos dos seus habitantes.

É importante mencionar que o modelo de Tiebout é do lado da demanda, dentro do qual indivíduos escolhem suas residências com base em suas preferências por bens públicos. O modelo de Samuelson (1954, p. 388) nos diz que “*each individual, in seeking as a competitive buyer to get to the highest level of indifference subject to given prices and tax, would be led as if by an invisible hand to the grand solution of the social maximum position*”. Assim como o consumidor pode ser visto como movendo-se a um mercado para comprar seus bens, com seus preços fixados, ele pode ser visto, no modelo de Tiebout, como caminhando para uma comunidade onde os preços (impostos) e serviços são fixados. Com isso, o consumidor acaba se deslocando para o mercado nos dois modelos. Em uma economia espacial, não há como o consumidor evitar revelar suas preferências, pois “*spatial mobility provides the local public-goods counterpart to the private market’s shopping trip*” (Tiebout, 1956, p. 422).

Apesar de sua engenhosidade, o artigo de Tiebout nos diz muito pouco sobre o lado da oferta, mais especificamente, nada sobre a tecnologia empregada na produção de bens públicos. Fala apenas que as curvas de custo médio dos bens públicos são em formato de U como função do tamanho da população, e supõe-se que todas as comunidades ofertam serviços no ponto de custo médio mínimo.

## 2.4 Evidências empíricas da Jornada ao trabalho e escolhas residenciais

Lee *et al* (1994) e Bolan (1997) criticam diversas pesquisas sobre localização e mobilidade residenciais por concentrarem suas atenções nas carências de moradia específicas de cada estágio do ciclo de vida, enfatizando “tipos” de pessoas, e ignorando aspectos contextuais do local dessa moradia, dentre as quais destacam-se: a qualidade física, o *status* sócio-econômico do ambiente, amenidades diversas e apego à vizinhança. Por exemplo, quando uma família entra no estágio da vida correspondente à criação de filhos, os aspectos de vizinhança e da unidade de moradia normalmente são julgados por novos padrões, considerados desejáveis.

Segundo Cadwallader (1992), a mobilidade residencial urbana pode ser interpretada como sendo um fenômeno do mercado residencial, com as famílias mudando o seu estoque de moradias, à medida que experimentam mudanças, tanto no *status* familiar, quanto no *status* socioeconômico. Assim, a decisão de mudar de residência é uma função do nível de satisfação que se espera atingir em outros locais, dada que as preferências das famílias foram “mudadas”.

O tipo de pessoas, em termos de *status* socioeconômico, raça e outros valores, morando na vizinhança da residência de uma família fornece uma medida da importância relativa do meio social. Como a família se enxerga em relação àquele ambiente pode ser tão significativo para a tomada de decisão quanto à mudança de endereço residencial. Conforme foi sugerido por Simmons (1968), a mobilidade residencial torna-se, às vezes, a expressão espacial da mobilidade social. O influxo de uma diferente classe socioeconômica para uma vizinhança pode ser particularmente decisivo na indução dos antigos moradores a se mudarem.

Alguns estudos rejeitam a localização do emprego como sendo uma variável importante na decisão de mudar de residência (Simmons, 1968), mas algumas evidências indicam que a duração da viagem para o trabalho constitui um fator significativo na localização de grupos familiares como se observa nos trabalhos de Clark & Burt (1980), Madden (1981), Magalhães & D’Ávila (1996), Bem-Akiva & Bowman (1998), Magalhães (2002).

Ben-Akiva & Bowman (1998) argumentam que uma família, geralmente, considera a acessibilidade de cada um dos seus membros, quando da escolha do local da residência, em uma certa hierarquia de prioridades. Por exemplo, a acessibilidade para o chefe do domicílio pode ter um maior peso do que aquela proporcionada aos demais membros da família.

Modelos multiníveis são utilizados por Magalhães (2002), que procura investigar a importância relativa de características socioeconômicas e demográficas de domicílios, bem como de aspectos ambientais e de vizinhança, sobre os processos de mobilidade e de localização residencial em áreas urbanas. Para tanto, ele utilizou dados da Pesquisa

Domiciliar de Origem Destino da Região Metropolitana de Belo Horizonte desenvolvida em 1992 pela NUCLETRANS, em convênio com a TRANSMETRO e o extinto órgão de planejamento PLAMBEL. Em seu estudo, Magalhães utiliza um modelo de regressão logística multinível para verificar como os fatores domiciliares e contextuais afetam a probabilidade da moradia estar próxima do local de trabalho (tempo de *commuting* inferior a 20 minutos). Entre os seus resultados temos que se o trabalhador é cônjuge, que normalmente é mulher, a probabilidade desse trabalhar próximo ao domicílio aumenta em 60 %. A proximidade do local de emprego também é característica dos detentores de maiores renda, independente do sexo, o que nos remete a idéia do modelo de tempo-estendido de que conforme aumenta o poder aquisitivo do indivíduo mais valorizado é o tempo.

A mesma abordagem também é utilizada por Bottai *et al* (2006) para modelar a distância coberta e o número de viagens diárias focando nos efeitos do sexo e da idade dos residentes da cidade de Pisa na Itália. Eles utilizaram um modelo hierárquico de 3 níveis para captar a influência da correlação intra-familiar e intra-regional sobre o comportamento de mobilidade individual. O estudo não abordou o propósito da viagem, assim variável resposta é a distância percorrida dos deslocamentos por qualquer motivo. Dentre os principais resultados temos que as características domiciliares explicam 36 % da variância do tempo de *commuting* e as características da região apenas 6 % da variância. Outro resultado importante é referente à diferença por sexo, pois as distâncias percorridas pelas mulheres são, na média, 46 % menores.

A diferença entre sexos, no deslocamento diário, encontrada por Bottai *et al* (2006) corrobora, em parte, os argumentos de Madden (1981). Segundo esse autor, as mulheres procuram empregos perto de suas residências por dois motivos: 1) menores taxas salariais e horas trabalhadas diminuem a taxa de retorno da *commuting* e; 2) as responsabilidades domésticas aumentam o custo de longos deslocamentos. Entretanto, conforme a taxa salarial e as horas trabalhadas aumentam, o diferencial entre os sexos no tempo de *commuting* diminui. Em outras palavras, com a igualdade salarial e de horas trabalhadas as mulheres passam a se deslocar para trabalhar a distâncias tão grandes quanto à dos homens.

## CAPÍTULO 3

### 3. DADOS E METODOLOGIA

A idéia de que os indivíduos interagem com os contextos sociais em que estão inseridos procura elucidar que os mesmos são influenciados pelos grupos aos quais eles pertencem. As propriedades desses grupos, por outro lado, são influenciadas pelos indivíduos que os compõem. Os indivíduos e os grupos podem ser entendidos como unidades pertencentes a alguma estrutura hierárquica. Em tais sistemas poderíamos observar diferentes níveis hierárquicos, onde as variáveis individuais e de grupos seriam definidas em níveis distintos (indivíduos em um primeiro, e mais baixo, nível hierárquico e os grupos em níveis superiores).

Ao nos depararmos com dados apresentando uma certa estrutura hierárquica, podemos notar que as observações pertencentes ao mesmo grupo são, geralmente, mais similares do que aquelas pertencentes a outros grupos, o que viola a hipótese de independência entre as observações. Outro problema corriqueiro com dados aninhados é de heterocedasticidade, pois o termo de erro costuma estar ligado às variáveis explicativas, enquanto que os modelos usuais de regressão múltipla supõem homocedasticidade. Quando estas hipóteses são violadas, a regressão de mínimos quadrados ordinários (MQO) pode se tornar inapropriada. Assim, mediante tais peculiaridades de dados hierarquizados, faz-se necessário o uso de uma abordagem alternativa. Um tipo de metodologia que procura captar as relações entre as variáveis de nível individual e as variáveis pertencentes a determinados grupos é a chamada abordagem multinível, hierárquica ou de coeficientes aleatórios. O nome de coeficientes aleatórios se deve ao fato de que o intercepto e os coeficientes de inclinação variam entre as famílias e regiões, que são, respectivamente, os grupos de segundo e terceiro níveis.

A investigação sobre os determinantes da localização e da mobilidade residenciais urbanas, à luz das principais abordagens teóricas, envolve, claramente, alguns níveis hierárquicos de análise. A princípio, poderíamos definir, pelo menos, 3 níveis: o primeiro, relativo as características individuais, tais como: idade, sexo, condição domiciliar e forma

de deslocamento; o segundo, relativo a características inerentes aos domicílios, envolvendo, dentre outros aspectos: renda, composição do domicílio, condição de moradia; e o terceiro, relativo às características ambientais da região urbana onde se localiza o domicílio, tais como: características da vizinhança, acessibilidade a serviços e comércio, etc.

Antes de apresentarmos o desenvolvimento da abordagem multinível, as duas próximas seções fazem uma descrição da base de dados utilizada no presente trabalho assim como, a partir dos mesmos, uma análise exploratória da dinâmica espacial da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

### 3.1. Base de dados e o desenho amostral

O presente trabalho utilizou os dados referentes da Pesquisa Origem Destino (OD) realizada pela Fundação João Pinheiro em 2001. As diretrizes básicas que nortearam esta pesquisa foram:

Compreender o processo de mobilidade intra-urbana na região metropolitana (mudança de domicílio/ migração interna), as estruturas de uso do solo, mercado do solo urbano, as correntes migratórias externas e o crescimento demográfico metropolitano: Delinear o quadro sócio-econômico dos habitantes da RMBH, tendo em vista, a relação estreita que essas variáveis mantêm com as demais (renda/ ocupação/ mudança; renda/ ocupação/ deslocamentos diários): Suprir de informações de padrões de deslocamentos da população (viagens) no espaço metropolitano, visando à estimativa de demandas futuras de transporte: Fornecer subsídios para estudos de informações demográficas (vegetativo e migratório) em diferentes níveis de agregação (setores censitários do IBGE) distritos e municípios com unidades político administrativas e zonas OD, desenvolvidas pelo PLAMBEL / Planejamento da região Metropolitana de Belo Horizonte, nas três pesquisas anteriores – 1972, 1981/1982 e 1991/1992 (FJP, 2004a , p. 1).

Mediante tais objetivos, foram entrevistados 121.296 moradores de domicílios particulares permanentes<sup>16</sup>, correspondendo a 2,68 % dos domicílios da RMBH. A Tabela

---

<sup>16</sup> Com exceção daqueles situados na zona rural.

3.1 abaixo sintetiza os dados da amostra da pesquisa OD comparando com os dados do IBGE.

Tabela 3.1. Amostragem da pesquisa OD domiciliar

<b>Município</b>	<b>População IBGE</b>	<b>Domicílios IBGE</b>	<b>TMF IBGE</b>	<b>Entrevistas OD</b>	<b>Domicílios OD</b>	<b>TMF OD</b>	<b>Amostra População</b>	<b>Amostra Domicílios</b>
<b>BH</b>	2.271.255	771.144	2,9	61.070	16.189	3,8	2,69%	2,10%
<b>Betim</b>	334.208	110.164	3,0	6.223	1.581	3,9	1,86%	1,44%
<b>Contagem</b>	554.193	176.593	3,1	12.070	3.017	4,0	2,18%	1,71%
<b>Demais Municípios</b>	1.358.193	446.627	3,0	41.933	10.629	3,9	3,09%	2,38%
<b>RMBH</b>	4.517.849	1.504.528	3,0	121.296	31.416	3,9	2,68%	2,09%

Obs.\_1: TMF – Tamanho Médio da Família.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Fonte: Relatório OD 2001 da Fundação João Pinheiro

A pesquisa OD elaborou um banco de dados cujos setores censitários do IBGE foram agregados em unidades espaciais caracterizadas por uma “semelhança urbanística dos assentamentos (residências, instituições, comércio, indústria) de densidade de ocupação, do ambiente declividade, área de convergência topográfica, barreiras físicas e rede viária de articulação interna e externa”<sup>17</sup> que apresentam uma certa homogeneidade. Desse modo, tais unidades especiais foram chamadas de áreas homogêneas (AH). Seguindo esse critério, foram determinadas 1003 áreas homogêneas. Entretanto, como nem todas as AHs caracterizam-se como aglomerações urbanas, ou de espaço residencial, foram excluídas as áreas que contavam com um número de domicílios inferior a 100. Assim sendo, a OD foi realizada em apenas 795 AHs. Em comparação com os setores censitários, no que tange ao número de domicílios, temos que:

Os setores censitários dos censos demográficos são unidades administrativas para coleta de informações, agregando em média entre 300 e 400 domicílios. Desse modo, uma área homogênea típica comporta entre 900 e 1600 domicílios. (FJP, 2004a, p. 4).

A pesquisa compreendeu quatro grandes etapas. A primeira etapa consistiu em uma pesquisa domiciliar, na qual foram entrevistados indivíduos em 31.416 domicílios, como observado na Tabela 3.1. Nestas entrevistas utilizaram-se quatro questionários: um abordando uma série de características dos domicílios e das famílias; um abordando

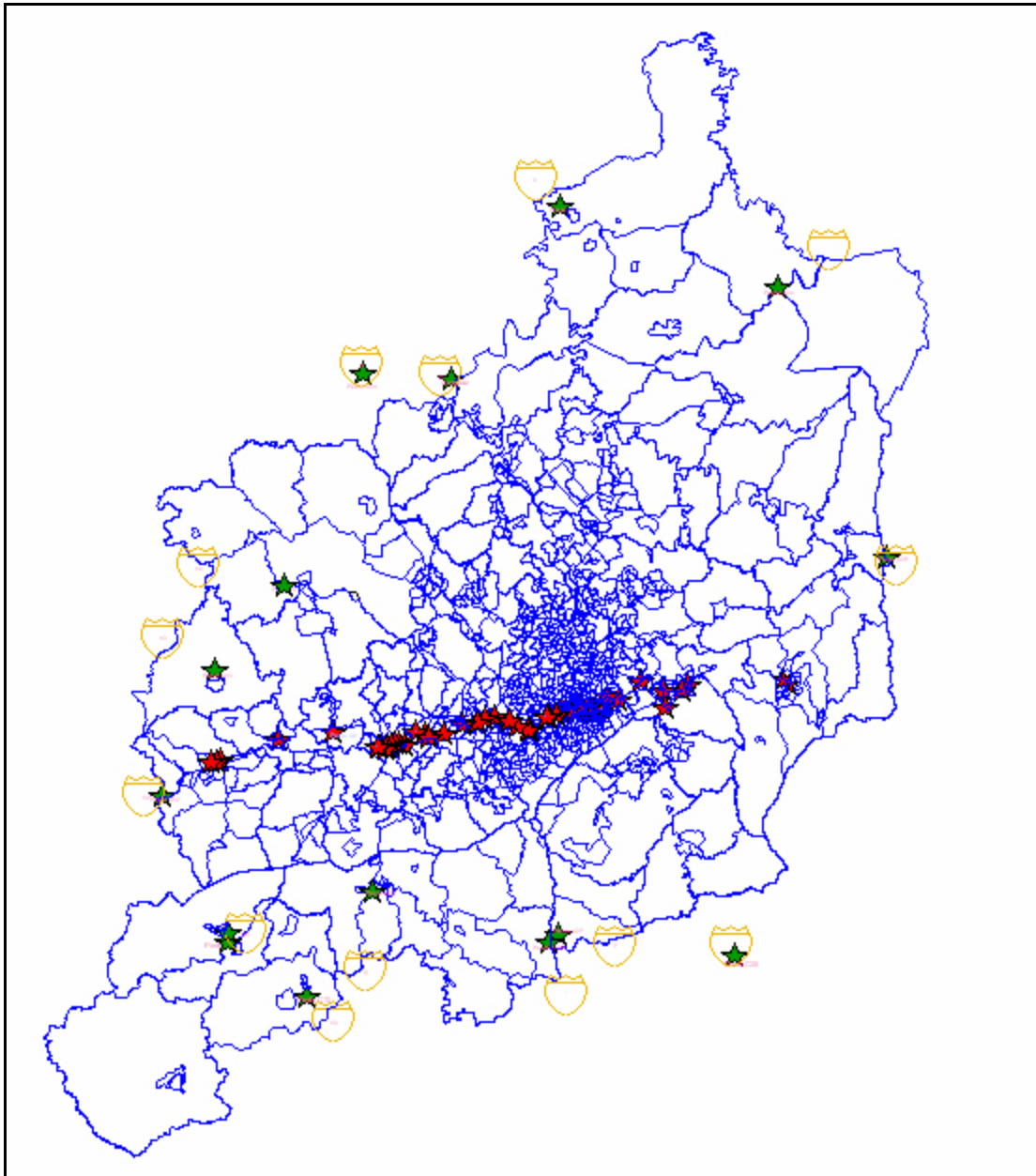
<sup>17</sup> Fundação João Pinheiro, 2004a, p.9.

aspectos sócio-econômicos dos indivíduos; outro contendo as viagens e deslocamentos realizados por todos os moradores no dia anterior e, por fim, um contendo as avaliações feitas pelos moradores sobre os meios de transporte; a acessibilidade ao sistema de ônibus; e o número de veículos no domicílio. Na segunda etapa as entrevistas foram realizadas na chamada “Linha de Contorno”, que se refere aos limites da RMBH, através de entrevistas dos ocupantes de veículos e contagem volumétrica de veículos em 14 postos de pesquisa situados nas principais rodovias, federais e estaduais, que dão acesso à região. O propósito desta etapa foi de quantificar os deslocamentos de fora para dentro da região. A terceira etapa da pesquisa foi realizada no Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro – TERGIP – e objetivou complementar as informações coletadas nos postos da pesquisa na Linha de Contorno, contemplando todos os ônibus externos a RMBH. Assim, procedeu-se a entrevista de uma amostra de passageiros de cada linha por horário de chegada ou de partida. Na última etapa, foi realizada a pesquisa da “Linha de Travessia”, que consiste na linha férrea que divide a RMBH. Nesta etapa foram realizadas contagens volumétricas de veículos e de ocupação de veículos através de postos de pesquisas localizados na travessia desta linha. Na Figura 3.1 podemos visualizar a RMBH dividida por AH’s, assim como os postos da Linha de Contorno, estrelas verdes, e os postos da Linha de Travessia, estrelas vermelhas.

A partir desse banco de dados, no tópico seguinte realiza-se uma análise exploratória do padrão de *commuting* da RMBH antes de aplicarmos uma metodologia de análise mais sofisticada.



Figura 3.1: Áreas Homogêneas da Região Metropolitana de Belo Horizonte

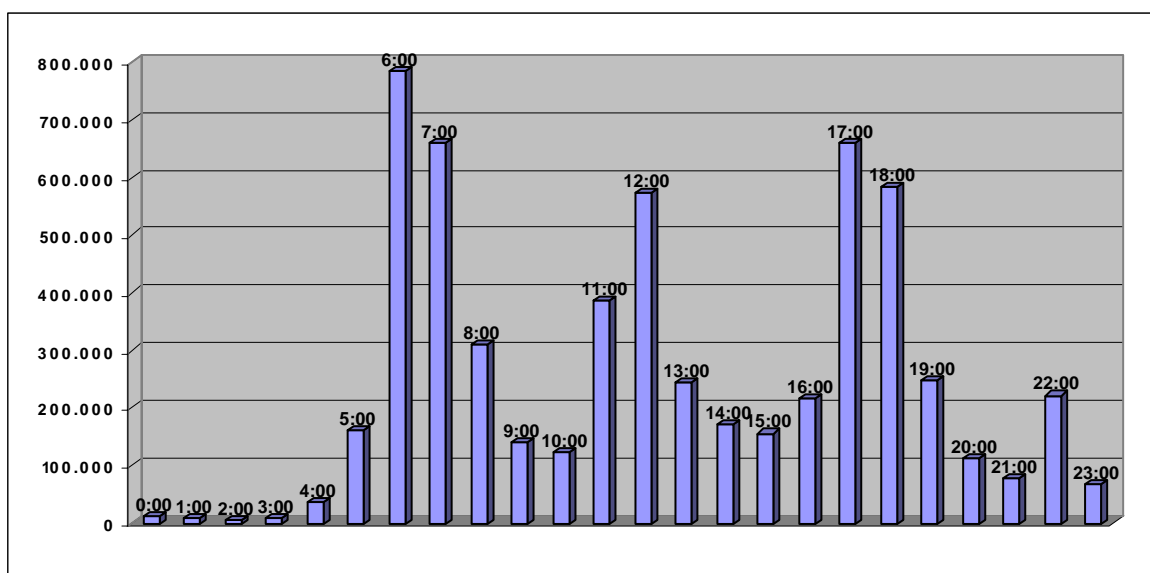


Fonte: Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

### 3.2. Análise exploratória dos movimentos pendulares da região metropolitana de Belo Horizonte

No Gráfico 3.1, vemos que grande parte dos deslocamentos diários se concentra nos horários que antecedem e sucedem ao expediente corriqueiro de trabalho. As Tabelas 3.1 e 3.2 e o Gráfico 3.2 apresentam a distribuição dos modos de deslocamento, nas quais vemos que o transporte público é crucial na questão do planejamento urbano já que esse responde por quase metade dos deslocamentos diários. Apesar da importância, apenas 40,79 % dos entrevistados estavam satisfeitos com o serviço de ônibus e 84,42 % dos entrevistados não estariam dispostos a pagar algum valor para a melhoria de tal serviço. Outro fato importante dos modos de deslocamento é a quantidade de indivíduos que fizeram as suas viagens a pé, que constitui mais de 30 % do público.

Gráfico 3.1: Distribuição Horária de Viagens – todos os modais - 2001



Fonte: Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Tabela 3.2: Divisão modal de deslocamentos de passageiros em um dia típico de 2001

<b>Divisão Modal – Deslocamentos por Passageiros</b>		
<b>Meio de Transporte</b>	<b>Passageiros / dia</b>	<b>%</b>
ônibus	3.022.177	42,4%
rodoviário	23.513	0,3%
metrô	84.161	1,2%
transporte especial	94.213	1,3%
transporte escolar	157.709	2,2%
perua	28.085	0,4%
auto	1.270.138	17,8%
táxi	32.347	0,5%
moto	63.324	0,9%
bicicleta	67.717	0,9%
caminhões	40.466	0,6%
a pé	2.233.972	31,3%
outros	10.530	0,1%
<b>total</b>	<b>7.128.352</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

A Tabela 3.3 confirma a importância do transporte público como importante instrumento de política urbana. Podemos ver que o transporte público corresponde a quase 65 % dos transportes motorizados, com uma importância maior para os ônibus, com 62,61 %.

Tabela 3.3: Divisão modal de deslocamentos de passageiros por modos motorizados em um dia típico de 2001

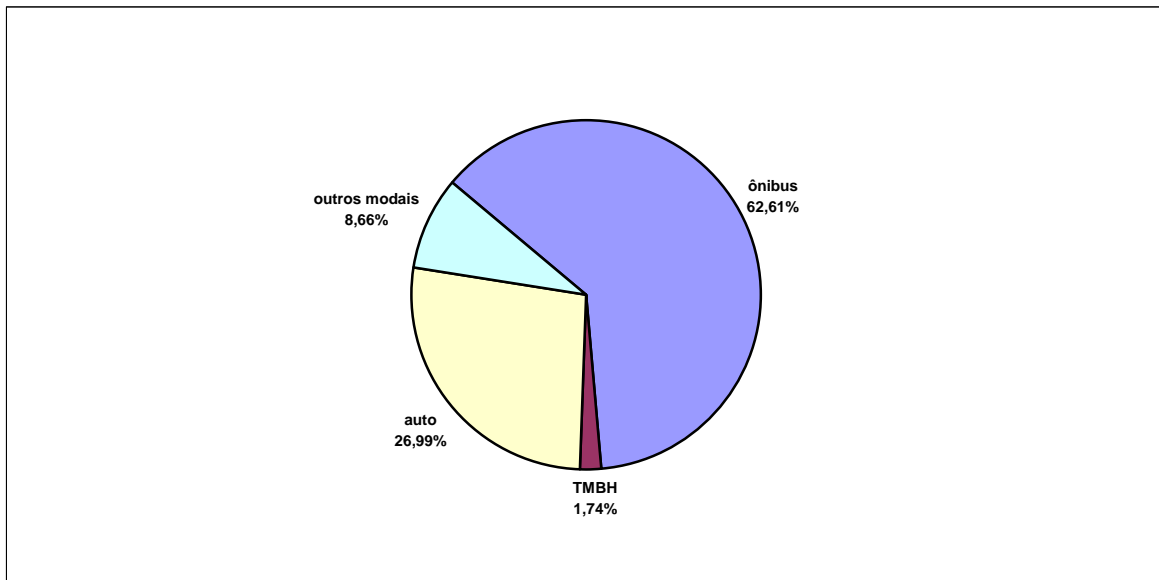
<b>Divisão Modal – Usuários por Modos Motorizados</b>		
<b>Modo de Transporte</b>	<b>Passageiros / dia</b>	<b>%</b>
ônibus	3.022.177	62,61%
metrô	84.161	1,74%
auto	1.302.485	26,99%
outros modais	417.839	8,66%
<b>total</b>	<b>4.826.662</b>	<b>100%</b>

Fonte: Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

**Obs.\_1:** auto - inclui condutor de automóvel, passageiro/carona, passageiro/táxi.

**Obs.\_2:** outros modais - inclui usuários de ônibus rodoviário, de transporte especial, de transporte escolar, de perua, de moto, de caminhões e outros

Gráfico 3.2: Divisão modal de deslocamentos de passageiros por modos motorizados em um dia típico de 2001



Fonte: Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Os Gráficos 3.3 a 3.14 apresentam uma série de aspectos importantes dos deslocamentos na RMBH. Apenas 38,47 % das famílias possuem automóvel, o que evidencia uma dependência alta da população em relação ao transporte público. Nos Gráficos 3.8 e 3.9 podemos observar que mais de 40 % dos indivíduos gastaram mais de 30 minutos para se deslocar ao trabalho usando transporte público. Para aqueles que usaram automóvel esse percentual foi de apenas 15 %. Em outro enfoque desta estatística, dos que utilizaram transporte público para ir ao trabalho, apenas 17 % fez o trajeto em menos de 15 minutos. Já entre aqueles que utilizaram automóvel esse percentual aumenta para 46 %. Os Gráficos 3.11 e 3.12 nos mostram que o padrão do tempo gasto em deslocamento ao trabalho para os indivíduos das famílias com renda de até 3 salários mínimos e o tempo gasto pelos membros de famílias com renda superior a 20 salários é aparentemente similar. Esse resultado seria divergente ao encontrado por Magalhães (2002), cuja modelagem econométrica apresenta um importante efeito renda no deslocamento para o trabalho. Entretanto, como famílias que utilizam carro conseguem percorrer uma distância maior para o trabalho em menos tempo, conseguindo assim uma maior flexibilidade em relação ao quesito acessibilidade ao local de trabalho, podemos inferir, a princípio, que as famílias de alta renda optam por residir em locais mais distantes do seu local de trabalho do que as

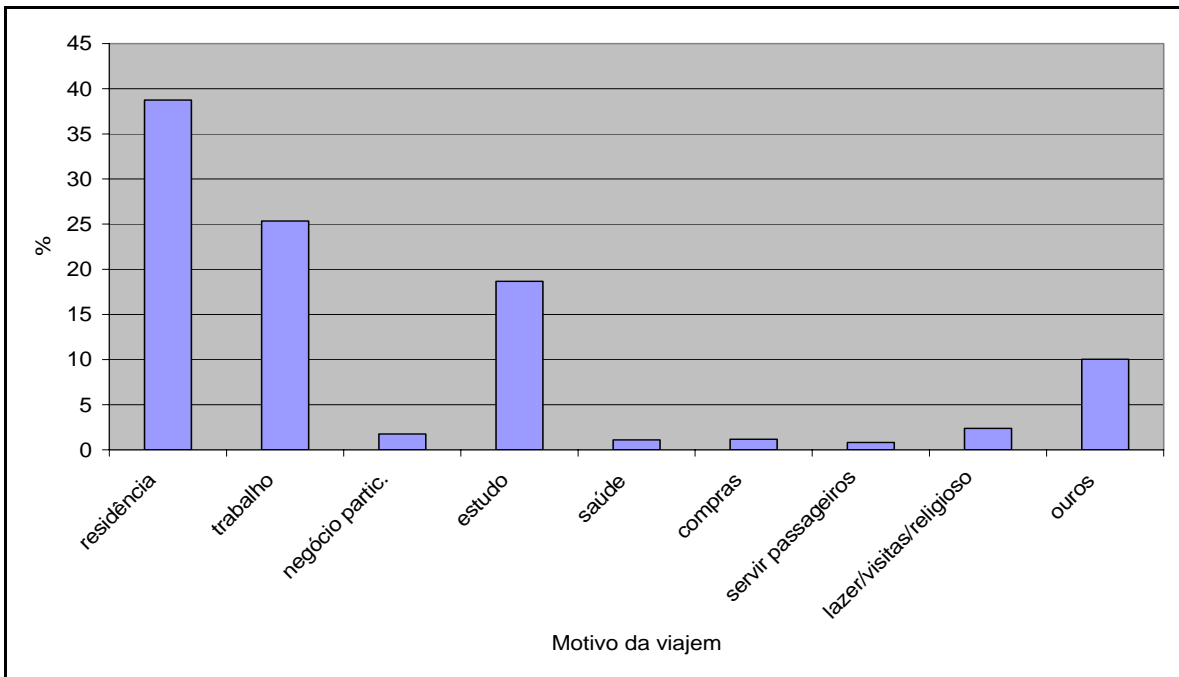
famílias de baixa renda. Um dos objetivos da modelagem econométrica, que será apresentada no próximo tópico, é o de proporcionar uma análise mais aprofundada. Preliminarmente, podemos adiantar que, apesar das vantagens da variável tempo de deslocamento, a falta de informação em relação à distância percorrida pode nos levar a resultados dúbios acerca do real deslocamento efetuado.

É comum, devido ao tamanho populacional, que grandes cidades, como Belo Horizonte, sejam caracterizadas por possuir uma população com uma diversidade de preferências em relação à localização muito grande. É isto que nos ajuda explicar porque a configuração populacional de tais cidades possui um padrão no qual há famílias de baixa e alta renda morando próximas ou distantes do centro<sup>18</sup>. Contudo, tal distribuição das famílias no espaço não é totalmente heterogênea, pois apresenta um padrão de segregação, observado na existência de bairros valorizados e desvalorizados situados lado a lado. Segundo Lee *et al.* (1994), uma das suposições mais difundidas nas ciências sociais é que as atitudes das pessoas são condicionadas pelas comunidades dentro das quais elas vivem. Portanto, pode haver uma maior similaridade nas decisões, relativas aos critérios de localização e de mobilidade residenciais, entre famílias residentes em uma mesma localidade, do que entre famílias residentes em campos distintos.

---

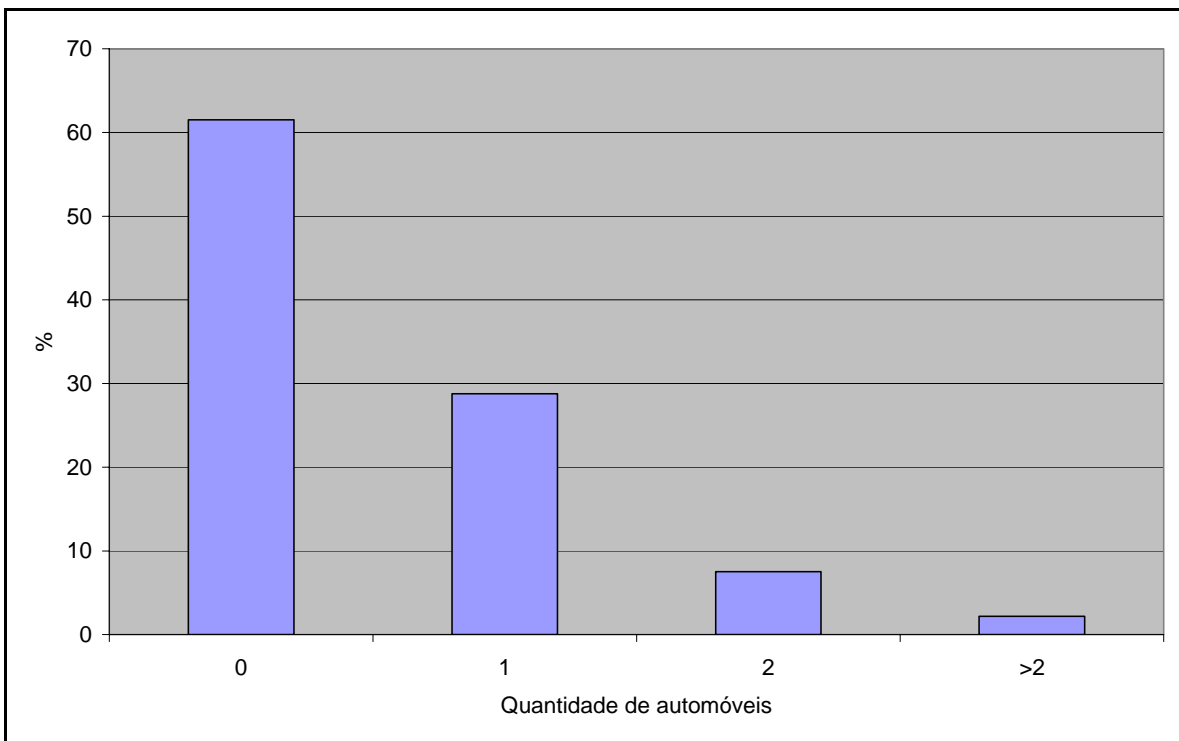
<sup>18</sup> Supondo que boa parte dos empregos se localizam na região central da cidade.

Gráfico 3.3: Distribuição das viagens na RMBH, segundo o motivo de destino



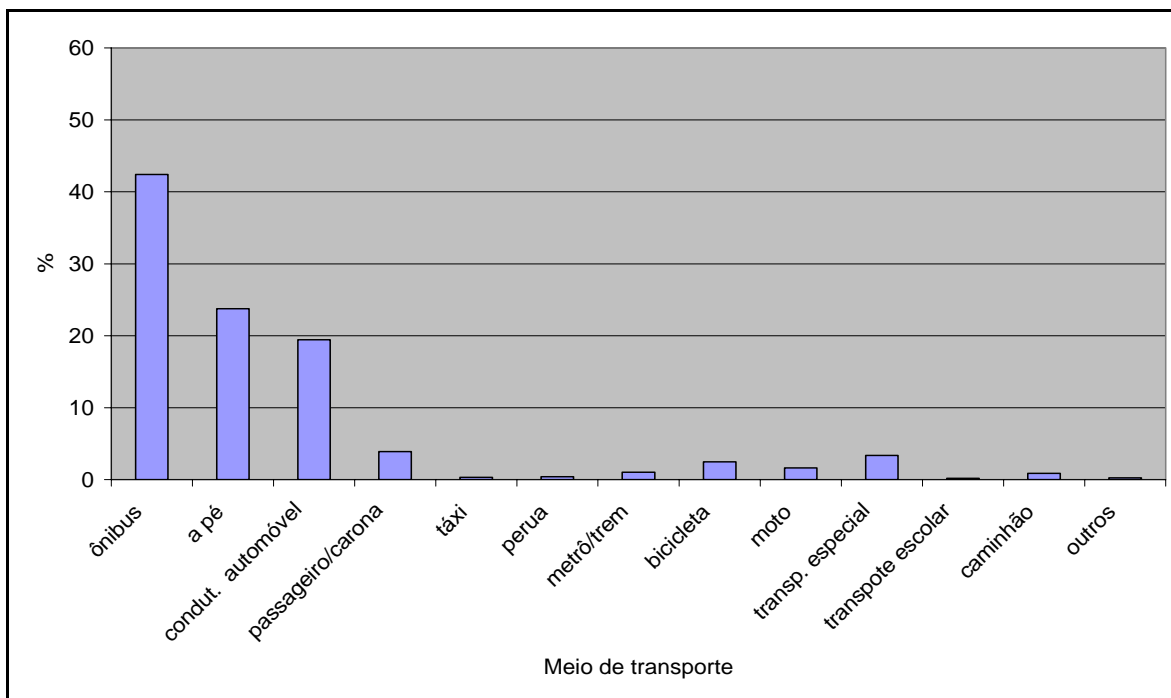
Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Gráfico 3.4: Distribuição de automóveis por domicílio na RMBH



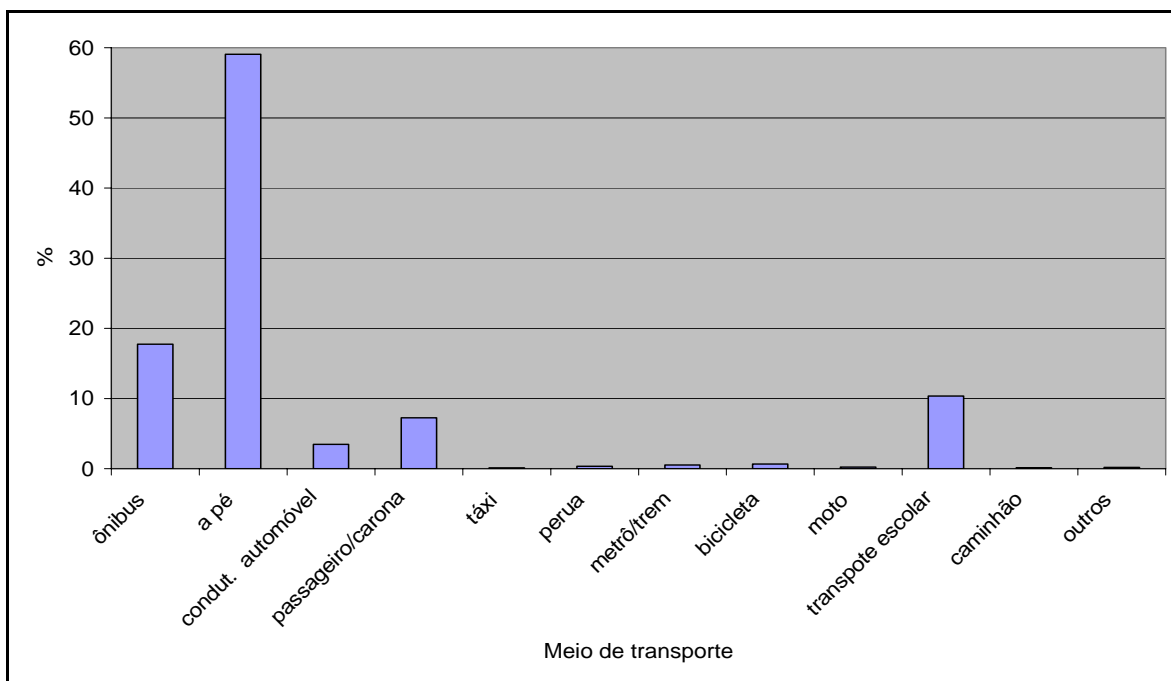
Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Gráfico 3.5: Distribuição das viagens na RMBH por motivo trabalho, segundo o meio de transporte



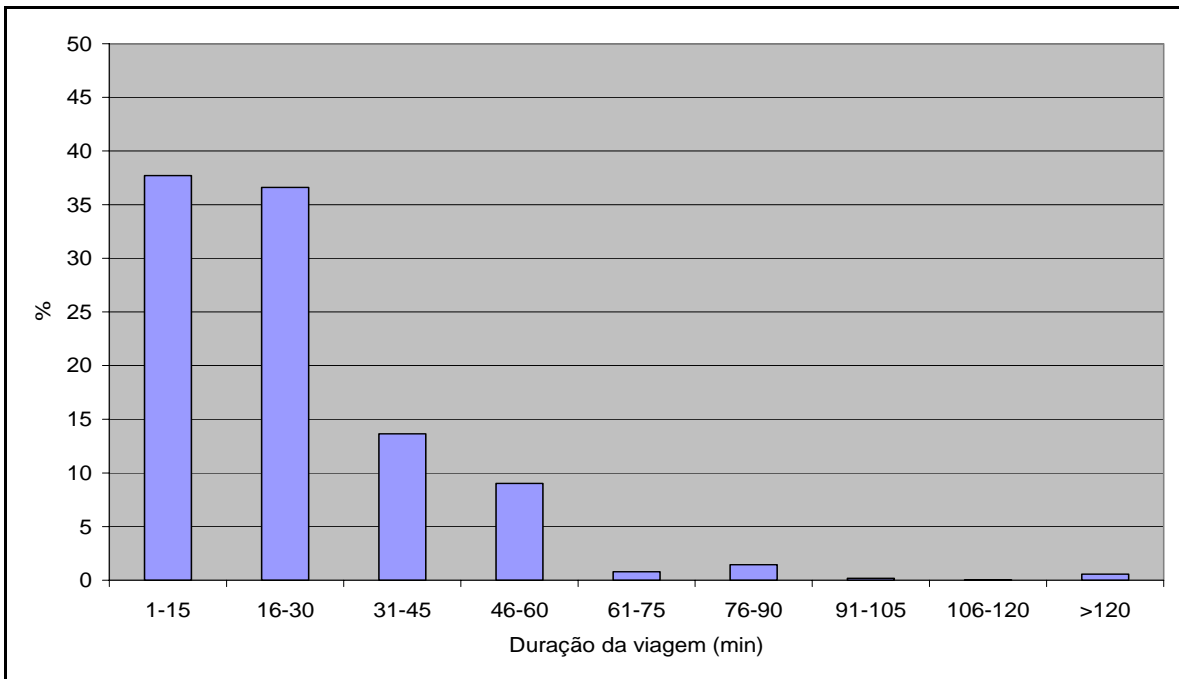
Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Gráfico 3.6: Distribuição das viagens na RMBH por motivo estudo, segundo o meio de transporte



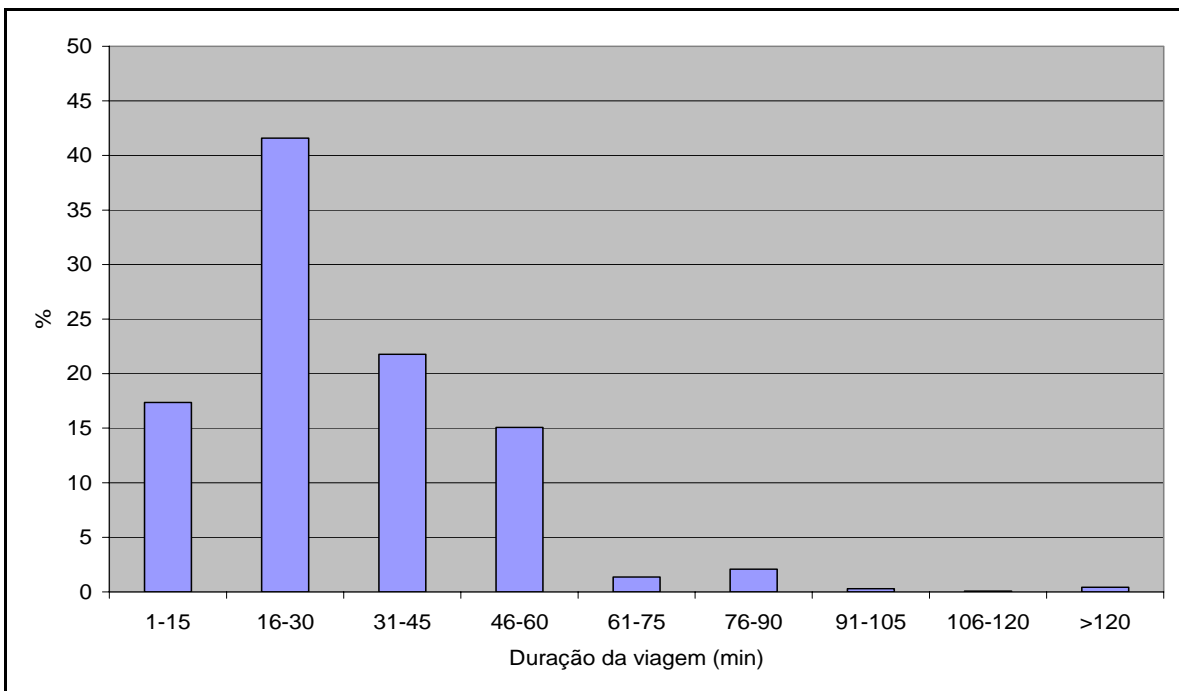
Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Gráfico 3.7: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho



Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Gráfico 3.8: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, usando transporte público

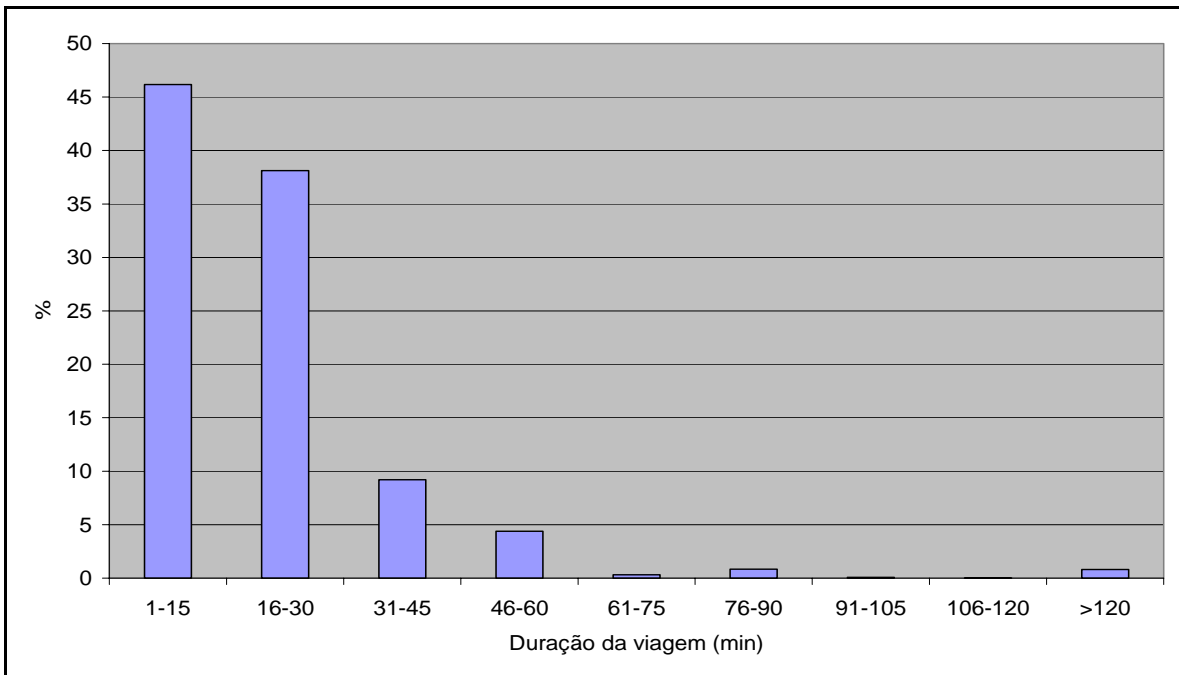


Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

**Obs:** Os transportes públicos considerados são: ônibus e metrô/trem



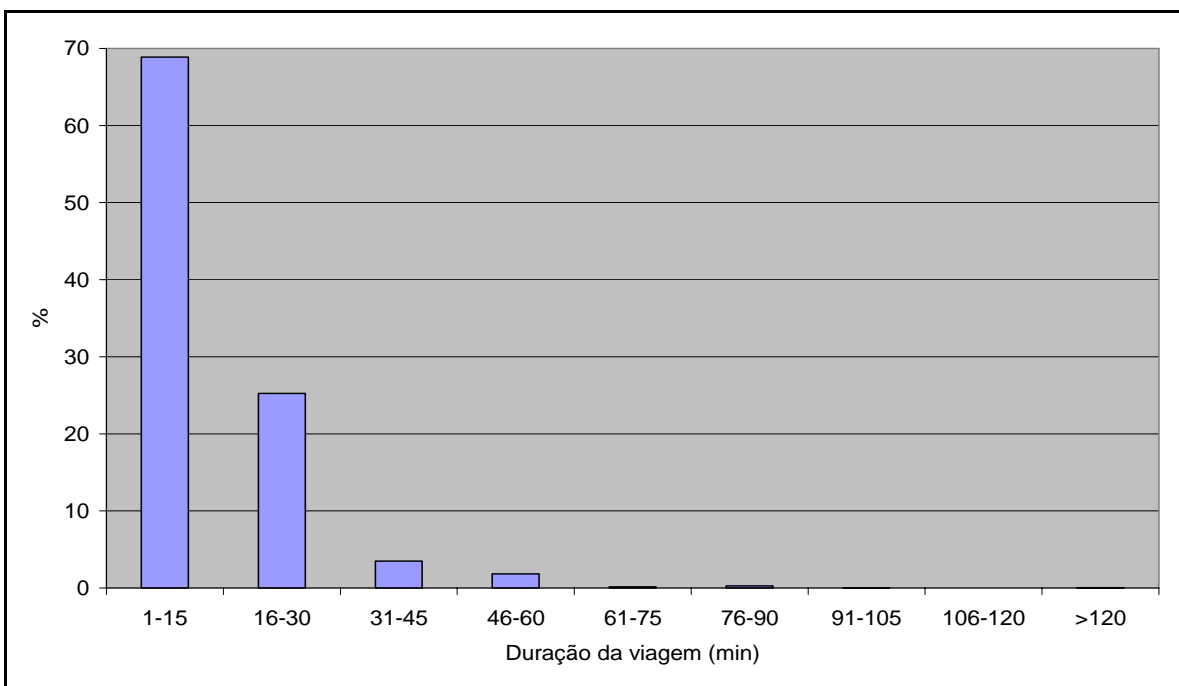
Gráfico 3.9: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, usando automóvel



Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

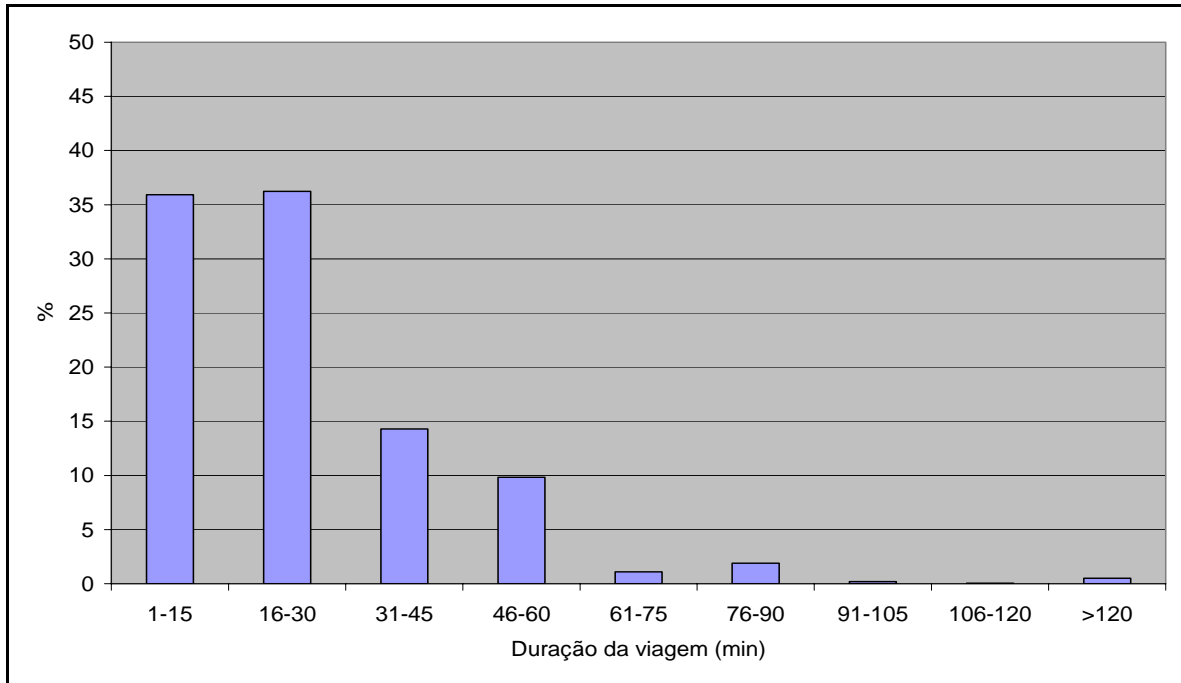
Obs: As categorias consideradas para usuários de automóvel são: condutor de automóvel, passageiro/carona, táxi, perua

Gráfico 3.10: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, fazendo o percurso a pé



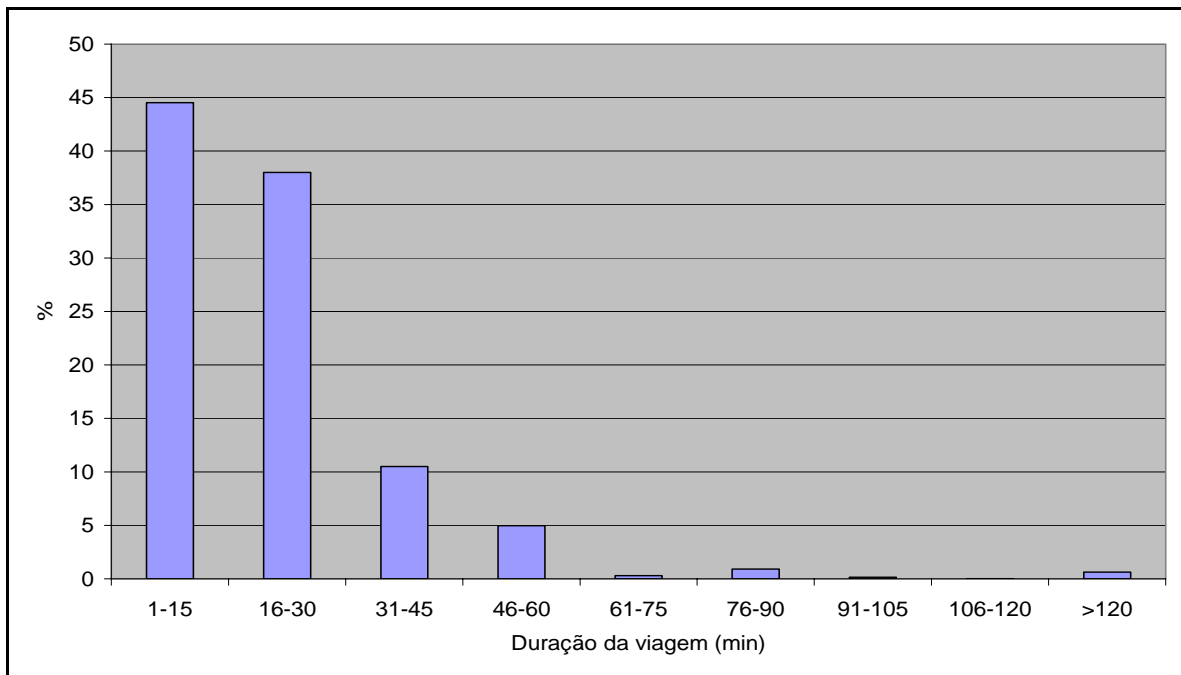
Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Gráfico 3.11: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, com famílias cuja renda é de até 3 salários mínimos



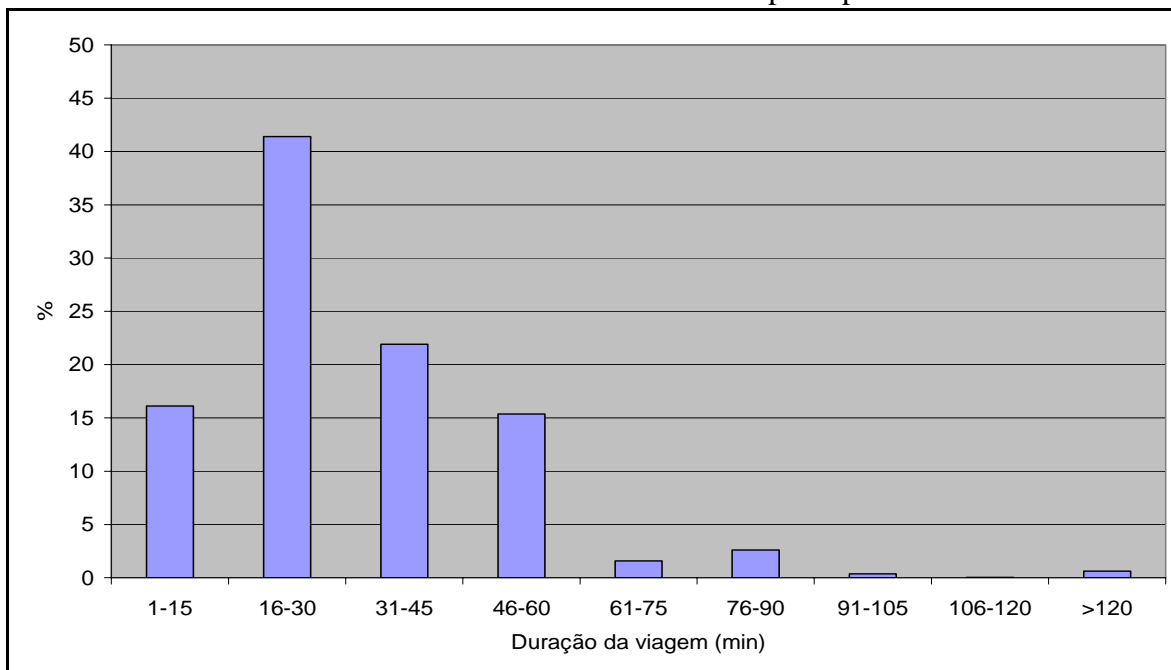
Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Gráfico 3.12: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, com famílias cuja renda está acima de 20 salários mínimos



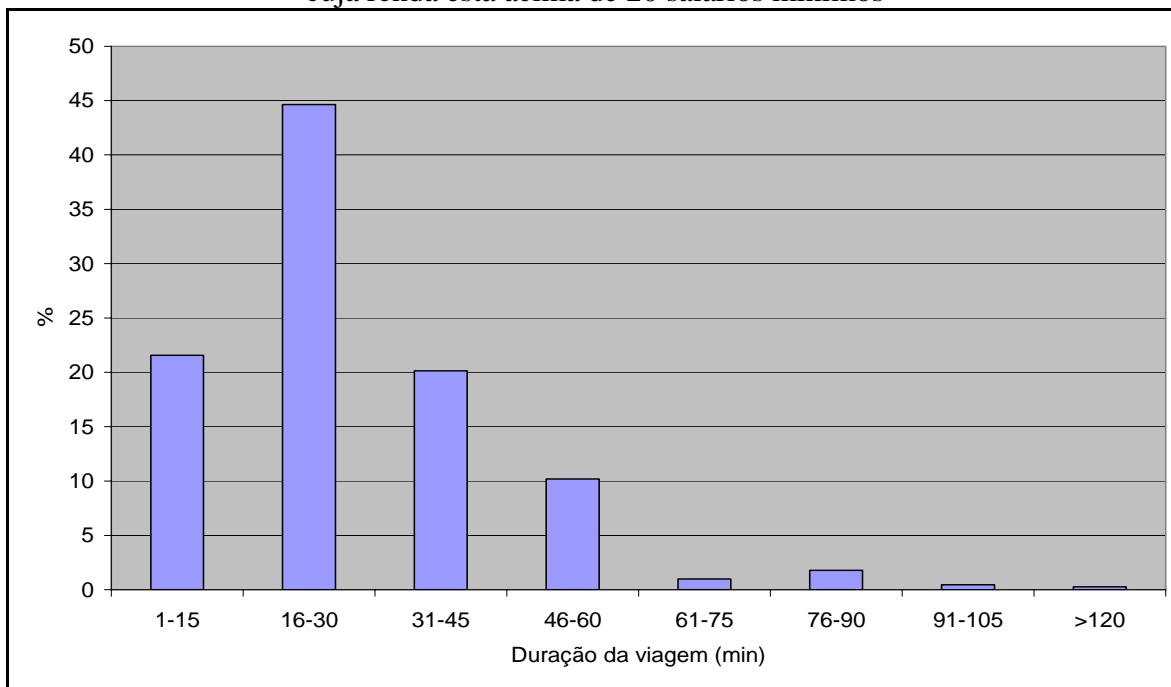
Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Gráfico 3.13: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, com famílias cuja renda é de até 3 salários mínimos usando transporte público



Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

Gráfico 3.14: Duração das viagens na RMBH por motivo trabalho, com famílias cuja renda está acima de 20 salários mínimos



Fonte: Elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2001 - Fundação João Pinheiro

### 3.3. Abordagem multinível

Como discutido anteriormente, na abordagem multinível, entende-se que a estrutura dos dados apresenta uma hierarquização, assim, em cada nível hierárquico são definidas determinadas variáveis. Muitas vezes a mensuração destas variáveis ocorre no próprio nível das mesmas. Entretanto, podemos deslocar as variáveis de um nível para o outro por agregação ou desagregação. Na agregação, as variáveis de um determinado nível são deslocadas para um nível mais alto, enquanto que na desagregação ocorre o contrário, variáveis de um nível mais alto são deslocadas para um nível mais baixo.

Ao optar, então, por uma abordagem multinível, um dos objetivos que os pesquisadores têm em mente é o de investigar hipóteses entre níveis hierárquicos, chamadas de problemas multiníveis. Segundo Hox (1995, p. 5), “*a multilevel problem is a problem that concerns the relationships between variables that are measured at a number of different hierarchical levels*”. Uma questão que ilustra bem esse problema é, simplesmente, como variáveis individuais e de grupos influenciam a variável explicada, individual. Nesse sentido, procura-se determinar se as variáveis explicativas do nível de grupo servem como moderadores das relações a nível individual. Em outras palavras, queremos entender como as variáveis do nível individual se padronizam entre os diferentes grupos.

As equações abaixo, descrevem a construção de um modelo de intercepto e coeficientes aleatórios de 3 níveis. Supõe-se a existência de três níveis aninhados: individual, domicílio e região. Os subscritos  $i, j, k$  são usados para descrever a posição de cada indivíduo na estrutura hierárquica dos dados,  $n_j$  é o número de indivíduos pertencentes ao  $j$ -ésimo domicílio e  $m_k$  é número de domicílios dentro da  $k$ -ésima região. Assim temos

$i = 1, 2, \dots, n_{jk}$  indivíduos na família  $j$  da região  $k$ ;

$j = 1, 2, \dots, m_k$  domicílios na região  $k$ ; e

$k = 1, 2, \dots, K$  regiões.

Segundo Raudenbush & Bryk (2002) um modelo multinível hierárquico linear generalizado (MHLG) consiste em 3 partes: um modelo amostral, uma função *link*, e um modelo estrutural. O modelo multinível hierárquico linear (MHL) que utilizaremos nesse trabalho é um caso especial do MHLG em que o modelo amostral é normal, a função *link* é a identidade de ligação, e o modelo estrutural é linear. Antes de desenvolvermos o modelo de três níveis cabe analisar essas três partes em um modelo único.

### 3.3.1. O modelo não condicional

Antes de desenvolver um modelo completo, é importante analisar o mais simples modelo de três níveis, o modelo não condicional<sup>19</sup>. Nesse modelo não são incorporadas variáveis explicativas em cada nível de análise. A idéia desse modelo é apresentar como a variação da variável explicativa é alocada entre os diferentes níveis. No presente trabalho, ele nos permite estimar a variabilidade associada com os três níveis de análise: indivíduos, famílias e regiões.

No modelo de nível individual, modelamos o tempo gasto na *commuting* por cada indivíduo como uma função da média dentro de sua família e região e um termo de erro.

$$Y_{ijk} = \beta_{0jk} + e_{ijk} \quad (3.1)$$

na qual

$Y_{ijk}$  é o tempo de *commuting* do indivíduo  $i$  no domicílio  $j$  na região  $k$ ;

$\beta_{0jk}$  é a média de tempo de *commuting* do domicílio  $j$  na região  $k$ ; e

$e_{ijk}$  é um efeito aleatório individual, ou seja, os desvios do tempo de *commuting* do indivíduo  $ijk$  da média domiciliar. Considera-se que esses efeitos são normalmente distribuídos com média zero e variância  $\sigma_e^2$ .

---

<sup>19</sup> Também conhecido como modelo nulo ou modelo de intercepto somente. Podemos observar que ele equivalente ao modelo ANOVA com efeitos aleatórios.

No modelo de nível familiar, temos o  $\beta_{0,jk}$  variando aleatoriamente em torno da média de alguma região.

$$\beta_{0,jk} = \gamma_{00k} + u_{0,jk} \quad (3.2)$$

na qual

$\gamma_{00k}$  é a média de tempo de *commuting* na região  $k$ ;

$u_{0,jk}$  é o efeito aleatório domiciliar, que é o desvio da média do tempo de *commuting* do domicílio  $jk$  em relação à média da região. Novamente considera-se que esses são normalmente distribuídos com média zero e variância  $\sigma_\beta^2$ . Dentro de cada uma das  $k$  regiões, a variabilidade entre os domicílios é considerada como sendo a mesma.

Por fim, tem-se o modelo de nível regional, esse modelo de três níveis apresenta a variabilidade entre as regiões. Aqui, consideramos a média regional,  $\gamma_{00k}$ , variando aleatoriamente em torno de uma média geral.

$$\gamma_{00k} = \phi_{000} + \omega_{00k} \quad (3.3)$$

na qual

$\phi_{000}$  é a média geral;

$\omega_{00k}$  é o efeito aleatório regional, que é o desvio da média de tempo de *commuting* da região  $k$  em relação à média geral. Como antes, considera-se que esses efeitos são normalmente distribuídos com média zero e variância  $\sigma_\gamma^2$ .

Nós podemos obter um modelo com uma única equação substituindo as Equações (3.3) e (3.2) na Equação (3.1):

$$Y_{ijk} = \phi_{000} + \omega_{00k} + u_{0,jk} + e_{ijk} \quad (3.4)$$

Esse modelo simples de três níveis particiona a variância da variável resposta,  $Y_{ijk}$ , em três componentes independentes:  $\sigma_e^2$ , variância no nível individual,  $\sigma_\beta^2$ , variância no nível domiciliar, e  $\sigma_\gamma^2$ , que é a variância no nível regional. Os resíduos dos três níveis são considerados independentes entre si, assim não há elementos de covariância nesta partição. Desse modo, a variância da variável explicada pode ser expressa como:

$$Var(Y_{ijk}) = Var(\omega_{00k} + u_{0jk} + e_{ijk}) = \sigma_\gamma^2 + \sigma_\beta^2 + \sigma_e^2 \quad (3.5)$$

que é a soma da variância do nível individual, da variância do nível domiciliar e da variância do nível regional. A covariância entre dois indivíduos de um mesmo domicílio (denominados por  $i_1$  e  $i_2$ ) é dada por

$$cov(u_{0jk} + e_{i_1jk}, u_{0jk} + e_{i_2jk}) = cov(u_{0jk}, u_{0jk}) = \sigma_\beta^2$$

e a covariância entre dois domicílios de uma mesma região (denominados por  $j_1$  e  $j_2$ ) é dada por

$$cov(\omega_{00k} + u_{0j_1k} + e_{i_1k}, \omega_{00k} + u_{0j_2k} + e_{i_2k}) = cov(\omega_{00k}, \omega_{00k}) = \sigma_\gamma^2$$

Esses resultados nos permitem estimar a proporção da variância presente dentro dos domicílios, entre domicílios dentro de regiões e entre regiões. Assim, temos que:

$$\rho_2 = \sigma_\beta^2 / (\sigma_e^2 + \sigma_\beta^2 + \sigma_\gamma^2) \quad (3.6)$$

$$\rho_{2,3} = \sigma_\beta^2 / (\sigma_\beta^2 + \sigma_\gamma^2) \quad (3.7)$$

$$\rho_3 = \sigma_\gamma^2 / (\sigma_e^2 + \sigma_\beta^2 + \sigma_\gamma^2) \quad (3.8)$$

O parâmetro  $\rho_2$  indica a proporção da variância na variável dependente que ocorre dentro dos domicílios em relação à variância total, enquanto que o parâmetro  $\rho_{2,3}$  indica a proporção da variância na variável dependente ocorrida entre as famílias dentro das regiões

em relação à variância total. Por fim,  $\rho_3$  representa a proporção da variância na variável dependente que ocorre entre as regiões em relação à variância total. Os parâmetros  $\rho_2$  e  $\rho_3$  são conhecidos como coeficientes de correlação intra-classes<sup>20</sup>, e elas podem ser interpretadas como uma mensuração do grau de dependência das observações pertencentes a um mesmo grupo.

A existência de correlações intra-classes diferentes de zero, resultados da presença de mais de um termo de resíduo no modelo, nos mostram porque procedimentos de estimação como o Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) são inaplicáveis, pois as covariâncias são diferentes de zero.

O objetivo de desenvolver um modelo não condicional, ou seja, completamente aleatório, é o de obter esses coeficientes de correlação intra-classes. Entretanto, espera-se explicar parte desta variância introduzindo variáveis explicativas nos três níveis do modelo. O modelo condicional a seguir faz justamente isso, considerando a existência de variáveis explicativas nos três níveis.

### 3.3.2. O modelo condicional

O modelo não condicional apresentado no tópico anterior permite-nos estimar a variância relacionada aos três níveis de análise. Entretanto, parte da variância de cada nível pode ser explicada, ou quantificada, através da inclusão de variáveis em cada nível de análise. Em outras palavras, as características individuais, domiciliares e regionais podem ser usadas como preditores.

Dentro de cada domicílio, nós modelamos o tempo de *commuting* como função de preditores a nível individual e um termo de erro.

$$Y_{ijk} = \beta_{0,jk} + \beta_{pjk} X_{pijk} + e_{ijk} \quad (3.9)$$

na qual

---

<sup>20</sup> Segundo Raudenbush & Bryk (2002) esses coeficientes podem ser chamados de efeito *cluster*.



$Y_{ijk}$  é o tempo de *commuting* do indivíduo  $i$  no domicílio  $j$  na região  $k$ ;

$\beta_{0,jk}$  é o intercepto para o domicílio  $j$  na região  $k$ , ou seja, é a média de tempo de *commuting* do domicílio  $j$  na região  $k$ ;

$\beta_{pjk}$  são os coeficientes correspondentes ao nível individual que indicam a direção e força da associação entre cada característica individual,  $X_p$ , e o tempo de *commuting* no domicílio  $jk$ ;

$X_{p,ijk}$  são as  $p = 1, \dots, P$  características individuais que predizem o tempo de *commuting* do indivíduo  $ijk$ ;

$e_{ijk}$  é o efeito aleatório de nível individual que representa os desvios do tempo de *commuting* do indivíduo  $ijk$  em relação ao valor predito. Esses resíduos são considerados como sendo normalmente distribuídos com média 0 e variância  $\sigma_e^2$ .

Quando incluímos um segundo nível de análise, estamos aceitando que o intercepto e/ou as inclinações dos coeficientes variam de acordo com os domicílios, ou seja, os parâmetros estimados tornam-se variáveis aleatórias, que chamaremos de efeito domicílio. Assim, para cada efeito domicílio,  $\beta_{0,jk}$  e  $\beta_{pjk}$ , temos

$$\beta_{0,jk} = \gamma_{00k} + \gamma_{0qk}Z_{qjk} + u_{0,jk} \quad (3.10)$$

$$\beta_{pjk} = \gamma_{p0k} + \gamma_{pqk}Z_{qjk} + u_{pjk} \quad (3.11)$$

cujos

$Z_{qjk}$  são as  $q = 1, \dots, Q$  características domiciliares usadas como preditor do efeito domicílio;

$\gamma_{00k}$  é o intercepto para a região  $k$  em relação à média de tempo de *commuting* do domicílio  $j$  na região  $k$ ;

- $\gamma_{0qk}$  são os coeficientes correspondentes ao nível domiciliar que indicam a direção e força da associação entre cada característica domiciliar,  $Z_q$ , e o intercepto  $\beta_{0jk}$ , ou seja, a tempo médio de *commuting* no domicílio  $jk$ ;
- $\gamma_{p0k}$  é o intercepto para a região  $k$  em relação às características dos indivíduos do domicílio  $j$  na região  $k$ , ou seja, em relação ao efeito domicílio  $\beta_{0jk}$ ;
- $\gamma_{pqk}$  são os coeficientes correspondentes ao nível domiciliar que indicam a direção e força da associação entre cada característica domiciliar,  $Z_q$ , em relação ao efeito domicílio  $\beta_{pjk}$ ;
- $u_{0jk}$  é o termo de erro de nível domiciliar que representa os desvios do tempo médio de *commuting* do domicílio  $jk$  em relação ao  $\beta_{0jk}$  estimado. Esses resíduos são considerados como sendo normalmente distribuídos com média 0 e variância  $\sigma_{\beta 00}^2$ ;
- $u_{pjk}$  é o termo de erro de nível domiciliar que representa os desvios do tempo médio de *commuting* do domicílio  $jk$  em relação aos coeficientes estimados das características de nível individual. Esses resíduos são considerados como sendo normalmente distribuídos com média 0 e variância  $\sigma_{\beta pp}^2$ .

A covariância entre os resíduos  $u_{0jk}$  e  $u_{pjk}$  é geralmente diferente de zero, assim  $\text{cov}(u_{0jk}, u_{pjk}) = \sigma_{\beta 0p}$ . Podemos observar que o modelo de nível domiciliar possui  $P + 1$  equações, ou seja, uma para cada coeficiente de nível individual. Considera-se que os efeitos aleatórios nestas equações são correlacionados. Assim sendo, o conjunto de  $u_{pjk}$  são multivariados normalmente distribuídos com média 0 e variância  $\sigma_{\beta pp}^2$ , e alguma covariância entre os elementos  $u_{pjk}$  e  $u_{p'jk}$  da  $\sigma_{\beta pp}^2$ . A dimensão da matriz de variância e covariância,  $T_\beta$ , dependerá do número de coeficientes de nível individual especificados como aleatórios. Para exemplificarmos podemos pegar um caso no qual o efeito domicílio,

$\beta_{pjk}$ , é considerado fixo. Com isso nenhum preditor do nível domiciliar será incluído na Equação (3.11) para que o efeito do correspondente  $u_{pjk}$  seja zero.

Substituindo as Equações (3.10) e (3.11) na Equação (3.9), obtemos:

$$Y_{pjk} = \gamma_{00k} + \gamma_{0qk}Z_{qjk} + \gamma_{p0k}X_{pjk} + \gamma_{pqk}Z_{qjk}X_{pjk} + u_{pjk}X_{pjk} + u_{0jk} + e_{ijk} \quad (3.12)$$

O segmento  $\gamma_{00k} + \gamma_{0qk}Z_{qjk} + \gamma_{p0k}X_{pjk} + \gamma_{pqk}Z_{qjk}X_{pjk}$  é a parte determinística, pois contém todos os coeficientes fixos. A parte estocástica contém todos os segmentos de erro  $u_{pjk}X_{pjk} + u_{0jk} + e_{ijk}$ , sendo que os componentes  $u_{pjk}$  e  $u_{0jk}$  se referem aos indivíduos do mesmo domicílio. A partir desta parte estocástica podemos observar como o método de MQO é inadequado ao lidar com dados aninhados, pois observa-se explicitamente um problema de heterocedasticidade, dado que o termo  $u_{pjk}X_{pjk} + u_{0jk}$  varia em função das unidades domiciliares e em função dos atributos individuais (devido ao termo  $X_{pjk}$ ). O termo de interação  $Z_{qjk}X_{pjk}$  aparece no modelo como consequência de se modelar as variações dos coeficientes das variáveis de nível individual como função das variáveis de nível domiciliar. Para Hox (1995, p. 13), “*the moderator effect of Z on the relationship between the dependent variable Y and X is expressed as a cross-level interaction*”.

Um processo de modelagem similar ao realizado para incluir as variações dos coeficientes do nível individual podem ser realizado para o caso no qual o intercepto e os coeficientes do nível domiciliar variam de acordo com a região. Com isso, os parâmetros estimados do nível domiciliar também se tornam variáveis aleatórias. Assim, temos os seguintes efeitos de região:

$$\gamma_{00k} = \phi_{000} + \phi_{00l}W_{lk} + \omega_{00k} \quad (3.13)$$

$$\gamma_{0qk} = \phi_{0q0} + \phi_{0ql}W_{lk} + \omega_{0qk} \quad (3.14)$$

$$\gamma_{p0k} = \phi_{p00} + \phi_{p0l}W_{lk} + \omega_{p0k} \quad (3.15)$$

$$\gamma_{pqk} = \phi_{pq0} + \phi_{pql}W_{lk} + \omega_{pqk} \quad (3.16)$$

cujos

$W_{lk}$  são as  $l = 1, \dots, L$  características regionais usadas como preditor do efeito região;

$\phi_{000}$  é o termo de intercepto do nível regional para o efeito região  $\gamma_{00k}$  ;

$\phi_{00l}$  são os coeficientes de nível regional que indicam a direção e força da associação entre cada característica  $W_{lk}$  e  $\gamma_{00k}$  ;

$\phi_{0q0}$  é o termo de intercepto do nível regional para o efeito região  $\gamma_{0qk}$  ;

$\phi_{0ql}$  são os coeficientes de nível regional que indicam a direção e força da associação entre cada característica  $W_{lk}$  e  $\gamma_{0qk}$  ;

$\phi_{p00}$  é o termo de intercepto do nível regional para o efeito região  $\gamma_{p0k}$  ;

$\phi_{p0l}$  são os coeficientes de nível regional que indicam a direção e força da associação entre cada característica  $W_{lk}$  e  $\gamma_{p0k}$  ;

$\phi_{pq0}$  é o termo de intercepto do nível regional para o efeito região  $\gamma_{pqk}$  ;

$\phi_{pql}$  são os coeficientes de nível regional que indicam a direção e força da associação entre cada característica  $W_{lk}$  e  $\gamma_{pqk}$  ;

$\omega_{00k}$  é o termo de erro de nível regional que representa os desvios do coeficiente estimado  $\gamma_{00k}$  . Esses resíduos são considerados como sendo normalmente distribuídos com média 0 e variância  $\sigma_{\gamma_{00}}^2$  ;

$\omega_{0qk}$  é o termo de erro de nível regional que representa os desvios do coeficiente estimado  $\gamma_{0qk}$  . Esses resíduos são considerados como sendo normalmente distribuídos com média 0 e variância  $\sigma_{\gamma_{0q}}^2$  ;

$\omega_{p0k}$  é o termo de erro de nível regional que representa os desvios do coeficiente estimado  $\gamma_{p0k}$  . Esses resíduos são considerados como sendo normalmente distribuídos com média 0 e variância  $\sigma_{\gamma_{p0}}^2$  ;

$\omega_{pqk}$  é o termo de erro de nível regional que representa os desvios do coeficiente estimado  $\gamma_{pqk}$ . Esses resíduos são considerados como sendo normalmente distribuídos com média 0 e variância  $\sigma_{\gamma pq}^2$ ;

Procedendo como antes, substituindo as Equações (3.13) a (3.16) obtemos a complexa equação abaixo:

$$\begin{aligned}
 Y_{ijk} = & \phi_{000} + \phi_{00l}W_{lk} + \phi_{0q0}Z_{qik} + \phi_{0ql}W_{lk}Z_{qjk} + \phi_{p00}X_{pijk} + \phi_{p0l}W_{lk}X_{pijk} + \\
 & \phi_{pq0}Z_{qjk}X_{pijk} + \phi_{pql}W_{lk}Z_{qjk}X_{pijk} + \omega_{0qk}Z_{qjk} + \omega_{p0k}X_{pijk} + \omega_{pqk}Z_{qjk}X_{pijk} \\
 & + u_{pij}X_{pijk} + \omega_{00k} + u_{0jk} + e_{ijk}
 \end{aligned} \quad (3.17)$$

A parte determinística agora é representada pelo seguimento  $\phi_{000} + \phi_{00l}W_{lk} + \phi_{0q0}Z_{qik} + \phi_{0ql}W_{lk}Z_{qjk} + \phi_{p00}X_{pijk} + \phi_{p0l}W_{lk}X_{pijk} + \phi_{pq0}Z_{qjk}X_{pijk} + \phi_{pql}W_{lk}Z_{qjk}X_{pijk}$  e a parte estocástica além de incorporar componentes domiciliares passa a incorporar também componentes regionais como  $\omega_{00k}$ ,  $\omega_{0qk}$ ,  $\omega_{p0k}$ ,  $\omega_{pqk}$ , formando assim o seguimento  $\omega_{0qk}Z_{qjk} + \omega_{p0k}X_{pijk} + \omega_{pqk}Z_{qjk}X_{pijk} + u_{pij}X_{pijk} + \omega_{00k} + u_{0jk} + e_{ijk}$ . O número de termos de interação também aumentou significativamente, passando a estar presente até na parte estocástica.

### 3.4. Técnicas de estimação da abordagem hierárquica

Ao optar pela metodologia de modelos hierárquicos, cabe fazer a distinção entre o modelo, que define os parâmetros populacionais de caráter substantivo, e a teoria de estimação, que nos capacita a fazer inferências estatísticas sobre esses parâmetros populacionais baseados nos dados amostrais. Quando especificamos um determinado modelo, nos deparamos com algumas escolhas chave, tal como: o número de níveis hierárquicos, as variáveis explicativas presentes em cada nível, e a função *link* mais apropriada<sup>21</sup>. Assim, apontado um modelo, podemos considerar abordagens alternativas de estimação. Para o presente caso, três abordagens conceitualmente distintas tem sido

<sup>21</sup> Esta relaciona o resultado esperado a um conjunto de variáveis explicativas.

normalmente usadas, são elas: Máxima Verossimilhança Plena (MV), Máxima Verossimilhança Restrita (MVR) e métodos bayesianos. (Raudenbush & Bryk, 2002).

No método bayesiano, estipula-se *a priori* alguma distribuição de probabilidade para os parâmetros desconhecidos e as inferências são baseadas nesta suposição. Segundo Raudenbush & Bryk (*ibidem*), uma “distribuição prévia” descreve as crenças do investigador (possivelmente baseadas nos resultados de estudos anteriores) acerca de um parâmetro antes dos novos dados serem coletados. Assim que os novos dados são avaliados, a distribuição prévia é revista à luz desses dados para produzir uma “distribuição posterior”, isto é, uma distribuição para o parâmetro que combina a nova evidência com a visão anterior. Desse modo, a escassez de trabalhos anteriores e a subjetividade envolvida na especificação prévia da distribuição dos parâmetros de interesse dissuadiu-nos de utilizar a abordagem bayesiana para optar pela abordagem de máxima verossimilhança.

Os programas de análise de regressões multiníveis, como dito antes, normalmente utilizam dois tipos de estimadores de máxima verossimilhança. O primeiro método é a da Máxima Verossimilhança Plena (MV), no qual tanto os coeficientes da regressão como os componentes de variância são incluídos na função de verossimilhança. Para Raudenbush & Bryk (*ibidem*), os estimadores baseados nesta abordagem têm certas propriedades desejáveis. Segundo eles, esses estimadores são consistentes e assintoticamente eficientes. Outra característica importante desses estimadores é que com um aumento da amostra, sua distribuição amostral torna-se aproximadamente normal e com uma variância que pode ser facilmente estimada. O segundo método é chamado de Máxima Verossimilhança Restrita (MVR)<sup>22</sup>, nele, somente os componentes da variância são incluídos na função de verossimilhança. Assim, a diferença do MVR para o MV, é que o segundo trata as estimativas dos coeficientes de regressão como conhecidas quando os componentes da variância são estimados, enquanto que o primeiro considera que essas estimativas carregam algum grau de incerteza (Hox, 1995; Goldenstein, 1995; Raudenbush & Bryk, 2002). A princípio, “*since RML*<sup>23</sup> *is more realistic, it should, in theory, lead to better estimates,*

---

<sup>22</sup> Para maiores detalhes sobre este método, ver Anexo 1 .

<sup>23</sup> *Restricted Maximum Likelihood.*

*especially when the number of groups is small*” (Hox, 1995, p. 17). Entretanto, em grandes amostras a diferença entre ambos os métodos é quase inexistente.

O MV têm duas vantagens sobre o MVR: o suporte computacional é mais simples; como os coeficientes da regressão são incluídos na função de verossimilhança, o teste chi-quadrado global pode ser utilizado para testar diferenças entre dois modelos que diferem na parte fixa e aleatória. O MVR possibilita testar somente, com o teste chi-quadrado global, diferenças na parte aleatória. (Hox, 1995). No presente trabalho, utiliza-se o programa HLM 5 para a estimação por MV.

O método usual de MV envolve a maximização de uma função de verossimilhança<sup>24</sup>, o que envolve algum esquema iterativo. Inicialmente, o programa gera valores iniciais para os vários parâmetros. Em seguida, um procedimento computacional procura melhorar o ajuste dos valores iniciais e produzir melhores estimativas. Esse processo é repetido inúmeras vezes e, após cada interação, o programa confere quais foram as mudanças comparadas com o passo anterior. Se as mudanças foram pequenas, o programa conclui que o procedimento de estimação convergiu e ele é finalizado. Se a partir de um número de interações limite não há uma convergência, então o programa considera que tal modelo nunca converge. Os três métodos usuais relacionados anteriormente em geral dão resultados convergentes entre si em grandes amostras, mas muitas vezes resultados diferentes em pequenas amostras.

A função de verossimilhança para uma variável resposta é definida como:

$$L(Y/\alpha) = \int f(Y/\varepsilon, \alpha) p(\varepsilon/\alpha) d\varepsilon \quad (3.18)$$

na qual  $Y$  é o vetor de todas as respostas,  $\alpha$  denota um vetor contendo todos os parâmetros a serem estimados (tanto os coeficientes de regressão fixos como os componentes de variância e covariância),  $\varepsilon$  denota um vetor contendo todos os efeitos aleatórios,  $f(\ )$  é a função de densidade da probabilidade condicional da variável resposta dados os parâmetros

---

<sup>24</sup> A função de verossimilhança nos dá a probabilidade de se observar os dados amostrais, dados os parâmetros estimados.

$\alpha$  e efeitos aleatórios e  $p(\cdot)$  é a função de densidade da probabilidade dos efeitos aleatórios dado os parâmetros. Portanto, podemos interpretar  $L(Y/\alpha)$  como a densidade marginal de  $Y$ , a qual corresponde a integral da distribuição conjunta da variável resposta e efeitos aleatórios calculados sobre o espaço de efeitos aleatórios.

O cálculo da Equação (3.18) normalmente é fácil quando o modelo é linear com efeitos aleatórios normalmente distribuídos em cada nível. Nesse caso a integral pode ser resolvida analiticamente. No caso em que  $f(Y/\varepsilon, \alpha)$  ou  $p(\varepsilon/\alpha)$  são não normais, a maximização da função de verossimilhança dificilmente é resolvida explicitamente.

### 3.5. Procedimentos de análise de modelos hierárquicos

Na ausência de teorias para se formular um modelo a ser estimado, normalmente utiliza-se um procedimento exploratório. Com isso, na análise multinível, convencionalmente inicia-se com o modelo não condicional e a inclusão de algumas variáveis vai ocorrendo passo a passo observando-se a significância das mesmas. Os modelos estimados nesse trabalho não são carentes de teorias, entretanto os mesmos não são derivados de forma explícita. As especificações dos modelos econométricos aqui estimados se basearam em argumentos a partir das teorias expostas no capítulo 2.

O primeiro ponto importante na análise hierárquica é que os  $p$ -valores produzidos por programas de análise multinível podem diferenciar entre si. A maioria desses programas produzem estimativas dos parâmetros e erros padrão assintóticos para estas estimativas, como dito antes, obtidas do procedimento de estimação de máxima verossimilhança. Nesse tipo procedimento, o teste de significância usual é o teste de *Wald*<sup>25</sup>. Entretanto, Bryk & Raudenbush (2002, p.58) argumentam que em uma análise com efeitos fixos, exemplo a partir de um modelo com dois níveis de análise, um teste  $t$  será uma referência mais adequada para testar os efeitos das variáveis explicativas de segundo

---

<sup>25</sup> Um teste  $Z$  na forma  $Z=(estimativa)/(erro\ padrão\ da\ estimativa)$ , onde  $Z$  se refere a distribuição normal padrão.



nível. O programa utilizado no presente trabalho, o HLM5<sup>26</sup>, produz p-valores baseados nesses testes em vez dos testes usuais de Wald. A diferença entre esses dois procedimentos é sentida principalmente quando o número de grupos é pequeno. Eles também argumentam que o teste Z também não é apropriado para variâncias, pelo fato de que a distribuição amostral das variâncias é assimétrica. Desse modo, os mesmos propõem um teste Qui-quadrado para os resíduos (*ibidem*, p. 55 e p. 64).

O HLM, por utilizar um procedimento de estimação por máxima verossimilhança, produz uma estimativa indicadora do ajuste do modelo aos dados, chama de *deviance*. Em outras palavras, a *deviance* é um índice da falta de ajuste do modelo. Normalmente, modelos com menores estatísticas de *deviance* possuem um melhor ajuste, mas isso não é sempre válido. Dado que, ao comparar dois modelos, a diferença das *deviances* tem uma distribuição Qui-quadrado cujos graus de liberdade são iguais à diferença no número de parâmetros estimados dos referidos modelos. Um método mais adequado para se testar se um determinado modelo que utiliza alguma variável adicional possui um melhor ajuste é o de dividir a diferença das *deviances* pelo número de graus de liberdade. Se o resultado for menor que -2 ou maior que 2, segundo a regra de bolso proposta por Snijers & Bosker (1999), o modelo expandido possui um melhor ajuste. Ou seja, testa-se se um modelo mais geral se ajusta significativamente melhor do que um modelo mais simples. Além disso, esse teste também pode ser usado para se comparar modelos que incluem efeitos aleatórios com aqueles que consideram efeitos fixos. Outra estimativa produzida pelo HLM é o de “confiabilidade do parâmetro” que nos dá a proporção do verdadeiro parâmetro da variância dos coeficientes aleatórios. Quando o valor da estatística desses coeficientes é muito pequena devemos considerar tais variáveis como tendo efeitos fixos, inclinações fixas.

Como dito antes, uma das grandes vantagens da modelagem multinível é a partição da variância que é produzida e que podemos utilizar para produzir índices de correlação intra-classe que nos dizem o quanto da variância total é explicada por cada nível. Entretanto, conforme consideramos a aleatoriedade entre grupos de certos coeficientes, os

---

<sup>26</sup> O HLM (Raudenbush, Bryk & Congdon, 2000) é um conjunto de programas para análise de dados hierarquizados em 2 e 3 níveis, chamados respectivamente de HLM2 e HLM3, e um programa especial chamado VKHLM utilizado para meta-análise.

modelos se tornam bem mais complexos e o conceito de variância explicada se torna passível de outras definições. Para dirimir esse problema, normalmente propõe-se examinar a proporção da variância explicada através da análise da variância dos erros em modelos sequenciais (modelos que progressivamente incorpora-se algo a mais). A idéia é interpretar as diferenças na variância explicada com a incorporação de novas variáveis. Pensando nisso utilizou-se uma estatística análoga ao coeficiente de determinação e que, de acordo com Hox (1995), também emprega a mesma denominação de  $R^2$ , mas que chamaremos de  $R2$  para evitar alguma confusão. Desta forma, a proporção da variância explicada pelo primeiro nível é dada por:

$$R2_1 = \left( \frac{\sigma_{e1}^2 - \sigma_{e2}^2}{\sigma_{e1}^2} \right) \quad (3.19)$$

cujo  $\sigma_{e1}^2$  é a variância do termo de erro do nível 1 de um modelo mais simples e  $\sigma_{e2}^2$  é a variância do termos de erro do nível 1 em um modelo que inclui pelo menos uma variável explicativa a mais que o modelo mais simples. As Equações (3.20) e (3.21) seguem a mesma idéia para nos fornecer um  $R2$  do segundo e terceiro níveis, respectivamente.

$$R2_2 = \left( \frac{\sigma_{\beta1}^2 - \sigma_{\beta2}^2}{\sigma_{\beta1}^2} \right) \quad (3.20)$$

$$R2_3 = \left( \frac{\sigma_{\gamma1}^2 - \sigma_{\gamma2}^2}{\sigma_{\gamma1}^2} \right) \quad (3.21)$$

O uso destas fórmulas, entretanto, pode nos fazer incorrer num problema em que variáveis explicativas incluídas podem ter uma contribuição negativa para a variância explicada, ou seja, teríamos um  $R2$  negativo. O problema está presente nos efeitos da inclusão de variáveis explicativas sobre os vários componentes de variância. Isso ocorre porque alguma informação da variância dentro dos grupos (individual) não é observada na variância entre os grupos (grupo). Em outras palavras podemos argumentar que um dado  $\sigma_e^2$  estimado da variância dentro dos grupos pode ser ineficiente, pois esta estimativa ignora a informação presente na variância entre grupos. Portanto, a variância observada

entre grupos deve ser corrigida para a variância dentro dos grupos produzir um estimador exato para  $\sigma_\beta^2$ . Para ilustrar, imaginemos uma situação em que se estimou um modelo de dois níveis não condicionado e que nos dá estimativas dos componentes de variância  $\sigma_e^2$  e  $\sigma_\beta^2$ . Ao incluirmos variáveis explicativas de primeiro nível pode ocorrer que a variância dentro dos grupos e entre grupos venha a diminuir. Ao introduzir variáveis de nível dois, esperamos que a variância entre os grupos diminua, mas não a variância dentro dos grupos, levando a um aumento  $\sigma_\beta^2$ . E como a variância do nível individual tem a sua informação contida praticamente só na variância dentro dos grupos, normalmente a estimativa de  $\sigma_e^2$  não muda. Devido a tal fato, devemos olhar com certa ressalva esse índice.

### 3.6. O modelo de localização residencial

A partir da abordagem hierárquica desenvolvida nos tópicos anteriores propõem-se um modelo multinível. Como variável resposta (dependente) utilizar-se-á o tempo de deslocamento da residência para o local de trabalho de todos os indivíduos, ou seja, o tempo de *commuting* (deslocamento diário ao trabalho). A opção pela variável tempo de deslocamento, em vez da tradicional distância do CBD, possui a vantagem de não se prender a idéia de uma estrutura urbana monocêntrica na qual todos os empregos se encontram no centro da cidade.

No primeiro nível hierárquico são incluídas as seguintes variáveis explicativas (covariáveis): uma *dummy* de Sexo é incluída para controlar as diferenças de gênero na *commuting* dos indivíduos; no que tange a idade dos indivíduos, são incluídas *dummies* de faixas etárias objetivando captar o ciclo de vida dos mesmos<sup>27</sup>; como é fundamental considerar o modo de transporte utilizado na *commuting*, em face das características operacionais inerentes a cada modalidade de transporte, incluí-se *dummies* para captar tais efeitos; o peso da situação familiar do indivíduo dentro do domicílio é captado por *dummies* de situação familiar.

---

<sup>27</sup> Utiliza-se as faixas etárias propostas por Bottai *et. al.* (2006). Entretanto, como no referido artigo considera-se qualquer tipo de deslocamento optou-se no presente trabalho mesclar as faixas etárias de 1 a 14 anos e de 15 a 28 anos para expandir o tamanho da base – que seria praticamente nula se considerarmos apenas indivíduos de até 14 anos que se deslocaram para trabalhar.

No modelo, pretende-se, também, avaliar em que medida a renda familiar dos trabalhadores afeta a maior proximidade da moradia, em relação ao local de trabalho. Essa renda será tratada no modelo como uma covariável do segundo nível hierárquico (domiciliar). Além da renda, e de acordo com as teorias econômicas, o espaço da unidade domiciliar também deve ser considerado. Entretanto, como não se dispõe dessa informação, será utilizada, como variável *proxy*, a presença de filhos dependentes (com idade inferior a 18 anos), tendo em vista que, famílias com crianças podem preferir tipos e locais de moradia diferentes daquelas sem crianças. A presença, ou não, de crianças exerceria, talvez, uma maior influência na localização domiciliar, do que meramente o tamanho da família. Portanto, a presença de crianças menores também pode sinalizar um diferencial no estilo de vida das famílias. A presença de crianças será tratada no modelo como uma variável *dummy* no segundo nível hierárquico. As covariáveis incluídas nesses níveis de análise estão intimamente ligadas às teorias da NEU tais como o modelo de tempo estendido e o modelo de estrutura familiar, vide seções 2.1.2 e 2.1.3.

No terceiro nível hierárquico (regional) optou-se por incluir quatro covariáveis: uma de renda média da região, seguindo a idéia de que as famílias procuram localizar-se próximas aos seus “semelhantes”<sup>28</sup>; e três variáveis de acessibilidade da região representadas pelo tempo médio de deslocamento dos indivíduos na região com fins de utilização de serviços, comércio e lazer<sup>29</sup>. A matriz teórica das covariáveis desse terceiro nível está ligada aos *insights* da teoria das finanças públicas locais, seguindo a idéia na qual os indivíduos escolhem suas residências com base em suas preferências pelos tipos de bens ofertados em cada localidade.

A Tabela 3.4 apresenta uma descrição e codificação das covariáveis utilizadas no modelo. A *dummy* de deslocamento motorizado privado (*motorpri*) se refere a deslocamentos como condutores de automóvel, como caronas de automóveis e condutores de motocicletas, *dummy* de deslocamento motorizado público (*motorpub*) se refere a deslocamentos por ônibus de linha e metrô/trem. No que se refere à situação domiciliar do indivíduo, a *dummy* de parente/outras se refere a indivíduos de algum grupo convivente

---

<sup>28</sup> Semelhantes aqui se refere ao nível de renda.

<sup>29</sup> Para maiores informações do processo de agregação de variáveis de um nível hierárquico a outro, ver Anexo 2.

com os membros da família, ao pai ou mãe do chefe, a parentes do chefe e, por fim, a hóspedes domiciliares. As *dummies* de idade chamaremos respectivamente de Idade1, Idade2, Idade3 e Idade4.

Tabela 3.4: Descrição e codificação das covariáveis utilizadas no modelo de localização residencial

Nível	Descrição da covariável	Tipo de variável	Categoria	Código/Valor
1 – Indivíduo	sexo	dicotômica	homem	base 1 = sim; 0 = não
			mulher	
	idade	dicotômica	1-29 anos	base
			30-44 anos	1 = sim; 0 = não
			45-59 anos	1 = sim; 0 = não
			60-74 anos	1 = sim; 0 = não
			> 74 anos	1 = sim; 0 = não
modo de transporte	dicotômica	outros	base	
		motorizado privado	1 = sim; 0 = não	
		motorizado público	1 = sim; 0 = não	
situação familiar do indivíduo	dicotômica	chefe	base	
		cônjuge	1 = sim; 0 = não	
		filho	1 = sim; 0 = não	
		parente/outros	1 = sim; 0 = não	
2 - Domicílio	renda familiar	quantitativa	R \$	contínua
	filhos com menos de 18 anos	dicotômica	possui	1 = sim; 0 = não
3 - Região	renda média	quantitativa	R \$	contínua
	acessibilidade a serviços	quantitativa	minutos	contínua
	acessibilidade a comércio	quantitativa	minutos	contínua
	acessibilidade a lazer	quantitativa	minutos	contínua

Fonte: Elaboração própria

## CAPÍTULO 4

### 4. RESULTADOS ECONOMETRICOS

O modelo geral apresentado no capítulo anterior utiliza o tempo de deslocamento, em minutos, ao trabalho como variável dependente. Portanto, na estimação, considerou-se apenas aqueles indivíduos que realizaram pelos menos uma viagem por motivo trabalho e que duraram no máximo duas horas, pois os deslocamentos superiores podem ser considerados *outliers*. A Tabela 4.1 apresenta o número de observações após esses dois filtros. Vemos que o número de indivíduos caiu para 65.950 e que estes estão divididos em 21.570 domicílios. Das 795 AH's iniciais passou-se a considerar 784.

Tabela 4.1: Número de observações nas bases de dados segundo nível de análise

Nível de análise	N <sup>o</sup> total de observações
Individual	65950
Domiciliar	21570
Regional	784

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Pesquisa OD 2001

O passo inicial foi o de preceder na estimação de modelos (Modelos 1 a 4) com apenas o intercepto variando aleatoriamente (os interceptos variam entre os grupos). Seus resultados estão presentes na tabela 4.2. Em um segundo passo estimou-se modelos nos quais as inclinações de algumas variáveis variam aleatoriamente entre os grupos (Modelos 5 a 8). A Tabela 4.3 apresenta os resultados destas estimativas. Assim sendo, o primeiro modelo estimado (Modelo 1) foi o não condicional, que tem apenas o intercepto como preditor linear. Como dito antes, o objetivo da estimação desse modelo é o de calcular os coeficientes de correlação intra-classe, que mensuram o quanto da variação total é decorrente das variações entre os grupos, domicílios,  $\rho_2$ , e regiões,  $\rho_3$ . Os resultados nos dizem que 44,28 % das variações no tempo de *commuting* são explicadas pelas diferenças domiciliares, mas que apenas 6,8 % são explicadas pelas diferenças regionais. Bottai *et al* (2006) chegaram a resultados muito próximos, respectivamente 37 % e 6 %.

Tabela 4.2: Resultados das equações de tempo de *commuting* para modelos com efeitos fixos

<b>variáveis</b>	<b>Modelo 1</b>	<b>Modelo 2</b>	<b>Modelo 3</b>	<b>Modelo 4</b>
Intercepto	3,0773 *	2,7971 *	2,7997 *	2,7996 *
<b>Indivíduo</b>				
Idade1		0,0241 *	0,0229 *	0,0232 *
Idade2		- 0,0139 <i>ns</i>	- 0,0127 <i>ns</i>	- 0,0123 <i>ns</i>
Idade3		- 0,0504 *	- 0,0488 *	- 0,0475 *
Idade4		0,0348 <i>ns</i>	0,0364 <i>ns</i>	0,0376 <i>ns</i>
Motorpri		0,1364 *	0,1381 *	0,1383 *
Motorpub		0,6124 *	0,6118 *	0,6107 *
Cônjuge		- 0,0731 *	- 0,0724 *	- 0,0729 *
Filho		- 0,0220 *	- 0,0188 **	- 0,0189 **
Pareout		0,0090 <i>ns</i>	0,0093 <i>ns</i>	0,0100 <i>ns</i>
Sexo		- 0,0477 *	- 0,0474 *	- 0,0470 *
<b>Domicílio</b>				
Rendapercdom			- 0,00001 **	-0,00000 <i>ns</i>
Filhomenor			- 0,1035 *	- 0,1047 *
<b>Região</b>				
Acesserv				0,0107 *
Acesscom				0,0021 *
Acesslazer				0,0015 *
Rendapercreg				-0,00003 **
<b>Partição da variância</b>				
Indivíduo	0,2485 *	0,2171 *	0,2171 *	0,2171 *
Domicílio	0,2745 *	0,2370 *	0,2365 *	0,2365 *
Região	0,0382 *	0,0177 *	0,0177 *	0,0138 *
<b>Coef Corr Intraclasse</b>				
$\rho_2$	0,4428			
$\rho_{2,3}$	0,4891			
$\rho_3$	0,0680			
<b>Coef Confiabilidade</b>				
$\beta_{0,jk}$	0,733	0,730	0,730	0,730
$\gamma_{00k}$	0,719	0,584	0,583	0,523
<b>Deviance</b>	126395,90	116992,87	116966,03	116856,41
N <sup>0</sup> de parâmet. estim.	4	14	16	20

Fonte: Elaboração própria a partir das estimativas dos modelos

Nota: \* significativa ao nível de 1%; \*\* significativa ao nível de 5%; \*\*\* significativa ao nível de 10%; *ns* não significativa.

No modelo 2 incluíram-se variáveis explicativas a nível individual para tentar explicar parte da variância. O resultado foi que a inclusão destas variáveis explicou 12,63 % da variância a nível individual, 13,66% da variância a nível domiciliar, e 53,66% da variância a nível regional. As variáveis Idade1, Idade2 e Pareout não são significantes. O tempo de *commuting* de indivíduos entre 30 e 44 anos é na média 2,4 % maior, e para aqueles entre 60 e 74 anos é 5 % menor. Podemos supor que aqueles indivíduos que vão a pé ou utilizam bicicleta para se deslocar ao trabalho geralmente moram relativamente perto de seus locais de trabalho. Portanto, quando incluímos variáveis de controle para aqueles indivíduos que utilizam meios de deslocamento motorizados o tempo de deslocamento deve aumentar, pois esses devem cobrir maiores distâncias do local de trabalho. Aqueles que utilizam meio de transporte motorizado privado tem o seu tempo acrescido, em média, 13,64 %, já para aqueles que utilizam o transporte público o acréscimo de tempo está na faixa de 61%. As mulheres gastam na média 4,7 % a menos de tempo de deslocamento. O diferencial entre os sexos aqui encontrado é bem inferior ao estimado por Bottai *et al.* (2006) para os quais uma mulher de Pisa percorre na média um caminho 46 % menor que os homens em seus deslocamentos. No entanto, o trabalho de Bottai *et al* considerou qualquer motivo de deslocamento enquanto que o presente trabalho incluiu apenas o motivo trabalho.

A seguir, no modelo 3, incluíram-se variáveis explicativas a nível domiciliar. A variável renda *per capita* do domicílio, apesar de significativa a 5 %, tem um impacto irrelevante sobre o tempo de *commuting*, pois um incremento de 1000 reais diminuiria, na média, o tempo de deslocamento em apenas 1 %. Tal resultado diferencia do efeito-renda constatado por Magalhães (2002), assim como das conclusões da NEU, que supõe um aumento dos custos de *commuting*, já que o tempo se torna mais caro conforme a renda aumenta. Os indivíduos que moram em domicílios nos quais há membros, filhos do chefe, menores de 18 anos, têm um decréscimo médio do tempo de deslocamento na ordem de 10 %. Entretanto, a inclusão destas variáveis contribuiu em praticamente nada para explicar os componentes da variância do modelo, menos de 1 % da variância do nível domiciliar. Embora seja praticamente nula a quantidade de variância explicada entre os domicílios,



sabendo que é difícil achar boas informações que a expliquem, a inclusão da variável filho menor é importante na tentativa compreender as preferências das famílias em questão.

Uma hipótese que podemos levantar para explicar a diferença desses resultados em relação aos obtidos por Magalhães (2002) seria a de que, apesar do curto espaço de tempo de uma década, o padrão de localização residencial de Belo Horizonte possa ter sofrido alguma modificação. O argumento para tanto poderia ser o de alterações nas preferências individuais e familiares, assim como mudanças nas estruturas de oferta habitacional e de trabalho. Nesse sentido, as estratégias locacionais do capital imobiliário podem ser essenciais no entendimento da estruturação intra-urbana da RMBH, assim como de suas mudanças. Segundo Abramo & Faria (1996, p.423), “para realizarem seus ganhos fundiários, o capital imobiliário utiliza estratégias de ação, tais como atuação de forma concentrada, delimitando áreas de valorização, e a inovação/diferenciação do produto habitação”. Assim, a estratégia de inovação da habitação pode ser um importante instrumento para deslocar a demanda.

A história recente do mercado imobiliário da RMBH se enquadra muito bem nesses argumentos. O chamado Vetor Sul da RMBH<sup>30</sup> se firmou, ao longo das últimas duas décadas, como um importante centro de inovação imobiliária a partir de duas grandes experiências: o empreendimento Belvedere III e os condomínios fechados de Nova Lima. O bairro Belvedere III se localiza no extremo sul do município de Belo Horizonte, à beira da rodovia BR-040 que liga a cidade aos condomínios fechados localizados em Nova Lima. Apesar de ambos serem frutos da inovação espacial, eles também são experiências distintas. O empreendimento Belvedere III se consubstanciou num rápido processo de expansão urbana e adensamento, através da verticalização. Para Higert *et al* (2004), “o bairro Belvedere III chama a atenção pela velocidade em que se deu a sua verticalização. A impressão foi a de que, de um dia para o outro, dezenas de arranha-céus ‘brotaram’ do chão, modificando a paisagem de toda a cidade”. A experiência de Nova Lima, município do Vetor Sul da RMBH, deu-se em um ambiente no qual a falta de segurança, a violência, a poluição de Belo Horizonte se coadunaram para induzir as pessoas a buscarem uma melhor qualidade de vida em moradias localizadas em condomínios fechados. Assim, há um tipo

---

<sup>30</sup> Para maiores detalhes sobre os vetores de expansão da RMBH ver o Anexo 3.

de conurbação de aglomerações de alta renda entre o região sul de Belo Horizonte e o município de Nova Lima.

No último modelo com intercepto aleatório somente, modelo 4, incluíram-se as variáveis explicativas de terceiro nível. As variáveis incluídas são significantes a 1 % e a 5 % e contribuem para explicar 22 % da variância no nível regional. Entretanto, o terceiro nível continua explicando muito pouco da variância total, apenas 6,8 %.

Quando estendemos os efeitos aleatórios para as inclinações, além do intercepto, procuramos captar a idéia de que certas características tem impactos diferenciados em diferentes grupos. As variáveis de faixa etária e de modos de deslocamento apresentam uma alta correlação principalmente em relação às variáveis Idade1 e Idade2, Filho e Idade1, Motorpri e Motorpub, Motorpri e Rendapercreg. A multicolinearidade advinda da inclusão destas variáveis como feitos aleatórios resultaria em correlações estimadas muito próximas de 1, o que impossibilita a estimação de componentes de covariância, assim como computar valores iniciais no processo de maximização de verossimilhança. Há duas possibilidades para solução desse problema: excluir as variáveis problemáticas do modelo ou tratá-las como tendo inclinações fixas. Optou-se pelo segundo caminho.

No primeiro modelo estimado com essa proposta, incluíram-se somente variáveis explicativas a nível individual e considerou-se que as variáveis de situação domiciliar e sexo variam aleatoriamente entre os domicílios. Ao incluir esses efeitos aleatórios as variáveis Idade3 e Filho passaram a ser não significantes. As magnitudes das outras variáveis permaneceram praticamente iguais, mas vale mencionar as mulheres que passam a se deslocar em média 6 % a menos que os homens. No modelo 6 são incluídas variáveis explicativas de segundo e do terceiro níveis e o coeficiente da variável Filhomenor passa a variar aleatoriamente, nesse modelo o tempo de *commuting* é 14,67 % maior para os que utilizam transporte privado, e - 11,13 % para os membros cujas famílias tem, pelo menos, um filho menor de idade.

Tabela 4.3: Resultados das equações de tempo de *commuting* para modelos com efeitos aleatórios

variáveis	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8
Intercepto	2,7711 *	2,7754 *	2,7754 *	2,7754 *
<b>Indivíduo</b>				
Idade1	0,0366 *	0,0344 *	0,0344 *	0,0344 *
Idade2	0,0053 <i>ns</i>	0,0056 <i>ns</i>	0,0056 <i>ns</i>	0,0056 <i>ns</i>
Idade3	- 0,0211 <i>ns</i>	- 0,0200 <i>ns</i>	- 0,0200 <i>ns</i>	- 0,0200 <i>ns</i>
Idade4	- 0,0070 <i>ns</i>	- 0,0065 <i>ns</i>	- 0,0065 <i>ns</i>	- 0,0065 <i>ns</i>
Motorpri	0,1448 *	0,1467 *	0,1467 *	0,1467 *
Motorpub	0,6099 *	0,6080 *	0,6080 *	0,6080 *
Cônjuge	- 0,0758 *	- 0,0764 *	- 0,0764 *	- 0,0764 *
Filho	- 0,0028 <i>ns</i>	0,0008 <i>ns</i>	0,0008 <i>ns</i>	0,0008 <i>ns</i>
Pareout	0,0180 <i>ns</i>	0,0175 <i>ns</i>	0,0175 <i>ns</i>	0,0175 <i>ns</i>
Sexo	- 0,0605 *	- 0,0590 *	- 0,0590 *	- 0,0590 *
<b>Domicílio</b>				
Rendapercdom		- 0,0000 <i>ns</i>	- 0,0000 <i>ns</i>	- 0,0000 <i>ns</i>
Filhomenor		- 0,1113 *	- 0,1111 *	- 0,1113 *
<b>Região</b>				
Acesserv		0,0113 *	0,0113 *	0,0113 *
Acesscom		0,0020 *	0,0020 *	0,0020 *
Acesslazer		0,0015 **	0,0015 **	0,0015 **
Rendapercreg		- 0,00003 **	- 0,00003 **	- 0,00003 **
<b>Termos de interação</b>				
Sexo*Filhomenor			- 0,0004 <i>ns</i>	
Filhomenor*Acesslazer				0,0001 <i>ns</i>
<b>Partição da variância</b>				
Indivíduo	0,1096 *	0,1096*	0,1096*	0,1096*
$\beta_{Conjugejk}$	0,4866 **	0,4872 **	0,4872 **	0,4872 **
$\beta_{filhojk}$	0,3912 *	0,3928 *	0,3928 *	0,3928 *
$\beta_{pareoutjk}$	0,4498 *	0,4514 *	0,4514 *	0,4514 *
$\beta_{sexojk}$	0,2962 *	0,2960 *	0,2960 *	0,2961 *
Domicílio	0,4090 *	0,4087 *	0,4087 *	0,4087 *
$\gamma_{0\text{ fil hom enk}}$		0,0186 **	0,0186 **	0,0186 **
Região	0,0186 *	0,0141 *	0,0141 *	0,0141 *
<b>Coef Confiabilidade</b>				
$\beta_{0jk}$	0,852	0,852	0,852	0,852
$\beta_{Conjugejk}$	0,686	0,686	0,686	0,686
$\beta_{filhojk}$	0,800	0,801	0,801	0,801
$\beta_{pareoutjk}$	0,736	0,737	0,737	0,737
$\beta_{sexojk}$	0,731	0,731	0,731	0,731
$\gamma_{00k}$	0,594	0,531	0,531	0,531
$\gamma_{0\text{ fil hom enk}}$		0,101	0,101	0,101
<b>Deviance</b>	103749,93	103599,03	103599,03	103599,03
Nº de parâmet. Estim.	28	36	37	37

Fonte: Elaboração própria a partir das estimativas dos modelos

Nota: \* significativa ao nível de 1%; \*\* significativa ao nível de 5%; \*\*\* significativa ao nível de 10%; *ns* não significativa.

Os dois últimos modelos apresentam termos de interação. Como a interpretação de tais termos é frequentemente pouco intuitiva, optou-se por incluir apenas termos de interação que tivessem bons argumentos teóricos. No modelo 7 temos o termo de interação Sexo\*Filhomenor, sendo que o argumento para inclusão desta variável seria a de que mulheres em domicílios com menores de idade presentes procurariam trabalhar mais próximos de sua residência. O argumento anterior é desenvolvido por Madden (1981) segundo a qual a existência de filhos menores elevaria a carga de afazeres domésticos da mulher induzindo-a a procurar um emprego mais próximo de sua moradia, para diminuir o tempo de *commuting*. Contudo, os resultados não corroboram tal argumento, pois, apesar do sinal ser o esperado, o termo de interação é insignificante.

O motivo da inclusão do termo de interação Filhomenor\*Acesslazer parte da suposição de que regiões com maior acesso a lazer estão mais afastadas das regiões caracterizadas por grande número de postos de trabalho, assim famílias com filhos menores tenderiam a optar por morar em tais regiões e conseqüentemente maiores seriam as distâncias percorridas de *commuting*. Em outras palavras, procurou-se captar algum efeito do estágio da vida no qual a família se encontra. Assim, as conclusões estão intimamente ligadas à observada na Proposição 4 no capítulo 2, na qual quanto maior o número de dependentes na família maior é a distância do domicílio em relação aos locais de trabalho. Apesar dos argumentos para a inclusão da variável, esta não apresenta significância, apesar do sinal ser o esperado.

Nos modelos de coeficientes aleatórios da Tabela 4.3 podemos observar um fato peculiar. O modelo 5 inclui apenas variáveis explicativas a nível individual, enquanto que os modelos 6 a 8 incorporam também variáveis de nível domiciliar e regional. A princípio, deveríamos esperar que a inclusão destas variáveis diminuísse a variância dos coeficientes aleatórios. Entretanto, pudemos observar apenas um pequeno aumento das variâncias dos coeficientes de situação domiciliar, obtendo o  $R^2$  negativo que nos referimos no capítulo anterior. Portanto, o  $R^2$  não é uma boa medida para determinarmos se os modelos com coeficientes aleatórios melhoraram com a inclusão de variáveis explicativas.

Os índices de confiabilidade do parâmetro apresentaram valores elevados para praticamente todos os coeficientes aleatórios. A exceção fica por conta do coeficiente aleatório do filho menor cujo índice de confiabilidade é de apenas 0,101, o que é um indicativo de que esse coeficiente pode ser considerado fixo e não estocástico.

Através das *deviances* realizamos alguns testes qui-quadrado para inferir sobre quais modelos se ajustam melhor aos dados. Os testes nos indicaram que conforme foram-se incluindo mais variáveis, assim como efeitos aleatórios, o ajuste dos modelos foi aumentando gradualmente. Assim, entre os modelos de efeitos fixos, o modelo 4 é o de melhor ajuste. Enquanto que entre os modelos com coeficientes aleatórios o modelo 7 apresentou o melhor ajuste. Considerando todos os modelos, o último também foi o que apresentou o melhor ajuste.

Por fim, podemos sintetizar algumas das principais conclusões dos modelos estimados:

- O diferencial entre os deslocamentos dos homens e das mulheres para o local de trabalho, presentes na literatura, foi corroborado. Os modelos estimados apresentaram um tempo médio de deslocamento entre 5 e 6 % menor para as mulheres;
- Entre os indivíduos que utilizam meios de transporte motorizados, o acréscimo no tempo de *commuting* é significativamente maior para os usuários de transporte público;
- A renda familiar não se mostrou significativa na determinação do tempo de *commuting*;
- As variáveis de faixas etárias e existência de filho menor de idade não foram capazes de captar a idéia de ciclo da vida;
- As diferenças domiciliares são muito importantes para explicar o comportamento diferenciado de *commuting*.

## CAPÍTULO 5

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou oferecer uma revisão teórica e uma aplicação empírica para as principais teorias de escolhas residências existentes. O desenho amostral exigiu uma atenção especial na escolha do método estatístico apropriado para análise. A partir do entendimento de que os dados apresentam uma certa estrutura hierarquizada, optou-se pela abordagem multinível, objetivando captar alguma correlação dentro de níveis distintos.

Na aplicação desta metodologia para os dados da pesquisa OD da RMBH, entre os principais resultados, concluiu-se que o comportamento de *commuting* é mais parecido entre indivíduos de uma mesma família do que indivíduos de diferentes famílias, assim como um diferencial entre os sexos no tempo de deslocamento. As variáveis de Idade e de renda não tiveram o resultado esperado. Bottai *et al* (2006) obtiveram um efeito considerável e significativo para as faixas etárias de até 60 anos, provavelmente porque consideraram qualquer motivo de deslocamento, que capta melhor os estágios do ciclo da vida. Quanto ao efeito renda, Magalhães (2002) o observa nos dados da RMBH de 1992, entretanto, ele utiliza um modelo hierárquico muito diferente do empregado nesse trabalho. Além do mais, a renda considerada pelo autor é individual, e não domiciliar, o que pode ser um problema, por não considerar a importância da renda do domicílio como um todo. Atentou-se para a possibilidade de que a mudança em alguns resultados pode ser resultado de alguma mudança nas preferências da população mediante iniciativas de inovação imobiliária. Essa abordagem não é incorporada pela NEU, mesmo quando se considera o lado da oferta habitacional, pois o capital imobiliário, nesses modelos, não é capaz de modificar as preferências dos consumidores através de algum processo especulativo.

Assim sendo, embora parte das constatações confirmem algumas teorias apresentadas no capítulo 2 (a ideia dos gradientes de renda em relação à distância de *commuting* – que aumenta conforme aumenta a distância do *CBD* ou que aumenta

conforme se aproxima do *CBD* - desenvolvido pela NEU). Possivelmente, a RMBH de Belo Horizonte não apresenta tais gradientes de renda pelo fato de que as duas principais aglomerações de famílias de alta renda se localizam na região central do Contorno em Belo Horizonte e em uma região mais afastada, representada pelo bairro Belvedere III em Belo Horizonte e pelos condomínios fechados do município de Nova Lima.

Em relação à análise realizada aqui, sabemos que o dever da teoria positiva é prover explicações para essas regularidades e sugerir hipóteses testáveis para melhor investigação. Não se deve, entretanto, conter-se com a mera confirmação de tais regularidades. A existência das mesmas não necessariamente implica que uma dada estrutura espacial é desejável. Portanto, nós devemos estar interessados também na teoria normativa, para identificar a estrutura espacial e tamanho das cidades que sejam eficientes<sup>31</sup>, e sugerir meios de alcançá-los. Esta visão foi eloqüentemente expressada por Lösch (1954, p. 4): *“The real duty of the economist is not to explain our sorry reality, but to improve it. The question of the best location is far more dignified than the determination of the actual one”*. Se remetermos esta discussão à emergência dos problemas urbanos discutidos no início desse trabalho, chegaremos à conclusão de que a “mão invisível urbana” falhou em prover a melhor estrutura urbana. Ou seja, o caos que freqüentemente impera nas grandes cidades é resultado de um equilíbrio sub-ótimo que o mercado por si só não consegue resolver.

Na prática, a coordenação espacial pelo mercado se mostrou mais complexa do que a teoria supunha. Isso se deve ao fato de que os tomadores de decisão de localização, como em muitos mercados com problemas de informação assimétrica, devem antecipar os efeitos da localização dos outros participantes do mercado, mas a incerteza urbana normalmente os faz cometer erros sistemáticos.

A complexidade de um tema como a estruturação intra-urbana torna indispensável a continuidade de investigação na área. Todavia, pelos aspectos normativos, tais investigações são apenas o ponto de partida. Trabalhos como esse se constituem nos

---

<sup>31</sup> Uma boa introdução deste assunto pode ser vista no trabalho seminal de Henderson (1974), mas a idéia de eficiência está relacionada à maximização de bem-estar da população local.

primeiros passos para galgar um objetivo maior, qual seja, subsidiar o processo de planejamento urbano. Portanto, esta dissertação não tem um fim em si mesma, pois ela é apenas uma análise inicial a partir de um conjunto de dados que só foram disponibilizados recentemente. O planejamento urbano, no âmbito das políticas de desenvolvimento, envolve, entre outras coisas, a previsão da demanda de serviços de transportes bem como a distribuição espacial da população (é por isso que um governo local financia uma pesquisa como a OD).

A contribuição desse trabalho não se restringe à verificação empírica de algumas das teorias de localização residencial. Ele proporcionou também um melhor conhecimento da dinâmica habitacional e das jornadas ao trabalho diárias da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Uma sugestão de pesquisa futura é o da aplicação desta metodologia, assim como das teorias, para outras cidades, ou regiões metropolitanas, brasileiras, para que possamos elucidar as peculiaridades de cada centro urbano, no que se refere as particularidades de sua estrutura intra-urbana.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMO, P. **Mercado e ordem urbana**: do caos à teoria da localização residencial. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 224 p.

ABRAMO, P.; FARIA, T. C. Mobilidade residencial na cidade do Rio de Janeiro: considerações sobre os setores formal e informal do mercado imobiliário. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 11, 1998, Caxambu, MG. **População: globalização e exclusão**. Belo Horizonte: ABEP, 1998. p.421-456. Disponível em: <<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/PDF/1998/a139.pdf>>

ALONSO, W. A theory of the urban land market. In: LEAHY, W. H.; McKEE, D. L.; DEAN, R. D. [Eds.]. **Urban economics**: theory, development and planning. New York: The Free, 1970. p. 55-63.

ALONSO, W. **Location and land use**: toward a general theory of land rent. Cambridge: Harvard University, 1964. 204 p.

BASSETT, K.; SHORT, J. R. **Housing and residential structure**: alternative approaches. London: Routledge & Kegan Paul, 1980. 254 p.

BECKMANN, M. Equilibrium models of residential land use. **Regional and Urban Economics**, v. 3, n.4, p. 361-368, 1973.

BECKMANN, M. On the distribution of urban rent and residential density. **Journal of Economic Theory**, v. 1, n. 1, p. 60-67, 1969.

BEN-AKIVA, M.; BOWMAN, J. L. Integration of an activity-based model system and a residential location model. **Urban Studies**, v. 35, n. 7, p. 1131-1153, 1998.

BLUMEN, O.; KELLERMAN, A. Gender differences in commuting distances, residence, and employment location: metropolitan HAIFA 1972 and 1983. **Professional Geographer**, v. 42, n. 1, p. 54-71, 1990.

BOLAN, M. The mobility experience and neighborhood attachment. **Demography**, v. 34, n. 2, p. 225-237, 1997.

BOTTAI, M.; SALVATI, N.; ORSINI, N., Multilevel models for analysing people's daily movement behavior. **Journal of Geographical Systems**, v. 8, n. 1, p. 97-108, 2006.

BRITO, F. Mobilidade espacial e expansão urbana: o caso da região metropolitana de Belo Horizonte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 10, 1996, Caxambu, MG. **X Encontro Nacional de Estudos Populacionais: anais**. Belo Horizonte:

BROWN, L.; MOORE, E. G. The intraurban migration process: a perspective. **Geografiska Annaler Serie B**, n. 52, p. 1-13, 1970

BULMER, M. **The Chicago school of sociology: institutionalization, diversity, and the rise of sociological research**. Chicago: University of Chicago, 1984. 306 p.

BURGESS, E. W. The growth of the city: an introduction to a research project. In: PARK, R. E.; BURGESS, E. W.; MCKENZIE, R. D. **The city**. Chicago: University of Chicago, 1925. p.47-62.

CADWALLADER, M. T. **Migration and residential mobility: macro and micro approaches**. Wisconsin: University of Wisconsin, 1992. 275 p.

CAMSTRA, R. Commuting and gender in a lifestyle perspective. **Urban Studies**, v. 33, n. 2, p. 283-300, 1996.

CASTELLS, M. **A questão urbana**. São Paulo: Paz & Terra, 2000. 590 p.

CHESHIRE, O.; SHEPPARD, S. Estimating the demand for housing land the neighborhood characteristics. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 60, n. 3, p. 357-382, 1998.

CHESHIRE, O.; SHEPPARD, S. On price of land and the value of amenities. **Economica**, v. 62, n. 246, p. 247-267, May 1995.

CLARK, W. A.; BURT, J. E. The impact of workplace on residential relocation. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 70, n. 1, p. 59-67, 1980.

CLARK, W. A.; HUANG, Y.; WITHERS, S. Does commuting distance matter? Commuting tolerance and residential change. **Regional Science and Urban Economics**, v. 33, n. 2, p. 199-221, 2003.

CROPPER, M. L.; GORDON, P. L. Wasteful commuting: a re-examination. **Journal of Urban Economics**, v. 29, n. 1, p. 2-12, Jan., 1991.

DESALVO, J. S. A model of urban household behavior with leisure choice. **Journal of Regional Science**, v. 25, n. 2, p. 159-174, May 1985.

DIAMOND, D. The relationship between amenities and urban land prices. **Land Economics**, v. 56, n. 1, p. 21-32, 1980.

ERICKSON, J. A. An analysis of the journey to work for women. **Social Problems**, v. 24, n. 4, p. 428-435, 1977.

FRANK, R. H. Family location constraints and the geographic distribution of female professionals. **Journal of Political Economy**, v. 86, n. 1, p. 117-130, 1978.

FUJITA, M. **Urban economic theory: land use and city size**. Cambridge: Cambridge University, 1989. 366 p.

FUJITA, M.; KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. **Economia espacial: urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo**. São Paulo: Futura, 2002. 391 p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Escola de Governo. **Pesquisa de origem e destino 2000-2001: relatório consolidado**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2004a. v. 2.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Escola de Governo. **Pesquisa de origem e destino 2000-2001: relatório das atividades complementares**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2004b.

GOLDSTEIN, H. **Multilevel statistical models**. 2. ed. London: Edward Arnold, 1995. 178p.

GOLDSTEIN, H.; RASBASH, J. Improved approximations for multilevel models with binary responses. **Journal of the Royal Statistical Society**, Serie A, n. 159, p. 505-513, 1996.

GOMES, R. C. C.; SILVA, A. B.; SILVA, V. P. Política habitacional e urbanização no Brasil. **Scripta Nova**, Barcelona, v. 7, n. 146, ago. 2003. Disponível em: <[http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(083\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(083).htm)>.

GORDON, I.; VICKERMAN, R. Opportunity, preference and constraint: an approach to the analysis of metropolitan migration. **Urban Studies**, v. 19, n. 3, p. 247-261, 1982.

GORDON, P.; KUMAR, A.; RICHARDSON, H. Gender differences in metropolitan travel behavior. **Regional Studies**, v. 23, n. 6, p. 499-510, 1989.

GOTTDIENER, M. **A produção social do espaço urbano**. São Paulo: EDUSP, 1997. 310p.

HAIG, R. M. Toward an understanding of the metropolis. **Quarterly Journal of Economics**, v. 40, n. 3, p. 402-434, 1926.

HAMILTON, B. Wasteful commuting. **Journal of Political Economy**, v. 90, n. 5, p. 1035-1053, 1982.

HARDMAN, A.; IOANNIDES, Y. M. Neighbors income distribution: economic segregation and mixing in US urban neighborhoods. **Journal of Housing Economics**, v. 13, n. 4, p. 368-382, Dec. 2004.

HAWLEY, A. H. **Human ecology**; a theory of community structure. New York: Ronald, 1950. 456 p.

HECHT, A. The journey-to-work distance in relation to the socio-economic characteristics of workers. **Canadian Geographer**, v. 28, n. 4, p. 376-379, 1974.

HENDERSON, J. V. Evaluating consumer amenities and interregional welfare differences. **Journal of Urban Economics**, v. 11, n. 1, p. 32-59, 1982.

HENDERSON, J. V., The sizes and types of cities. **American Economic Review**, v. 64, n. 4, p. 640-656, 1974.

HERÓDOTO. **Histórias**. Brasília: Universidade de Brasília, 1985. 613 p.

HILGERT, N. A.; KLUG, L. B.; PAIXÃO, L. A. A “criação” do bairro Belvedere III em Belo Horizonte: inovação espacial, valorização imobiliária e instrumentos urbanísticos. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 11, 2004, Diamantina, MG. **Anais**. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2004. Disponível em: CD-ROM.

HOCHMAN, O.; OFEK, H. The value of time in consumption and residential location in an urban setting. **American Economic Review**, v. 67, n. 5, p. 996-1003, Dec. 1977.

HOX, J. J. **Applied multilevel analysis**. 2. ed. Amsterdam: TT-Publikaties, 1995. 118 p.

HOX, J. J. **Hierarchical models for survey data**. Ann Arbor: Summer Institute in Survey Research Techniques, 2000.

HOX, J. J., KREFT, I. G. G. Multilevel analysis methods. **Sociological Methods and Research**, v. 22, n. 3, p. 283-299, 1994.

HOYT, H. **The structure and growth of residential neighborhoods in American cities**. Washington, D.C.: Federal Housing Administration, 1939. 178 p.

HURD, R. M. **Principles of city land values**. New York: Record and Guide, 1903. 159 p.

JOHNSTON-ANUMONWO, I. The influence of household type on gender differences in work trip distances. **Professional Geographer**, v. 44, n. 2, p. 161-169, 1992.

KIM, S. **Gender differences in commuting**: an empirical study of the greater Los Angeles Metropolitan Area. Berkeley: University of California, 1994. 34 p. (Working Paper UCTC, n. 190). Disponível em: < <http://www.uctc.net/papers/190.pdf> >

KREFT, I.; LEEUW, J. **Introducing multilevel modeling**. London: SAGE, 1998. 149 p.

LAWRENCE, T.; YEZER, A. M. J. Testing the monocentric urban model: evidence based on wasteful commuting. **Journal of the American Real Estate & Urban Economics Association**, v. 19, n. 1, p. 41-51, 1991.

LEE, B. A.; OROPESA, R. S.; KANAN, J. W. Neighborhood context and residential mobility. **Demography**, v. 31, n. 2, p. 249-270, 1994.

LOSCH, A. **The economics of location**. New Haven: Yale University, 1954. 520 p.

LUCAS, R. E.; ROSSI-HANSBERG, E., On the internal structure of cities. **Econometrica**, v. 70, n. 4, p. 1445-1476, 2002.

LYNCH, K. The pattern of the metropolis. In: DEAN, R. D.; LEAHY, W. H.; McKEE, D. L. **Urban economics: theory, development and planning**. New York: Free, 1970. p. 21-40.

MACDONALD, H. L. Women's employment and commuting: explaining the links. **Journal of Planning Literature**, v. 13, n. 3, p. 267-283, 1999.

MADDEN, J. F. A spatial theory of sex discrimination. **Journal of Regional Science**, v. 17, n. 3, p. 369-380, 1977a.

MADDEN, J. F. An empirical analysis of the spatial elasticity of labor supply. **Papers in Regional Science**, v. 39, n. 1, p. 157-171, Dec. 1977b.

MADDEN, J. F. Why women work closer to home. **Urban Studies**, v. 18, n. 2, p. 181-194, June 1981.

MADDEN, J. F.; WHITE, M. J. Spatial implications of increases in the female labor force: a theoretical and empirical synthesis. **Land Economics**, v. 56, n. 4, p. 432-446, Nov. 1980.

MAGALHÃES, D. J. A. V. **Uma abordagem multinível sobre localização e mobilidade residencial na região metropolitana de Belo Horizonte**. 2002. 265 f. Tese (Doutorado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

MAGALHÃES, D. J. A. V.; D'ÁVILA, A. E. C. Migrações dentro da Região Metropolitana de Belo Horizonte visando moradia próxima ao local de trabalho. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 10, 1996, Caxambu, MG. **Anais**. Belo Horizonte: ABEP, 1996. v. 3, p. 741-770.

MAGALHÃES, D. J. A. V.; RIOS NETO, E. L. G. Uma abordagem multinível para análise da mobilidade residencial na Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Estudos da População**, v. 21, n. 1, p. 137-156, 2004.

MARSHALL, A. **Princípios de economia**: tratado introdutório. São Paulo: Abril Cultural, 1982a. v. 1. (Tradução revista de Rômulo de Almeida e Ottolmy Strauch)

MARSHALL, A. **Princípios de economia**: tratado introdutório. São Paulo: Abril Cultural, 1982b. v. 2. (Tradução revista de Rômulo de Almeida e Ottolmy Strauch)

MILLS, E. S. (Ed.). **Handbook of regional and urban economics**. Amsterdam: North-Holland, 1987. v. 2. Urban economics. (Handbooks in economics; 7)

MILLS, E. S. An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area. **American Economic Review**, v. 57, n. 2, p. 197-211, 1967.

MILLS, E. S. **Studies in the structure of the urban economy**. Baltimore: Johns Hopkins University, 1972. 151 p.

MIRRELES, J. A. The optimum town. **Swedish Journal of Economics**, v. 74, n. 1, p. 114-135, 1972.

MONTE MÓR, R. L. M. As teorias urbanas e o planejamento urbano no Brasil. In: DINIZ, C. C.; CROCCO, M. (Orgs.). **Economia regional e urbana**: contribuições teóricas recentes. Belo Horizonte: UFMG, 2006. p. 61-85.

MUTH, R. F. **Cities and housing**: the spatial pattern of urban residential land use. Chicago: University of Chicago, 1969. 355 p.

MUTH, R. F. Economic change and rural-urban land conversion. In: LEAHY, W. H., McKEE, D. L., DEAN, R. D. **Urban economics**: theory, development and planning. New York: Free, 1970. p. 79-102.

NELSON, J. P. Residential choice, hedonic prices, and the demand for urban air quality. **Journal of Urban Economics**, v. 5, n. 3, p. 357-369, 1978.

PARK, R. E. Human ecology. **American Journal of Sociology**, v. 42, n. 1, p. 1-15, July 1936.

PINES, D. On the spatial distribution of households according to income. **Economic Geography**, v. 51, n. 2, p. 142-149, 1975.

RAUDENBUSCH, S. W.; BRYK, A. S. **Hierarchical linear models**: applications and data analysis methods. 2. ed. London: Sage, 2002. 485 p.

RAUDENBUSCH, S. W.; BRYK, A. S.; CHEONG, Y. F.; CONGDON Jr, R. T. **HLM 5**: hierarchical linear and nonlinear modeling. Lincolnwood, IL: Scientific Software International, 2000. 306 p.

RICHARDSON, H. W. **The new urban economics**: and alternatives. London: Pion, 1977. 266 p.

RICHARDSON, H. W. **Urban economics**. Harmondsworth: Penguin, 1971. 208 p.

ROSE-ACKERMAN, S. Location, space, and urban structure: the Wingo model reconsidered. **Land Economics**, v. 50, n. 3, p. 281-284, Aug. 1974.

ROTHENBERG, J. The impact of local government on intra-metropolitan location. **Papers in Regional Science**, v. 24, p. 47-81, 1970.

RUBINFELD, D. L. The economics of the local public sector. In: AUERBACH, A. J.; FELDSTEIN, M. S. (Eds.). **Handbooks of public economics**. Amsterdam: Elsevier, 1987. v. 2, p. 571-645.

SAMUELSON, P. A. The pure theory of public expenditures. **Review of Economics and Statistics**, v. 46, n. 4, p. 387-389, 1954.

SAUNDERS, P. **Social theory and the urban question**. 2.ed London: Hutchinson Education, 1986. 394 p.

SEGAL, D. (Ed.). **The economics of neighborhood**. New York: Academic, 1979. 296 p.

SEGAL, D. **Urban economics**. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, 1977. 322 p.

SIMMONS, J. W. Changing residence in the city: a review of intra-urban mobility. **Geographical Review**, v. 58, n. 4, p. 622-651, 1968.



SIMPSON, W. Workplace location, residential location, and urban commuting. **Urban Studies**, v. 24, n. 2, p. 119-128, 1987.

SIMPSON, W.; VAN DER VEEN, A. The economics of commuting and the urban labour market. **Journal of Economic Surveys**, v. 6, n. 1, p. 45-62, 1992.

SINDICATO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE BELO HORIZONTE. **Diagnóstico do sistema de transporte coletivo por ônibus do município de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: SETRA-BH, 2003.

SMALL, K. A.; SONG, S. “Wasteful” commuting: a resolution. **Journal of Political Economy**, v. 100, n. 4, p. 888-898, Aug. 1992.

SNIJDERS, T. B. A.; BOSKER, R. J. Modeled variance in two level models. **Sociological Methods & Research**, v. 22, n. 3, p. 342-363, 1994.

SNIJDERS, T. B. A.; BOSKER, R. J. **Multilevel analysis**: an introduction to basic and advanced multilevel modeling. Thousand Oaks, CA: Sage, 1999. 266 p.

SOARES, M. R. M. **Migração intrametropolitana e movimentos pendulares na região metropolitana de Belo Horizonte**: o caso do município de Contagem – 1991/2000. 2006. 141 f. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SOLOW, R. Congestion, density and the use of land in transportation. **Swedish Journal of Economics**, v. 74, n. 1, p. 161-173, Mar. 1972.

SOLOW, R.; VICREY, W. Land use in a long narrow city. **Journal of Economic Theory**, v. 3, n. 4, p. 430-447, 1971.

SOUZA, R. G. V.; BRITO, F. R. A. A expansão urbana da região metropolitana de Belo Horizonte e suas implicações para a redistribuição espacial da população: a migração dos ricos. 2006. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15. : 2006 : Caxambu, MG. **Desafios e oportunidades do crescimento zero**. Campinas: ABEP, 2006. (Disponível em CD-ROM)

SUH, S. H. Wasteful commuting: an alternative approach. **Journal of Urban Economics**, v. 28, n. 3, p. 277-286, Nov. 1990.

TIEBOUT, C. M. A pure theory of local expenditures. **Journal of Political Economy**, v. 64, n. 5, p. 416-424, Oct. 1956.

VICKERMAN, R. W. Urban and regional change, migration and commuting: the dynamics of workplace, residence and transport choice. **Urban Studies**, v. 21, n. 1, p. 15-29, Feb. 1984.

WEINBERG, D. The determinants of intra-urban household mobility. **Regional Science and Urban Economics**, v. 9, n. 2-3, p. 219-246, 1979.

WHEATON, W. C. A comparative static analysis of urban spatial structure. **Journal of Economic Theory**, v. 9, n. 2, p. 223-237, Oct. 1974.

WHEATON, W. C. Income and urban residence: an analysis of consumer demand for location. **American Economic Review**, v. 67, n. 4, p. 620-631, Sept. 1977.

WHEELER, J. O. Some effects of occupational status on work trips. **Journal of Regional Science**, v. 9, n. 1, p. 69-78, Apr. 1969.

WHITE, M. A model of residential location choice and commuting by men and women workers. **Journal of Regional Science**, v. 17, n. 1, p. 41-52, Apr. 1977.

WINGO, L. An economic model of the utilization of urban land for residential purposes. **Papers in Regional Science**, v. 7, n. 1, p. 191-205, Dec. 1961b.

WINGO, L. **Transportation and urban land**. Washington, DC: Resources for the Future, 1961a. 134 p.

## ANEXO 1

### A 2. Método de Máxima Verossimilhança Restrita (MVR)

Uma deficiência do MV é que as estimativas da variância e covariância são condicionadas sobre pontos estimados de efeitos fixos. Raudenbush & Bryk (2002) ilustram tal método através de um simples modelo de regressão:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + e_i \quad (\text{A.})$$

1)

onde os erros  $e_i$ , com  $i = 1, \dots, n$ , são normalmente distribuídos com média zero e uma variância constante,  $\sigma^2$ . Imagine por um momento que os  $P + 1$  coeficientes da regressão  $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$  são conhecidos. Então o estimador de máxima verossimilhança de  $\sigma^2$  será:

$$\hat{\sigma}^2 = \sum e_i^2 / n \quad (\text{A.})$$

2)

Agora suponha que os parâmetros da regressão são desconhecidos (que é tipicamente o caso) e, portanto, deve ser estimado. Os resíduos serão:

$$\hat{e}_i = Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i} - \dots - \hat{\beta}_p X_{pi} \quad (\text{A.})$$

3)

onde cada  $\hat{\beta}_p$  é o estimador de MQO. Nesse caso o estimador não viesado de  $\sigma^2$  será:

$$\hat{\sigma} = \sum \hat{e}_i^2 / (n - P - 1) \quad (\text{A.})$$

4)

## ANEXO 2

Em pesquisas com modelagem hierárquica são definidas variáveis em cada nível de hierarquia. Tais variáveis podem ser mensuradas em seus próprios níveis de hierarquia ou podem ser resultantes de agregações e desagregações de outros níveis. Agregação significa que as variáveis em um menor nível são movidas para um maior nível pelo cálculo da média do nível anterior. Desagregação significa mover variáveis para um menor nível. Hox (1995) apresenta uma tipologia para as variáveis hierárquicas com o seguinte esquema:

Tabela A.3: Relações das variáveis de diferentes níveis

Nível:	1		2		3		3<
Tipo	Absoluta	=>	Analítica				
de	Relacional	=>	Estrutural				
Variável	Contextual	<=	Global	=>	Analítica		
			Relacional	=>	Estrutural		
			contextual	<=	Global	=>	.
					Relacional	=>	.
					contextual	<=	.

Fonte: Hox (1995)

No esquema acima, o menor nível de análise (nível 1) normalmente é formado por indivíduos. Podemos observar que em cada nível temos alguns tipos de variáveis. As variáveis globais e absolutas (é a variável global quando presente no primeiro nível) referem-se ao nível em que elas estão definidas, não se referindo a outras unidades ou níveis. As variáveis também se referem a um único nível, entretanto elas descrevem relações de uma unidade para outras unidades do mesmo nível. As variáveis analíticas e estruturais se referem a subunidades de variáveis de um nível abaixo, respectivamente absolutas e relacionais. Mais especificamente, variáveis analíticas se referem à distribuição de uma variável global ou absoluta do nível abaixo, ou seja, a média destas variáveis. As variáveis estruturais se referem à distribuição de variáveis relacionais do nível abaixo.

A construção das variáveis analíticas e estruturais envolve a agregação de dados do nível abaixo (que na tabela A.3 indicamos por =>), ou seja, dados de um menor nível são agregados em dados sobre um menor número de unidades de maior nível. O inverso acontece com as variáveis contextuais, que são construídas a partir da desagregação (que na tabela A.3 indicamos por <=) de variáveis globais que consiste na construção de unidades maiores no nível inferior. Esses procedimentos podem levar a alguns problemas. Quando agregamos os dados de um nível para criar unidades em um nível maior, perdemos informações que diminuem o poder de análise estatística. Com a desagregação que realiza uma extrapolação de dados contidos em poucas superunidades para valores de um número maior de subunidades. Um dos problemas de tudo isso é que os testes estatísticos podem se tornar viesados. Do lado conceitual podemos incorrer na chamada falácia ecológica, interpretar dados agregados ao nível individual. Mediante tais problemas devemos ter muito cuidado na interpretação de tais variáveis.

### ANEXO 3

Figura A3: A Região Metropolitana de Belo Horizonte e seus vetores de expansão

