

# Uma abordagem multinível para análise da mobilidade residencial na Região Metropolitana de Belo Horizonte

David José Ahouagi Vaz de Magalhães\*  
Eduardo Luiz Gonçalves Rios-Neto\*\*

*A mobilidade residencial intra-urbana é uma questão fundamental a ser considerada no planejamento das cidades. O objetivo do artigo é investigar a importância relativa de características socioeconômicas e demográficas de domicílios, bem como de aspectos ambientais, sobre a duração do tempo de residência em domicílios situados na Região Metropolitana de Belo Horizonte, empregando um modelo de Regressão Logística Multinível. Dois níveis hierárquicos de dados são usados na análise: o primeiro, relacionado às características específicas dos domicílios, tais como renda, composição do domicílio, idade e sexo do chefe de domicílio e posse do imóvel residencial; o segundo, relacionado a aspectos da área urbana onde a moradia está localizada, tais como o status econômico da vizinhança e a acessibilidade a serviços diversos.*

**Palavras-chave:** Mobilidade residencial. Modelagem estatística multinível. Região Metropolitana de Belo Horizonte.

## Introdução

A distribuição espacial da população intra-urbana constitui um fenômeno demográfico dinâmico, que tem sido pouco explorado no Brasil, devido à inexistência de pesquisas sistemáticas e abrangentes que forneçam os dados necessários para tais estudos, embora a compreensão desse fenômeno seja vital para as atividades de planejamento urbano envolvendo a formulação de políticas públicas. A mudança de residência em áreas urbanas, quando não efetivada por decisão involuntária ou, meramente, como resultado de ações dos agentes imobiliários, poderia ser interpretada como um fenômeno do mercado residencial, decorrente, principal-

mente, de alterações seja no *status* familiar (ciclo de vida), seja no *status* socioeconômico dos indivíduos. A decisão de mudança residencial poderia ser, também, decorrente da atração por uma outra vizinhança, em face de fatores sociais e/ou físicos ambientais.

O objetivo deste artigo é investigar a importância relativa de características socioeconômicas e demográficas de grupos domiciliares, bem como de aspectos contextuais ambientais, sobre a duração do tempo de residência em domicílios da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), utilizando-se da técnica de Regressão Logística Multinível (Goldstein, 1995; Snijders e Bosker, 1999), que tornou possível a incorporação, simultânea e

---

\*Professor do Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia e pesquisador do Núcleo de Transportes (Nucletrans) da Universidade Federal de Minas Gerais.

\*\*Professor do Departamento de Demografia e pesquisador do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais.

consistente estatisticamente, de efeitos intrínsecos aos domicílios e de efeitos contextuais, inerentes à localização da moradia. O *software* MLwiN (Rasbash *et al.*, 2000) foi utilizado para obtenção dos resultados, elaboração de testes de hipóteses e análise de resíduos. A Pesquisa Domiciliar de Origem e Destino de Transportes (Nucletrans, 1992) realizada na RMBH, em 1992, forneceu dados que propiciaram o desenvolvimento de investigações sobre o tema.

Quaisquer estudos prospectivos sobre a evolução da distribuição espacial da população na RMBH deveriam considerar o fenômeno da mobilidade residencial. Em função dos resultados obtidos por Magalhães (2002), constatou-se que, em 1992, apenas 16,8% dos grupos domiciliares com menos de cinco anos de residência na RMBH eram provenientes de fora dessa região. Das mudanças intrametropolitanas, 75% foram intramunicipais, contudo a maior parte envolveu mudança de bairro. Estes resultados revelam um processo de mobilidade residencial intrametropolitana e intramunicipal mais intenso do que aquele correspondente às correntes migratórias, com um maior efeito, portanto, sobre a evolução da distribuição espacial da população na região. Estima-se que a população que residia, em 1992, em domicílios cujos chefes haviam residido, nos últimos cinco anos, em outro bairro ou município fora da RMBH alcança um total superior a 800 mil pessoas. Ainda que nem todas tenham, necessariamente, acompanhado o chefe na mudança, pois algumas já poderiam estar residindo no domicílio atual e outras nasceram após a última mudança, estes dados evidenciam uma dinâmica de renovação habitacional muito forte na RMBH<sup>1</sup>.

### **Mobilidade residencial: fundamentos teóricos**

Segundo Cadwallader (1992), a mobilidade residencial intra-urbana pode ser

interpretada como um fenômeno do mercado residencial: as famílias mudam seu estoque de moradias à medida que são experimentadas alterações seja no *status* familiar, seja no *status* socioeconômico.

A mudança de residência parece ser, primordialmente, decorrente de um processo constituído por dois estágios. O primeiro envolve a tomada de decisão de mudar ou permanecer na residência atual e o segundo consiste na escolha do local e/ou do tipo da nova residência, depois da decisão de mudança ter sido feita. Segundo Clark e Onaka (1983), é útil reconhecer a diferença entre razões para deixar ou permanecer em uma residência e razões da escolha da nova moradia, embora, na maioria dos estudos, não haja esta diferenciação e uma única “razão para mudar” seja registrada.

Os aspectos inerentes à escolha do local da nova moradia, discutidos em Magalhães (2002), não serão aqui examinados, embora sejam sintetizados mais adiante. Neste artigo, concentra-se a atenção nas principais motivações que determinam uma maior ou menor permanência em um domicílio, as quais pressupõe-se que estejam bastante relacionadas ao conceito de ciclo de vida da família, representado pelas mudanças das suas características demográficas, desde a formação até a sua dissolução.

Na análise da mobilidade residencial aqui proposta o indivíduo é visto como um ator racional, que baseia suas decisões em cálculos de custos e de benefícios percebidos, associados a várias alternativas. Decisões são presumivelmente motivadas pelo desejo de manter ou melhorar a qualidade de vida. Pressupõe-se que o indivíduo será estimulado a mudar de residência quando os benefícios líquidos vislumbrados em uma localidade alternativa forem maiores que os da localidade atual de moradia.

Alguns estudos rejeitaram a localização do emprego como sendo uma variável importante na decisão de mudar

<sup>1</sup>Deve-se ressaltar que a metodologia aqui desenvolvida pode ser empregada para quaisquer áreas urbanas.

de residência (Simmons, 1968), mas algumas evidências indicam que a duração da viagem para o trabalho constitui um fator significativo na realocação dos grupos familiares (Clark e Burt, 1980). McCarthy (1976, *apud* Clark e Onaka, 1983) notou existir um vínculo entre mudança residencial e o aumento de renda, observando que este aumento é que viabiliza aquela mudança. Além do efeito da duração da moradia, há maior probabilidade na incidência de mudanças residenciais de inquilinos do que de proprietários, e há evidências de que as mulheres estão menos suscetíveis a mudanças do que os homens (Stapleton, 1982). A relação inversa entre mobilidade e idade do chefe de família foi fortemente notada por Yee e Van Arsdol (1977).

Segundo Cadwallader (1992), a maior probabilidade de mudança residencial ocorre entre as idades de 20 e 30 anos, associada ao início da vida conjugal e à chegada de crianças. Há uma tendência de maior permanência na moradia enquanto as crianças estão na escola e quando o chefe da família está consolidando sua carreira. Posteriormente, a mobilidade em geral aumenta de novo, quando as crianças crescem e saem de casa e um menor espaço de moradia é desejável. Essa discussão sinaliza que devem ser distinguidos os efeitos das alterações no ciclo de vida e das mudanças ocorridas dentro de cada estágio do ciclo de vida na decisão de se efetuar uma mudança de moradia. Alterações no ciclo de vida familiar geram mudanças residenciais pela modificação de necessidades específicas da moradia (pouco espaço, necessidade de uma área privativa etc.) ou ao criar ou eliminar a demanda por uma unidade familiar independente (formação ou dissolução da família). Por outro lado, o estágio do ciclo de vida familiar determina o tipo e a frequência das mudanças residenciais que ocorrem.

Lee *et al.* (1994) e Bolan (1997) criticam diversos estudos sobre localização e mobilidade residenciais por concentrarem suas principais 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, como sua qualidade física, o *status* socioeconômico da vizinhança, a presença de amenidades diversas e o apego à vizinhança. Por exemplo, quando uma família entra no estágio do ciclo de vida correspondente à criação dos filhos, as características da vizinhança e da unidade de moradia normalmente são julgadas por novos padrões, avaliados como desejáveis, de acordo com os quais o contexto ambiental vigente pode ser considerado incompatível e irreversível, embora a unidade de moradia, em muitos casos, pudesse ser melhorada mediante uma mera expansão ou reforma (Deane, 1990). Assim, a razão preponderante, ou talvez única, para a mudança de residência pode ser o contexto ambiental. Os tipos de pessoas, em termos de *status* socioeconômico, raça e outros valores, morando na vizinhança da residência de uma família fornecem uma medida da importância relativa do meio social. Se as características socioeconômicas da vizinhança mudam ou se há uma “invasão” comercial da vizinhança, uma família pode decidir procurar uma nova residência em uma vizinhança diferente. Como a família se enxerga em relação àquele ambiente pode ser 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. Numerosos estudos mostraram que a poluição sonora e do ar também contribui para a insatisfação residencial (Schusky, 1966).

Leven *et al.* (1976) equiparam a qualidade ambiental com a renda média dos vizinhos; Evans (1973), retomando a discussão entre ecologistas e economistas sobre o valor do solo, afirmou que “qualidade ambiental é um conceito um tanto amorfo” e que o principal determinante da mesma é o *status* socioeconômico da vizinhança. As pessoas preferem viver perto

de outras que têm interesses e valores similares, gerando uma tendência de aglomeração social, aumentando a segregação dos grupos domiciliares com base na renda. Segundo Martinez (1991), qualidade ambiental pode ser entendida como um efeito externo da localização residencial de pessoas de maior renda, porque estas estão dispostas e podem pagar por uma moradia com melhor qualidade ambiental, ou seja, é um efeito endógeno do processo de escolha.

A acessibilidade a serviços, escolas e comércio é, sem dúvida, um componente das características da vizinhança, mas deve ser considerada separadamente, porque a acessibilidade ao local de trabalho e às casas de parentes e amigos, que são algumas das considerações feitas pelas famílias que se mudam, depende de cada uma delas, e não da vizinhança.

Finalizando, conclui-se que há uma substancial complexidade nos determinantes da duração de permanência residencial em domicílios urbanos. O emprego da técnica de modelagem estatística multinível (Goldstein, 1995), envolvendo grande parte dos efeitos aqui mencionados, em nível domiciliar e em nível ambiental (contextual), pode aumentar significativamente a compreensão da importância relativa desses determinantes, conforme mostraremos mais adiante.

### Área de estudo e fonte de dados

A área de estudo considerada neste artigo é a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Em 1991, seus 5.680 km<sup>2</sup> de área compreendiam 18 municípios e abrigavam 3.436.060 habitantes, segundo o Censo Demográfico. Os domicílios da RMBH foram agrupados em 233 unidades espaciais de análise, denominadas Campos (Plambel, 1984).

A principal fonte de dados é a Pesquisa Domiciliar de Origem e Destino de Transportes (Pesquisa OD) da RMBH, desenvolvida em 1992 pelo Núcleo de Transportes (Nucletrans) da Universidade Federal de Minas Gerais, em convênio com a Transportes Metropolitanos (Transmetro).

Nesta pesquisa, envolvendo mais de 26 mil domicílios (quase 3% do total) distribuídos em toda a RMBH, dentre os diversos quesitos, foram investigados dois aspectos fundamentais para estudos sobre mobilidade residencial intra-urbana. O primeiro deles refere-se à informação sobre tempo de residência e localização da residência anterior, dentro da RMBH, dos chefes de domicílio. Estes dados constituem a mobilidade residencial intrametropolitana de última etapa para estes indivíduos. O segundo refere-se aos deslocamentos diários de cada indivíduo, discriminados por origem, destino, motivo de viagem, modo de transporte e horário. O consumo de transporte no trajeto residência-trabalho constitui um dos principais elementos das teorias microeconômicas sobre localização residencial. Na Pesquisa OD também foram levantadas diversas características demográficas e socioeconômicas relacionadas aos membros dos grupos domiciliares, como a condição de posse da moradia e a composição do grupo domiciliar por idade, sexo e renda, as quais serão exploradas mediante a utilização do modelo estatístico proposto.

### Metodologia

A investigação sobre os determinantes da mobilidade residencial intra-urbana por meio de modelagem estatística apresenta-se complexa, tendo em vista que diversos enfoques (variáveis respostas) poderiam ser considerados de interesse, tais como: a probabilidade de um grupo domiciliar mudar de residência após um certo período de tempo; a probabilidade de que uma mudança de residência seja efetuada entre duas regiões, dentre um conjunto de opções de origem e de destino; a duração do tempo de residência no domicílio. Para todas essas abordagens há dificuldades tanto no processo de levantamento de dados, quanto na construção do modelo estatístico de análise, conforme veremos a seguir.

A obtenção de dados diretamente com quem esteja efetivamente mudando de residência parece atrativa, porém é difícil, não sendo, na prática, suficiente para

generalizar um diagnóstico sobre mobilidade para a população como um todo. Smolka (1994) empreendeu uma pesquisa sobre a mobilidade residencial na Cidade do Rio de Janeiro utilizando informações contidas nas guias de recolhimento do Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), além de realizar entrevistas no local onde essas guias eram apresentadas, visando à obtenção de dados socioeconômicos e demográficos dos adquirentes e de informações relativas às motivações e avaliações dos que decidem pela mudança de endereço residencial. Estes procedimentos apresentam a grande vantagem da obtenção de volumes consideráveis de dados de interesse em um mesmo local (balcão do órgão oficial encarregado de recolher o ITBI), propiciando, assim, que os custos de pesquisa sejam significativamente menores do que através de outros métodos nos quais os dados estejam dispersos. Entretanto, conforme Smolka atestou neste estudo, há indivíduos que deixam de recolher o ITBI e muitos adquirentes não preenchem corretamente este formulário. Além disso, estes procedimentos de pesquisa deveriam ser conduzidos por um tempo tão prolongado quanto necessário para garantir que os resultados não sejam meramente circunstanciais, concentrando-se apenas em um segmento da população que efetivamente estaria mudando de endereço na data da pesquisa. Este fato poderia produzir distorções quanto à real mobilidade residencial para a população como um todo.

Caso houvesse a disponibilidade de uma base de dados domiciliares representativa para a RMBH, que, pelo menos em parte dos registros, fornecesse a duração total do tempo de residência dos moradores no domicílio, seria recomendável, no presente estudo, o uso de técnicas de Análise de Sobrevivência<sup>2</sup> (Hosmer e Lemeshow, 1998), bem como da modelagem multinível, para levar em conta, simultaneamente,

fatores domiciliares e aspectos contextuais da localização da moradia. Infelizmente, a obtenção de tal base de dados torna-se complicada, tendo em vista o tamanho e a heterogeneidade da área de estudo, bem como o fato de que o período de observação da pesquisa deveria ser suficientemente longo, de modo a propiciar a captação de uma amostra verdadeiramente representativa da dinâmica de mobilidade residencial para a população da RMBH como um todo e não apenas para segmentos da mesma.

A alternativa de se pesquisar dados anteriores sobre tempo de residência baseando-se na memória dos entrevistados poderia comprometer os resultados devido à maior possibilidade de erros e imprecisões cometidos. Além disso, seria necessário identificar o *status* familiar do indivíduo no domicílio anterior. Se o foco de investigação for a duração de residência do chefe de domicílio, o indivíduo entrevistado deveria ter sido o chefe no domicílio anterior. Se nenhum dos moradores do domicílio entrevistado tiver sido chefe anteriormente em outro domicílio, a entrevista deveria ser descartada.

Deste modo, com todas essas dificuldades para obtenção de informações sobre mobilidade residencial, e tendo em vista, ainda, que o Censo Demográfico brasileiro fornece informações detalhadas sobre mobilidade apenas quando se trata de movimentos migratórios intermunicipais, ou intramunicipais quando se referem a mudança residencial entre as áreas rural e urbana, torna-se muito oportuno, para a presente investigação, a utilização da base de dados da Pesquisa OD de 1992 para a RMBH. Embora esta pesquisa não forneça a duração total do tempo de residência para nenhum dos domicílios onde são realizadas as entrevistas, inviabilizando o uso de técnicas de Análise de Sobrevivência, ela fornece o tempo acumulado de moradia (estoque, em anos) no domicílio até 1992 (seção de corte), simultaneamente para

<sup>2</sup>Neste caso, poderia ser ajustado algum modelo de Riscos (*Hazards*) que permitisse explorar a relação entre a duração total do tempo de residência no domicílio (entendida como "sobrevivência" no domicílio) e um conjunto de variáveis explanatórias, mesmo que alguns dos dados disponíveis, sobre a duração daquele tempo, fossem "censurados" (casos em que, no máximo, apenas uma mudança de residência fosse registrada durante o período de observação).

amostras de domicílios representativas da RMBH como um todo e das 233 unidades espaciais (Campos) que a compõem. A distinção da área onde se localiza o domicílio é fundamental para se investigar a importância de efeitos contextuais de região sobre a permanência em um domicílio. Por outro lado, essa distinção de área permite, também, uma análise comparativa da dinâmica de mobilidade em cada uma das regiões consideradas, fornecendo informações relevantes para o planejamento estratégico urbano, conforme veremos adiante.

Para análise dos dados será utilizada a técnica de Regressão Logística (Multinível), cuja variável resposta assumirá os seguintes valores: “período curto de residência”, caso o tempo acumulado de moradia no domicílio, em 1992, seja inferior a cinco anos (um terço dos casos), e “período longo de residência”, em caso contrário. Os três principais argumentos para se utilizar esta técnica são os seguintes:

- Para minimizar os efeitos de erros de declaração do tempo de residência, originados em preferências digitais, Martine (1984) sugere a utilização de dados agrupados. Além disso, o horizonte de cinco anos normalmente é bastante utilizado em atividades de planejamento urbano envolvendo projeções de demanda de serviços públicos. Um conhecimento profundo sobre a dinâmica de mobilidade residencial por área contribui na tomada de decisão sobre investimentos públicos por parte dos órgãos governamentais.
- Embora a variável dependente “duração acumulada do tempo de residência até 1992” seja contínua, a sua relação com as variáveis explanatórias, tais como a idade do chefe de domicílio em 1992, apresenta-se não-linear (Magalhães, 2002). Se fosse utilizada a Regressão Linear Múltipla, haveria necessidade de se efetuar, previamente, alguma transformação matemática nas variáveis. Entretanto, torna-se difícil estabe-

lecer uma relação funcional, em decorrência da variabilidade da duração do tempo de residência para cada um dos valores das variáveis explanatórias utilizadas. A dicotomização da variável resposta permite visualizar mais claramente a relação entre a mesma e as variáveis explanatórias. Em estudos exploratórios realizados por Magalhães (2002) observou-se, por exemplo, um aumento na proporção de chefes com tempo de residência inferior a cinco anos à medida que diminuía a faixa etária desses chefes. Este tipo de comportamento dos dados sugere o uso da técnica de Regressão Logística. A adequação do uso desta técnica será confirmada mais adiante, neste texto, através de testes estatísticos específicos cujos resultados demonstram que a variável resposta está binomialmente distribuída.

- A dicotomização da variável resposta, conforme proposto, minimiza o problema de censura da duração do tempo de residência na data da pesquisa, pois os chefes de domicílios com cinco ou mais anos de residência (dois terços do total) naquela data, qualquer que viesse a ser a duração total de permanência na suas respectivas residências, já teriam atingido o valor mínimo de tempo para serem enquadrados em uma das duas categorias da variável resposta. Para o segundo grupo (um terço do total), formado por chefes com menos de cinco anos de residência em 1992, parte dos mesmos (desconhecida) poderia vir a completar os cinco anos de residência no mesmo endereço após 1992 e outra parte poderia vir a mudar antes de completar os cinco anos de residência. O modelo Multinível de Regressão Logística proposto determinará, para cada uma das variáveis explanatórias envolvidas, a chance (*odds*) de o chefe de domicílio não ser classificado para o grupo mais

homogêneo (todos os chefes definitivamente com mais de cinco anos de residência em 1992).

A investigação sobre os determinantes da duração do tempo de residência no domicílio, à luz das principais abordagens teóricas, envolve, claramente, dois níveis hierárquicos de análise: o primeiro, relativo às características inerentes aos domicílios, tais como, por exemplo, a renda, a condição de moradia e a composição do domicílio; o segundo, relativo às características ambientais (ou contextuais) da região urbana onde se localiza o domicílio, tais como, por exemplo, a qualidade da vizinhança e a acessibilidade a escolas, serviços e comércio.

Conforme mencionado, os domicílios da RMBH foram agrupados em 233 unidades espaciais denominadas Campos (Plambel, 1984). Estes, pela própria definição, são concebidos como unidades de vida urbana. Segundo o Plambel – Planejamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, em cada Campo os moradores vivem uma parte da RMBH como se fosse uma totalidade. De acordo com Lee *et al.* (1994), uma das suposições mais difundidas em ciências sociais é a de que as atitudes das pessoas são condicionadas pelas comunidades nas quais elas vivem. Portanto, pode haver uma maior similaridade nas decisões relativas aos critérios de localização e permanência residencial entre famílias pertencentes a um mesmo Campo do que entre famílias pertencentes a Campos distintos. Em virtude dessa similaridade, no caso de se efetuar uma análise de regressão tendo como variável dependente o tempo acumulado de residência no domicílio até 1992, a suposição de independência entre as observações (domicílios) não estaria sendo atendida, podendo resultar em uma subestimação no desvio padrão dos parâmetros utilizados no modelo. Ao se aplicar testes de hipóteses, há uma maior chance (indevida) de tais parâmetros serem considerados significativos (Goldstein, 1995).

Por outro lado, se a análise de regressão fosse conduzida apenas no nível de

Campo, agregando-se as variáveis correspondentes aos domicílios, seria desprezada toda a informação relativa à variabilidade entre os domicílios, a qual poderia constituir-se na principal fonte de variação da variável resposta.

Portanto, sendo considerados os diversos níveis de hierarquia em uma população, a modelagem multinível possibilita um melhor entendimento de onde e como os efeitos ocorrem. A Pesquisa OD/92 foi estruturada em 233 unidades espaciais (Campos), dentro das quais estão agrupados os domicílios da RMBH. Neste caso, a modelagem multinível constitui-se uma técnica extremamente útil, pois permite estimar a autocorrelação espacial inerente aos domicílios.

Na Tabela 1 é apresentada uma síntese dos principais determinantes (parâmetros de análise) da localização e da mobilidade residenciais intra-urbanas, elaborada à luz dos fundamentos teóricos relatados anteriormente. Dois níveis de análise foram identificados: domiciliar e ambiental. No nível domiciliar, destacam-se duas abordagens: a econômica e a demográfica. A análise ambiental (contextual) pode ser classificada, também, em duas abordagens: sob o ponto de vista social, envolvendo as questões de vizinhança e de segregação espacial, e sob o ponto de vista de aspectos físicos da região onde se encontra o domicílio. Na Tabela 1 estão assinalados, ainda, aqueles parâmetros que, embora possam ser importantes, não serão aqui considerados, tendo em vista a indisponibilidade dos respectivos dados para o ano de 1992. Como pode ser observado, a disponibilidade dos dados necessários (segundo as teorias) à análise em nível domiciliar é bastante satisfatória, diferentemente do que se verifica no caso da análise em nível ambiental.

Neste nível ambiental, no que diz respeito à *abordagem social*, é possível determinar, com os dados da Pesquisa OD, a renda média familiar do Campo, que constitui uma importante e direta informação contextual sobre o *status* econômico da vizinhança no Campo, servindo também como *proxy* do valor do solo. Conforme foi visto em seção anterior dedicada à

TABELA 1

RMBH – Sumário dos principais determinantes da localização e da mobilidade residenciais urbanas

Nível de análise	Abordagem	Parâmetros de análise	Localização residencial urbana	Mobilidade residencial urbana
DOMICILIAR	ECONÔMICA	Renda	*	*
		Número de trabalhadores	*	NA
		Acessibilidade ao local de trabalho	*	*
		Espaço de moradia	ND	NA
		Custo de moradia	ND	ND
		Condição de posse do imóvel	NA	*
		DEMOGRÁFICA	Idade do chefe	*
	Sexo do chefe	*	*	
	Número de pessoas no domicílio	*	*	
	Família/não família	*	*	
	Presença de filhos menores	*	*	
	Raça	ND	NA	
	Tempo de residência	NA	*	
	AMBIENTAL	SOCIAL	Status socioeconômico	*
Raça predominante			ND	ND
Índice de criminalidade			ND	ND
Religião			ND	ND
FÍSICA		Serviços públicos	ND	ND
		Concentração habitacional		*
		Poluição sonora e do ar	ND	ND
		Acessibilidade geral		*
		Arborização	ND	ND
		Clima	ND	ND
		Amenidades (praias, parques etc.)	ND	ND
		Programas habitacionais (oferta)	ND	NA

Fonte: Elaboração própria.

\* Aplicável.

ND Aplicável, mas dado não disponível.

NA Não aplicável.

fundamentação teórica sobre mobilidade residencial, as pessoas preferem viver perto de outras que têm interesses e valores similares, gerando uma tendência de aglomeração social, aumentando a segregação dos grupos domiciliares com base na renda. A renda média familiar do Campo será tratada no modelo como uma variável indicadora (*dummy*), com três categorias: “baixa”, correspondendo a uma renda igual ou inferior a 4 salários mínimos (SM); “média”, relativa a uma renda superior a 4 SM e menor ou igual a 8 SM; e “alta”, para níveis de renda superiores a 8 SM. A essas três categorias de renda média familiar correspondem, respectivamente, 30%, 45% e 25% do número total de Campos da RMBH.

Quanto à *abordagem física* da análise ambiental, embora não haja disponibilidade direta de nenhuma variável inerente ao Campo, é possível trabalhar com duas variáveis *proxy*, baseadas em dados da Pesquisa OD.

A primeira delas, medida pela duração média dos tempos de deslocamento dos moradores do Campo no acesso a escolas, serviços, comércio e lazer, serve como *proxy* do nível de acessibilidade geral do Campo. É importante ressaltar que os deslocamentos diários para o local de trabalho não são considerados nessa variável “acessibilidade”, pois constituem uma característica domiciliar e não contextual (conforme discriminado na Tabela 1). A segunda variável considerada foi a taxa de atividade residencial do Campo, medida pela relação entre o total de domicílios e o número de postos de trabalho localizados no mesmo Campo. Esta variável serve para identificar Campos com características mais ou menos residenciais, podendo constituir uma *proxy* de qualidade ambiental, em termos de poluição sonora e atmosférica, pois áreas mais comerciais ou industriais tendem a apresentar maiores níveis de tráfego de veículos em seu sistema viário.

Dessas três variáveis ambientais testadas, obtidas por meio de agregações de dados da Pesquisa OD/92, apenas a renda média familiar do Campo será considerada no modelo estatístico proposto, tendo em vista não ter sido obtida significância estatística para as outras duas variáveis relacionadas ao aspecto físico do Campo. Entretanto, na medida em que houver disponibilidade, outros parâmetros ambientais poderão ser incorporados futuramente à estrutura do modelo proposto, tais como aqueles sugeridos na Tabela 1, aumentando, assim, o nível de compreensão da influência ambiental sobre a maior ou menor permanência na moradia.

*O modelo de Regressão Logística Multinível proposto*

A estrutura de dados da Regressão Logística proposta, com apenas dois níveis, compreende um conjunto de 233 Campos (unidades de segundo nível), designados por um índice  $j$  ( $j = 1, \dots, 233$ ), cada um deles constituído por uma amostra de  $n_j$  chefes de domicílios (unidades de primeiro nível). A variável resposta é dicotômica (igual a 1, caso o tempo de residência acumulado no domicílio até 1992 seja inferior a cinco anos, e igual a zero, em caso contrário) e denotada por  $Y_{ij}$ , para o domicílio  $i$  do Campo  $j$ . O tamanho total da amostra (superior a 26 mil domicílios) pode ser descrito por:

$$M = \sum_j n_j$$

A probabilidade de que o tempo de residência do chefe de domicílio  $i$  do Campo  $j$  seja inferior a cinco anos será denotada por  $P_{ij}$ . A variável resposta, dicotômica, poderia ser representada, então, como a soma daquela probabilidade  $P_{ij}$  com um termo de resíduo  $R_{ij}$ :

$$Y_{ij} = P_{ij} + R_{ij} \tag{1}$$

Assume-se que o resíduo  $R_{ij}$  seja binomialmente distribuído e tenha média zero e variância  $P_{ij}(1-P_{ij})$ .

A Regressão Logística com dois níveis consiste em um modelo linear para a função

*logit* de  $P_{ij}$ , expressa pelo logaritmo neperiano da chance (*odds*) de o  $i$ -ésimo chefe de domicílio, do  $j$ -ésimo Campo, ter um tempo de residência no domicílio, em 1992, inferior a cinco anos. Assumindo-se a presença no modelo de  $r$  variáveis potencialmente explanatórias (descritas nas Tabelas 2, 3 e 4), indicadas por  $X_{hij}$  ( $h = 1, \dots, r$ ), o modelo Logístico de Intercepto Aleatório expressa o *logit* de  $P_{ij}$  como sendo a soma de uma função linear das variáveis explanatórias e um termo aleatório de desvio,  $u_{0j}$ , relativo ao Campo  $j$ :

$$\text{logit}(P_{ij}) = \ln\left(\frac{P_{ij}}{1-P_{ij}}\right) = \gamma_0 + \sum_{h=1}^r \gamma_h X_{hij} + u_{0j} \tag{2}$$

onde  $\gamma_0$  é o intercepto (média) e  $\gamma_h$  é o vetor de parâmetros associados com o vetor de variáveis explanatórias  $X_{hij}$ . Assume-se que os desvios  $u_{0j}$  sejam normalmente distribuídos, com média zero e variância  $\tau_0^2$ . A fórmula (2) não inclui um resíduo de nível 1 porque é uma equação para a probabilidade  $P_{ij}$  e não para a resposta  $Y_{ij}$ . Esse resíduo já se encontrava incluído na fórmula (1).

O modelo Logístico de Coeficientes Aleatórios constitui uma extensão do modelo anterior, considerando-se um ou mais coeficientes das variáveis explanatórias como sendo aleatórios. Assumindo-se, por exemplo, que apenas o efeito da primeira variável,  $X_1$ , mude de acordo com o Campo, a equação (2) deverá ser complementada com o efeito aleatório  $u_{1j} X_{1ij}$ :

$$\text{logit}(P_{ij}) = \gamma_0 + \sum_{h=1}^r \gamma_h X_{hij} + u_{0j} + u_{1j} X_{1ij} \tag{3}$$

Neste último modelo, há dois efeitos aleatórios relacionados ao Campo: o intercepto aleatório  $u_{0j}$  e a inclinação aleatória  $u_{1j}$ . Assume-se que ambos tenham média zero, suas variâncias sejam, respectivamente,  $\tau_0^2$  e  $\tau_1^2$  e sua co-variância,  $\tau_{01}$ . A extensão deste modelo para vários coeficientes aleatórios é simples, bastando adicionar, de forma análoga, os componentes correspondentes.

**TABELA 2**  
**RMBH – Descrição e codificação das variáveis explanatórias utilizadas no modelo proposto de tempo de residência, 1992**

Nível do modelo	Variável explanatória	Tipo/Categoria	Valor/Código	
1 – DOMICÍLIO	Tamanho do Grupo	CONTÍNUA *	PESSOAS	
	Idade do Chefe	CONTÍNUA *	ANOS	
	Renda do Chefe	CONTÍNUA *	SALÁRIOS MÍNIMOS	
	Condição de Moradia	Próprio/Cedido		BASE
		Alugado		1 = SIM; 0 = NÃO
	Sexo do Chefe	Homem		BASE
Mulher			1 = SIM; 0 = NÃO	
Tempo de Viagem Residência-Trabalho	≥ 40 min.		BASE	
	< 20 min.		1 = SIM; 0 = NÃO	
	≥ 20 min. e < 40 min.		1 = SIM; 0 = NÃO	
2 – CAMPO	Renda Média Familiar	Baixa	BASE	
		Média	1 = SIM; 0 = NÃO	
		Alta	1 = SIM; 0 = NÃO	

Fonte: Elaboração própria.

\* Variável explanatória centrada na média do respectivo campo.

**TABELA 3**  
**RMBH – Distribuição de chefes, por categoria de tempo de residência no domicílio, para as variáveis categóricas do modelo Multinível de Regressão Logística, 1992**

Variável explanatória	Categoria	Tempo de residência inferior a 5 anos		Tempo de residência igual ou superior a 5 anos	
		ABS	%	ABS	%
Condição de Moradia	Aluguel	187028	71,0	39200	7,0
	Próprio/Cedido	77838	29,0	525929	93,0
Sexo do Chefe	Homem	219706	82,9	436086	77,2
	Mulher	45161	17,1	129044	22,8
Tempo de Viagem Residência-Trabalho	< 20 min.	116563	44,0	262334	46,4
	≥ 20 min. e < 40 min.	67980	25,7	152370	27,0
	≥ 40 min	80324	30,3	150425	26,6
Renda Média Familiar no Campo (salários mínimos)	Alta	70346	26,6	191797	33,9
	Média	135704	51,2	289408	51,2
	Baixa	58816	22,2	83924	14,9

Fonte: Transmetro/Nucletrans (Escola de Engenharia da UFMG). Pesquisa OD/92. Elaboração própria.

**TABELA 4**  
**RMBH – Estatística descritiva, por categoria de tempo de residência no domicílio, para as variáveis contínuas do modelo Multinível de Regressão Logística, 1992**

Variável explanatória	Tempo de residência inferior a 5 anos		Tempo de residência igual ou superior a 5 anos	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tamanho do Grupo Domiciliar (pessoas)	4	2	5	2
Idade do Chefe de Domicílio (anos)	40	13	51	14
Renda do Chefe de Domicílio (salários mínimos)	4,66	3,70	4,96	3,74

Fonte: Transmetro/Nucletrans (Escola de Engenharia da UFMG). Pesquisa OD/92. Elaboração própria.

### *Especificação de alternativas de modelagem*

Foram elaboradas quatro alternativas de modelagem para análise do tempo de residência no domicílio. Inicialmente, será ajustado um modelo (A) de componentes de variância, para avaliar a probabilidade média de o tempo residencial ser inferior a cinco anos, que considera a variação da mesma entre os Campos antes de ajustar o modelo com as variáveis explanatórias. O Modelo B incorpora ao A os efeitos fixos considerados, ao nível de domicílio. O Modelo C acrescenta os efeitos fixos, ao nível de Campo. Nestes três primeiros modelos, considera-se, portanto, que apenas o intercepto (média) varie de acordo com o Campo. Os efeitos das variáveis explanatórias são fixos. Para o último modelo elaborado (D), foi estudado se o efeito da renda do chefe de domicílio e os principais efeitos de fatores relacionados ao conceito de “ciclo de vida” (veja Magalhães, 2002), quais sejam, a idade do chefe e o tamanho do grupo domiciliar, variam entre os Campos significativamente. Apenas os efeitos de renda e de idade do chefe apresentaram componentes aleatórios significativos. Embora não tenham sido realizadas simulações contemplando interações entre as variáveis explanatórias, recomenda-se que estas sejam testadas em estudos posteriores.

### **Resultados**

Aplicando-se os modelos de Regressão Logística Multinível descritos nas equações 2 e 3, e com o emprego do *software* MLwiN (Rasbash *et al.*, 2000), foram encontrados os resultados indicados na Tabela 5. O pressuposto assumido para os modelos, de que os resíduos de nível 2 são normais multivariados, é atendido, conforme será mostrado mais adiante, em uma seção específica sobre resíduos.

Considerando-se o Modelo A, foi testado, por meio do *software* MLwiN, se o mesmo poderia exibir uma variação “extrabinomial” significativa. Como resultado, o multiplicador da variância de nível 1

modificou-se muito pouco, de 1,000 para 0,992, com um erro padrão de 0,009 e com uma variação muito reduzida dos demais parâmetros. Assim, não há nenhuma evidência de que a variável resposta não seja binomialmente distribuída.

Os resultados encontrados para o Modelo A indicam que o termo de intercepto é bastante significativo, tendo em vista que o seu valor é muito maior do que o seu erro padrão. A variância de segundo nível é, também, bem mais elevada do que o seu respectivo erro, indicando, portanto, uma variabilidade significativa, entre os Campos, das proporções de grupos domiciliares com tempo residencial inferior a cinco anos. A proporção mediana de chefes de domicílio com menos de cinco anos de residência no domicílio pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$[1 + \exp(0,684)]^{-1} = 0,335$$

É importante ressaltar que, devido ao fato de a função *logit* ser não-linear, esta proporção constitui apenas uma aproximação da média geral (Goldstein, 1995).

No Modelo B, quando se incorporam efeitos fixos de primeiro nível, observa-se uma elevação do valor do intercepto, bem como da variância de segundo nível, conforme previsto por Snijders e Bosker (1999) e descrito em Magalhães (2002, item 5.1.6). O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) residual (veja Snijders e Bosker, 1999, e Magalhães, 2002, item 5.1.5), que mede o quanto da variância residual da variável resposta é atribuível às diferenças entre os Campos, também se apresenta alto (12,6%), confirmando a importância do uso da abordagem multinível neste modelo.

No Modelo B, os resultados apresentados para a parte fixa do modelo confirmam a existência de associação entre as variáveis explanatórias adotadas e o tempo residencial. Pelos valores de *p-value* encontrados na Tabela 2, todos os efeitos fixos são, individualmente, bastante significativos, com um maior destaque para a idade do chefe de domicílio, a condição

**TABELA 5**  
**RMBH – Estimativas dos parâmetros dos modelos de tempo de residência, 1992**

PARÂMETROS	MODELO A	MODELO B	MODELO C	MODELO D
Efeitos Fixos	Estimativa (d.p.)	Estimativa (d.p.)	Estimativa (d.p.)	Estimativa (d.p.)
Intercepto	- 0,684 (0,040)	- 0,938 (0,054)	- 0,515 (0,088)	- 0,609 (0,086)
Número de Pessoas no Domicílio		- 0,165 (0,009)**	- 0,165 (0,009)**	- 0,164 (0,009)**
Imóvel Alugado		1,657 (0,044)**	1,666 (0,0438)**	1,673 (0,044)**
Idade do Chefe de Domicílio		- 0,057 (0,001)**	- 0,057 (0,001)**	- 0,057 (0,002)**
Renda do Chefe de Domicílio		0,009 (0,002)**	0,009 (0,002)**	0,0117 (0,0027)**
Sexo Chefe de Domicílio Feminino		- 0,181 (0,041)**	- 0,179 (0,041)**	- 0,169 (0,042)**
Tempo de Viagem Residência-Trabalho Inferior a 20 minutos		- 0,191 (0,039)**	- 0,182 (0,039)**	- 0,1854 (0,0394)**
Tempo de Viagem Residência-Trabalho entre 20 e 40 minutos		- 0,114 (0,038) *	- 0,106 (0,038) *	- 0,1027 (0,0378) *
Classe de Renda do Campo: Média			- 0,462 (0,109)**	- 0,367 (0,102)**
Classe de Renda do Campo: Alta			- 0,821 (0,125)**	- 0,735 (0,115)**
<b>Efeitos Aleatórios</b>				
Var. Intercepto	0,285 (0,033)	0,475 (0,052)	0,375 (0,043)	0,414 (0,047)
Var. Incl. Idade Chefe				0,00018 (0,00005)
Var. Incl. Renda Chefe				0,000194 (0,000085)
Cov. Intercepto Idade				0,0062 (0,0012)
Cov. Intercepto Renda				- 0,00605 (0,00182)
Cov. Idade Renda				- 0,000074 (0,00054)
<b>CCI</b>	<b>0,080</b>	<b>0,126</b>	<b>0,102</b>	<b>0,112</b>

\*  $P < 0,01$  \*\*  $P < 0,001$

Fonte: Transmetro/Nucletrans (Escola de Engenharia da UFMG). Pesquisa OD/92. Elaboração própria.

de o imóvel residencial ser alugado e o tamanho do grupo domiciliar.

No Modelo C é incorporado o efeito de nível 2 “renda média familiar do Campo”. Observa-se uma significativa redução na variância do intercepto, de 0,475 para 0,375 (21%), e, conseqüentemente, no valor do CCI, de 12,6% para 10,2%. O *status* econômico da vizinhança constitui, portanto, um aspecto importante para a compreensão da influência contextual da moradia na decisão de mudar de residência. Por outro lado, o fato de não ter sido encontrada significância para as outras duas variáveis contextuais testadas, quais sejam, taxa de

atividade residencial e acessibilidade, indica que esses efeitos, embora sejam significativos no processo de escolha do local de uma nova residência (Magalhães, 2002), não são tão importantes como o *status* econômico da vizinhança na tomada de decisão quanto à permanência na moradia. Deve-se ressaltar, entretanto, que como o valor do CCI ainda se apresenta elevado, futuros estudos deveriam explorar outras variáveis contextuais cujos dados viessem a ser disponibilizados.

Convém observar que o sinal do coeficiente da variável explanatória “renda média familiar do Campo” é oposto àquele

correspondente ao efeito da “renda do chefe de domicílio”. Esses resultados sugerem que, embora chefes de domicílio mais ricos, em média, tendam a mudar de residência com maior frequência, quanto maior o nível de renda da vizinhança, mais duradoura será a moradia, confirmando a importância do efeito renda, conforme previsto por Evans (1973) e Martinez (1991). Deve-se ressaltar, também, que esse efeito contextual de renda apresenta-se bem mais forte do que o correspondente efeito individual.

No Modelo D considerou-se que os efeitos de renda e idade do chefe de domicílio variassem de acordo com o Campo. Realizando um teste de hipóteses (Wald) conjugado (Goldstein, 1995) para os componentes adicionais da matriz de co-variância, obtém-se  $\chi^2 = 35,229$  (5 g.l.), para a hipótese  $H_0$  de que esses componentes são nulos, com um  $p\text{-value} < 0,00001$ . Portanto,  $H_0$  sendo rejeitada, há evidências de que esses componentes não sejam nulos, isto é, de que os efeitos de renda e idade do chefe de domicílio variem de acordo com o Campo. O sinal positivo da co-variância entre o intercepto e o efeito idade indica que os Campos com maior proporção de chefes de domicílio cujo tempo residencial seja inferior a cinco anos tendem a apresentar um relacionamento mais forte entre aquele tempo e a idade. Por sua vez, pelo sinal negativo da co-variância entre o intercepto e o efeito renda, pode-se afirmar que os Campos com maior proporção de chefes de domicílio cujo tempo residencial seja inferior a cinco anos tendem a apresentar um relacionamento mais fraco entre aquele tempo e a renda.

Embora todos os efeitos fixos sejam, individualmente, bastante significativos, foi realizado também um teste de hipóteses (Wald) de significância conjugada dos efeitos das variáveis explanatórias categóricas, obtendo-se  $\chi^2 = 1465,80$  (6 g.l.), com  $p\text{-value} = 0,0000$ .

A medida de acessibilidade ao trabalho, para o chefe de domicílio, utilizada no modelo foi a duração da viagem, com três categorias: “inferior a 20 minutos” (caracterizando uma alta acessibilidade),

“entre 20 e 40 minutos” (média) e “superior a 40 minutos” (baixa). Foi testada a hipótese de que a probabilidade de o tempo de residência ser inferior a cinco anos não varie significativamente entre as categorias “alta” e “média” de acessibilidade. O teste Wald correspondente à igualdade entre esses dois efeitos resulta em  $\chi^2 = 3,589$  (1 g.l.), com  $p\text{-value} = 0,058$ . Portanto, há alguma evidência de que esses efeitos não sejam iguais e, considerando os valores e os sinais dos mesmos, pode-se afirmar que existe um gradiente de acessibilidade, com uma probabilidade decrescente de o tempo de residência ser inferior a cinco anos à medida que aumenta a acessibilidade ao trabalho.

A classe de renda do Campo também pode ser analisada de forma similar. A hipótese de que a probabilidade de o tempo de residência ser inferior a cinco anos não varie significativamente entre as categorias “média” e “alta” de renda deve ser rejeitada, pois o teste Wald correspondente à igualdade entre estes dois efeitos fornece um  $\chi^2 = 14,114$  (1 g.l.), com  $p\text{-value} < 0,001$ . Este resultado, aliado aos valores e sinais dos efeitos, permite afirmar que existe um forte gradiente de renda, com uma diminuição da probabilidade de o tempo de residência ser inferior a cinco anos à medida que cresce a renda do Campo.

Confirmando diversos pressupostos teóricos examinados aqui, no caso da RMBH pode-se afirmar que, analisando-se separadamente os efeitos das variáveis explanatórias, a chance (*odds*) de o tempo de residência ser inferior a cinco anos para um chefe cujo imóvel esteja alugado é 5,33 ( $e^{1,673}$ ) vezes maior do que para um chefe cujo imóvel de residência não esteja naquela condição. Se o domicílio estiver localizado em um Campo cuja renda média seja classificada como “alta”, a chance de o chefe de domicílio ter menos de cinco anos de residência é 52% ( $e^{-0,735} - 1$ ) menor do que se ele estivesse morando em outro Campo cuja renda média fosse “baixa”, confirmando, portanto, algumas considerações teóricas sobre a influência da renda sobre a qualidade ambiental, pressupondo-

se que esta estimule uma maior permanência no mesmo Campo. Se o chefe de domicílio for do sexo feminino, há uma propensão 15,5% ( $e^{-0,169} - 1$ ) menor à mudança de residência antes de cinco anos de moradia. Dentre os chefes que se deslocam para trabalhar, quanto menor for o tempo normalmente gasto no trajeto residência-local de emprego, maior será a chance de ele permanecer no mesmo domicílio por um tempo igual ou superior a cinco anos. No caso dos chefes cuja duração dessa viagem seja inferior a 20 minutos, essa chance será 20,3% ( $1 / e^{-0,185}$ ) maior do que para aqueles que despendem 40 minutos ou mais no deslocamento para o trabalho. Estes resultados são um indicativo da importância da acessibilidade ao local de trabalho na tomada de decisão quanto a permanecer mais tempo no mesmo local de residência.

Para quantificar a “força” das variáveis explanatórias contínuas do modelo, será considerado o efeito decorrente do aumento de uma unidade no valor de cada uma dessas variáveis, mantidas as demais variáveis explanatórias (contínuas e categóricas) constantes. Por exemplo, para cada ano a mais na idade do chefe de domicílio, a chance de ele permanecer na mesma residência por um tempo inferior a cinco anos diminui em 5,5% ( $e^{-0,057} - 1$ ). No caso do tamanho do domicílio, cada membro adicional no grupo representa uma redução de 15,1% na chance de o tempo residencial ser inferior a cinco anos. E, finalmente, no caso da renda do chefe, para cada incremento no valor de um salário mínimo haverá um aumento naquela chance de apenas 1,2%.

Em face dos resultados obtidos, torna-se evidente a preponderância, na determinação do tempo de permanência em uma

mesma moradia, de fatores relacionados: ao ciclo de vida, tais como a idade do chefe de domicílio e o tamanho da família; ao *status* econômico da vizinhança; e à condição de posse do imóvel residencial. Se a mudança de domicílio seguir um processo de duas etapas, quais sejam, primeiro decide-se pela mudança e, depois, pelo local da nova moradia, o efeito da renda individual é mais forte nesta última etapa (Magalhães, 2002).

#### *Examinando os resíduos*

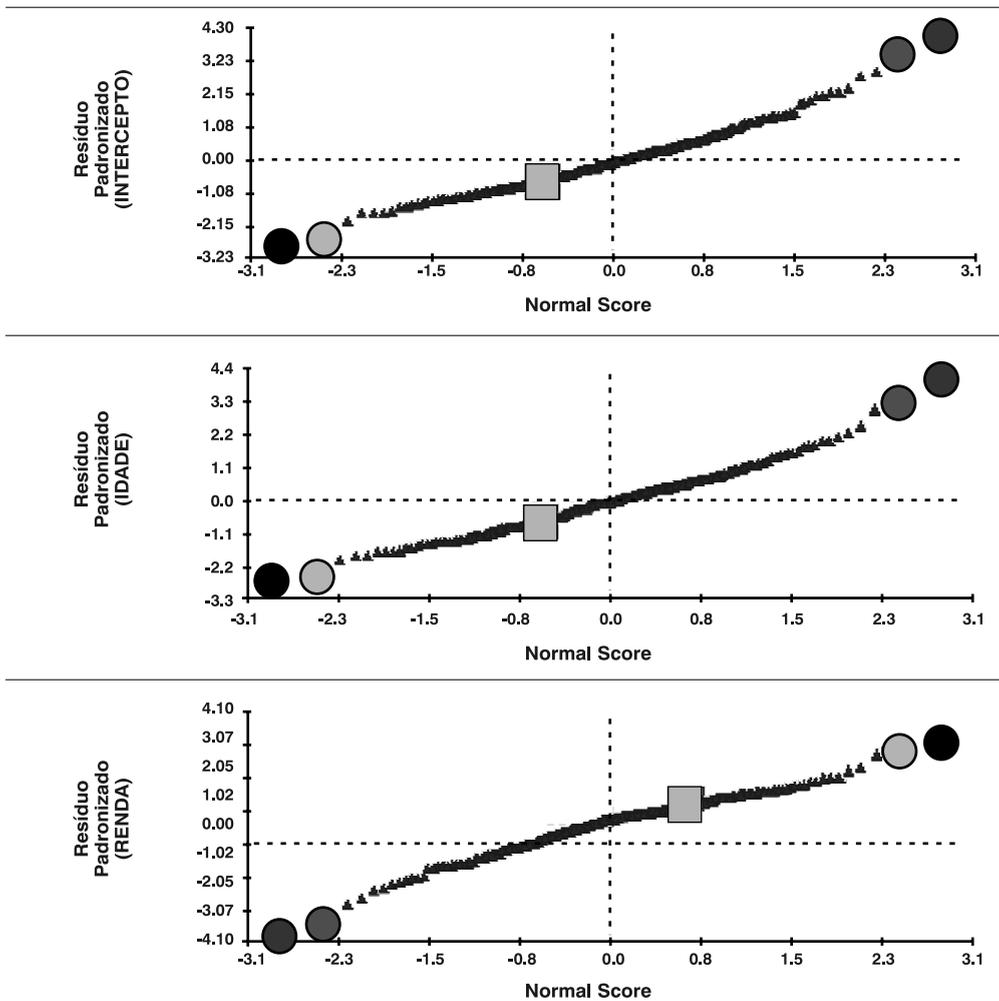
Com base no Modelo D da Tabela 5, a Figura 1 apresenta três gráficos de probabilidades (*Normal plots*) para os resíduos de nível 2. Observa-se a ocorrência da relação linear esperada na quase totalidade das curvas, não havendo, portanto, evidências de que aqueles resíduos não estejam distribuídos normalmente. Apenas alguns pontos nas extremidades dessas curvas apresentam-se com estimativas residuais muito grandes (Campos 228 e 60) ou muito pequenas (Campos 185 e 170), podendo os mesmos, sob o ponto de vista da modelagem, constituírem-se como *outliers*.

Foi elaborada uma simulação, tratando esses Campos em separado no modelo, mediante a introdução de variáveis *dummy*. Os resultados obtidos, entretanto, não se alteraram estruturalmente (veja Magalhães, 2002), não havendo, portanto, necessidade de mudança nas análises efetuadas antes. O ponto destacado por meio de um quadrado (relativo ao Campo 218) nas Figuras 1 e 2 apresenta um alto valor de *leverage*<sup>3</sup>, porém com baixo resíduo *deletion*<sup>4</sup>, não afetando, portanto, as estimativas dos parâmetros. Isto pode ser confirmado quando se incorpora uma

<sup>3</sup> O *leverage* do Campo indica o potencial do mesmo para influenciar os parâmetros do modelo, resultante do seu tamanho (número de observações) e dos valores assumidos pelas variáveis explanatórias neste Campo. Deste modo, Campos com um elevado número de domicílios observados e com uma forte dispersão nos valores das variáveis explanatórias têm um alto *leverage*.

<sup>4</sup> O resíduo *deletion* mede o desvio entre a média ajustada para cada Campo e a média geral ajustada para um outro modelo, em que se considerem apenas os demais Campos. Assim, um Campo que não se ajuste bem em um modelo (*outlier*), mas que tenha um baixo valor de *leverage*, não afetará fortemente as estimativas dos parâmetros daquele modelo. Por outro lado, um Campo com alto *leverage* não afetará muito as estimativas daqueles parâmetros caso o respectivo valor de resíduo *deletion* seja próximo de zero. Langford e Lewis (1998) fornecem as expressões para o cálculo de *leverages* e de resíduos *deletion*.

**FIGURA 1**  
**RMBH – Gráficos de probabilidades (*normal plots*) para os resíduos de Nível 2, do modelo proposto de tempo de residência, 1992**



Fonte: Transmetro/Nucletrans (Escola de Engenharia da UFMG). Pesquisa OD/92. Elaboração própria.

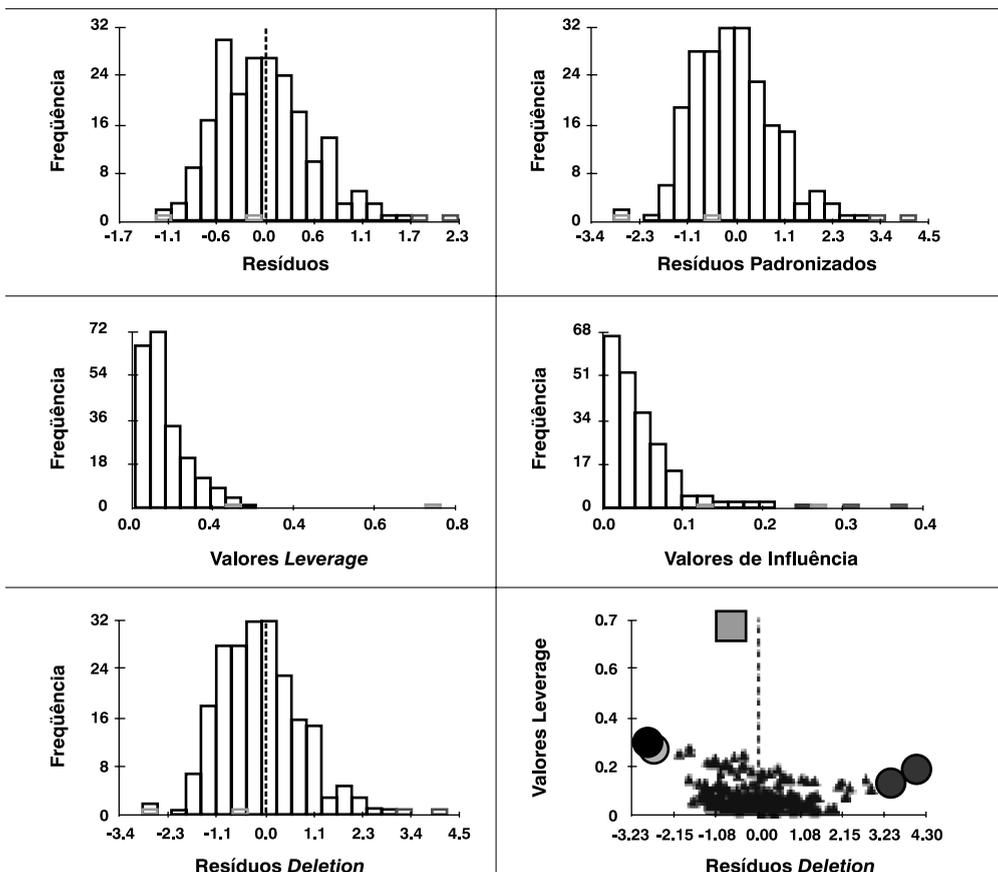
variável *dummy* no modelo, correspondente ao Campo 218, não se obtendo significância no seu respectivo efeito.

A partir dos resultados obtidos com a ordenação dos resíduos de nível 2 para o intercepto (média), com limites definidos por um nível de 95% de confiança, obteve-se o mapa da Figura 3, que apresenta uma visualização geográfica da distribuição dos Campos na RMBH, com médias estatisticamente diferentes da média geral no que diz respeito à proporção de chefes de

domicílios com permanência menor na moradia, ou seja, com um tempo de residência inferior a cinco anos. Neste mapa, os Campos representados pela cor cinza apresentam médias significativamente inferiores à média geral do modelo proposto, enquanto aqueles representados pela cor preta apresentam médias significativamente superiores à média geral.

É importante enfatizar que esta variação geográfica constitui o efeito

**FIGURA 2**  
**RMBH – Análise de influência de resíduos de Nível 2, do modelo proposto de tempo de residência, 1992**



Fonte: Transmetro/Nucletrans (Escola de Engenharia da UFMG). Pesquisa OD/92. Elaboração própria.

“contextual” que permanece depois de controlado o modelo pelas características dos domicílios e pelo *status* econômico do Campo. Seria interessante investigar, em estudos posteriores, quais fatores ambientais, não observados no presente estudo, poderiam explicar melhor essa variação.

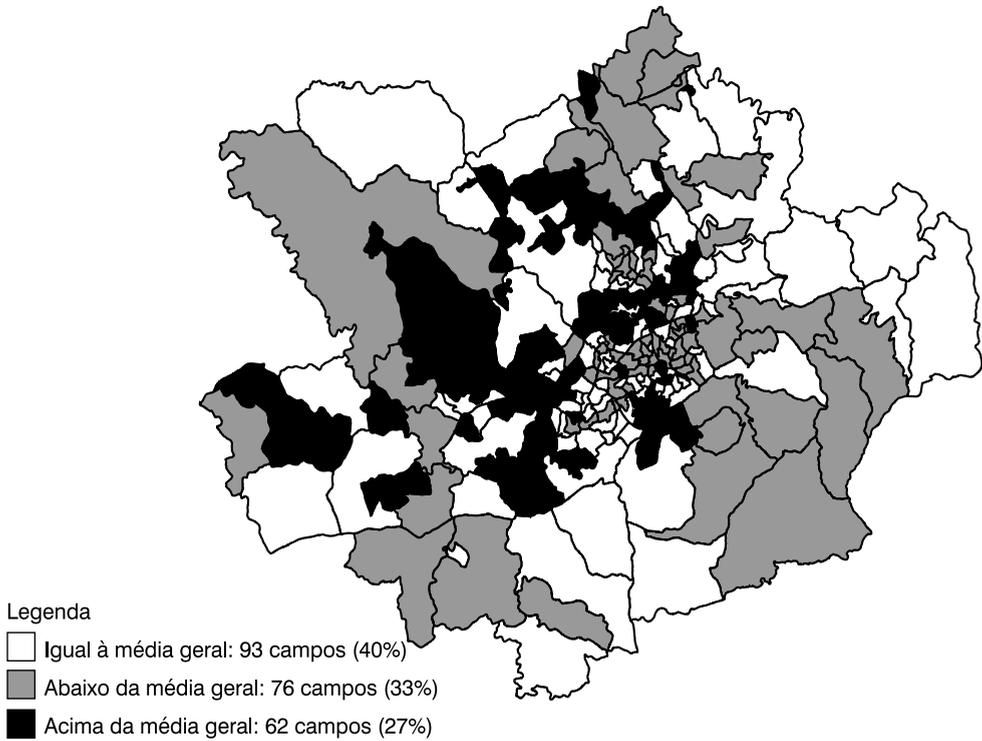
**Considerações finais**

Embora reconhecendo que a mobilidade residencial, na maioria dos casos, possa refletir uma busca de melhoria na qualidade de vida, em termos de moradia, e/ou um ajuste desta ao orçamento domiciliar, dentro de uma escala de prioridades de consumo dos indivíduos que compõem

o domicílio, essa mobilidade pode gerar problemas cruciais para o planejamento urbano e a gestão de serviços públicos.

No planejamento urbano, há necessidade de se compreender, em profundidade, a dinâmica de redistribuição populacional, tendo em vista a orientação consistente das políticas governamentais para alocação de investimentos infra-estruturais e provimento de serviços públicos no espaço urbano, visando melhorias da qualidade de vida, o crescimento populacional em determinadas áreas ociosas, propiciando, ao mesmo tempo, a redução do nível de saturação de outras, e o provimento de facilidades e atrativos que estimulem uma maior fixação dos moradores em determinados bairros.

**FIGURA 3**  
**RMBH – Distribuição de Campos com médias significativamente abaixo ou acima da média geral do modelo proposto de tempo de residência**



Fonte: Elaboração própria.

Deste modo, é de interesse esclarecer questões como as que se seguem. Quais bairros estariam experimentando uma rápida renovação de moradores, sem a ocorrência de uma pronunciada alteração na quantidade de domicílios ocupados? Quais bairros estariam ganhando, ou perdendo, volume de moradores em quantidade significativa? Em quais bairros haveria uma fixação de residência significativamente mais prolongada?

Considerando que há uma razoável equivalência entre as unidades espaciais adotadas nesta pesquisa (Campos) e os bairros da RMBH, os dados da Pesquisa OD, bem como as análises estatísticas apresentadas neste artigo, contribuem para a exploração das questões citadas anteriormente, e suas respectivas razões. Na tese de Magalhães (2002) são discutidos os resultados específicos para alguns Campos

da RMBH, os quais não são mencionados neste texto devido às limitações de espaço.

A oferta adequada de serviços públicos urbanos, tais como o transporte coletivo, depende, fundamentalmente, de um conhecimento das linhas de desejo de deslocamento. Mudanças estruturais rápidas e significativas na distribuição da população dentro do espaço urbano podem tornar, gradativamente, inapropriada a oferta de transporte, em termos de rede, tecnologias e frequência de atendimento. As dificuldades do órgão gestor em reestruturar o sistema de transportes na mesma velocidade em que se processam aquelas mudanças populacionais levam a crer que deveriam ser estimuladas políticas de investimentos visando reduzir a mobilidade residencial intra-urbana. O mapa apresentado na Figura 3 indicou em quais Campos da

RMBH a proporção média de chefes de domicílios com tempo de residência inferior a cinco anos encontra-se significativamente acima da média geral para a região como um todo, após terem sido controladas as variáveis consideradas no modelo estatístico proposto. Esta análise, se efetuada ao longo do tempo (por exemplo, de cinco em cinco anos), permitiria a monitoração da eficácia de investimentos públicos que viessem a ser implementados para reduzir a mobilidade em determinadas áreas consideradas de interesse.

A aplicação do modelo de Regressão Logística Multinível contribuiu para uma melhor compreensão da “relação de forças” entre fatores que influenciam a duração do tempo de residência em um mesmo domicílio dentro da RMBH. Torna-se importante, contudo, garantir a continuidade do presente estudo, com a incorporação de novas variáveis ao modelo proposto, principalmente aquelas caracterizadas como contextuais ou ambientais, conforme indicado na Tabela 1, visando reduzir a variância da média relativa ao Campo onde o domicílio esteja localizado. Embora a renda média familiar do Campo tenha sido bastante significativa no modelo, acredita-se que indicadores relativos à segurança, criminalidade e amenidades diversas possam constituir fatores altamente relevantes, sobretudo na atualidade.

### Referências bibliográficas

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

CADWALLADER, M.T. **Migration and residential mobility**. Wisconsin: The University of Wisconsin Press, 1992. 275p.

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

CLARK, W.A. e ONAKA, J.L. Life cycle and housing adjustment as explanations of residential mobility. **Urban Studies**, v. 20, n. 1, 1983, p. 47-57.

Além disso, será importante aplicar a mesma técnica de modelagem aqui empregada a dados mais recentes (2001) de uma pesquisa OD realizada na RMBH pela Fundação João Pinheiro, os quais ainda não se encontram disponíveis. A comparação dos resultados aqui encontrados com aqueles a serem obtidos com a nova base de dados de 2001 possibilitará a realização de diversas análises longitudinais de interesse para a RMBH.

Em função da importância de estudos sobre mobilidade residencial, destacada neste artigo, seria oportuna a incorporação, nos próximos censos demográficos, de quesitos específicos sobre o tema, tomando partido da inovação já implementada no Censo de 2000 de fornecer dados individuais e domiciliares para áreas urbanas intramunicipais, denominadas “Áreas de Ponderação”, as quais se constituiriam em unidades espaciais de análise nos estudos de mobilidade residencial. A medida seria fundamental para viabilizar tais estudos no país, tendo em vista as dificuldades para obtenção de dados apontadas neste texto. A Pesquisa OD de Transportes, aqui utilizada como fonte de dados, não constitui uma pesquisa sistemática adotada na grande maioria dos municípios brasileiros, e mesmo onde ela é realizada, normalmente o formulário não contempla quesitos sobre mobilidade residencial.

DEANE, G.D. Mobility and adjustments: paths to the resolution of residential stress. **Demography**, v. 27, n. 1, 1990, p. 65-79.

EVANS, A.W. **The economics of residential location**. Londres: MacMillan, 1973.

GOLDSTEIN, H. **Multilevel statistical models**. Londres/Nova York: Edward Arnold/Halstead, 1995.

HOSMER, D.W. e LEMESHOW, S. **Applied survival analysis: regression modeling of time to event data**. Nova York: John Wiley & Sons, 1998.

LANGFORD, I.H. e LEWIS, T. Outliers in multilevel data. **Journal of the Royal**

**Statistical Society**, Serie A, n. 161, 1998, p. 121-160.

LEE, B.A., OROPESA, R.S. e KANAN, J.W. Neighborhood context and residential mobility. **Demography**, v. 31, n. 2, 1994, p. 249-70.

LEVEN, C.L., LITTLE, J.T. e NOURSE, H.O. **Neighborhood change**: lessons in the dynamics of urban decay. Nova York: Praeger, 1976.

MAGALHÃES, D.J.A.V. **Uma abordagem multinível sobre localização e mobilidade residenciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Tese de doutorado em Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

MARTINE, G. Os dados censitários sobre migrações internas: evolução e utilização. In: Censos, Consensos e Contra-Sensos. SEMINÁRIO METODOLÓGICO DOS CENSOS DEMOGRÁFICOS, 3, Ouro Preto, MG, 1984. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 1984, p. 183-211.

MARTINEZ, F.J. **The impact of urban transport investment on land development and land values**. Ph.D. Thesis, The University of Leeds, 1991. 269p.

NUCLETRANS – Núcleo de Transporte da UFMG. **Pesquisa domiciliar de origem e destino**: Região Metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Transmetro, 1992.

PLAMBEL – Planejamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. **A estrutura urbana**: unidades espaciais. Belo Horizonte: Plambel, 1984.

RASBASH, J. et al. **A user's guide to MLwiN**: Multilevel Models Project. Londres: University of London, 2000.

SCHUSKY, J. Public awareness and concern with air pollution in the St. Louis metropolitan area. **Journal of Air Pollution Control Association**, v. 16, 1996, p. 72-76.

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

SMOLKA, M.O. Dinâmica populacional e estruturação intra-urbana: uma abordagem integrada da mobilidade através dos registros de transações imobiliárias. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 9, Caxambu, MG, 1994. **Anais...** Belo Horizonte: ABEP, 1994, p. 241-272.

SNIJDERS, T. e BOSKER, R. **Multilevel analysis**: an introduction to basic and advanced multilevel modeling. Londres: Sage Publications, 1999.

STAPLETON, C.M. Reformulation of the family life-cycle concept: implications for residential mobility. **Environment and Planning**, Serie A, v. 12, n. 10, 1982, p. 1.103-1.118.

YEE, W. e VAN ARSDOL, M. Residential mobility, age, and the life cycle. **Journal of Gerontology**, v. 32, n. 2, 1977, p. 211-221.

## Abstract

*A multilevel approach to the analysis of residential mobility in the Belo Horizonte Metropolitan Area (Brazil)*

Residential mobility is a fundamental issue to be considered in urban planning. The objective of this study is to investigate the relative importance of socio-economic and demographic characteristics of both households and environmental aspects on the length of time persons live in the Belo Horizonte Metropolitan Area (Brazil). Two hierarchical levels of data will be used in the analyses: the first is related to characteristics inherent to the households,

such as income, composition, age and gender of the householder, and tenure. The second is related to aspects of the urban area where the dwelling is located, such as socio-economic status of the neighborhood, accessibility to services and trade, and others. To solve this problem, a Logistic Multilevel Regression model is developed.

**Key words:** Residential mobility. Multilevel statistical modeling. Belo Horizonte Metropolitan Area (Brazil).

Recebido para publicação em 6/10/2003.

Aceito para publicação em 1/2/2004.