

Posse de automóvel por domicílio de Belo Horizonte*

Edwan Fernandes Fioravante *

Palavras-chave: automóvel, domicílio, meio ambiente

Resumo

Com base nos Censos Demográficos de 1991 e 2000, verificou-se que, para o município de Belo Horizonte, houve um aumento no número de domicílios que possuem pelo menos um automóvel. A maior variação percentual correspondeu aos domicílios que possuem dois automóveis (47,8%), seguido pelos domicílios que possuem três ou mais (36,8%) e domicílios que possuem um automóvel (23,4%). A análise da associação entre as características do domicílio e a posse de automóvel foi feita através do modelo de regressão logística binária, utilizando os dados do Censo Demográfico de 2000. Nesse modelo, foram utilizadas variáveis explicativas referentes ao chefe do domicílio (sexo, idade) e variáveis referentes aos moradores do domicílio: presença de menores de 18 anos, total de moradores, número de trabalhadores, número de estudantes, renda domiciliar mensal. A análise desses modelos permitiu concluir que: 1) os domicílios chefiados pelo sexo masculino têm maiores razões de chances de possuir automóveis do que os domicílios chefiados pelo sexo feminino; 2) há uma elevação da posse de automóveis até a faixa etária de 40 a 44 anos (um automóvel), 55 a 59 anos (dois automóveis) e 60 a 64 anos (três ou mais automóveis); 3) a presença de menores de 18 anos apresentou uma relação negativa com a posse de dois ou mais automóveis, desde que o domicílio possua, pelo menos, um automóvel; 4) número de estudantes apresentou relação positiva com a posse de automóveis; 5) a renda domiciliar apresentou relação positiva e crescente com a posse de automóveis, como era esperado.

* Trabalho apresentado no XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, realizado em Caxambu- MG – Brasil, de 29 de setembro a 03 de outubro de 2008.

* Analista ambiental da Fundação Estadual de Meio Ambiente, doutorando do CEDEPLAR/UFMG.

Posse de automóvel por domicílio de Belo Horizonte*

Edwan Fernandes Fioravante*

1. Introdução

Uma das mais famosas competições automobilísticas iniciou-se em 11 de junho de 1895, em Paris, participando dessa prova, automóveis movidos à eletricidade, vapor e gasolina. Os oito carros que completaram o percurso eram movidos à gasolina, evidenciando, assim, uma maior autonomia e resistência. Diante dessas características, a fumaça emitida por esses automóveis foi considerada como um inconveniente aceitável (Teixeira Jr., 2008).

O constante crescimento da frota de automóveis fez com que os problemas associados à posse de automóveis e, especialmente, ao uso dos mesmos, tomassem destaque na imprensa. Em virtude desse crescimento, é esperado um aumento: do consumo das fontes energéticas, do congestionamento das vias públicas, da poluição atmosférica e dos problemas de saúde associados a essa poluição.

Entre 1969 e 2001, o número de veículos domiciliares nos Estados Unidos, praticamente, triplicou (aumento de 181%), de acordo com a National Household Travel Survey (U.S., 2004). No Brasil, o período de janeiro a fevereiro de 2008 registrou um recorde de vendas, pois a indústria automobilística vendeu quase 37% a mais do que no mesmo período de 2007 (Rede Globo de Televisão, 2008), evidenciando, assim, uma demanda por automóveis, que se tornou menos reprimida devido ao surgimento de financiamentos com prazos maiores. Dentre os estudos que avaliam a relação entre a posse de automóveis e as características populacionais, destacam-se o estudo de Ewert e Prskawetz (2002), para a Áustria, e o estudo de Pfeiffer e Strambi (2006), para a Região Metropolitana de São Paulo.

Ewert e Prskawetz (2002) demonstraram que o uso de carros particulares estava relacionado às características demográficas dos domicílios da Áustria. Segundo os autores, a idade média do chefe-de-família e a densidade populacional explicaram significativamente, as variações regionais do uso do automóvel naquele país. Prskawetz, Leiwen e O'Neill (2004) verificaram que características demográficas de domicílios podem apresentar efeitos importantes na demanda agregada de automóveis, através dos efeitos combinados de diferenças na demanda de automóveis, em função do tipo de domicílio, e mudanças na composição futura da população, também em função do tipo de domicílio.

Em relação ao chefe do domicílio, tanto a posse de automóvel quanto o uso do mesmo mostrou um padrão similar: há um aumento até as idades intermediárias e uma diminuição depois dessas idades. O tamanho do domicílio, por sua vez, afeta positivamente a posse e uso do automóvel, sendo que parte desse efeito reflete um efeito da idade. Segundo Prskawetz, Leiwen e O'Neill (2004), isso pode ser explicado da seguinte forma, domicílio menor é mais

* Trabalho apresentado no XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, realizado em Caxambu- MG – Brasil, de 29 de setembro a 03 de outubro de 2008.

* Analista ambiental da Fundação Estadual de Meio Ambiente, doutorando do CEDEPLAR/UFMG.

provável de ser chefiado por pessoa mais jovem ou mais velha (do que por pessoa de meia idade), sendo que, para esses grupos etários, a propriedade e uso do automóvel são mais baixos.

Os resultados de Prskawetz, Leiwen e O'Neill (2004) implicam que se deve considerar conjuntamente a idade do chefe de domicílio e o tamanho desse domicílio para projetar o uso futuro do carro. Embora os resultados tratem, principalmente, do uso do automóvel, alguns resultados permitem visualizar modificações no nível e padrão de posse de automóvel em função do grupo etário do chefe do domicílio e tamanho do domicílio.

Segundo os dados preliminares do Censo Demográfico de 2000, houve no Brasil um aumento da proporção de domicílios particulares permanentes¹, que possuem automóvel para uso próprio. Em relação ao Censo de 1991, houve um aumento de 23,1% para 32,7%. Dentre os 14.604.006 domicílios que possuíam pelo menos um automóvel particular, a grande parte, 13.197.349 domicílios, estava situada na área urbana (IBGE, 2005).

Pfeiffer e Strambi (2006) analisaram o comportamento da posse de automóveis, na Região Metropolitana de São Paulo, através da aplicação da técnica estatística "Regressão Logística Multinomial". Essa aplicação tinha como objetivo a obtenção de um modelo, cujas variáveis explicativas estavam relacionadas às informações sócio-econômicas das famílias: tamanho da família, número de trabalhadores, número de estudantes, presença ou não de crianças² na família, sexo e idade do chefe da família, e renda familiar. As informações das famílias foram obtidas nas pesquisas Origem-Destino, realizadas em 1987 e 1997.

Os coeficientes da variável "sexo do chefe da família", nesse modelo, indicaram que as famílias chefiadas por mulheres tinham menor probabilidade de possuir automóvel, para todas as categorias: um automóvel, dois automóveis, três ou mais automóveis (nível de significância de 0,05).

Os autores observaram uma redução da importância da idade do chefe de família sobre a posse de automóveis entre 1987 e 1997, considerando, no modelo, tanto a idade do chefe da família, quanto a idade elevada ao quadrado. Observou-se, também, uma elevação da posse de automóveis até à faixa etária de 50 a 60 anos, seguida por um decréscimo. Segundo Pfeiffer e Strambi (2006), nessa faixa etária, os filhos mais velhos, que poderiam contribuir para a posse de automóveis já deixaram a casa dos pais.

A presença de crianças na família apresentou influência negativa para posse de mais de um automóvel por família, ou seja, para a posse de um automóvel, esse efeito não foi significativo, ao nível de significância de 0,05. Segundo Pfeiffer e Strambi (2006), há uma tendência de aumento desse efeito entre 1987 e 1997, sendo significativo para os domicílios que possuíam três ou mais automóveis. Esse efeito apresentou-se correlacionado com o efeito de outras variáveis que descrevem a estrutura familiar: tamanho da família, número de estudantes, idade e sexo do chefe da família. Segundo os autores, cada criança em uma família representa um adulto a menos, restringindo, possivelmente, a atividade remunerada de um dos adultos, refletindo, assim, sobre a renda.

¹ O IBGE considera como domicílio a moradia estruturalmente independente, constituída por um ou mais cômodos, com entrada privativa. Por extensão, edifícios em construção, embarcações, veículos, barracas, tendas, grutas e outros locais que estavam, na data de referência da pesquisa, servindo de moradia, também foram considerados como domicílios. Para o IBGE, as unidades domiciliares são compostas pelos domicílios particulares e unidades de habitação em domicílios coletivos. Considerou-se como Domicílio Particular Permanente aquele domicílio que na data de referência da pesquisa, abrigava uma, duas ou, no máximo, cinco famílias ou até cinco pessoas sem laços de parentesco e/ou dependência doméstica e que foi construído com a finalidade exclusiva de servir de moradia. (IBGE: Contagem da População de 1996).

² Os autores não informaram a idade limite para que cada pessoa possa ser considerada criança.

O tamanho da família foi introduzido no modelo, por Pfeiffer e Strambi (2006), através de dois termos, um de 1º. Grau e outro de 2º. Grau, cujos coeficientes para a posse de um, dois, três ou mais automóveis, são positivos, ao considerar a variável “tamanho da família”, e negativos, ao considerar a variável “tamanho da família ao quadrado”. Para 1987, ambos os termos são significativos (probabilidade de significância menor que 0,05), confirmando, assim, segundo os autores, a forma como essa variável afeta a posse de automóvel, aumentando inicialmente e decaindo a partir de um determinado valor, ou seja, uma parábola com o coeficiente do termo quadrático negativo. Entre 1987 e 1997, o efeito temporal dessa variável elevada ao quadrado, não se mostrou significativa (probabilidade de significância maior que 0,05), indicando, assim, que essa variável manteve a forma como exerce influência sobre a posse de automóveis.

Em 1987, o número de trabalhadores apresentou relação negativa com a posse de automóvel (probabilidade de significância menor que 0,05) Entre 1987 e 1997, Pfeiffer e Strambi (2006), obtiveram um efeito positivo e significativo para a posse de um automóvel (probabilidade de significância menor que 0,05). Esse efeito positivo, segundo os autores, indica a redução da influência negativa da variável “número de trabalhadores” para a posse de um único automóvel, entre 1987 e 1997.

O número de estudantes apresentou um efeito de aumento da posse de automóveis em 1987 (probabilidade de significância menor que 0,05, para os modelos que consideram a posse de um e de dois automóveis). Pfeiffer e Strambi (2006) concluíram que, para 1997, a presença de um número maior de estudantes não afeta significativamente as decisões familiares relacionadas com a posse de autos, pois o termo diferencial praticamente anula o efeito identificado para 1987.

O logaritmo da renda familiar apresentou relação positiva com a posse de automóveis, com importância crescente para níveis progressivamente mais elevados de posse de automóveis (probabilidade de significância menor que 0,05).

Utilizando os dados disponibilizados pelo Departamento de Trânsito de Minas Gerais (DETRAN/MG), Dutra et al. (2001) observaram um aumento de veículos licenciados no estado de Minas Gerais, cujo ano de fabricação encontrava-se no período de 1987 a 1997. Esse aumento foi mais expressivo para o ano de 1993 e foi atribuído ao lançamento do “carro popular”.

Em meados de 2005, a frota veicular registrada no município de Belo Horizonte correspondia a 744.557 automóveis, sendo que grande parte dela (93%) correspondia a automóveis do ciclo Otto³ e a parte restante (7%) correspondia ao ciclo Diesel⁴ (Minas Gerais, 2005). Segundo os dados do DETRAN/MG, a evolução histórica da frota de automóveis (veículos novos e usados) de Belo Horizonte, no período de 1999 a 2006, corresponde, aproximadamente, a 5% ao ano.

Nesse artigo, serão analisadas as associações entre as características sociais e econômicas dos domicílios de Belo Horizonte na posse de automóveis, de forma similar ao trabalho desenvolvido por Pfeiffer e Strambi (2006). Tem-se como objetivo, identificar as principais características dos domicílios de Belo Horizonte que estão associadas à posse de automóveis e que deverão ser consideradas para projetar o crescimento da frota de automóveis de uso particular em Belo Horizonte, através da projeção de domicílios.

³ Motores de ignição por faísca, onde a centelha dá início ao processo de combustão. Utilizam como combustível a gasolina, álcool, gás veicular ou uma combinação dos mesmos.

⁴ Motores de combustão espontânea que é gerada por compressão do ar, aquecendo-o para injeção do combustível líquido, dando início, assim, ao processo de combustão.

2. Metodologia

No Censo Demográfico de 2000, há uma única questão sobre automóvel e refere-se ao número de automóveis de uso particular: 0 (o domicílio não tem automóvel), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 automóveis.

Como essas questões referem-se ao domicílio e não às famílias que compõem cada domicílio, as informações sobre sexo e idade do proprietário serão obtidas através das características do responsável pelo domicílio, assumindo, assim, que o responsável pelo domicílio é o proprietário do automóvel. As outras informações referem-se naturalmente ao domicílio: renda mensal domiciliar, número de pessoas, número de estudantes, número de trabalhadores, presença de pessoas com menos de 18 anos.

Os números de automóveis por domicílio serão agrupados em três ou mais automóveis devido à pequena porcentagem de domicílios que possuem mais de três automóveis, e para permitir uma comparação direta com o Censo Demográfico de 1991, sendo que a última categoria foi codificada como três ou mais automóveis para cada domicílio. A TAB.1 apresenta a distribuição percentual dos domicílios em função do número de automóveis de Belo Horizonte, em 1991 e 2000.

Tabela 1
Distribuição percentual dos domicílios em função do número de automóveis particulares, Belo Horizonte, 1991 e 2000.

Número de Automóveis	Número de Domicílios		Porcentagem de Domicílios		Variação Percentual
	1991	2000	1991	2000	
0	328.898	351.413	65,8	55,9	-15,1%
1	127.995	198.537	25,6	31,6	+23,4%
2	33.707	62.234	6,7	9,9	+47,8%
3 ou mais	9.463	16.149	1,9	2,6	+36,8%
Total	500.063	628.334	100	100	0

Fonte dos dados básicos: Censo Demográfico de 1991 e 2000, IBGE.

Tanto em 1991, quanto em 2000, há uma maior porcentagem de domicílios que não possuem automóvel particular, correspondendo a mais de 50%. Dentre os domicílios que possuem automóvel particular, a maior porcentagem corresponde aos domicílios que possuem um único automóvel particular, 74,5%, em 1991, e 71,7%, em 2000.

Embora a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e Belo Horizonte apresentem diferenças em relação à disponibilidade de transporte público e ocupação urbana, acredita-se que a evolução temporal da posse de automóveis, em Belo Horizonte, bem como a relação dessa evolução com as características sócio-econômicas dos proprietários se dêem de forma semelhante, ainda que sejam em níveis diferentes. Parte dessa crença baseia-se no fato de que 55% das famílias da RMSP não possuíam automóvel no período de 1987 a 1997 (Pfeiffer e

Strambi, 2006), ou seja, uma porcentagem próxima à observada para Belo Horizonte em 2000.

Tendo como base o Censo Demográfico de 2000, a análise da associação entre as características do domicílio e a posse de automóvel será feita através do modelo de regressão logística ordinal, que leva em consideração o ordenamento do número de automóveis. Supondo que os erros desse modelo têm distribuição de probabilidade Logística, esse modelo de regressão é denominado de regressão logística ordinal. Esse modelo tem o pressuposto de regressões paralelas, ou seja, as razões de chances de possuir três ou mais automóveis versus não possuir automóvel deve ser proporcional às razões de chances referentes a possuir dois automóveis que, por sua vez, deve ser proporcional à razão de chances de possuir um automóvel.

Seja p_{ij} a probabilidade de que o domicílio “i” tenha um número de automóveis igual a “j”. Como as categorias referentes à variável dependente “número de automóveis” está ordenada na seqüência $j=0, 1, 2, 3$ ou mais, as probabilidades acumuladas podem ser definidas como

$$F_{ij} = \sum_{m=1}^j p_{im}$$

onde F_{ij} é a probabilidade de que o domicílio “i” esteja na j-ésima categoria ou abaixo, sendo que cada F_{ij} corresponde a uma dicotomização diferente da variável dependente “número de automóveis”. Seguindo esse modo acumulativo, o modelo pode ser escrito através de três equações que podem ser escritas como:

$$\log\left(\frac{F_{ij}}{1-F_{ij}}\right) = \alpha_j + \beta X_i$$

onde $\beta X_i = \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik}$ e o índice “j” assumirá os valores: um automóvel, dois automóveis, três ou mais automóveis. Embora haja um único conjunto de coeficientes, haverá diferentes interceptos para cada uma dessas três equações.

As variáveis referentes ao domicílio que serão utilizadas como explicativas correspondem às variáveis referentes à família, utilizada por Pfeiffer e Strambi (2006): sexo e idade do chefe de domicílio, presença de menores de 18 anos no domicílio, total de moradores, número de trabalhadores, número de estudantes e renda domiciliar.

3. Análise dos Resultados

O primeiro item apresenta as análises de associação entre as variáveis explicativas e o número de automóveis por domicílio. O segundo item apresenta três propostas de modelos de regressão logística ordinal; enquanto que o terceiro item apresenta três modelos de regressão logística binária.

3.1. Análise descritiva dos dados

A TAB.2 apresenta a distribuição percentual dos domicílios em função do número de automóveis e do sexo do chefe do domicílio.

Tabela 2
Distribuição do número de domicílios por número de automóveis e sexo do chefe do domicílio, Belo Horizonte, 2000.

Sexo	Número de Automóveis				Total
	0	1	2	3 ou mais	
Masculino	203.699 (48,4)	151.446 (36,0)	51.806 (12,3)	14.063 (3,3)	421.014 (100)
Feminino	147.714 (71,2)	47.091 (22,7)	10.428 (5,0)	2.086 (1,0)	207.319 (100)
Total	351.413 (55,9)	198.537 (31,6)	62.234 (9,9)	16.149 (2,6)	628.333 (100)

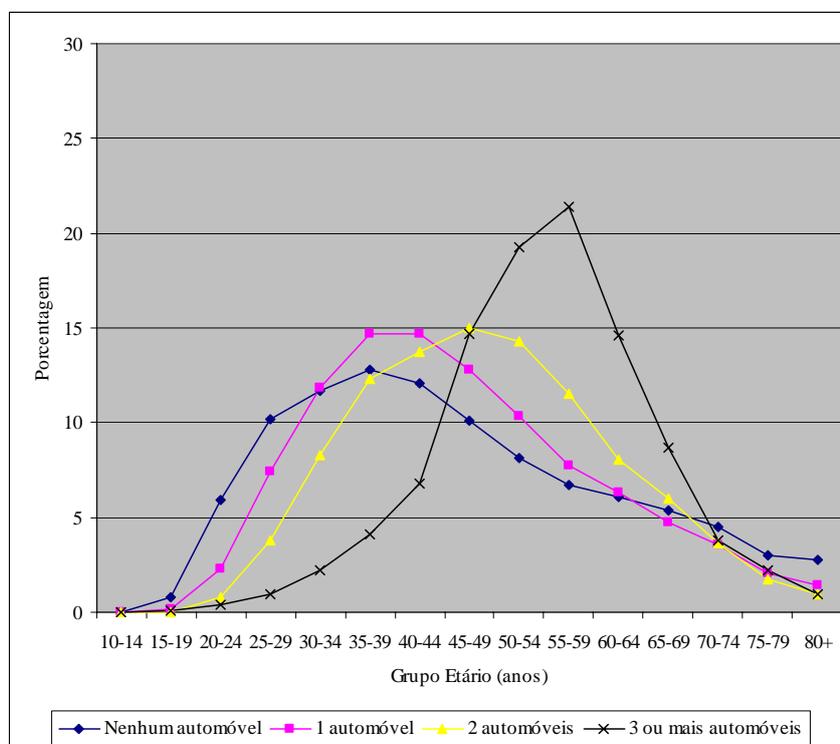
Nota: valores entre parênteses correspondem à distribuição percentual do número de automóveis por sexo do chefe de domicílio.

Fonte dos dados básicos: Censo Demográfico de 2000, IBGE.

Percebe-se que, em todos os domicílios que possuem automóveis, o número de domicílios chefiados por pessoas do sexo masculino é maior. Essa associação entre sexo do chefe de domicílio e número de automóveis apresentou-se significativa (Teste Qui-quadrado, probabilidade de significância menor que 0,001). A FIG. 1 apresenta a distribuição percentual dos grupos etários dos chefes de domicílio, pelo número de automóveis dos domicílios.

Figura 1

Distribuição percentual dos chefes de domicílio por grupo etário, em função das categorias de posse de automóvel, Belo Horizonte, 2000.



Nota: total de 100% por número de automóveis no domicílio.

Fonte dos dados básicos: Censo Demográfico de 2000, IBGE.

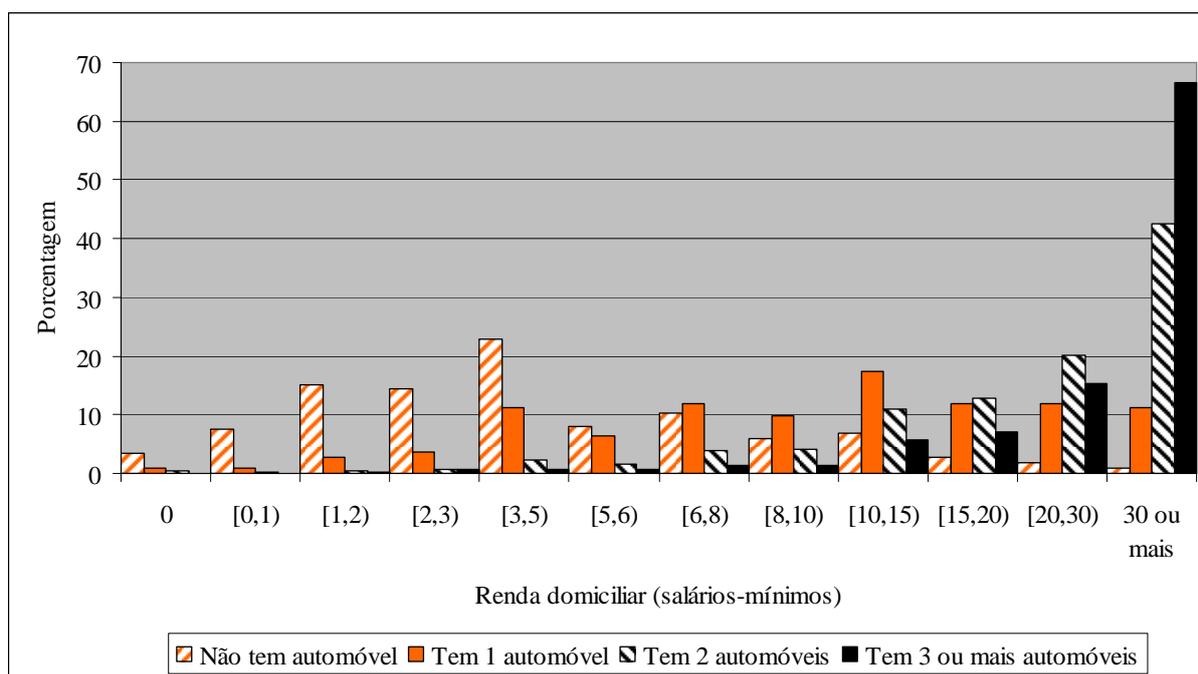
Embora o grupo etário de 10 a 14 anos (81 pessoas) seja bastante jovem, para ser considerado chefe de domicílio, esse grupo foi mantido na análise, tomando como precaução a não utilização desse grupo etário como referência.

As maiores porcentagens de domicílios que não possui automóvel localizam-se nos grupos etários de 25 a 44 anos. Os domicílios que possuem um automóvel apresentam maiores porcentagens nos grupos etários de 35 a 44 anos; enquanto que, para os domicílios que possuem dois automóveis, as maiores porcentagens localizam-se nos grupos etários de 45 a 54 anos. Para os domicílios que possuem três ou mais automóveis, essa distribuição está deslocada para os grupos etários de 50 a 59 anos.

A FIG. 2 apresenta a distribuição percentual dos domicílios, em função do número de automóveis e das faixas de renda domiciliar. Para os domicílios que possuem um automóvel, a maior porcentagem localiza-se na faixa de renda domiciliar de 10 até 15 salários-mínimos. Os domicílios que possuem dois ou mais automóveis apresentam porcentagens crescentes com o aumento das faixas de renda. Para os domicílios que possuem dois automóveis, as porcentagens são maiores ou iguais a 20% para rendas mensais superiores a 20 salários mínimos.

Figura 2

Distribuição dos domicílios, em função do número de automóveis e da faixa de renda domiciliar, Belo Horizonte, 2000.



Nota: os parênteses nas faixas de renda domiciliar representam um intervalo aberto.

Fonte dos dados básicos: Censo Demográfico de 2000, IBGE.

Essa associação entre posse de automóvel e faixa de renda mensal do domicílio pode ser considerada significativa (Teste Qui-quadrado, probabilidade de significância menor que 0,001). A mesma conclusão é válida quando se considera a presença de menores de 18 anos no domicílio (Teste Qui-quadrado, probabilidade de significância menor que 0,001),

indicando que há uma tendência de domicílios, que têm pessoas menores de 18 anos, não terem automóveis.

O número de automóveis apresentou correlações de Pearson significativas com as variáveis: “número de estudantes”, “número de trabalhadores” e “total de moradores” (probabilidades de significância menor que 0,001). Entretanto, essas correlações são bem pequenas: 0,08; 0,22 e 0,09, respectivamente. Os maiores coeficientes de correlação correspondem à relação entre a variável “total de moradores” e as variáveis “número de estudantes” ($r=0,67$) e “número de trabalhadores” ($r=0,51$).

A avaliação do efeito conjunto dessas variáveis, no número de automóveis do domicílio, será feita através da análise das razões de chances obtidas pelo modelo de regressão logística ordinal apresentado na metodologia.

3.2. Modelo de regressão logística ordinal

Inicialmente, foi elaborado um modelo tendo como variável dependente “número de automóveis por domicílio” e como variáveis explicativas: sexo do chefe de domicílio (codificado em zero para feminino e 1 para masculino), idade do chefe (em anos), menor de 18 anos no domicílio (codificado em zero para ausência e 1 para presença), total de moradores, número de trabalhadores e número de estudantes.

O modelo satisfaz o critério de convergência, mas apresentou probabilidade de significância menor que 0,001 para o teste da suposição de razões de chances proporcionais (Teste Score), concluindo, assim, que o modelo não está bem ajustado. Os testes de ajuste Deviance e Pearson também apresentaram probabilidade de significância menor que 0,001, corroborando a falta de ajuste do modelo.

Segundo Allison (1999, p. 141), se há muitas variáveis independentes e se o tamanho da amostra é grande, o teste Score, usualmente, produzirá valores de probabilidade de significância abaixo de 0,05, não se devendo rejeitar o modelo logito acumulativo nesses casos. Allison (1999) recomenda mudar a especificação do modelo, adicionando ou excluindo variáveis, interações, termos polinomiais, ou, ainda, estimar modelos separados para diferentes dicotomizações da variável dependente.

Como a distribuição da idade do chefe de domicílio em função do número de automóveis não sugere uma relação linear, foi elaborado um novo modelo, utilizando os grupos etários quinquenais. A utilização do grupo etário não alterou, significativamente, a razão de chances das demais variáveis explicativas, porém, permitiu uma interpretação mais detalhada do efeito da idade do chefe do domicílio. Entretanto, a falta de ajuste do modelo permaneceu (Teste Score, probabilidade de significância menor que 0,001).

O terceiro modelo introduziu as faixas de renda mensais dos domicílios em salários mínimos: sem renda, de 0 até 1 salário-mínimo, de 1 até 2 salários-mínimos, de 2 até 3, de 3 até 5, de 5 até 6, de 6 até 8, de 8 até 10, de 10 até 15, de 15 até 20, de 20 até 30, 30 ou mais salários-mínimos.

A estatística Tau-a⁵ é calculada através da avaliação das probabilidades observadas com as previstas (obtidas pelo modelo), ou seja, proporções de pares concordantes,

⁵ Tau-a=(concordância-discordância)/(número de pares).Tende a estar mais próxima do R² generalizado (Allison, 1999, p.58). A estatística R², na regressão linear clássica, representa a porcentagem total da variabilidade da variável dependente que é explicada pelas variáveis explicativas incluídas no modelo (Long, 1997).

discordantes e empates. Após a introdução da variável “renda do domicílio”, essa estatística passou de 0,215 para 0,387, que é um aumento apreciável. No modelo mais recente, houve um aumento das proporções de pares concordantes (de 68,6% para 80,2%) e de empates (de 3,6% para 6,7%); bem como uma redução dos pares discordantes (de 29,5% para 13,1%).

Infelizmente, a introdução da faixa de renda mensal dos domicílios no modelo, não corrigiu a falta de ajuste do mesmo; sendo que as principais alterações referem-se às razões de chances das variáveis “sexo do chefe de domicílio”, “grupo etário”, “menor de 18 anos no domicílio” e “número de trabalhadores”.

Após a introdução da variável “renda do domicílio”, a razão de chances da variável “sexo do chefe do domicílio” reduziu de 3,03 para 2,53. Houve redução das razões de chances das variáveis “menor de 18 anos no domicílio” (de 1,34 para 0,90), “número de trabalhadores” (de 1,56 para 0,92) e “número de estudantes” (de 1,28 para 1,06). A variável “total de moradores”, que apresentava razão de chances igual a 0,81, não se apresentou significativa, após a introdução da variável “renda domiciliar”.

Antes da introdução da variável relacionada à renda, as razões de chances para os grupos etários até 30 anos eram inferiores a um, tornando-se maiores que um até 79 anos (grupo de 80 anos ou mais como referência). Após a introdução da variável renda, praticamente todas as razões de chances apresentaram-se maiores do que um; alcançando o valor máximo para o grupo etário de 55 a 59 anos (razão de chances igual a 3,66).

Essas razões de chances estão apresentadas na TAB. 3, na coluna “3+ automóveis versus nenhum”. Com base nessas razões, pode-se afirmar, que a razão de chances dos domicílios, chefiados por pessoas do sexo masculino, possuir três ou mais automóveis, ao invés de não possuir automóvel, corresponde a 2,53 vezes a razão de chances dos domicílios, chefiados por pessoas do sexo feminino (nível de significância de 0,05).

A partir do grupo etário de 20 a 24 anos, as razões de chances são crescentes até o grupo etário de 55 a 59 anos (razão de chances igual a 3,66) e estatisticamente significantes (nível de significância de 0,05). Pode-se afirmar que, a razão de chances dos domicílios, chefiados por pessoas pertencentes ao grupo etário de 55 a 59 anos, possuir três ou mais automóveis, ao invés de não possuir, corresponde a 3,66 vezes a razão de chances dos domicílios, chefiados por pessoas de 80 anos ou mais.

A razão de chances dos domicílios, que têm pessoas menores de 18 anos, possuir três ou mais automóveis, ao invés de não possuir, equivale a 0,90 vezes a razão de chances dos domicílios, que não têm pessoas menores de 18 anos. Pode-se afirmar, assim, que a presença de pessoas menores de 18 anos, no domicílio, reduz em 10% a razão de chances dos domicílios possuírem três ou mais automóveis; ao invés de não possuírem.

Uma vez que a introdução da variável “renda domiciliar” não corrigiu a falta de ajuste do modelo, foram analisados mais dois modelos de regressão logística ordinal, que se diferem quanto à categoria superior da variável resposta “número de automóveis no domicílio”: dois ou mais automóveis, um ou mais automóveis. Esses dois novos modelos foram criados devido à suspeita de que as razões de chances entre as categorias: nenhum, um, dois, três ou mais automóveis não podem ser consideradas proporcionais. Esses modelos estão também apresentados na TAB. 3.

Os dois novos modelos também apresentaram falta de ajuste, de forma similar ao modelo anterior, que considerava como categoria superior, para a variável resposta “número de automóveis no domicílio”, a quantidade de três ou mais automóveis.

Tabela 3
Razões de chances dos modelos de regressão logística ordinal e binária,
para o número de automóveis dos domicílios de Belo Horizonte, 2000.

Variáveis independentes	Modelo ordinal			Modelo binário		
	3+ automóveis versus nenhum	2+ automóveis versus nenhum	1+ automóveis versus nenhum	1 automóvel versus nenhum	2 automóveis versus um automóvel	3+ automóveis versus 2 automóveis
Sexo						
Masculino	2,528	2,527	2,637	2,512	1,547	1,294
Feminino (referência)	-	-	-	-	-	-
Grupo etário						
10 a 14	3,148	3,129	3,432	3,462	0,000*	-
15 a 19	1,024*	1,025*	1,064*	1,025*	0,918*	6,371
20 a 24	1,881	1,902	2,084	2,001	1,481	1,164*
25 a 29	2,472	2,511	2,814	2,756	1,459	0,479
30 a 34	2,832	2,905	3,345	3,256	1,601	0,475
35 a 39	2,871	2,965	3,485	3,382	1,626	0,535
40 a 44	2,976	3,082	3,700	3,581	1,656	0,736
45 a 49	3,141	3,211	3,718	3,520	1,781	1,189*
50 a 54	3,483	3,491	3,749	3,406	2,065	1,334
55 a 59	3,660	3,550	3,482	3,107	2,264	1,670
60 a 64	3,176	3,105	3,024	2,744	2,087	1,787
65 a 69	2,761	2,729	2,567	2,291	2,223	1,431
70 a 74	1,991	2,003	1,938	1,807	1,755	1,151*
75 a 79	1,586	1,571	1,543	1,477	1,380	1,272
80 ou mais (referência)	-	-	-	-	-	-
Menor de 18 anos no domicílio						
Tem	0,896	0,943	1,041	1,116	0,817	0,474
Não tem (referência)	-	-	-	-	-	-
Total de moradores	0,999*	0,989	0,960	0,945	1,093	1,273
Número de trabalhadores	0,916	0,897	0,787	0,760	1,148	1,201
Número de estudantes	1,059	1,054	1,032	1,024	1,073	1,032
Renda do domicílio						
Sem renda	0,008	0,008	0,006	0,013	0,167	0,290
Entre 0 e 1 salário-mínimo	0,004	0,004	0,003	0,008	0,061	0,400
Entre 1 e 2 salários-mínimos	0,006	0,005	0,005	0,011	0,061	0,662
Entre 2 e 3 salários-mínimos	0,008	0,008	0,007	0,017	0,058	1,011*
Entre 3 e 5 salários-mínimos	0,014	0,014	0,014	0,034	0,058	0,334
Entre 5 e 6 salários-mínimos	0,024	0,024	0,025	0,059	0,070	0,335
Entre 6 e 8 salários-mínimos	0,036	0,036	0,038	0,087	0,092	0,249
Entre 8 e 10 salários-mínimos	0,054	0,055	0,059	0,133	0,115	0,252
Entre 10 e 15 salários-mínimos	0,094	0,096	0,104	0,220	0,169	0,337
Entre 15 e 20 salários-mínimos	0,185	0,190	0,204	0,384	0,288	0,369
Entre 20 e 30 salários-mínimos	0,336	0,345	0,367	0,577	0,444	0,485
Mais de 30 salários (referência)	-	-	-	-	-	-

Nota: o símbolo * indica probabilidade de significância maior que 0,05.

Fonte dos dados básicos: Censo Demográfico de 2000, IBGE.

Em relação ao modelo anterior, as principais diferenças referem-se às razões de chances das variáveis “total de moradores”, que se tornou significativa, e “menor de 18 anos no domicílio”, cuja razão de chances passou de 0,90 para 1,04 (no modelo que considera como categoria superior a quantidade um ou mais automóveis). Houve também um deslocamento das razões de chances dos grupos etários, cujo valor máximo, deslocou-se do grupo etário de 55 a 59 anos para 50 a 54 anos. As estatística Tau-a para esses dois novos modelos de regressão logística ordinal corresponderam a 0,393 e 0,351, respectivamente.

O gráfico dos valores preditos versus o logito dos resíduos referentes a esse último modelo de regressão logística ordinal, que considera como categoria superior a quantidade de um ou mais automóveis, permitiu identificar alguns valores extremos, que, por sua vez, poderiam ser influentes. Esses valores correspondiam, principalmente: 1) a chefes de domicílio do sexo feminino de 80 anos ou mais e com renda inferior a um salário-mínimo, mas que possuíam um automóvel no domicílio; 2) chefes de domicílio do sexo masculino, com idade entre 50 e 59 anos e com renda superior a 30 salários-mínimos e que não possuíam automóvel no domicílio.

Eliminar, da base de dados, os domicílios referentes aos resíduos extremos, não corrigiu a falta de ajuste do modelo, nem alterou, significativamente, as estimativas das razões de chances obtidas anteriormente. Seguindo a recomendação de Allison (1999, p. 141) e para entender melhor essa mudança na relação da variável “menor de 18 anos no domicílio” com a variável resposta “número de automóveis no domicílio”, foram criados três novos modelos, usando a regressão logística binária.

3.3. Modelo de regressão logística binária

O primeiro modelo de regressão logística binária calcula as razões de chances dos domicílios que possuem um automóvel versus os domicílios que não possuem automóveis, considerando, as mesmas variáveis independentes utilizadas nos modelos de regressão logística ordinal, apresentados no item 3.2. O segundo modelo de regressão logística binária calcula as razões de chances dos domicílios que possuem dois automóveis versus os domicílios que possuem um automóvel. O terceiro modelo de regressão logística binária calcula as razões de chances dos domicílios que possuem três ou mais automóveis versus os domicílios que possuem dois automóveis.

De forma análoga aos modelos de regressão logística ordinal, os três modelos de regressão logística binária também não apresentaram um bom ajuste. As estatísticas Tau-a desses três modelos de regressão logística binária corresponderam a 0,380; 0,253 e 0,259, respectivamente.

As razões de chances obtidas pelo primeiro modelo de regressão logística binária estão bem próximas das razões obtidas pelo primeiro modelo de regressão logística ordinal, onde a categoria de ordem superior é o domicílio possuir três ou mais automóveis. Deve-se ressaltar que, em ambos os modelos (regressão logística ordinal e regressão logística binária), a categoria inferior de comparação é a mesma, ou seja, não possuir automóvel. Novamente, houve um deslocamento das razões de chances dos grupos etários, cujo valor máximo deslocou-se de 55 a 59 anos (primeiro modelo de regressão logística ordinal) para 40 a 44 anos (primeiro modelo de regressão logística binária).

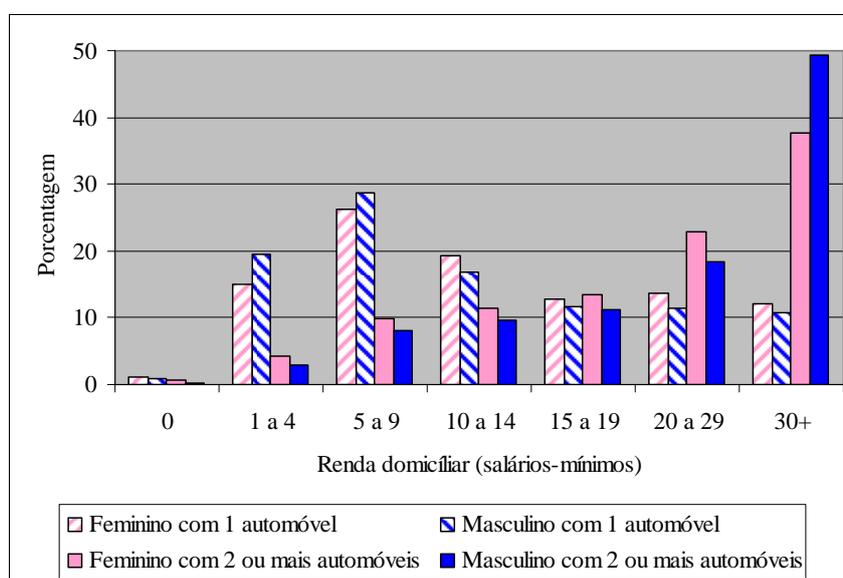
Já nos segundos e terceiro modelos de regressão logística binária, em cujas categorias inferiores de comparação, os domicílios já possuem, pelo menos, um automóvel, a alteração das razões de chances é grande. Houve redução das razões de chances referentes ao sexo do

chefe do domicílio e uma elevação das razões de chances referentes às variáveis “total de moradores”, “número de estudantes”, “número de trabalhadores”.

A alteração da importância da variável “sexo do chefe de domicílio”, entre os modelos de regressão logística binária, deve-se, provavelmente, à associação entre essa variável e “renda domiciliar”. Como pode ser visualizado no FIG. 3, a partir da renda domiciliar de dez salários-mínimos, as porcentagens de domicílios chefiados por mulheres, que possuem um ou mais automóveis, tendem a ser superiores às porcentagens de domicílios chefiados por homens.

Figura 3

Distribuição dos domicílios por chefia e faixa de renda domiciliar, Belo Horizonte, 2000.



Fonte dos dados básicos: Censo Demográfico de 2000, IBGE.

No primeiro modelo de regressão logística binária, a razão de chances dos domicílios, que têm pessoas com menos de 18 anos, possuírem um automóvel corresponde a 1,12 vezes a razão de chances dos domicílios, que não têm pessoas com menos de 18 anos. Isso quer dizer que a presença de pessoa com menos de 18 anos eleva em 12% a chance desse domicílio possuir um automóvel.

Já no segundo modelo binário, a razão de chances dos domicílios, que têm pessoas com menos de 18 anos, possuírem dois automóveis corresponde a 0,82 vezes a razão de chances dos domicílios, que não têm pessoas com menos de 18 anos. Portanto, a presença de pessoa com menos de 18 anos reduz em 18% a chance desse domicílio possuir dois automóveis, ao invés de possuir um automóvel.

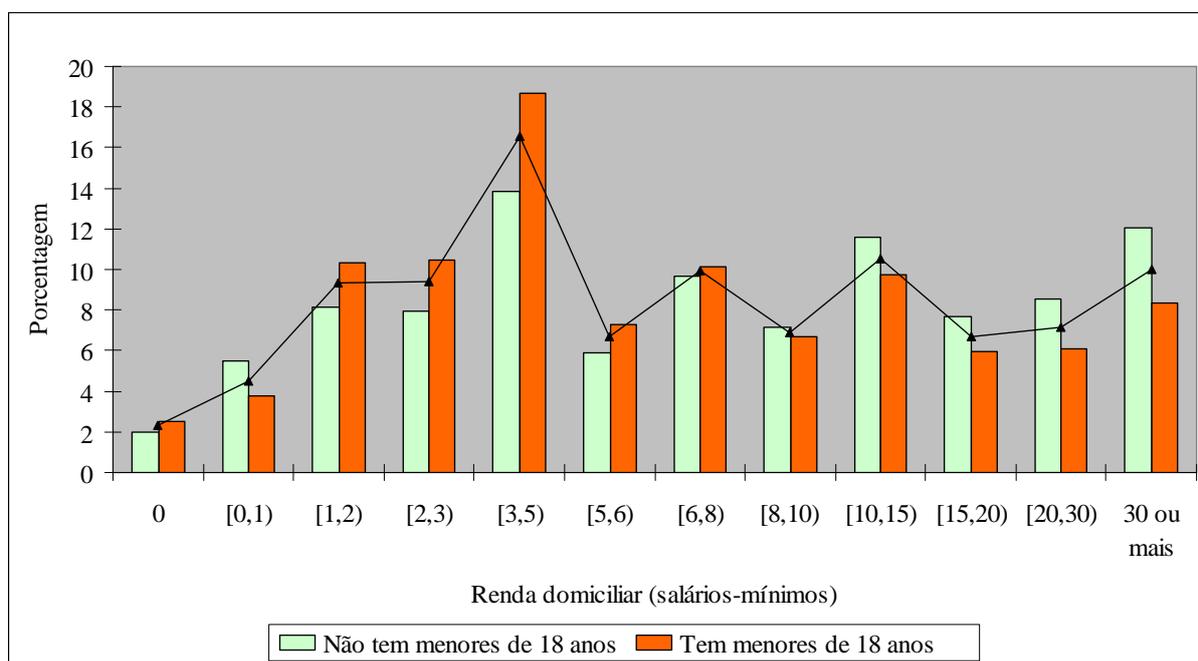
Finalmente, no terceiro modelo, a razão de chances dos domicílios, que têm pessoas com menos de 18 anos, possuírem três ou mais automóveis corresponde a 0,47 vezes a razão de chances dos domicílios, que não têm pessoas com menos de 18 anos. A presença de pessoas com menos de 18 anos, no domicílio, reduz em 53% a chance do domicílio possuir três ou mais automóveis, ao invés de possuir dois automóveis. Uma possível explicação para

essa mudança da razão de chances referente à variável “menor de 18 anos no domicílio” é a interação entre a composição desses domicílios e as respectivas faixas de renda domiciliares.

Conforme pode ser observado na FIG. 4, até a renda domiciliar de oito salários-mínimos, há uma tendência de haver mais domicílios que têm pessoas com menos de 18 anos de idade. Já para as rendas maiores, que permitem a compra de mais de um automóvel, há uma tendência de haver mais domicílios que não têm pessoas com menos de 18 anos.

Figura 4

Distribuição dos domicílios, cuja composição apresenta ou não pessoas menores de 18 anos, pela faixa de renda domiciliar, Belo Horizonte, 2000.



Nota: os parênteses nas faixas de renda domiciliar representam um intervalo aberto. A linha geral refere-se à distribuição percentual dos domicílios, por faixa de renda domiciliar, independente da composição do domicílio.

Fonte dos dados básicos: Censo Demográfico de 2000, IBGE.

Ao comparar a FIG. 4 com a FIG. 2, percebe-se que justamente, há partir da renda domiciliar de 10 salários-mínimos, há maiores porcentagens de domicílios que possuem dois ou mais automóveis. Diante do exposto, pode-se inferir que, provavelmente, a alteração na razão de chances da variável “menor de 18 anos no domicílio” deva-se à interação entre essa variável e “renda domiciliar”.

Verificou-se também uma associação significativa entre o total de moradores e a presença ou não de pessoas menores de 18 anos no domicílio (Estatística Qui-quadrado, probabilidade de significância menor que 0,01). Conforme pode ser verificado na TAB. 4, para os domicílios com maior número de moradores, há uma tendência de que os mesmos tenham pessoas menores de 18 anos. Por exemplo, 25,1% dos domicílios de Belo Horizonte, em 2000, eram constituídos de cinco ou mais pessoas; ao passo que, dentre os domicílios, que tem pessoas menores de 18 anos, essa porcentagem é de 38,2%.

Tabela 4
Distribuição dos domicílios por total de moradores e presença de menores de 18 anos, Belo Horizonte, 2000.

Total de moradores	Menores de 18 anos no domicílio		Total
	Não tem	Tem	
1	68.409 (25,1)	169 (0,0)	68.578 (10,9)
2	101.384 (7,2)	16.599 (4,6)	117.983 (18,7)
3	48.760 (17,9)	90.824 (25,4)	139.584 (22,1)
4	32.642 (12,0)	113.624 (31,8)	146.266 (23,2)
5 ou mais	21.661 (7,9)	136.555 (38,2)	158.216 (25,1)
Total	272.856 (100,0)	357.771 (100,0)	630.627 (100,0)

Nota: os valores entre os parênteses correspondem às porcentagens.

Fonte dos dados básicos: Censo Demográfico de 2000, IBGE.

As razões de chances para a variável “renda domiciliar” apresentaram-se crescentes com as respectivas faixas de renda, principalmente, nos dois primeiros modelos de regressão logística binária. Para os domicílios que já possuem, pelo menos, um automóvel, outras variáveis explicativas, tais como, “total de moradores”, “número de trabalhadores” e “número de estudantes”, podem representar uma maior necessidade de deslocamento das pessoas dos domicílios, justificando, assim, a posse de mais de um automóvel por domicílio.

4. Discussão dos Resultados

Inicialmente, para o modelo de regressão logística ordinal, que utilizava a idade do chefe de domicílio como uma variável contínua, várias interações e inclusões de variáveis foram testadas, numa tentativa de corrigir a falta de ajuste do modelo. As principais tentativas foram acrescentar a interação das variáveis: sexo do chefe do domicílio e presença de menor de 18 anos no domicílio, sexo e idade do chefe do domicílio, presença de menor de 18 anos no domicílio e idade do chefe do domicílio, bem como acrescentar a idade do chefe elevada ao quadrado, conforme realizado por Pfeiffer e Strambi (2006). Nessas tentativas, os coeficientes obtidos apresentaram probabilidade de significância menor que 0,05, mas as razões de chances estavam próximas de 1, não havendo também alteração dos coeficientes das demais variáveis explicativas.

Posteriormente, introduziu-se, no modelo, a variável “renda domiciliar”, após a criação de faixas de renda em salários-mínimos, caso contrário, não era possível obter o modelo devido à ocorrência de pontos flutuantes no processo matemático. Ainda assim, o modelo não apresentou bom ajuste, devido, provavelmente, à invalidação da suposição de razões de chances proporcionais.

Finalmente, optou-se por trabalhar com três modelos de regressão logística binária, que permitiram uma melhor interpretação da influência de cada variável explicativa na posse de automóveis, pelos domicílios de Belo Horizonte, em 2000.

Os achados desse artigo, através dos modelos de regressão logística binária, assemelham-se às conclusões obtidas por Pfeiffer e Strambi (2006), para Região Metropolitana de São Paulo.

Os domicílios chefiados pelo sexo masculino têm maiores chances de possuir automóveis do que os domicílios chefiados pelo sexo feminino.

Há uma elevação da posse de automóveis até a faixa etária de 40 a 44 anos (para a posse de um automóvel), 55 a 59 anos (para a posse de dois automóveis) e 60 a 64 anos (para a posse de três ou mais automóveis). Esses achados assemelham-se aos obtidos por Prskawetz, Leiwen e O'Neill (2004), para Áustria, e Pfeiffer e Strambi (2006) para Região Metropolitana de São Paulo.

No estudo de Pfeiffer e Strambi (2006), a presença de criança na família apresentava uma relação negativa com a posse de mais de um automóvel por família. Para Belo Horizonte, observou-se também uma relação negativa entre a presença de pessoas com menos de 18 anos no domicílio e a posse de automóveis, desde que o domicílio já possuísse, pelo menos, um automóvel.

O total de moradores apresenta uma relação positiva com a posse de automóveis, somente para o segundo e terceiro modelos de regressão logística binária, que consideram, como categorias inferiores de comparação, que o domicílio possui, pelo menos, um automóvel. O total de moradores elevado ao quadrado apresentou coeficientes negativos nos modelos de regressão logística binária; entretanto, essa variável não foi mantida devido ao pequeno acréscimo ocorrido no nível de ajuste desses modelos. Pfeiffer e Strambi (2006) determinaram que o tamanho da família afeta a posse de automóvel de forma similar a uma parábola, cujo coeficiente do termo quadrático é negativo. Isso quer dizer que a posse de automóvel aumenta, inicialmente, com o aumento do tamanho da família e decai a partir de um determinado valor.

O número de trabalhadores apresentou relação negativa com a posse de automóveis, somente para o primeiro modelo de regressão logística binária, que compara os domicílios que possuem um automóvel com aqueles que não possuem automóvel. No estudo de Pfeiffer e Strambi (2006), a relação apresentou-se negativa para a posse de: um, dois e três ou mais automóveis. Número de estudantes apresentou uma relação positiva com a posse de automóvel, de forma similar ao observado por Pfeiffer e Strambi (2006) para a Região Metropolitana de São Paulo, em 1987. Em ambos os estudos, a renda apresentou uma relação positiva e crescente com a posse de automóveis.

Ao utilizar como categoria inferior de comparação, o fato de o domicílio possuir um ou dois automóveis (segundo e terceiro modelo de regressão logística binária), a variável “sexo do chefe de domicílio” teve sua importância reduzida nos modelos; enquanto que, as variáveis “total de moradores” e “número de trabalhadores” passam a ter uma relação positiva com o número de automóveis no domicílio, que pode ser devida à associação dessas variáveis com a variável “renda domiciliar”.

Como trabalho futuro, pretende-se utilizar a variável “renda domiciliar mensal per capita” em substituição à renda domiciliar mensal, nos modelos de regressão logística binária, para avaliação da posse de automóvel. Entretanto, os resultados, aqui apresentados, já indicam a importância das variáveis relacionadas à composição do domicílio como determinantes da posse de automóvel, juntamente com a renda domiciliar.

BIBLIOGRAFIA

- ALLISON, P. D. **Logistic regression using the SAS® system: theory and application.** Cary, N.C.: SAS Institute, 1999. 288 p.
- DUTRA, E. G., RANNA, D. C. S., FIORAVANTE, E. F., SILVEIRA, I. L. **Plano de controle da poluição por veículos em uso em Minas Gerais – PCPV/MG.** Belo Horizonte: FEAM, 2001. 82 p.
- EWERT, ULF C., PRSKAWETZ, ALEXIA. **Can regional variations in demographic structure explain regional differences in car use? A case study in Austria.** *Population and Environment*, v. 23, n. 3, p. 315-345, Jan. 2002.
- REDE GLOBO DE TELEVISÃO. Fila de espera para comprar um carro. **Jornal Nacional.** (Notícia exibida em 10 de março de 2008). Disponível em <<http://jornalnacional.globo.com/Jornalismo/JN/0,,AA1675207-3586-800879,00.html>>. Acesso em: 12 mar. 2008.
- IBGE. Censo demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 1991 e 2000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09 jul. 2005.
- LONG, J. S. **Regression models for categorical and limited dependent variables.** Thousand Oaks, CA: SAGE, 1997. 297 p.
- MINAS GERAIS. Departamento de Trânsito. **Informações sobre ano de fabricação dos automóveis registrados no município de Belo Horizonte disponibilizadas para Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM,** em 2005. (Mimeogr.)
- PFEIFFER, L. M.; STRAMBI, O. [Mensagem pessoal] **Análise e modelagem da evolução temporal da posse de autos na Região Metropolitana de São Paulo.** (No prelo. Mensagem recebida em 31 maio 2006)
- PRSKAWETZ, A.; LEIWEN J.; O'NEILL, B. C.; Demographic composition and projections of car use in Austria. In: **Vienna Yearbook of Population Research.** Vienna: Austrian Academy of Sciences, Vienna Institute of Demography, 2004. p.175-201.
- TEIXEIRA JR., S. Em busca do carro do futuro. **Exame,** São Paulo, v.42, n.01, p.22, 30 de jan. 2008.
- U.S. Department of Energy. **Number of household vehicles has grown significantly.** 2004. Disponível: <http://www.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/facts/2004/fcvt_fotw301.html>. Acesso em: 07 dez. 2005.