

# INTEGRANDO OFERTA E DEMANDA DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO: ANÁLISE HIERÁRQUICA DO PANORAMA URBANO BRASILEIRO NO ANO 2000

## INTEGRATING SUPPLY AND DEMAND OF WATER AND SANITATION SERVICES: HIERARCHICAL ANALYSIS OF THE URBAN BRAZIL IN 2000

*SONALY REZENDE*

Engenheira Civil. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Doutora em Demografia. Pesquisadora Visitante do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais

*SIMONE WAJNMAN*

Economista. Doutora em Demografia. Professora Adjunta do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais

*JOSÉ ALBERTO MAGNO DE CARVALHO*

Economista. Doutor em Demografia. Professor Titular do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais

*LÉO HELLER*

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Sanitária. Doutor em Epidemiologia. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais

Recebido: 08/02/06 Aceito: 30/01/07

### RESUMO

O estudo buscou avaliar os principais determinantes da presença dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos domicílios urbanos brasileiros no ano 2000. Utilizaram-se as fontes de dados do IBGE e da Receita Federal, das quais foram selecionadas as variáveis de interesse, analisadas de forma descritiva e estatística. Os resultados obtidos por meio de regressões múltiplas com modelagem hierárquica mostraram que as variáveis ligadas à oferta das redes de água e esgotos têm maior impacto sobre a presença destes serviços nos domicílios do que as variáveis ligadas à demanda. As maiores chances de presença de redes domiciliares pertencem aos municípios da Região Sudeste e com gestão do tipo Autarquia. Entretanto, são as variáveis relativas à demanda que melhor caracterizam o perfil dos domicílios onde os serviços de saneamento estão ausentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelos hierárquicos, oferta, demanda, abastecimento de água, esgotamento sanitário.

### ABSTRACT

*The paper aims at identifying the main determinants of the presence of water supply and sanitation services, for Brazilian urban households in 2000. The supply and demand dimensions were converted in variables, using data from IBGE and Receita Federal. Descriptive and analytical statistics were performed, in the last case through multiple regression with hierarchical model. In explaining the presence of the services in the households, the supply perspective showed more relevant than the demand variables, probably due to the extreme regional differentials in the Country. In supply dimension the categories that presented the highest chances were the Southeast region and the Autarchic management model. About the demand perspective, the lowest chances are in households where the head of the household is male, single, younger, black and with lower schooling, as well as the family gains are lower.*

**KEYWORDS:** Hierarchical model, supply, demand, water supply, sanitation.

### INTRODUÇÃO

Quando se avalia o saneamento coletivo, deve-se pensar na interação entre os determinantes da demanda e da oferta destes serviços. A oferta é fundamental para explicar a presença das redes de água e esgotos nos domicílios, mas

para se explicar a não-adesão dos domicílios a estes serviços, outras questões, relacionadas à sua demanda, são muito importantes. No caso do abastecimento de água, uma das possíveis explicações desta recusa reporta-se à insatisfação da população com a qualidade e a quantidade do recurso ofertado. Para as redes

de esgotamento sanitário, o percentual de não-adesão se deve muito mais às questões culturais, que suscitam o uso frequente e bastante elevado de soluções individuais, sobretudo as fossas. Por outro lado, em locais onde os domicílios não têm acesso às redes de água e/ou esgotos, em geral a população residente

apresenta baixa escolaridade e renda, sendo estes os principais condicionantes da escolha – ou falta de escolha – do seu local de residência. Tais exemplos mostram que é razoável cogitar a não-adesão aos serviços de saneamento no Brasil, como fruto da interação entre os condicionantes da demanda e da oferta, por causa dos diferenciais regionais, socioeconômicos, demográficos, culturais e políticos existentes no País.

As ações de saneamento podem ser individuais, relativas a cada domicílio, e coletivas, referentes a um conjunto de domicílios. A presença de serviços de saneamento nos domicílios é condicionada por uma série de variáveis, que definem os papéis da demanda e da oferta na realização desses serviços. No plano individual, o saneamento é fortemente influenciado pelas variáveis ambientais, relacionadas à oferta dos recursos hídricos, e de áreas visando à disposição dos efluentes de esgoto. Entretanto, as variáveis demográficas e socioeconômicas que caracterizam o domicílio definem o perfil da demanda de serviços de saneamento a partir das diversas soluções empregadas individualmente. Em outras palavras as características dos moradores dos domicílios influenciam na escolha das suas formas de abastecimento de água e escoamento de esgotos.

No Brasil, as ações individuais não são uma prerrogativa das áreas rurais. Algumas soluções dessa natureza, tal como as fossas, são amplamente utilizadas nos centros urbanos, em locais onde os serviços públicos de saneamento não são ofertados ou em função da não-adesão dos domicílios aos serviços prestados. Quando o saneamento fica a cargo do indivíduo, sua cultura e escolaridade são preponderantes nas escolhas que envolvem a situação sanitária domiciliar. Assim, é comum, por exemplo, a existência de domicílios, inclusive urbanos, nos quais as cisternas são utilizadas, mesmo havendo disponibilidade de redes de água. Ainda mais comum é a opção pelo uso de fossas em domicílios que têm acesso às redes públicas de esgotos, como forma de evitar o ônus financeiro deste serviço.

Na medida em que as ações de saneamento tornam-se coletivas, os aspectos relativos à sua oferta vão ganhando importância, pois as soluções praticadas requerem nova estruturação, assentada em uma organização criada para atender à realidade em questão.

Assim, os fatores relacionados à demanda de saneamento perdem importância para os fatores que caracterizam sua oferta. Entende-se, pois, que as estruturas de saneamento das aglomerações humanas estão condicionadas a uma série de fatores que podem interagir uns com os outros, e que representam as variáveis relativas à demanda e à oferta dos serviços públicos. Desse modo, neste trabalho realizam-se duas análises quantitativas, que visam à caracterização da presença dos serviços públicos de saneamento, contemplando as perspectivas da demanda e da oferta destes serviços.

### ALGUMAS APLICAÇÕES DOS MODELOS HIERÁRQUICOS

A estrutura hierárquica em análises estatísticas de regressão é adotada para possibilitar o agrupamento das unidades de análise, de forma que diversos níveis hierárquicos sejam observados. Sua utilização justifica-se na medida em que corrige erros provenientes da utilização de metodologias inadequadas, permitindo a utilização mais eficiente dos dados. Este tipo de análise apresenta algumas vantagens sobre as demais, como destacam Bryk & Raudenbush (1992). Em primeiro lugar, a análise hierárquica possibilita melhor estimativa dos parâmetros relativos a unidades específicas, pois se baseia em modelos mais flexíveis e estruturados. Em outras palavras, os modelos hierárquicos controlam a heterogeneidade observada no agregado. A segunda vantagem na utilização da estrutura hierárquica é que o uso da informação do agregado possibilita formular e testar hipóteses relativas a efeitos entre os níveis observados. E por último, a análise hierárquica permite a partição da variabilidade da variável resposta em níveis, revelando o efeito de cada um deles.

Dados com estrutura hierárquica estão em diversas áreas do conhecimento, tais como a social, a comportamental e a médica. Em trabalhos envolvendo as questões educacionais, por exemplo, os níveis hierárquicos são representados pelos alunos (ou turmas) e pelas escolas, sendo que cada um destes níveis apresenta características próprias que interagem umas com as outras, determinando uma série de variáveis resposta, tais como a qualidade do ensino, a

aprovação no vestibular, o desempenho das escolas, etc (Bryk & Raudenbush, 1992). Na estimativa dos diferenciais de mortalidade infantil são considerados os níveis familiares e comunitários nas estruturas das análises (Sastry, 1997; Santos & Moura, 1998). Os estudos envolvendo questões referentes ao mercado de trabalho, como diferenciais de salário, envolvem atributos pessoais e regionais na sua composição (Queiroz, 2001).

Os sistemas de saneamento também representam um exemplo típico de estrutura hierárquica, pois os domicílios estão agregados em bairros, os bairros em municípios, estes em regiões ou estados e assim por diante. O Censo Demográfico de 2000, principal fonte de dados de saneamento utilizada neste estudo, foi realizado em dois estágios: o primeiro envolveu a aplicação de um questionário básico a todos os residentes do país; o segundo consistiu na aplicação de um questionário mais detalhado direcionado a uma amostra de domicílios. A seleção amostral preconizou a escolha de uma unidade geográfica bem definida, denominada cluster, e nestas a escolha aleatória dos domicílios, a partir dos pesos de cada uma destas unidades geográficas no conjunto do País, e de todos os indivíduos residentes nos domicílios entrevistados. De acordo com Leite (1998), tais características conferem aos dados uma estrutura de aglomerado, no qual domicílios de uma mesma localidade tendem a apresentar características semelhantes. No que diz respeito à infra-estrutura sanitária, os moradores de uma determinada área, podem ou não ser igualmente afetados por pressões geradas no ambiente, sendo necessário levar em conta as diferenças existentes, tanto entre os domicílios quanto entre os municípios, considerando a existência dos diferenciais regionais, socioeconômicos e históricos, a fim de incluir os efeitos de grupo ou de contexto para a determinação de fatores referentes ao domicílio.

As regressões múltiplas por meio de modelos hierárquicos apresentam o potencial de integração dos elementos que regem a oferta e a demanda de redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário, podendo captar os efeitos da estrutura de níveis aos quais estes serviços estão sujeitos. Suas estimativas para os parâmetros relativos às unidades domiciliares são melhores que a dos modelos não-hierárquicos, sendo que

os modelos hierárquicos controlam os aspectos individuais de cada domicílio e os aspectos coletivos relativos ao conjunto de domicílios, neste caso, o município, permitindo a formulação de hipóteses relativas aos efeitos de cada um dos níveis considerados. Por aumentar o potencial de desagregação da análise em níveis, os modelos hierárquicos possibilitam a criação de cenários mais amplos e fundamentados para a realização das projeções populacionais, essenciais para a execução de projetos de sistemas de saneamento (Rezende, 2006).

A análise hierárquica dos determinantes da presença dos serviços de saneamento nos domicílios urbanos brasileiros ajuda a delinear um cenário mais real da situação sanitária do País. Este método torna possível a incorporação dos principais elementos que atuam no saneamento urbano, permitindo avaliar a presença das redes de água e esgotos por meio de variáveis ambientais, demográficas e socioeconômicas agrupadas em dois níveis, o domiciliar e o municipal. No presente estudo, são analisadas as variáveis idade, sexo, escolaridade e estado civil do chefe de domicílio, tamanho e renda agregada do domicílio<sup>1</sup>, localização, porte populacional e a situação política e socioeconômica do município.

## METODOLOGIA

Utilizaram-se como fontes de dados o Censo Demográfico de 2000, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000, o site do Ministério da Fazenda ([www.receita.fazenda.gov.br](http://www.receita.fazenda.gov.br)) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)<sup>2</sup>.

Os modelos hierárquicos para a análise da presença de redes de água e esgotos são uma generalização dos modelos logísticos de regressão não-linear, onde as variáveis respostas são discretas. A diferença básica entre as duas modelagens é que os parâmetros relativos ao intercepto e ao coeficiente de inclinação são considerados aleatórios e dependentes da influência do nível hierárquico mais alto, neste caso, o dos

municípios, enquanto para os modelos de regressão clássicos estes parâmetros são fixos (Bryk & Raudenbush, 1992; Goldstein, 1995).

No caso desta aplicação, as variáveis resposta - presença da rede de água ou de esgotos - são explicadas por meio da atuação das variáveis independentes, em dois níveis. O primeiro nível corresponde ao domicílio e representa os aspectos que interferem na demanda de serviços de saneamento. O segundo nível é referente aos municípios e está relacionado à oferta daqueles serviços. Considera-se, então, uma amostra aleatória de dados coletada a partir de uma estrutura em dois níveis, estando as unidades do 1º nível agrupadas segundo as unidades do 2º nível. O índice *i* representa cada unidade de domicílio e o índice *j* representa cada unidade de município. Dado que *x* represente uma variável explicativa domiciliar e *w* represente uma variável explicativa municipal, o modelo hierárquico segue a expressão geral:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(x_{ij}) + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}w_j + u_{0j} \quad (2)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}w_j + u_{1j} \quad (3)$$

Substituindo (2) e (3) em (1) obtém-se:

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}w_j + \gamma_{10}(x_{ij}) + \gamma_{11}w_j(x_{ij}) + u_{0j} + u_{1j}(x_{ij}) + \epsilon_{ij} \quad (4)$$

Onde *y<sub>ij</sub>* caracteriza a presença de rede de água / esgotos do *j*-ésimo domicílio do *j*-ésimo município;  $\beta_{0j}$  representa o intercepto geral do modelo, sendo definido como variável aleatória;  $\gamma_{00}$ ,  $\gamma_{01}$ ,  $\gamma_{10}$  e  $\gamma_{11}$  são os parâmetros fixos a serem estimados;  $u_{0j}$  e  $u_{1j}$  são as componentes de erro aleatório do nível 2 associadas ao intercepto, para a qual se pressupõe distribuição normal, média zero e variância  $\sigma_{00}$  e  $\sigma_{11}$ , respectivamente, e covariância  $\sigma_{01}$ ;  $\epsilon_{ij}$  é a componente de erro aleatório associado ao domicílio, representando o resíduo não explicado pelo modelo, pressupõe-se ter distribuição normal com média zero e variância  $\sigma_r^2$ . Por

hipótese, admite-se que o erro “*r*” de nível 1, relativo aos domicílios, seja independente dos erros de nível 2 “*u*”, referentes às sedes municipais.

A inclusão de variáveis de nível 1 e 2 no modelo hierárquico visa explicar a presença de redes de água e esgotos nos domicílios, alcançando a maior redução possível da variabilidade total e, conseqüentemente, aumentando a capacidade explicativa da variável dependente pelo modelo resultante. Também é possível observar como as diversas variáveis interagem entre si e como seus impactos sobre a variável dependente se comportam na presença umas das outras.

Segundo Goldstein (1995), um indicador do grau de agrupamento da população é o coeficiente de “intra-correlação”<sup>3</sup>. Para o modelo hierárquico especificado, o que se mede com este coeficiente é a proporção da variância total resultante dos domicílios devida às características dos municípios. A obtenção deste coeficiente depende da construção do modelo nulo<sup>4</sup>. Esse coeficiente toma valores no intervalo [0,1] e, quanto mais próximo de 1, maior a proporção da variância explicada pelo segundo nível.

Após a verificação da intra-correlação dos dados dos níveis analisados, procede-se a análise da deviance<sup>5</sup> e a análise de variância, a primeira, ajuda na escolha do modelo com maior poder preditivo e a segunda determina o melhor ajuste dos dados dos modelos.

A fim de se obter a probabilidade de presença de redes de água e esgotos nos domicílios estima-se  $y_{ij}$  a partir de  $\ln(P_{ij}/P_{ik})$ , que é o logaritmo neperiano da chance do *i*-ésimo domicílio do *j*-ésimo município experimentar um daqueles eventos. Quando se quer estudar a probabilidade *P*, modela-se não o *P*, mas o seu logito, pois *P* varia entre 0 e 1. O log de *P* e 1-*P* está entre  $-\infty$  e  $\infty$ , não tendo restrição. Com o uso do método da máxima verossimilhança é possível obter estimativas para os coeficientes das razões de chances ou odds ratio (Hosmer & Lemeshow, 1989):

<sup>1</sup>Pressupõe-se que as características dos chefes sejam indicadores adequados das características do conjunto de moradores, e que suas condições socioeconômicas tenham forte impacto sobre os demais membros do domicílio.

<sup>2</sup>Esta fonte foi utilizada apenas na análise descritiva, pois uma das suas componentes, a longevidade, está diretamente associada ao saneamento, o que poderia enviesar a análise estatística.

<sup>3</sup>O coeficiente de intra-correlação é obtido segundo a expressão:  $\rho = \sigma_{u_0}^2 / \sigma_r^2 + \sigma_{u_0}^2$  (5).

<sup>4</sup>O modelo nulo tem três termos:  $\beta_0$ ,  $u_0$  e  $\epsilon_{ij}$ ; a variância total para a variável dependente é dada por  $\sigma_r^2 + \sigma_{u_0}^2$ .

<sup>5</sup>A deviance ou desvio de um modelo de pesquisa compara o logaritmo da verossimilhança deste modelo com o logaritmo da verossimilhança do modelo completo. Quando a deviance é pequena, a explicação do modelo ajustado é praticamente igual ao do modelo completo, e ele deve ser utilizado, em função da sua simplicidade, pelo fato de ter menos parâmetros. No caso de uma deviance grande, a explicação do modelo ajustado não é boa e este modelo não deve ser utilizado.

$$\text{Odds ratio} = \frac{P(Y = j | z + 1) / P(Y = k | z + 1)}{P(Y = j | z) / P(Y = k | z)} \quad (5)$$

A interpretação das razões de chance é obtida a partir dos logaritmos para J-1 razões de probabilidades,  $\ln(P_{ij}/P_{ik}) = \beta'_{j-i} z_i$ , para  $j=2, \dots, J-1$ .

A Tabela 1, a seguir, apresenta as variáveis utilizadas nos modelos.

O processo utilizado na construção do modelo hierárquico foi do tipo stepwise forward, ou seja, a partir do modelo nulo foram incluídas, heurísticamente, as variáveis explicativas. Ao modelo nulo são acrescentadas as variáveis de nível 1, sobre as quais pressupõe-se não haver mais nenhuma dúvida

acerca de sua presença no modelo. As variáveis de nível 1 vão estar presentes em todos os modelos, exceto o nulo. Ao nível 1 são agregados arranjos diversos com as variáveis de nível 2, referentes aos municípios. Analisaram-se 6 modelos, além do modelo nulo, como mostra a Tabela 2.

Tabela 1 - Variáveis utilizadas nos modelos hierárquicos

Variáveis resposta		Fonte
1. Presença de rede de abastecimento de água com canalização interna <sup>6</sup>		IBGE: Censo Demográfico de 2000
2. Presença de ligação de rede de esgotamento sanitário nos domicílios		
Variáveis explicativas de nível 1 (domicílios e chefes)		Fonte
Tamanho do domicílio (total de moradores)	1. 0-3	IBGE: Censo Demográfico de 2000
	2. 4-5	
	3. 6-8	
	4. 9 e mais *	
Renda mensal domiciliar (salários mínimos - SM)	1. <= 0,5 *	IBGE: Censo Demográfico de 2000
	2. 0,5 - 1,5 / <=1,5 **	
	3. 1,5 - 3,0	
	4. 3,0 - 5,0	
	5. mais de 5,0	
Idade do chefe de domicílio (idade simples)	De 30 a 64 anos (variável contínua)	IBGE: Censo Demográfico de 2000
Sexo do chefe	1. masculino *	IBGE: Censo Demográfico de 2000
	2. feminino	
Cor do chefe	1. branca e amarela	IBGE: Censo Demográfico de 2000
	2. parda, preta e indígena *	
Estado Civil do chefe	1. casado, divorciado ou viúvo	IBGE: Censo Demográfico de 2000
	2. solteiro *	
Anos de estudo do chefe	1. 0 - 1 *	IBGE: Censo Demográfico de 2000
	2. 2 - 3	
	3. 4 - 7	
	4. 8 - 10	
	5. 11 e mais	
Variáveis explicativas de nível 2 (município)		Fonte
Macrorregião (Reg)	1. Norte *	IBGE: Censo Demográfico de 2000
	2. Nordeste	
	3. Sudeste	
	4. Sul	
	5. Centro Oeste	
Modelo de gestão – classificado segundo a constituição jurídica e a esfera administrativa (Gest)	1. Esfera municipal: administração direta	IBGE: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000
	2. Esfera municipal: autarquia	
	3. Esfera estadual: participação do poder público	
	4. Esfera Federal: autarquia	
	5. Esfera particular *	
Porte municipal, em habitantes (Port)	1. < 5 mil *	IBGE: Censo Demográfico de 2000
	2. 5 - 20 mil	
	3. 20 - 50 mil	
	4. 50 - 200 mil	
	5. > 200 mil	
Quintis da relação transferência / arrecadação municipal (Qfinança <sup>7</sup> )	1. < 76,4 *	Ministério da Fazenda
	2. 76,4 - 84	
	3. 84 - 89	
	4. 89 - 94,1	
	5. > 94,1	

Obs: \* Categorias de referência nos modelos.

\*\* A primeira categoria referente à água é  $\leq 0,5$  salário mínimo. A primeira categoria para o esgotamento sanitário é  $\leq 1,5$  salário mínimo. As demais categorias são iguais.

<sup>6</sup> As redes de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são as práticas de saneamento mais comuns nos centros urbanos, e, pelo seu caráter coletivo, estão diretamente associadas ao poder público e à gestão constituída para a sua realização.

<sup>7</sup> O nível de dependência dos municípios em relação às receitas transferidas pela União e pelos Estados é um indicador de desenvolvimento, pois quanto mais alto este nível, menor é a capacidade de investimento em benfeitorias públicas.

Tabela 2 - Modelos hierárquicos analisados

Modelos/ variáveis	Variáveis	
	Nível 1*	Nível 2
Modelo nulo	-	-
Modelo 1	todas	-
Modelo 2	todas	macrorregião
Modelo 3	todas	macrorregião e porte municipal
Modelo 4	todas	macrorregião, modelo de gestão e porte municipal
Modelo 5	todas	macrorregião, modelo de gestão e qfinança
Modelo 6	todas	macrorregião, modelo de gestão, porte municipal e qfinança

Obs.: \* Conforme TAB1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise descritiva das variáveis

As variáveis aqui analisadas estão sendo consideradas univariadamente, e a este respeito é preciso destacar a existência de efeitos de confundimento entre elas. Por exemplo, a cor envolve os diferenciais de renda, que se confundem com os de educação, etc. Daí a necessidade da análise multivariada subsequente.

Apesar das limitações da análise descritiva da cobertura de serviços de saneamento, seus resultados trazem algumas evidências acerca da importância das variáveis relacionadas à demanda e à oferta destes serviços. A demanda está intimamente relacionada aos domicílios, pressupondo-se que os fatores socioeconômicos, demográficos e culturais dos chefes de domicílio sejam essenciais na compreensão de sua situação sanitária. A oferta dos serviços de saneamento, por sua vez, está relacionada ao tipo de resposta dada aos problemas sanitários pela população e pelo poder público. No Brasil, os diferenciais regionais, a variação no porte municipal, os indicadores socioeconômicos e os modelos de gestão são alguns dos condicionantes da oferta.

Essa análise, das possíveis condicionantes da presença de redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos domicílios urbanos brasileiros, confirma, como se espera, que as desigualdades socioeconômicas e espaciais são as grandes responsáveis pelos diferenciais de cobertura. De acordo com os resultados da Tabela 3, os

chefes de domicílios do sexo masculino, com idades superiores a 35 anos, de cor branca ou amarela, casados e com alta escolaridade, levam vantagem na cobertura de serviços de saneamento. Essa vantagem é ainda maior se o domicílio possuir uma renda agregada superior a 5 salários mínimos e for habitado por até três moradores.

Os diferenciais de cobertura por redes de água e esgotos são bastante reduzidos para a variável sexo do chefe de domicílio, com leve superioridade masculina. Entretanto, quando se procede a análise estatística, como será mostrado a seguir, essa situação se reverte, pois as mulheres passam a apresentar as maiores chances de acesso aos serviços. No que diz respeito à cor, negros e pardos estão mais sujeitos à exclusão sanitária, porque são, em média, mais pobres e menos escolarizados do que brancos e amarelos. Tais premissas são confirmadas por Andrade et al (2002), que mostram uma redução da desigualdade salarial por gênero e raça, mas revelam que os salários da população masculina e branca ainda são bastante superiores aos da população feminina e negra.

Os domicílios chefiados por solteiros também apresentam coberturas menores e mais uma vez o elemento renda é determinante, pois este estado civil abrange predominantemente indivíduos em idades jovens, em que há crescente aumento na probabilidade de mobilidade social. Além disso, existe também uma limitação de renda agregada domiciliar quando o chefe é solteiro, visto que estes domicílios, em geral, são unipessoais.

A idade representa a fase do ciclo de vida de um chefe de domicílio e condiciona uma série de eventos que ex-

plicam a cobertura de saneamento, tais como a renda, a escolaridade, o estado civil e o status migratório. Observa-se, nas idades ativas jovens, uma maior propensão ao aumento na cobertura com a idade do chefe de domicílio. A partir dos 40 anos, a cobertura passa a oscilar pouco, tendendo a um valor constante. Isso é explicado pela mobilidade social, melhor observada até um determinado grupo etário, tendendo, depois, à estabilização.

O número de anos de estudo do chefe de domicílio afeta na sua relação com as ações de saneamento. Quanto maior a escolaridade, maior é o percentual de cobertura. As disparidades dos níveis e oportunidades educacionais são apontados como fatores explicativos das desigualdades socioeconômicas por Martelletto (2002). O mesmo fenômeno é observado em relação à renda agregada domiciliar, estando as rendas mais elevadas associadas às maiores coberturas. Os diferenciais entre os percentuais de cobertura relacionadas às categorias anos de estudo e renda são bastante significativos, colocando essas variáveis em evidência e apontando sua importância tanto na escolha da localização do domicílio, quanto na adesão aos serviços ofertados.

Em relação ao número de pessoas residentes no domicílio, observa-se que domicílios compostos por famílias numerosas, ou mais de uma família, são uma realidade das classes sociais mais baixas, que estão também mais sujeitas à situações sanitárias adversas.

A Tabela 4 mostra a importância dos aspectos que caracterizam o nível municipal, apresentando amplos diferenciais na cobertura de redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário no País, ao longo das categorias referentes a cada variável explicativa. Observa-se que a variável macrorregião do município é a que mais se destaca, sendo a oferta dos serviços de saneamento muito superior nos municípios da Região Sudeste, que são os únicos no País a apresentarem cobertura de rede de esgotamento sanitário superior a 50%.

O perfil dos modelos de gestão também influencia na oferta dos serviços de saneamento, caracterizando as disparidades entre a cobertura de rede de água e de rede de esgotos. Os percentuais de cobertura de rede de água dos modelos municipais e estaduais são elevados, sendo superiores a 90%,

Tabela 3 - Brasil: cobertura de rede de abastecimento de água e de esgotamento sanitário segundo características dos domicílios urbanos e de seus responsáveis, 2000 (%)

Variáveis	Categorias	Rede de água	Rede de esgotos	Variáveis	Categorias	Rede de água	Rede de esgotos
Sexo	masculino	90,1	60,3	Grupo etário	15-19	80,5	46,1
	feminino	89,4	56,8		20-24	84,8	50,1
Cor	negra/parda	85,1	49,4		25-29	87,5	52,8
	branca/amarela	92,7	63,6		30-34	89,0	54,7
Estado civil	solteiro	84,8	50,4		35-39	89,8	56,6
	não solteiro	91,3	60,5		40-44	90,5	58,6
Anos de estudo	0-1	81,9	44,9		45-49	90,7	60,0
	2-3	86,1	50,6		50-54	90,6	60,4
	4-7	90,0	57,4		55-59	90,3	60,1
	8-10	93,5	64,1		60-64	90,3	60,5
	11 e mais	96,1	77,6		65-69	90,2	61,2
Renda domiciliar (salários mínimos)	< 0,5	80,7	46,1		70 e mais	90,7	62,3
	0,5-1,5	81,6	43,6	Total de moradores	0-3	90,1	58,7
	1,5-3,0	87,0	49,6		4-5	89,1	54,5
	3,0-5,0	90,9	57,0		6-8	82,6	44,2
	> 5,0	94,8	70,3		9 e mais	77,6	37,8

Fonte de dados básicos: IBGE/Censo Demográfico de 2000 e PNSB de 2000.

Tabela 4 - Brasil: Cobertura de rede de água e esgotos nos domicílios urbanos segundo macrorregiões, modelos de gestão, IDH municipal e porte do município, 2000 (%)

Macrorregiões	Rede de água	Rede de esgotos	Modelos de gestão	Rede de água	Rede de esgotos
Norte	77,4	12,1	Adm. Direta Municipal	90,7	40,5
Nordeste	80,9	36,6	Autarquia Municipal	94,0	50,4
Sudeste	94,0	79,6	Estadual	90,2	52,2
Sul	92,3	33,8	Federal	82,7	17,7
Centro Oeste	80,0	35,1	Particular	83,3	17,9
Brasil	94,9	39,4			
IDH municipal	Rede de água	Rede de esgotos	Porte municipal (habitantes)	Rede de água	Rede de esgotos
Baixo: < 0,500	63,9	2,2	> 5 mil	85,2	31,8
Médio: 0,501 - 0,799	85,7	44,0	5 - 20 mil	85,9	41,2
Alto: > 0,799	95,1	74,1	20 - 50 mil	87,3	49,6
			50 - 200 mil	89,5	56,4
			> 200 mil	92,8	69,5

Fonte de dados básicos: IBGE/Censo Demográfico de 2000 e PNSB de 2000

com destaque para as autarquias, com 94% de cobertura, confirmando os resultados obtidos por Coutinho (2001), que as apontam como um modelo de gestão que se sobressai positivamente dentre os serviços de saneamento de Minas Gerais.

Municípios com alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) apresentam os maiores percentuais de cobertura de sistemas com redes de água e esgotos no País. Os municípios classificados como de baixo IDH apresentam baixíssimos percentuais de cobertura de rede de esgotos e médios percentuais de cobertura por rede de água. Isto reflete a maior universalização do abastecimento de água por redes e o enorme déficit em redes de esgotos, abrangendo municípios com baixo desenvolvimento humano.

O percentual de oferta também é maior nos municípios com mais de 200 mil habitantes, sendo observado o seu crescimento com o aumento do porte municipal. É mais uma vez evidente a situação desfavorável do esgotamento sanitário em relação ao abastecimento de água, visto que os municípios com mais de 200 mil habitantes apresentam cerca de 92% de cobertura de rede de água e 69,5% de rede de esgotos. É preciso destacar que nos municípios menores, as soluções individuais são comumente utilizadas, podendo ser adequadas no contexto em que se inserem, sendo que essa baixa cobertura nem sempre implica em uma situação desfavorável.

Aparentemente, todas as variáveis descritas podem influenciar na situação sanitária dos domicílios, restando saber se, de fato, há variabilidade entre os domicílios; o quanto da variabilidade total pode ser atribuída às características municipais; e quais variáveis têm impacto na presença dos serviços de saneamento nos domicílios.

## MODELOS HIERÁRQUICOS

### Análise dos componentes de variância para os modelos nulos

Esta investigação visa esclarecer se existe variabilidade na presença de redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos domicílios, e quais as características associadas a esse nível que se sobressaíram e poderiam

estar influenciando na variabilidade entre municípios. Os coeficientes de intra-correlação para água e esgotos são 75% e 92%, respectivamente, o que significa que 75% da variabilidade na presença de rede de água nos domicílios se deve aos efeitos relativos aos municípios; e 92% da variabilidade na presença de rede de esgotos é explicada pelas diferenças entre municípios. Estes resultados reafirmam que a situação do esgotamento sanitário está muito mais condicionada à oferta deste serviço, sofrendo influência menor das variáveis de demanda do que o abastecimento de água.

As variâncias estimadas para os níveis 1 e 2 são: 2,94 e 0,98, para a água e 10,57 e 0,96, para o esgoto, sendo que ambas foram significativas pelo teste qui-quadrado para  $p < 0,001$ . Estes resultados mostram que o emprego dos modelos hierárquicos, envolvendo os níveis domiciliar e municipal é relevante para os serviços analisados. As variáveis referentes ao nível municipal têm a maior influência sobre a presença de redes de água e esgotos nos domicílios urbanos brasileiros. Contudo, as variáveis relativas aos domicílios são importantes, sobretudo porque ajudam a explicar a ausência dos serviços de saneamento, visto serem os chefes com características socioeconômicas e demográficas consideradas mais adversas, mais sujeitos a ocuparem os espaços urbanos onde os serviços de saneamento não estão presentes.

### Análise da Deviance

A Tabela 5 mostra as deviances estimadas para cada um dos modelos. Quanto menor é o seu valor, maior é o

poder preditivo do modelo. A menor das deviances dos modelos com água é referente ao modelo formado pelas variáveis de nível 1 e as variáveis macrorregião, gestão e qfinança. Este modelo apresentou uma redução considerável, de cerca de 35%, em relação a deviance do modelo nulo: de 1.704.677 para 1.127.497, o que o coloca como o modelo de maior capacidade preditiva dentre os modelos analisados.

Em relação ao esgotamento sanitário, a menor deviance é encontrada no modelo completo: com as variáveis de nível 1 e todas as de nível 2: macrorregião, porte, gestão e qfinança. A redução no valor da deviance deste modelo, a partir do modelo nulo, foi de cerca de 30%. Os testes de equivalência dos modelos, com base na deviance e nos graus de liberdade, mostraram que não há equivalência entre os modelos testados.

### Análise dos percentuais de variabilidade explicada pelo nível municipal

A Tabela 6 mostra que não há muita variação entre os componentes de variância dos modelos referentes ao abastecimento de água, onde os percentuais de variabilidade explicada pelas variáveis de nível 2 variam entre 27 e 36%. Isso mostra que até 36% da variabilidade entre os domicílios, na cobertura média por redes de abastecimento de água, são explicados pelos arranjos com as 4 variáveis de nível 2 (município).

No modelo completo, constituído por todas as variáveis de nível 2, a análise da matriz de correlação mostra que as variáveis porte e modelo de gestão estão

Tabela 5 - Análise da Deviance

Modelos - presença de redes de água e esgotos	Deviance	
	Água	Esgoto
Nulo	1.704.677	5.538.584
1 - nível 1	1.624.793	5.474.269
2 - N1, N2 = reg	1.484.460	4.465.235
3 - N1, N2 = reg, porte	1.457.885	4.300.883
4 - N1, N2 = reg, gest, porte	1.442.404	4.243.286
5 - N1, N2 = reg, gest, qfinança	1.127.497	3.946.047
6 - N1, N2 = reg, gest, porte, qfinança	-	3.929.160

Fonte de dados básicos: IBGE/Censo Demográfico de 2000 e PNSB de 2000

fortemente correlacionadas, o que é explicado pela predominância dos modelos constituídos pela administração direta e participação do poder público em municípios de menor porte e das autarquias municipais e companhias estaduais em municípios maiores. Assim, a coexistência das duas variáveis no modelo não é viável, e sendo a variável “modelos de gestão” a de maior poder preditivo e maior significância, como mostrado na seção seguinte, optou-se pela sua manutenção e a exclusão da variável porte municipal.

Em relação ao esgotamento sanitário verificam-se percentuais de variância explicada pelo nível 2, que variam de 68 a 74%. O modelo 4, formado pelas variáveis de nível 1 e as variáveis macrorregião, gestão e qfinança, apresentou

a maior variabilidade entre domicílios explicada pelos efeitos de município. O modelo completo (6) apresentou 70% de variabilidade explicada pelo município, um pouco menos do que o modelo 4, mas foi escolhido porque a análise de seus coeficientes da variável porte mostrou que eles são significativos e afetam o comportamento das demais variáveis de nível 2.

### Análise da significância dos coeficientes dos modelos estimados

Diante dos resultados obtidos com a análise da deviance, dos componentes de variância e da significância dos modelos, chega-se à conclusão de que dentre os modelos executados, os que

melhor se ajustam à caracterização dos determinantes da presença das redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário, nos domicílios urbanos brasileiros no ano 2000, são os apresentados na Tabela 7.

Na maioria dos modelos, os coeficientes estimados para as variáveis de nível 2<sup>8</sup> são estatisticamente significativos, ou seja, o teste t indica correlação significativa entre a presença das redes de água e esgotos e cada uma dessas variáveis. A exceção fica por conta do porte municipal, que não é significativo no modelo referente à presença de rede de água. Também a categoria gestão federal, não é significativa em nenhum dos modelos analisados, possivelmente em função do reduzido número de municípios nessa categoria.

Tabela 6 - Brasil: Estimativa geral dos componentes da variância para a presença de rede de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos domicílios urbanos, 2000

Efeitos aleatórios	Rede de água			Rede de esgotos		
	Desvio Padrão	Comp. da variância	% variabilidade explicada N2	Desvio Padrão	Comp. da variância	% variabilidade explicada N2
Modelo Nulo						
Intercepto1, U0	1,866	2,937	-	1,935	10,571	-
Nível-1, R	0,941	0,976		0,970	0,957	
Modelo 1 - Nível 1 (N1)						
Intercepto1, U0	1,745	3,047	-	1,912	11,089	-
Nível-1, R	0,934	0,873		0,965	0,958	
Modelo 2 - N1, N2=reg						
Intercepto1, U0	1,401	1,964	0,356	1,883	3,544	0,680
Nível-1, R	0,959	0,919		0,995	0,990	
Modelo 3 - N1, N2=reg, porte						
Intercepto1, U0	1,487	2,212	0,274	1,815	3,294	0,703
Nível-1, R	0,993	0,873		0,995	0,989	
Modelo 4 - N1, N2=reg, porte, gest						
Intercepto1, U0	1,466	2,212	0,294	1,695	2,872	0,741
Nível-1, R	0,993	0,873		0,940	0,884	
Modelo 5 - N1, N2=reg, gest, qfinança						
Intercepto1, U0	1,476	2,183	0,283	1,864	3,476	0,687
Nível-1, R	0,973	0,946		0,982	0,965	
Modelo 6 - N1, N2=reg, gest, porte, qfinança						
Intercepto1, U0	-	-	-	1,806	3,262	0,706
Nível-1, R				0,972	0,942	

Fonte de dados básicos: IBGE/Censo Demográfico de 2000, PNSB de 2000 e Ministério da Fazenda

<sup>8</sup> Em relação às variáveis de nível 1, entende-se que o modelo já se encontra ajustado.



As variáveis demográficas e socioeconômicas dos domicílios afetam fortemente as suas condições de saneamento, mostrando um quadro marcado pelas desigualdades, onde chefes do sexo masculino, de cor preta ou parda, com idades mais jovens, solteiros e menos escolarizados apresentam as menores chances de cobertura por redes de água e esgotos. O mesmo acontece aos domicílios com renda agregada baixa e número elevado de moradores. Cabe destacar que a presença de serviços de saneamento nos domicílios é influenciada por cada um destes fatores individualmente, e não pela interação entre eles.

A análise da maioria dessas variáveis explicativas mostrou-se compatível com a análise descritiva. A exceção foi a variável sexo que, controlada pelas demais variáveis dos níveis 1 e 2, mostrou que entre os homens a chance de chefiar um domicílio atendido com redes de água e esgotos é menor que a das mulheres. Tais resultados vão ao encontro dos resultados alcançados por Oliveira et al (2002), que concluem sobre uma maior predisposição de presença das redes em domicílios chefiados por mulheres, possivelmente pelo fato de as mulheres estarem mais atentas aos efeitos positivos do saneamento sobre a saúde.

Em relação à variável "grupo de idade" do chefe, observam-se razões de chance semelhantes para as presenças de rede de água e esgotos no domicílio. O aumento de 5 anos na idade do chefe aumenta em apenas 1% a chance de cobertura, indicando uma ligeira melhoria da situação sanitária com o aumento na idade do chefe.

Nos domicílios cujos chefes são brancos ou amarelos verificam-se chances 18,5% maiores de cobertura para ambas as redes. Quando o chefe é ou foi casado, sua chance de ter cobertura de rede de abastecimento de água é 29% maior do que a do chefe solteiro. Para o esgotamento sanitário, a cobertura de rede em domicílios chefiados por não solteiros é 7% maior do que a dos domicílios chefiados por solteiros.

A variação das chances de cobertura segundo a escolaridade do chefe é representada por um gradiente claro, que estabelece uma chance 2,5 vezes maior de ter rede de abastecimento de água e 2,3 vezes maior de presença de rede de esgotamento sanitário nos domicílios chefiados por pessoas com

mais de 11 anos de estudo, em relação àqueles chefiados por pessoas com menos de 1 ano de estudo.

A variável renda domiciliar agregada é positivamente correlacionada com o aumento na cobertura. A chance de um domicílio com renda superior a 5 salários mínimos ter rede de abastecimento de água é 2,6 vezes maior do que a dos domicílios com renda de até 0,5 salário mínimo. Em relação à rede de esgotamento sanitário, a chance da sua presença no domicílio é 1,9 vezes maior para rendas agregadas domiciliares superiores a 5 salários mínimos, relativamente à categoria de referência.

Quanto maior o número de moradores no domicílio, menor é a chance deste ter cobertura de redes. A chance de um domicílio com até 3 moradores ter cobertura de rede de água é 72% maior do que a de um domicílio com mais de 10 moradores; para o esgotamento sanitário, esta chance é 50% maior nos domicílios com até três moradores.

Em relação às variáveis de nível 2, as macrorregiões são as que apresentam os maiores diferenciais de cobertura, com destaque para a Região Sudeste, onde a chance do domicílio ter rede de abastecimento de água chega a ser 9 vezes maior do que a chance da Região Norte, que é a categoria de referência. Na Região Sul do País, esta chance é 3,4 vezes maior do que na Norte, e cerca de 1/3 da chance na Sudeste. As regiões Centro Oeste e Nordeste têm 60% a mais de chance de ter rede de água do que a Região Norte.

Observa-se que em função da extensão da dinâmica urbana na Região Sudeste, que concentra metade dos domicílios urbanos do país, tendo atraído a maior parte dos investimentos em serviços de saneamento, a chance de cobertura nesta macrorregião é muito superior às chances das demais. Por isso, comparativamente à Região Sudeste, a chance de cobertura é significativamente menor no Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde as chances dos domicílios urbanos possuírem rede de água se assemelham, confirmando a conhecida existência de amplos diferenciais regionais e socioeconômicos que as separam do Sudeste e Sul do Brasil.

A variável  $q_{finança}$ , que representa a relação transferência/arrecadação municipal, mostra-se negativamente correlacionada com o aumento na cobertura de redes de água, visto que a

chance de cobertura é reduzida com a mudança de quintil. Isso mostra como a capacidade de investimentos dos municípios é relevante para a presença de serviços de infra-estrutura sanitária, e quanto menor o percentual de arrecadação, dentro da receita total, menor é a chance de cobertura domiciliar por rede de água.

Para a variável modelos de gestão, a chance de cobertura domiciliar por rede de abastecimento de água é superior em municípios onde atuam as autarquias municipais: 2,3 vezes maior do que a categoria de referência, constituída pelas companhias particulares. As companhias estaduais apresentam 80% a mais de chance de cobertura, relativamente às particulares. Ao modelo municipal de administração direta está associada uma chance de cobertura de rede de abastecimento de água 14% maior do que para a categoria de referência. A reduzida participação das companhias federais nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário faz com que os coeficientes estimados para esta categoria não sejam significativos, o que influencia na confiabilidade de sua análise.

Apesar de predominarem no cenário atual do saneamento do País, como um reflexo da política implementada no âmbito do PLANASA, nos anos 1970 e 1980, as companhias estaduais aparecem com coberturas inferiores às das autarquias para ambos os serviços analisados. É importante salientar que os investimentos do PLANASA não focalizavam municípios com gestão própria dos serviços, sendo quase exclusivamente direcionados aos municípios cuja concessão estivesse sob a responsabilidade das Companhias Estaduais. Alguns destes municípios, que não transferiram a titularidade dos serviços de saneamento às companhias estaduais, ficaram alijados dos recursos daquele plano (Rezende & Heller, 2002). Ainda assim, as autarquias são responsáveis pelas coberturas mais elevadas.

No que concerne ao esgotamento sanitário, os diferenciais nas chances de presença de rede são bem mais acentuados do que para o abastecimento de água. Na construção dos modelos estatísticos, observou-se que introdução do modelo de gestão reduziu o impacto da variável macrorregião na cobertura por rede de esgotamento sanitário. A Região Sudeste apresentou chances de cobertu-

Tabela 7 - Brasil: Modelo final – Razões das chances de presença de redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos domicílios urbanos, 2000

Variáveis domiciliares		rede de água	rede de esgotos	Variáveis municipais		rede de água	rede de esgotos
Sexo*		0,83	0,81	Macrorregiões	Norte	1,00	1,00
Idade		1,01	1,01		Nordeste	1,73	2,61
Cor*		1,19	1,19		Sudeste	9,49	32,14
Estado civil*		1,68	1,06		Sul	3,74	1,97
					Centro Oeste	1,73	1,36
Renda* (sal. mínimos)	< 0,5	1,00		Modelo de Gestão	Municipal Adm Direta	1,12	16,12
	0,5 - 1,5 / < 1,5**	1,11	1,00		Municipal Autarquia	2,25	28,22
	1,5 - < 3,0	1,57	1,15		Estadual	1,86	17,29
	3,0 - 5,0	2,10	1,36		Federal***	1,17	1,92
	> 5,0	2,69	1,88		Particular	1,00	1,00
Anos de estudo	< 1,0	1,00	1,00	Transferência / arrecadação	Qfinança1	1,60	1,54
	1 - 3	1,32	1,20		Qfinança2	1,67	1,49
	4 - 7	1,67	1,43		Qfinança3	1,54	1,46
	8 - 10	2,20	1,77		Qfinança4	1,32	1,38
	> 11	2,51	2,34		Qfinança5	1,00	1,00
Tamanho do domicílio (habitantes)	< 4	1,72	1,52	Porte do município (habitantes)	< 5 mil	-	1,00
	4 - 7	1,60	1,31		5 - 20 mil	-	1,43
	8 - 10	1,22	1,10		20 - 50 mil	-	1,93
	> 10	1,00	1,00		50 - 200 mil	-	1,52
				> 200 mil	-	1,65	

Fonte de dados básicos: IBGE/Censo Demográfico de 2000 e PNSB de 2000.

\*as categorias de referência do nível 1 são: sexo=masculino, cor=branco, estado civil=casado/viúvo.

\*\* A primeira categoria referente à água é  $\leq 0,5$  SM. A primeira categoria para o esgotamento sanitário é  $\leq 1,5$  SM. As demais categorias são iguais.

\*\*\* os coeficientes estimados não foram significativos.

ra até quatrocentas vezes maiores que a Região Norte, quando o modelo de gestão não estava presente. No modelo escolhido, a chance de presença de rede nos domicílios urbanos do Sudeste é 32 vezes maior do que no Norte do país. Essas razões de chances representam melhor a realidade dos domicílios urbanos e mantêm a indiscutível superioridade da Região Sudeste em relação às demais macrorregiões, no que diz respeito à presença do saneamento. Para as Regiões Nordeste e Sul as chances são 3 vezes maiores do que as da categoria de referência. Nota-se que a chance de presença de redes de esgotamento sanitário no Nordeste é maior do que no Sul, graças à presença maciça de fossas nesta última macrorregião.

As autarquias municipais, que continuam aparecendo como as melhores prestadoras dos serviços, são responsáveis por uma chance de cobertura de rede de esgotamento sanitário 28 vezes maior do que a das particulares, que constituem a categoria de referência. Nos municípios atendidos pelas companhias estaduais e municipais de administração direta, a chance de cobertura é relativamente parecida, entre 16 e 17 vezes maior do que a das particulares. A chance da presença de redes em domicílios atendidos por sistemas geridos pelas autarquias municipais é cerca de 70% superior à chance relativa a aqueles dois últimos modelos de gestão.

O impacto da relação transferência/arrecadação na presença de rede

domiciliar de esgotamento sanitário é similar ao impacto na presença de rede de água. O porte municipal mostrou-se significativo nesta análise e suas razões de chances aumentam com o tamanho do município, até uma população igual a 50 mil habitantes. Depois disso há uma redução, na categoria 50-200 mil habitantes, que se manteve na categoria representada pelos municípios com mais de 200 mil habitantes. A maior chance de cobertura é representada pelos municípios de médio porte (20-50 mil habitantes) e corresponde a uma razão de chances igual a 2,11.

Estes resultados parecem corroborar a hipótese de que nos municípios pequenos as fossas constituem a solução predominante. Entretanto, na medida

em que o porte populacional aumenta, aumentam a densidade demográfica e o grau de urbanização do município, afetando sua demanda por redes de esgotamento sanitário. Sabe-se que essa demanda foi parcialmente atendida ao longo do tempo, pois a cobertura deste serviço teve dois momentos de maior crescimento: na década de 1970, nos primeiros anos do PLANASA; e no início e meados dos anos 1990. O primeiro boom veio em consequência da implementação das redes de abastecimento de água nos municípios maiores, tendo atingido preferencialmente as regiões de economia mais dinâmica e as áreas urbanas mais valorizadas. O segundo momento corresponde ao período de maior aumento na cobertura de rede de esgotamento sanitário no País, entre os anos de 1992 e 1997. O crescimento se deu em função da ampliação das redes preexistentes e da implantação de novas redes em municípios menores e nas periferias urbanas. Entretanto, a elevação da chance de cobertura de rede de esgotamento sanitário até o porte municipal de 50 mil habitantes e a redução desta chance a partir desse porte revelam que, apesar da predominância das fossas em municípios de pequeno porte, a partir da categoria 5-20 mil habitantes, as chances se tornam iguais ou maiores do que nos municípios com mais de 50 mil habitantes. Este fato pode estar relacionado à dificuldade de resposta ao rápido e desordenado crescimento populacional dos centros urbanos maiores, onde a oferta de rede de esgotamento sanitário está longe de acompanhar a demanda.

## CONCLUSÕES

A multiplicidade de fatores que influenciam as condições de saneamento no Brasil é uma grande motivação para a aplicação da análise hierárquica envolvendo as variáveis relativas aos domicílios e aos municípios. Em análises posteriores, outros níveis também poderão ser englobados, como o estadual, micro e macrorregionais.

Os dois níveis hierárquicos estudados mostram-se essenciais na explicação da presença dos serviços de água e esgotos nos domicílios urbanos brasileiros. Destacam-se os aspectos socioeconômicos, pois além de con-

dicionarem o desempenho de todas as variáveis de nível 1, afetam fortemente o das variáveis de nível 2. A dimensão espacial também é imprescindível por causa das amplas desigualdades regionais do País. Em relação aos modelos de gestão, verifica-se que, a despeito da hegemonia do modelo constituído pelas companhias estaduais, são as autarquias as que mais se sobressaíram na sua atuação.

A integração entre as perspectivas da demanda e da oferta possibilitou a criação de perfis sanitários diversos. Aqui, apenas a título de ilustração das

potencialidades dos modelos estimados, são apresentados três perfis sanitários, um baixo, com características associadas às chances mais baixas de atendimento por redes de água e esgotos; um alto, formado pelas características associadas às chances mais altas; e um médio, escolhido aleatoriamente<sup>9</sup>. As probabilidades foram encontradas substituindo o  $\beta$  0 e os coeficientes estimados nos modelos. Para a presença de rede de água e de rede de esgotamento sanitário nos domicílios, as probabilidades de acesso de cada perfil são:

Tabela 8 - Probabilidade de presença de redes nos domicílios urbanos brasileiros em 2000

Perfil	Presença de rede de água	Presença de rede de esgotos
Alto	1,00	1,00
Médio	0,96	0,51
Baixo	0,78	0,01

Estes resultados sintetizam o papel das desigualdades sociais, dos diferenciais regionais e das diversas formas de gestão dos serviços, na determinação da presença das redes de água e esgotos nos domicílios. Tais evidências são muito importantes na previsão da demanda e da oferta de serviços de saneamento. É nítido o descompasso entre os dois serviços analisados, pois se observam amplos diferenciais nas probabilidades de cobertura por redes de esgotamento sanitário, referentes aos três perfis, o mesmo não ocorrendo com o abastecimento de água. A probabilidade dos domicílios estarem ligados à rede de esgotos, dado que pertençam ao perfil baixo, é cem vezes inferior àquela para o perfil alto, o que demonstra o quão distante a cobertura por redes de esgotamento sanitário se encontra da população mais pobre do País. A probabilidade dos domicílios serem atendidos por rede de esgotos, dado que pertencem ao perfil médio, é igual a 0,51. Comparativamente ao abastecimento de água, a cobertura por rede de esgotos apresenta grande desvantagem, pois a probabilidade do domicílio ter água, dado que pertença ao perfil médio é bastante próxima da probabilidade de ter água, dado que o perfil é alto.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.M., SALVATO, M.A.; SOUZA, T.M.F. *Desigualdades de gênero e raça no emprego e na educação: os desafios do Brasil no milênio*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS DE POPULAÇÃO, 13, 2002, Ouro Preto, MG. *Anais*. Belo Horizonte: ABEF, 2002.
- BRASIL. Secretaria da Receita Federal. Site. Disponível em: <www.receita.fazenda.gov.br>
- BRYK, A.S., RAUDENBUSH, S.W. *Hierarchical linear models: applications and data analysis methods*. Newbury Park, C.A: Sage, 265p. 1992.
- COUTINHO, M.L. *Comparação entre modelos de gestão dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, segundo indicadores de saúde pública, operacionais e sociais, nos municípios de Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado) – DESA-UFMG, Belo Horizonte. 181f. 2001.
- GOLDSTEIN, H. *Multilevel statistical models*. 2.ed. London: E. Arnold; New York: Halsted Press, 178 p. 1995.
- HOSMER D. W.; LEMESHOW, S. *Applied Logistic Regression*. USA, Jonh Wiley & Sons, Inc, 1989.
- IBGE. Censo demográfico: dados da amostra. 2000.
- IBGE. Pesquisa nacional de saneamento básico: dados da amostra. Rio de Janeiro, 2000.
- IPEA, PNUD. Relatório sobre o desenvolvimento humano no Brasil 2000. Brasília: PNUD: Rio de Janeiro: IPEA, 2000. 185p.
- LEITE, I. C. *Contraceptive dynamics in northeast Brazil*. Tese (Doutorado) - Faculty of Social

<sup>9</sup> Perfil baixo: chefes do sexo masculino, jovem, de cor preta, escolaridade baixa, cujos domicílios possuem elevado número de moradores e baixa renda agregada familiar; perfil alto: chefes do sexo feminino, em idade mais avançada, de cor branca, alta escolaridade, cujos domicílios possuem baixo número de moradores e alta renda agregada familiar.

Sciences, Department of Social Statistics, University of Southampton. 248f. 1998.

MARTELETO, L. *Desigualdade regional e intergeracional de oportunidades: a matrícula e a escolaridade de crianças e jovens no Brasil*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS DE POPULAÇÃO, 13, 2002, Ouro Preto, MG. Violências, o estado e a qualidade de vida da população brasileira; anais. Belo Horizonte: ABEP, disponível em CD-ROM. 2002.

OLIVEIRA, S., SABÓIA, A.L., SOARES, B.C. *Gênero e participação social: dimensões preliminares da responsabilidade feminina por domicílios*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS DE POPULAÇÃO, 13, 2002, Ouro Preto, MG. Violências, o estado e a qualidade de vida da população brasileira; anais. Belo Horizonte: ABEP, 2002.

QUEIROZ, B.L. *Diferenciais regionais de salário nas microrregiões mineiras*, 2001. 191f. Dissertação (Mestrado) – CEDEPLAR – UFMG. Belo Horizonte, 191f. 2001.

REZENDE, S. C. *Influência da dinâmica demográfica na cobertura de serviços de saneamento no Brasil - previsões para 2020*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA - SINAPE, CAXAMBU. 2006.

REZENDE, S. C.; H ELLER, L. *O saneamento no Brasil (políticas e interfaces)*. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2002.

SANTOS, T.F., MOURA, F.A. *Os determinantes da mortalidade infantil no Nordeste: aplicação de modelos hierárquicos*. In: 11º ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 1998, Caxambu, MG. Disponível em: <<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/PDF/1998/a199.pdf>>. 1998.

SASTRY, N. *Family-level clustering of childhood mortality risk in Northeast Brazil*. Population Studies, v.51, n.3, p.245-261, 1997.

---



---

**Endereço para correspondência:**

**Sonalys Rezende**  
**Departamento de Engenharia**  
**Sanitária e Ambiental da**  
**Universidade Federal de Minas**  
**Gerais**  
**Av. do Contorno, 842 – 7º Andar,**  
**CEP 31110-060 Belo Horizonte**  
**– MG – Brasil**  
**Tel.: (31) 3238-1014**  
**E-mail srezende@desa.ufmg.br**