

ESTIMAÇÃO DA DEMANDA POR ESGOTAMENTO SANITÁRIO E COLETA DE LIXO NO BRASIL UTILIZANDO O MODELO LOGIT MULTINOMIAL

*Adriano Nascimento da Paixão¹
João Eustáquio de Lima²*

Resumo: Os serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo assumem um papel fundamental para a saúde da população e para o meio ambiente. Dessa forma, é de grande importância investigar os fatores que determinam a demanda desses serviços. Este artigo tem como objetivo estimar as demandas pelos serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo para o Brasil, identificando quais os principais fatores que influenciam na decisão dos agentes econômicos. Para alcançar tal objetivo utilizou-se o modelo logit multinomial. Foram usados os microdados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD) de 2005. Os dados mostraram que a renda do domicílio e a escolaridade são os principais determinantes da demanda por tais serviços. Outras variáveis como a localização do imóvel, tamanho da família e o tamanho do imóvel também se mostraram importantes na decisão dos indivíduos.

Palavras-Chave: Esgotamento sanitário; Coleta de Lixo; Logit Multinomial.

ESTIMATION OF DEMAND FOR SANITARY SEWER AND COLLECTION GARBAGE IN BRAZIL USING MULTINOMIAL LOGIT MODEL

Abstract: The sanitary sewer system and domiciliary garbage collection service are very important to guarantee clean environment and healthy conditions for the population. Therefore, it is important to study the factors that determine the demand for these services. This article aims to estimate the demand for sanitary sewer and garbage collection services in Brazil based on household micro data collected from PNAD/IBGE 2005 survey. It was used a multinomial logit model to estimate the influence of various factors on the economic agents' decision related to choices of different alternatives of sewer system and garbage disposal. The results showed that the household income and education level strongly affect the demand for these services. Localization, size of family and size of the house are also important to explain choices of improved systems.

Key Words: Sanitary Sewer System; garbage collection service; Multinomial Logit.

JEL: Q25, C25.

INTRODUÇÃO

Atualmente, os maiores problemas enfrentados pelos gestores de políticas públicas, nos centros urbanos, dizem respeito à provisão de serviços públicos, principalmente, o serviço de saneamento básico. No Brasil, estes problemas são refletidos através de debates, os quais são cada vez mais frequentes.

¹ Doutor em Economia Aplicada pela UFV. Professor Adjunto do Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Tocantins. E-mail: anpaixao@uft.edu.br

² Ph.D em Economia Rural pela Michigan State University. Professor Titular do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: jelima@ufv.br

Dada a importância do saneamento básico, devido às externalidades positivas geradas tanto para a população quanto para o meio ambiente, vários economistas brasileiros vêm pesquisando o tema com maior profundidade. Mendonça *et al* (2003) estimou a demanda por saneamento básico no Brasil com dados de 1998, Carrera-Fernandez e Menezes (1999b), na área de demanda por esgotamento sanitário, utilizou o método de avaliação contingente para a Bahia e Paixão e Leite Filho (2003) para o estado da Paraíba.

O principal objetivo deste trabalho foi estimar as demandas pelos serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo para o Brasil, e identificar os fatores que as influenciam.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: além desta introdução, a seção 2 traz uma breve revisão sobre o modelo de utilidade aleatória e o modelo logit multinomial. A seção 3 faz uma breve descrição do problema do saneamento básico no País, Na seção 4 são apresentados os dados e as variáveis que serão utilizados na pesquisa. A seção 5 traz os resultados econométricos. E por fim, algumas conclusões.

2 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO

2.1. UTILIDADE ALEATÓRIA³

Os serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo podem ser abordados, do ponto de vista teórico, como alguns dos vários atributos que afetam a escolha de um determinado domicílio. Dessa forma, a escolha por um determinado tipo de saneamento pode ser interpretada como a decisão do indivíduo em residir em um domicílio que possua certa estrutura juntamente com os demais atributos do domicílio, complementares e/ou substitutos aos serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo.

Outros fatores também determinam o processo de maximização do consumidor, como as variáveis sócio-econômicas, a renda, a escolaridade e o tamanho da família que afetam a estrutura de preferências dos indivíduos.

Neste trabalho, foram definidos quatro tipos de escolhas para cada um dos serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo, representando diferentes alternativas que o indivíduo teria que fazer no momento da escolha do seu domicílio.

Sendo assim, o modelo que pode explicar tais escolhas é o modelo de utilidade aleatória.

No modelo de escolha aleatória, a escolha de uma alternativa j , onde $j=1, \dots, J$; para um indivíduo i , onde $i=1, \dots, I$; visando maximizar a utilidade U_{ij} é dada por:

$$U_{ij} = \bar{U}_{ij} + u_{ij} \quad j=1, \dots, J, i=1, \dots, I; \quad (1)$$

Onde \bar{U}_{ij} é o componente não-estocástico da função de utilidade, pode ser interpretado como uma função de utilidade indireta que é idêntica para todos os indivíduos. E o termo u_{ij} é o componente de erro aleatório.

O indivíduo i escolhe a alternativa j que gere o maior nível de utilidade. O modelo estatístico indica qual é o maior nível de utilidade e mostra que a probabilidade de escolha da alternativa j ocorre quando

$$P_{ij} > P_{ik}, \quad k \neq j \quad (2)$$

³ Esta seção está baseada em Dow (1999) e Person (2001).

A probabilidade P_{ij} que o indivíduo escolha uma determinada alternativa j é igual à probabilidade que U_{ij} seja maior que a utilidade entre U_{i1}, \dots, U_{ij} .

Seja $x_i \in \{1, \dots, J\}$ como a escolha feita pelo indivíduo i , desta maneira tem-se

$$\begin{aligned} P_{ij} &= \text{Prob}(x_i = j) = \text{Prob}(U_{ij} > U_{ik}, \forall k = 1, \dots, J | k \neq j) = \\ &= \text{Prob}(u_{ik} - u_{ij} \leq \bar{U}_{ij} - \bar{U}_{ik}, \forall k = 1, \dots, J | k \neq j) \end{aligned} \quad (3)$$

A função de utilidade indireta do indivíduo pode ser definida como a função linear⁴:

$$\bar{U}_{ij} = \alpha_j + z'_i \beta_j \quad j=1, \dots, J, i=1, \dots, I \quad (4)$$

Onde α_j é um termo constante para cada alternativa e z'_i é o vetor das variáveis de atributos.

Vale destacar que o processo de escolha por parte dos indivíduos é simultâneo e considera a interdependência das alternativas. Assume-se que os j termos de perturbação (u_{ij}) são i.i.d., ou seja, independentes e identicamente distribuídos, com uma distribuição que assume a seguinte forma:

$$F(u_{ij}) = e^{-e^{u_{ij}}} \quad (5)$$

A equação (5) é conhecida com distribuição de Weibull.

É importante ressaltar que os termos de erro das diferentes alternativas possuem a mesma média e variância e ainda são não autocorrelacionados. (MAGALHÃES, 2005).

2.2. LOGIT MULTINOMIAL⁵

Após a apresentação do modelo de utilidade aleatória, constatou-se que o modelo econométrico mais apropriado é o modelo *logit* multinomial⁶, onde a probabilidade de escolha da alternativa j é dada por:

$$\text{Prob}(Y_i = j) = \frac{e^{\beta'_j z_i}}{\sum_{k=1}^J e^{\beta'_k z_i}} \quad (6)$$

A partir da equação (6), é gerado um conjunto de probabilidades para $J+1$ escolhas para o indivíduo i , logo se tem uma indeterminação. Para resolver este problema, se faz uma normalização, onde uma alternativa é definida como referência, suponha que, por exemplo, o $\beta_1 = 0$. Assim obtêm-se:

⁴ McFadden *apud* (Dow, 1999) tem usado este tipo de especificação para ilustrar um possível conjunto de condições suficientes para consistência com as hipóteses do modelo de utilidade aleatória.

⁵ Esta seção esta baseada em Greene (2003).

⁶ Na literatura internacional, vários trabalhos utilizaram o modelo *logit* multinomial para estimar modelos de utilidade aleatória, tais como: Person (2001) e Person (2002).

$$\text{Prob}(Y_i = j) = \frac{1}{\sum_{k=1}^J e^{\beta'_k z_i}}, \text{ para } j = 2, \dots, J-1 \quad (7)$$

A estimação de (7) é feita através do método de máxima verossimilhança. A função de verossimilhança logaritimizada pode ser obtida definindo para cada indivíduo, $d_{ij} = 1$ se a alternativa j é escolhida pelo indivíduo i , e 0 caso contrário, para as $J+1$ escolhas possíveis:

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^J d_{ij} \ln(\text{Prob}(Y_i = j)) \quad (8)$$

Assim, maximizando em relação ao β obtêm-se as estimativas de máxima verossimilhança. Porém, a análise do modelo se torna mais complicada. Segundo Greene (2003), se torna mais fácil com a logaritimização, o resultado é a obtenção dos logaritmos para $J-1$ razões de probabilidades

$$\ln \left(\frac{P_{ij}}{P_{ik}} \right) = \beta'_j z_i, \text{ para } j = 2, \dots, J-1 \quad (9)$$

Dessa forma, sempre se têm $J-1$ equações, onde se obtêm as interpretações dos coeficientes. Esses coeficientes dão a idéia do efeito sobre a probabilidade da escolha de uma alternativa j em relação à alternativa k decorrente de uma variação marginal no valor de uma determinada variável. Já os efeitos marginais são obtidos derivando (6):

$$\frac{\partial \text{Prob}(Y_i = k)}{\partial z_i} = \text{Prob}(Y_i = k) \left[\beta_k - \sum_{j=0}^J \beta_j \text{Prob}(Y_i = j) \right] \quad (10)$$

Uma outra ferramenta interessante para avaliar as estimativas do modelo *logit* multinomial é a razão de risco relativa (RRR), definida da seguinte forma:

$$\text{RRR} = \frac{\frac{\text{Prob}(Y = j | z+1)}{\text{Prob}(Y = k | z+1)}}{\frac{\text{Prob}(Y = j | z)}{\text{Prob}(Y = k | z)}} \quad (11)$$

Uma maneira mais fácil de encontrar o RRR é simplesmente calcular o anti-log dos coeficientes estimados em (9). A interpretação da RRR se refere à mudança relativa nas probabilidades das escolhas.

3 A QUESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

Nos últimos 30 anos, a cobertura dos serviços de saneamento básico no Brasil deu um grande salto. O percentual da população atendida pelo serviço de abastecimento de água tratada, passou de 60,5% em 1970 para quase 90% em 2000. Segundo Mendonça e Seroa da Motta (2005), esse aumento coloca o Brasil em destaque quando comparado a vários países

da América Latina. Além disso, o aumento da oferta do serviço de saneamento tem diminuído a incidência de doenças de veiculação hídrica, de acordo com Seroa da Motta *et al* (1994).

O serviço de esgotamento sanitário também sofreu um aumento considerável, comparando a cobertura do serviço de 1970 a 2000, porém o desempenho não foi tão bom quanto o serviço de abastecimento de água, pois, ainda apresenta um resultado incipiente, principalmente nas áreas rurais, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Cobertura do Saneamento Básico no Brasil – 1970-2000

	1970	1980	1990	2000
Serviço de água tratada				
Urbano	60,5	70,9	86,3	89,8
Rural	2,6	5,1	9,3	18,1
Esgotamento sanitário				
Urbano – rede	22,2	37,0	47,9	56,0
Urbano – fossa séptica	25,3	23,0	20,9	16,0
Rural – rede	0,5	1,4	3,7	3,3
Rural – fossa séptica	3,2	7,2	14,4	9,6

Fonte: IBGE – Censos Demográficos de 1970, 1980, 1990 e 2000.

Para facilitar a análise dos dados da Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios (PNAD) referente aos serviços de saneamento básico, foi criado um indicador com base no trabalho de Mendonça et al. (2003), de forma a reunir em uma só estatística a cobertura de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo. Quando o domicílio for conectado a rede geral de distribuição de água, ele é plenamente atendido no que se refere à água. Se o domicílio for conectado a rede coletora de esgotos ou possuir fosse séptica, ele é atendido plenamente pelo serviço de esgotamento sanitário. Caso o domicílio seja atendido por empresa que faça a coleta de lixo direta ou indireta, ele é plenamente atendido no que se refere à coleta de lixo. Esse indicador está definido da seguinte forma: Se o domicílio não possui nenhum dos serviços citados anteriormente, o indicador assume o valor 0; se o domicílio é atendido por um dos serviços, assume o valor 1, se o domicílio é atendido por dois, esse indicador assume o valor 2 e por fim, se o domicílio é atendido de forma plena, pelos três serviços, o indicador assumirá o valor 3. Assim, as próximas três tabelas trazem uma breve descrição do setor de saneamento no Brasil com base nesse indicador para a PNAD do ano de 2005.

A partir dos dados da Tabela 2, observa-se que as regiões mais ricas do Brasil possuem um maior número de domicílios plenamente atendidos pelo serviço de saneamento básico. As regiões Sul e Sudeste possuem um percentual maior que a média brasileira que é de 63,48%. Já a região Nordeste, é a região com o menor percentual de residências atendidas plenamente pelos serviços de saneamento, seguidas pelas regiões Norte e Centro-oeste, respectivamente.

Tabela 2 - Indicador de Saneamento no Brasil e Regiões em Percentual - 2005

Índice de Saneamento	Nordeste	Norte	Sul	Sudeste	Centro-oeste	Brasil
0	14,23	13,23%	0,70%	1,17%	2,15%	6,57%
1	11,28%	14,11%	6,12%	4,83%	10,27%	8,70%
2	26,92%	24,14%	16,13%	10,21%	40,33%	21,25%
3	47,56%	48,53%	77,05%	83,79%	47,26%	63,48%

Fonte: Elaboração própria a partir da PNAD 2005.

Outra importante informação que é obtida dos dados da amostra é a relação positiva e direta entre nível de saneamento e renda. A renda média mensal de um domicílio que é atendido plenamente pelo serviço de saneamento é 3,8 vezes maior que a de outro desprovido de qualquer tipo de referido serviço. (Ver Tabela 3)

Tabela 3 – Índice de Saneamento e Rendimento Médio no Brasil - 2005

Índice de Saneamento	Rendimento mensal médio Familiar (em R\$)
0	486,56
1	686,24
2	963,52
3	1.866,84

Fonte: Elaboração própria a partir da PNAD 2005

A partir dos dados da Tabela 4, observa-se uma correlação positiva entre ter acesso ao serviço de saneamento e a escolaridade. Os dados das Tabelas 3 e 4, de certa forma, explicam porque as regiões Sul e Sudeste, que são as mais desenvolvidas do país, detêm os melhores números sobre a abrangência dos serviços de saneamento básico.

Tabela 4 – Índice de Saneamento e Escolaridade média no Brasil - 2005

Índice de Saneamento	Escolaridade média do Chefe da Família (em anos de estudo)
0	2,85
1	4,33
2	6,14
3	8,45

Fonte: Elaboração própria a partir da PNAD 2005

4 DADOS

Este trabalho foi realizado com a utilização dos microdados da PNAD para o ano de 2005, a análise será realizada para o Brasil como um todo. Para investigar os determinantes que interferem na decisão dos agentes em residir num domicílio que possua um determinado tipo de esgotamento sanitário e coleta de lixo foi necessário construir uma base de dados que tivesse informações sobre as unidades domiciliares e informações sócio-econômicas dos indivíduos. Assim, foi feita a junção dos dois bancos de dados da PNAD, ou seja, as informações referentes ao domicílio com as informações dos indivíduos, tais como: renda, escolaridade, sexo, idade, entre outras informações.

Na Tabela 5, encontram-se as informações sobre as categorias de esgotamento sanitário e de coleta de lixo, que serão as variáveis dependentes do modelo *logit* multinomial.

Tabela 5 – Formas de esgotamento sanitário e coleta de lixo

Esgotamento sanitário		Coleta de Lixo	
0	Ligado à rede coletora	0	Coletado diretamente
1	Fossa séptica	1	Coletado Indiretamente
2	Fossa rudimentar	2	Queimando ou enterrado
3	Jogado em vala, rio ou mar	3	Jogado em rio ou mar

Fonte: Elaboração própria

O destaque deste trabalho foi determinar quais os fatores que influenciam a decisão do agente econômico em suas escolhas de saneamento básico. A seguir, encontram-se as descrições das variáveis referentes aos domicílios:

- D_apt – variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio é classificado como apartamento, e 0 caso contrário;
- D_agua – variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio possui água encanada e 0 caso contrário;
- D_lixo – variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio possui coleta de lixo direta e 0 caso contrário;
- D_ilumi – variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio possui energia elétrica e 0 caso contrário;
- Ncomod – número de cômodos do domicílio;
- Tci – variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio possui algum tipo de tecnologia de informação e comunicação, tais como: telefone fixo, telefone celular, computador e internet e 0 caso contrário;

No que se refere às informações sobre os indivíduos, foram utilizadas as seguintes variáveis:

- Renda – renda domiciliar;
- Esc – escolaridade da pessoa referência;
- D_cor - variável *dummy* que assume o valor 1 quando o indivíduo é de cor/raça branca e 0 caso contrário;
- Moradores – número de moradores do domicílio;
- Sexo – variável *dummy* que assume o valor 1 quando o indivíduo é do sexo masculino e 0 caso contrário.

E por fim as variáveis de cunho geográficas, tais como:

- Urbano - variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio está localizada em área urbana e 0 caso contrário;
- Norte - variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio está localizado na região norte e 0 caso contrário;
- Nordeste - variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio está localizado na região nordeste e 0 caso contrário;
- Centro - variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio está localizado na região centro-oeste e 0 caso contrário;
- Sul - variável *dummy* que assume o valor 1 quando o domicílio está localizado na região sul e 0 caso contrário;

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para investigar os fatores que determinam a probabilidade de se efetuar uma das escolhas disponíveis para os indivíduos, foi estimado o modelo *logit* multinomial para o serviço de esgotamento sanitário e coleta de lixo com as variáveis dependentes. A escolha das variáveis teve como base: fatores sócio-econômicos, variáveis que incorporassem informações sobre as residências e variáveis de localização do domicílio. A escolha das variáveis usadas no modelo econométrico teve como base outros trabalhos que estimaram demanda para saneamento básico. [PERSON (2002) e MENDONÇA *et al.* (2003)] A estimação foi feita a partir do *software* STATA versão 9.2.

Também é importante destacar que no caso das estimativas para o modelo de esgotamento básico, a categoria base foi: “Jogado em vala, rio ou mar” que assumiu o valor 3. E no caso da coleta de lixo a categoria escolhida como base foi: “Jogado em rio ou mar” também assumindo o valor 3.

Tabela 6 – Modelo Logit Multinomial para Esgotamento Sanitário

Variáveis	Coefficiente	P-valor	RRR
Escolha=0 (Ligado à rede coletora)			
Moradores	-0,1283	0,000	0,8796
Ncomod	0,3699	0,000	1,4475
Ln (renda)	0,4622	0,000	1,5875
Sexo	-0,2375	0,000	0,7886
Anosestudo	0,0763	0,000	1,0793
D_apt	1,2661	0,000	3,5469
D_ilumi	1,8537	0,000	6,3837
Urbano	2,3338	0,000	10,3180
D_lixo	3,3171	0,000	27,5816
Tci	0,4951	0,000	1,6406
Norte	-2,4904	0,000	0,0829
Nordeste	-1,1805	0,000	0,3071
Sul	-0,9115	0,000	0,4436
Centro	0,2189	0,002	1,4280
Constante	-9,7684	0,000	-
Escolha=1 (Fossa séptica)			
Moradores	-0,1143	0,000	0,8920
Ncomod	0,3457	0,000	1,4130
Ln (renda)	0,3942	0,000	1,4832
Sexo	-0,0782	0,013	0,9247
Anosestudo	0,0674	0,000	1,0697
D_apt	0,6287	0,000	1,8751
D_ilumi	2,2129	0,000	9,1421
Urbano	0,85019	0,000	2,3401
D_lixo	1,3637	0,000	3,9105
Tci	0,5379	0,000	1,7124
Norte	1,7424	0,000	5,7110
Nordeste	0,2578	0,000	1,2940
Sul	2,0289	0,000	7,6060
Centro	1,1365	0,000	3,1160
Constante	-8,2409	0,000	-
Escolha=2 (Fossa Rudimentar)			
Moradores	-0,0809	0,000	0,9223
Ncomod	0,7494	0,000	1,4549
Ln (renda)	0,1158	0,000	1,1227
Sexo	0,1302	0,013	1,1391
Anosestudo	0,0218	0,000	1,0221
D_apt	-0,8068	0,000	0,4463
D_ilumi	1,2326	0,000	3,4303
Urbano	0,1571	0,000	1,1701
D_lixo	0,6604	0,000	1,9356
Tci	0,0629	0,039	1,0649
Norte	1,4302	0,000	4,1797
Nordeste	0,9080	0,000	2,4792
Sul	1,1282	0,000	3,0900
Centro	3,0664	0,000	21,4640
Constante	-4,2483	0,000	-

N = 113.040; Pseudo R² = 0,2976; Log de verossimilhança = -101495.08.

Categoria base: Jogado em vala, rio ou mar.

Na Tabela 6, encontram-se os resultados da estimação para o serviço de esgotamento sanitário. Todos os coeficientes foram estatisticamente significantes e os sinais dos coeficientes estão de acordo com a teoria econômica, com destaque para a renda e a escolaridade que são as variáveis mais importantes na determinação na escolha dos indivíduos. Com base na RRR, um aumento em uma unidade na renda ou na escolaridade gera um aumento mais que proporcional na probabilidade do indivíduo escolher um domicílio que está conectado a rede de esgotos em relação a um domicílio que não tenha nenhum tipo de esgotamento sanitário (joga no rio ou mar). Outras variáveis ligadas ao domicílio também mostram afetar positivamente a escolha do agente, como o fato de ter energia elétrica, ter coleta de lixo direta, ter acesso a algum tipo de tecnologia de informação e residir em zona urbana. Os sinais dos coeficientes das *dummies* de região também apresentaram os sinais esperados e condizentes com as estatísticas descritivas vistas anteriormente. O modelo apresentou um bom ajuste com um *pseudo-R*² de 0,29.

Já o número de moradores se mostrou como uma barreira à melhoria das condições de vida de uma família, pois apresentou um sinal negativo. Famílias com muitos membros podem permanecer residindo em ambientes onde as condições de saneamento são precárias, talvez sendo o preço pago por serviços comunitários. Segundo Mendonça *et al.*(2003), uma possível explicação para este fato pode decorrer da preferência revelada pelo conforto e/ou aparência.

Ainda pode se inferir que os serviços de água e esgotamento sanitário são bens complementares.

O impacto da variação das variáveis explicativas na probabilidade de escolha do tipo de esgotamento sanitário estão resumidas na Tabela 7. A partir do efeito marginal observa-se que um dos principais fatores que explicam a decisão dos agentes é a renda, pois uma variação em unidade na renda, aumenta a probabilidade de escolher um domicílio que esteja conectado à rede geral em 0,33. Outros fatores também exercem uma influência positiva na decisão dos agentes, tais como: o fato de morar em apartamento, possuir coleta de lixo e residir em área urbana.

Tabela 7 - Efeitos Marginal para o Modelo de Esgotamento Sanitário

Variáveis	Escolhas		
	Rede Coletora	Fossa Séptica	Fossa Rudimentar
Moradores	-0,0087	-0,0035	0,0059
Ncomod	0,0101	0,0015	0,0089
Ln(renda)	0,3357	0,1615	-0,3663
Sexo*	-0,0574	0,0003	0,0525
Anosestudo	0,0076	0,0042	-0,0085
D_apt*	0,2688	-0,008	-0,2305
D_ilumi*	0,1061	0,1696	-0,0779
Urbano*	0,3187	-0,001	-0,2382
D_lixo	0,3689	-0,0034	-0,2299
Tci*	0,047	0,0572	-0,0816
Norte*	-0,4494	0,3370	0,1476
Nordeste*	-0,3311	0,0709	0,2622
Sul*	-0,3827	0,4105	0,0149
Centro*	-0,3116	-0,1615	0,5305

Fonte: Elaboração a partir dos dados da PNAD.

Notas: Os asteriscos indicam variáveis *dummies*.

Na Tabela 8, estão os resultado da estimação do modelo para a escolha da coleta de lixo. Assim, como no modelo anterior, os sinais dos coeficientes estão de acordo com o a teoria. No entanto, alguns coeficientes não foram significativos (moradores, sexo, e algumas *dummies* de região). Portanto, a retirada destes não afetou as estimativas das outras variáveis,

sendo assim, não foi necessário colocar um modelo restrito, sem as referidas variáveis. Basicamente, as mesmas variáveis que determinam a escolha por esgotamento sanitário, explicam a forma de coleta de lixo, destacando-se o nível de renda e a escolaridade dos indivíduos.

Tabela 8 – Modelo Logit Multinomial para Coleta de Lixo

Variáveis	Coefficiente	P-valor	RRR
Escolha=0 (Coletado diretamente)			
Moradores	-0,0474	0,000	0,9537
Ncomod	-0,0282	0,023	0,9721
Ln (renda)	0,4026	0,000	1,4957
Sexo	-0,5788	0,000	0,5605
Anosestudo	0,1223	0,000	1,1300
D_apt	0,7163	0,004	2,0469
D_ilumi	1,8621	0,000	6,4373
Urbano	3,2589	0,000	26,0217
D_agua	1,6197	0,000	5,0514
Tci	0,7433	0,000	2,1027
Norte	-0,6739	0,000	0,5097
Nordeste	-1,4448	0,000	0,2358
Sul	0,3531	0,002	1,4234
Centro	-0,2998	0,005	0,7409
Constante	-4,3751	0,000	-
Escolha=1 (Coletado Indiretamente)			
Moradores	0,0009	0,936	1,001
Ncomon	-0,0989	0,000	0,9059
Ln (renda)	0,2429	0,000	1,2750
Sexo	-0,5092	0,013	0,6009
Anosestudo	0,1118	0,000	1,1183
D_apt	1,7351	0,000	5,6695
D_ilumi	1,3229	0,000	3,7545
Urbano	2,0824	0,000	8,0238
D_lixo	1,3720	0,000	3,9433
Tci	0,6273	0,000	1,8726
Norte	-0,4395	0,000	0,6443
Nordeste	-0,5953	0,000	0,5513
Sul	0,0096	0,935	1,0096
Centro	-0,1355	0,230	0,8732
Constante	-3,7902	0,000	-
Escolha=2 (Queimado ou Enterrado)			
Moradores	0,0066	0,479	1,007
Ncomod	0,0821	0,000	1,0855
Ln (renda)	0,0840	0,002	1,0876
Sexo	-0,0497	0,353	0,9515
Anosestudo	0,0279	0,000	1,0282
D_apt	-1,7894	0,000	0,1671
D_ilumi	0,3951	0,000	1,4851
Urbano	-1,0150	0,000	0,3623
D_lixo	0,1586	0,000	1,1718
Tci	0,0732	0,169	1,0760
Norte	0,1055	0,217	1,1113
Nordeste	-1,2290	0,000	0,2926
Sul	0,4813	0,000	1,6182
Centro	0,2704	0,012	1,3105
Constante	0,5938	0,001	-

N = 113.040, Pseudo R^2 = 0.3613; Log de verossimilhança = -54608.687;

Categoria base: Jogado em rio ou mar.

Também se percebe, pelos sinais dos coeficientes, que os serviços de água tratada é um bem complementar a coleta de lixo direta, o mesmo não acontece para as demais formas de coleta de lixo.

Tabela 9 - Efeitos Marginal para o modelo de coleta de lixo

Variáveis	Escolhas		
	Coletado Diretamente	Coletado Indiretamente	Queimado ou Enterrado
Noradores	-0,0055	0,0039	0,0012
Ncomod	-0,0054	-0,0063	0,0021
Ln(renda)	0,1552	-0,0850	-0,0490
Sexo*	-0,0198	0,0044	0,0113
Anosestudo	0,0038	-0,0005	-0,0022
D_apl*	-0,0891	0,1247	-0,0303
D_ilumi*	0,1387	-0,0410	-0,0629
Urbano*	0,5022	-0,0352	-0,4122
D_agua*	0,0977	-0,0128	-0,0604
Tci*	0,0326	-0,0074	-0,0182
Norte*	-0,0483	0,0178	0,0239
Nordeste*	-0,0985	0,0807	0,0025
Sul*	-0,0986	-0,0267	0,0040
Centro*	-0,0314	0,0126	0,0164

Fonte: Elaboração a partir dos dados da PNAD 2005

Analisando os dados da Tabela 9 que traz os efeitos marginais das variáveis explicativas para as probabilidades de escolha, percebe-se que a renda e a escolaridade têm impacto positivo sobre a probabilidade nas escolhas, onde os efeitos marginais foram 0,15 e 0,0038, respectivamente. Porém, ambas impactam menos na coleta de lixo que no esgotamento sanitário. Em termos absolutos, o fato de o domicílio estar situado em área urbana também tem um efeito marginal elevado de 0,5.

CONCLUSÕES

Este trabalho investigou quais os fatores que influenciam a demanda por esgotamento sanitário e coleta de lixo no Brasil. Para isso, utilizou o modelo logit multinomial aplicado aos microdados da PNAD 2005.

Constatou-se que variáveis sócio-econômicas, tais como: renda e escolaridade, desempenham um papel importante na determinação da demanda por esgotamento sanitário. Verificou-se que no caso do esgotamento sanitário, o impacto da renda e da escolaridade é maior que no caso da coleta de lixo. Outros fatores também afetam positivamente a demanda pelo saneamento, tais como: o tipo de residência, a localização e o tamanho do imóvel.

Foi visto também que, o Brasil avançou bastante nos últimos 30 anos no tocante a questão do saneamento básico, porém ainda há muito que fazer. Sendo assim, apesar da expansão da cobertura está ligada intrinsecamente a oferta, é necessário que se conheça mais profundamente os determinantes da demanda por saneamento para nortear as políticas públicas e torná-las mais eficientes.

É importante destacar que políticas de expansão da oferta de saneamento devem ser complementadas com políticas de redistribuição de renda, políticas educacionais e política de educação ambiental, principalmente em áreas onde exista um baixo nível de escolaridade. Desta forma, a população poderá se beneficiar de forma mais eficiente das externalidades positivas geradas pelo serviço de saneamento básico.

BIBLIOGRAFIA

CARRERA-FERNANDEZ, J. C.; MENEZES, W. F. **A Avaliação Contingente e a Demanda por Serviço Público de Esgotamento Sanitário**: uma análise a partir da região do Alto Subaé. Mimeo. 1999a.

_____. A Avaliação Contingente e a Demanda por Serviço Público de coleta e disposição de lixo: uma análise a partir da região do Alto Subaé. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 30, 1999b. Número Especial.

DOW, W. Flexible discrete choice demand models consistent with utility maximizations: An application to health care demand. **American Agricultural Economics Associations**. New York, 1999.

GREENE, W. **Econometric Analysis**. 5. ed. New York. Prentice Hall, 2003.

MENDONÇA, M. J.; GUTIERREZ, M. B.; SACHIDA, A.; LOREIRO, P. R. Demanda por saneamento no Brasil: uma aplicação do modelo logit multinomial. ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 31, **Anais...** CD-Rom, 2003.

MENDONÇA, M. J.; SEROA DA MOTTA, R. Saneamento e saúde no Brasil. **Texto para a discussão do IPEA**, n. 1081, Rio de Janeiro, 2005.

MAGALHÃES, M. **O trabalho infantil**: aplicação do modelo multinomial. Faculdade de Economia-Universidade do Porto. 2005.

PAIXÃO, A. LEITE FILHO, P. Estimação da disposição a pagar pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário de João Pessoa - PB, utilizando o método de avaliação contingente. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 34, n. 4, p. 576-590, 2003.

_____; CAVALCANTI, G. A. Estruturas tarifárias no setor de água e saneamento: o caso da Paraíba.. In: I. T. MOREIRA; P. A. LEITE FILHO. (Org.). **Nordeste: aspectos da estrutura produtiva e do mercado de trabalho**. 1 ed. João Pessoa-PB: Editora Universitária-UFPB, 2001, v. 1, p. 111-128.

PERSON, T. H. Welfare Calculations in Models of the Demand for Sanitation. **Applied Economics**, 34(12): 1509-1518, 2002.

_____. Demand for Water and Sanitation in Bangladesh. **Working Paper** 2001-03, Dept. of Economics, Lund University, Sweden. (2001)

SEROA DA MOTTA, R. *et al.* Perdas e Serviços ambientais do recurso água para uso doméstico. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 24, n.1, p. 35-72, 1994.