

## **Poluição Hídrica e Qualidade de vida: O caso do saneamento básico no Brasil**

Roberta Fernanda da Paz de Souza  
Aziz Galvão da Silva Junior

**Resumo:** As condições de saneamento básico em que vive grande parte da população da brasileira são precárias. Milhões de pessoas vivem em condições sub-humanas, utilizando água de má qualidade e depositando o esgoto de suas residências em rios, valas, mares ou outros lugares impróprios. Dessa forma, o acometimento de doenças geradas pela poluição hídrica torna-se preocupante. Nesse sentido, buscou-se avaliar a influência das condições de saneamento básico em que vive a população no número de casos de doenças causadas pela poluição hídrica, utilizando o modelo MQO. Constatou-se que o consumo de água proveniente de poços ou nascentes, a ausência de serviço de coleta de esgoto nos domicílios e o nível mais elevado de escolaridade podem explicar os casos da doença.

**Palavras-chave:** Qualidade de vida, Saneamento básico e Poluição Hídrica

### **1. Introdução**

Atualmente, existe uma grande preocupação com a qualidade da água, pois é do conhecimento geral que muitos mares, rios, lagos e outras fontes de recursos hídricos encontram-se em processo de degradação, com altos índices de substâncias orgânicas e inorgânicas muito prejudiciais à saúde humana e ao equilíbrio ecológico.

A poluição hídrica pode ser causada entre outras formas pelo despejo de esgotos industriais (onde predominam os dejetos químicos) e os esgotos domésticos que é a mais séria forma de degradação dos recursos hídricos, pois constitui-se de água que foi utilizada para fins higiênicos, onde predominam as águas de lavagem e matéria fecal. A ausência de uma rede coletora de esgotos e estações de tratamento, em alguns locais, implica o lançamento destas águas e deste material diretamente no solo das vizinhanças ou em sua canalização de forma irregular para os cursos d'água mais próximos.

Um dos maiores problemas causados pela poluição hídrica é o acometimento de doenças à espécie humana. Segundo registros da Eco-92 "aproximadamente 80% de todas as doenças de origem hídrica e mais de um terço das mortes em países em desenvolvimento são causadas pelo consumo de água contaminada".

Diante desse quadro, o trabalho teve como objetivo geral analisar a associação existente entre as doenças causadas pela poluição hídrica no Brasil e a atual condição dos domicílios permanentes em relação ao saneamento. Especificamente, pretendeu-se avaliar os efeitos de cada variável explicativa selecionada sobre a variável dependente.

### **2. O Saneamento Básico**

Saneamento Básico deve ser considerado como um conjunto de atividades de abastecimento de água, coleta e disposição de esgotos e lixo sólido (PEREIRA, 2002). O saneamento básico é considerado como um importante indicador de qualidade de vida da população, já que sua existência acarreta mais conforto, melhores condições de saúde para os indivíduos e preservação da qualidade do meio ambiente.

No Brasil, de acordo com dados do Censo Demográfico realizado pelo IBGE (2000), 77,8% dos domicílios possuem cobertura do serviço de água e 47,2% são atendidos por coleta de esgoto.

**Tabela 1 – Proporção de domicílios com rede geral de abastecimento de água e esgoto – 2000**

Região	Domicílios com abastecimento geral (%)	Domicílios com coleta de esgoto (%)
Sudeste	88,3	82,3
Sul	80,1	63,8
Norte	48,0	35,6
Nordeste	66,4	37,9
Centro Oeste	77,2	40,8

Fonte: Elaborada pelo autor com base em dados do Censo Demográfico 2000.

Além de sua importância para a manutenção da saúde humana, as empresas que prestam serviços de abastecimento/coleta de esgoto no Brasil apresentam resultados satisfatórios em termos de geração de emprego e renda para o país.

**Tabela 2 – Números do setor de saneamento básico (2000)**

Receitas Operacionais	R\$ 11 bilhões
Investimentos	R\$ 2,4 bilhões
Volume de água produzido	11 bilhões de m <sup>3</sup>
Volume de água faturado	7,1 bilhões de m <sup>3</sup>
Nº de ligações de água	28,8 milhões
Volume de esgoto faturado	3,3 bilhões de m <sup>3</sup>
Nº de Ligações de esgoto	11,8 milhões
Nº de empregados	150 mil pessoas

Fonte: SNIS (2000)

Segundo dados da FUNASA (1994), investir em saneamento básico e ambiental sai mais barato que tratar de doenças, já que de acordo com a OMS cada R\$ 1 de investimento na área de saneamento, R\$ 4 são economizados em saúde pública, no período de dez anos.

Apesar de grande parte da população ser atendida por serviço de abastecimento de água ainda existe um déficit de cerca de 9,9 milhões de domicílios brasileiros sem os serviços de abastecimento de água. Quanto aos serviços de coleta de esgoto, o Brasil ainda deve percorrer um longo caminho, já que há cerca de 23,6 milhões de domicílios que não estão conectados às redes coletoras. Considerando a utilização de fossa séptica em muitos domicílios pode-se contabilizar o déficit em esgotamento sanitário em 16,9 milhões de domicílios (PEREIRA, 2002).

### 3. Poluição Hídrica

A Poluição hídrica caracteriza-se pela alteração da condição natural da água pela introdução de elementos indesejáveis, subprodutos das atividades humanas, sendo atualmente encarada sob dois aspectos: o ecológico e o sanitário (Silveira e Sant'Ana (1990)).

Ainda segundo Silveira e Sant'Ana (1990), a poluição, na abordagem sanitária pode ser definida “como quaisquer modificações nas qualidades químicas, físicas ou biológicas da água que afetem diretamente o homem ou prejudiquem a sua utilização por ele”.

A água é um recurso utilizado para diversos fins, entre eles o consumo humano para alimentação, higiene pessoal e domiciliar; além de atividades produtivas como irrigação, transporte, lazer entre outros. Para que seja utilizada, devemos recebê-la com níveis de qualidade satisfatórios para o uso específico. Após seu uso, a água deve ser escoada e tratada para que o meio ambiente ao qual será “devolvida” não apresente alterações prejudiciais em sua composição.

a) Os sistemas de abastecimento de água e a coleta do esgoto são extremamente importantes na constituição de um sistema que possa oferecer aos usuários condições dignas e seguras para a utilização do recurso água. No Brasil, grande parte da população ainda não dispõe de sistemas de abastecimento de água e tratamento de efluentes, vivendo em condições sub-humanas, utilizando água proveniente de fontes que possam não apresentar níveis aceitáveis de qualidade, podendo acarretar doenças à população, fazendo com que recursos sejam dispendidos pelo sistema de saúde e que vida sejam perdidas.

As doenças podem ser transmitidas diretamente pela água, provocadas pela ingestão de água contaminada por urina ou fezes, humanas ou de animais, contendo bactérias ou vírus patogênicos. Podem ser causadas pela falta de limpeza e de higiene da água, provocadas por má higiene pessoal ou contato de água contaminada na pele ou nos olhos. E também podem ser causadas por parasitas encontrados em organismos que vivem na água ou insetos vetores com ciclo de vida na água (OPAS, 2001).

Entre algumas doenças transmitidas pela água podemos citar cólera, febres tifóide e paratifóide, shingelose, intoxicações alimentares amebíase, infecções intestinais devido a outros microorganismos e infecções intestinais mal definidas. No Brasil, segundo dados de 2001 (DATASUS,2003), essas doenças foram responsáveis por 5% das internações hospitalares realizadas, além de 2% dos óbitos. O valor total pago por essas internações foi de R\$ 109.951.928,79, representando 2% do valor de todas as internações realizadas no mesmo período.

b) A água é um recurso natural considerado escasso e atualmente sua posse é considerada vantagem competitiva. O uso da água corrente leva a reduções do seu estoque, levando a uma restrição quantitativa quanto ao seu uso futuro. Isto representa que a utilização da água depende de uma escolha intertemporal, aplicando-se aí o conceito de sustentabilidade, onde o consumo e as atividades do presente devem ser atendidos sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.

## **4. Referencial Teórico**

### **4.1 . Modelo Conceitual de Bem-Estar Social**

O bem-estar social depende de vários fatores: renda, educação, saúde, lazer, emprego, saneamento básico, dependendo desses indicadores a qualidade de vida da população.

Segundo BARRADAS et al.(1999), na busca pelo máximo de satisfação deve-se levar em conta a satisfação de todos os indivíduos da sociedade.

$$W_s = f(U_j), \text{ onde } j= 1,2,3,\dots,n$$

Onde:

$W_s$  = bem-estar social da sociedade  $s$ ;

$U_j$  = satisfação do indivíduo  $j$ .

A satisfação de cada indivíduo é decorrente do atendimento de todas as suas necessidades. Há a demanda por uma “cesta de bens” que deve ser atendida na quantidade certa e com a qualidade esperada.

$U_j$  = satisfação do consumidor  $j$ ;

$Y_i$  = bens e serviços  $i$  consumidos pelo consumidor  $j$ .

O saneamento básico é, dentre outras, uma necessidade a ser atendida visando a satisfação do indivíduo ao conferir-lhe conforto e saúde, além da preservação do meio ambiente.

$$U_c = f(X_1, X_2, X_3, \dots)$$

Onde:

$X_1$  = Saneamento Básico

$X_2$  = Educação

$X_3$  = Renda

A variável  $X_1$ , pode ser considerada como dependente de fatores como abastecimento de água, coleta e disposição de águas residuais, combate à poluição ambiental, entre outros.

## 4.2 – A Elasticidade e o Efeito Marginal:

O cálculo da elasticidade entre duas variáveis nos permite observar quão sensível é uma variável na presença de variações na outra variável (VARIAN, 1994). Esse conceito torna-se útil para que possamos avaliar os efeitos causados pela variação de algumas variáveis explicativas dos modelos, sobre a variável dependente do mesmo. Considera-se, para fins de análises, que variações percentuais na variável  $X$  acarreta variações percentuais na variável  $Y$ .

Ainda segundo VARIAN (1994), em símbolos, a definição de elasticidade pode ser dada por:

$$E_x: \frac{\Delta Y / Y}{\Delta X / X} \quad (1)$$

Onde:

$\Delta Y$  = Variação na variável  $Y$

$\Delta X$  = Variação na variável  $X$

Outro método utilizado para avaliar o impacto de  $X$  sobre  $Y$  seria o cálculo do efeito marginal. Para o cálculo do efeito é importante a determinação do modelo a ser estimado. No caso do modelo linear, podemos obter o efeito marginal de  $X$  sobre  $Y$  através da derivada da equação  $Y$  em relação a  $X$ .

Dado:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t$$

Tem-se o efeito marginal dado por:

$$EM_x = \frac{\partial Y}{\partial X}$$

## 5. Modelo Analítico

### 5.1 Especificação da equação

A especificação da equação de regressão é a seguinte:

$$AIH = F(B, K, M)$$

Onde:

AIH= N° de autorizações de internação hospitalar por doenças de veiculação hídrica e lixo sólido;  
B= N° de domicílios particulares permanentes que dispõem de poço ou nascente;  
K= N° de domicílios particulares permanentes que depositam o esgoto em valas, rios, lagos, mar ou que não tenham banheiro;  
M= N° de responsáveis por domicílios que possuem 10 ou mais anos de escolaridade.

A escolha das variáveis tem como base a literatura existente, que associa as deficiências do saneamento básico como causa de algumas doenças. Será estimada uma regressão que terá como objetivo demonstrar a existência dessa relação entre essas variáveis.

Sendo o saneamento básico de vital importância para a saúde da população esse trabalho associa o bem estar social às doenças causadas pela deficiência na estrutura de saneamento básico, ou seja, utiliza a variável AIH como “ausência de bem estar” e as variáveis explicativas associadas ao atendimento ou não das condições necessárias ao bem estar ou qualidade de vida, além de incorporar a variável M, que tem como objetivo captar a influência da escolaridade no bem estar da população (redução do número de internações).

A variável AIH será a variável dependente, sendo constituída pelo número de internações autorizadas para tratamento de pessoas com as doenças relacionadas a poluição hídrica. O número de internações de pacientes cujo diagnóstico comprovou a existência das doenças selecionadas foi escolhido como parâmetro para determinar a associação entre saneamento básico e condições de saúde da população. As doenças selecionadas para o desenvolvimento do trabalho são: cólera, Febres Tifóide e Paratífóide, Shingelose, Amebíase, Diarréia e Gastroenterite de origem infecciosa presumível, Outras doenças infecciosas intestinais, esquistossomose e leptospirose

As demais variáveis representam algumas das condições sanitárias em que se encontram os domicílios brasileiros e o nível de escolaridade dos responsáveis pelos mesmos e sua introdução no modelo tem como objetivo avaliar os efeitos dessas condições sobre a saúde humana.

Espera-se que o sinal da variável M seja negativo, já que a existência parte-se da pressuposição de que níveis de escolaridade mais elevados possam levar a melhores condições de vida. Para as variáveis B e K espera-se o sinal positivo, pois a falta das condições de saneamento deve contribuir para a elevação das doenças.

## 5.2 A forma funcional

$$AIH_i = \beta_0 + \beta_1 B + \beta_2 K + \beta_3 M + \varepsilon_i$$

Espera-se que os sinais sejam  $M < 0$  e  $B > 0$ ;  $K > 0$ .

$i$  = Observações referentes a cada estado brasileiro (AC, AL, AM, AP, BA, CE, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PB, PR, PA, RS, RO, RR, SC, SP, SE, TO, RN, RJ, PI, PE) e Distrito Federal.

## 5.3 Fonte de Dados

Para a realização do trabalho foram utilizados dados secundários, coletados no IBGE (Censo Demográfico – 2000) e os dados referentes às AIH coletados no DATASUS, sistema de informações hospitalares do Sistema Único de Saúde para o ano de 2001.

## 6. Análise de Resultados

A forma de regressão que melhor se ajustou ao modelo foi a linear. Regredindo-se as 27 observações sobre a variável dependente AIH através do Método Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), foram obtidos os seguintes resultados:

**Tabela 3 – Resultados dos coeficientes estimados pela regressão, estatística t dos mesmos e coeficientes de efeito marginal e elasticidade calculados com base nesses resultados :**

Variáveis	Coeficientes	Estatística t	Elasticidades	Efeito Marginal
C (intercepto) <sup>1</sup>	2886.699	1.196701	---	---
B	0.026516**	-1.887414	0,32	0,026516
K	0.059207*	6.705476	0,65	0,059207
M	-0,004197***	2.299668	-0,11	-0,004197
$R^2 = 0,837930$		- Prob F- estatistic = 0,0000		

\*sig a 1%; \*\*sig a 5% \*\*\* sig a 10%

<sup>1</sup> O intercepto apresentou-se não significativo, mas continua no modelo para melhor ajuste do mesmo.

Foi aceita a Hipótese de homocedasticidade com base no Teste de WHITE.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa

Todas as variáveis mostraram-se significativas, ou seja, apresentam uma importância maior ao explicar a variável dependente (AIH). Os sinais dos coeficientes das variáveis explicativas se comportaram de acordo com o sinal esperado, demonstrando a relação direta existente entre as variáveis explicativas B e K e a variável dependente AIH e a relação inversa entre a variável explicativa M e a variável dependente AIH.

O modelo encontrado pode ser descrito da seguinte forma:

$$AIH = 2886.699 + 0.026516 B + 0,072 K - 0.004197 M$$

Constatou-se, através do resultado do  $R^2$  que 83% das variações que ocorrem na variável dependente podem ser explicadas pelas variáveis explicativas constantes no modelo, o que indica boa qualidade do mesmo.

Analisando o Efeito Marginal da variável B, tem-se que o aumento (ou redução) de um domicílio que seja abastecido por água proveniente de poços ou nascentes, acarretará um aumento (redução) de aproximadamente 0,027 AIH. Quanto ao seu coeficiente de elasticidade, observa-se que cada 10% de aumento (redução) do número de domicílios que são abastecidos por poços ou nascentes estaria associado a um aumento (redução) de 3,2% das autorizações de internação hospitalar.

A análise do efeito marginal da variável K nos leva a crer que o aumento (ou redução) de um domicílio que não possui serviço de coleta de esgoto acarreta um aumento (redução) de 0,059 AIH. Enquanto seu coeficiente de elasticidade indica uma elevação (redução) de 6,5% de AIH caso haja uma elevação (redução) de 10% no número de domicílios que não possuem coleta.

Por fim, através da avaliação do efeito marginal da variável M pode-se inferir que a cada responsável por domicílio que obtiver mais de 10 anos de escolaridade, pode-se esperar uma redução de 0,004 AIH. Sobre sua elasticidade, tem-se que a cada 10% de aumento (redução) de responsáveis que tenham 10 ou mais anos de escolaridade seria observada uma redução (elevação) de 1% na variável AIH.

De acordo com o modelo, as variáveis que mais se destacaram foram a B e K, por apresentarem maior efeito marginal sobre a variável dependente. Com isso, percebe-se que as condições sanitárias as quais a população é exposta têm muita influência em sua saúde.

Motta et. al (1994), em estudo semelhante, estimou um modelo no qual tentava estimar a relação existente entre a variável dependente, que também era representada pelo número de autorizações para internações hospitalares, e variáveis que estariam associadas às condições de saneamento básico.

A comparação entre os resultados dos trabalhos não poderá ser feita pois o referido trabalho baseou-se em outras variáveis explicativas (que não se ajustaram a regressão do presente trabalho) para a estimação. Cabe dizer aqui que, embora não comparáveis, os estudos evidenciam a relação direta existente entre a incidência das doenças de poluição hídrica e a má qualidade (ou inexistência) de saneamento básico.

## 7. Conclusões

Com base nos resultados pode-se afirmar que as condições de abastecimento de água e coleta de esgoto influem na saúde da população e, conseqüentemente, na sua qualidade de vida. Outro fator importante para a manutenção da vida humana em boas condições seria a educação.

Torna-se evidente a necessidade de investimentos em saneamento básico e na educação. Programas educativos que busquem a conscientização das pessoas sobre a importância da higiene pessoal, a de seus alimentos e residências também são extremamente importantes.

Além dessas conclusões tem-se que, o consumo de água limpa, com qualidade e na quantidade adequadas é imprescindível para uma vida digna, com condições básicas de saúde.

Ressalta-se que essas análises não constituem um parecer final, pois seria necessária a inclusão de outras variáveis explicativas no modelo, no intuito de captar quais outros fatores seriam responsáveis pela saúde da população em relação às doenças causadas pela poluição hídrica.

## 8. Referências Bibliográficas:

BARRADAS, M. N. et. al. Qualidade de vida: O caso do saneamento ambiental no Estado do Ceará. In: **Desenvolvimento Sustentável: em busca da operacionalização**. BARRADAS, M. N. (org.). Fortaleza: Casa de José de Alencar Programa Editorial, 1999.

DATASUS Disponível em <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/miuf.def>> Acesso em 02 nov. 2003

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde, 1994, 255 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico 2000: Características da População e dos domicílios**. Resultados do Universo. Rio de Janeiro, 2000.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS) . **Água e Saúde**. Disponível em <<http://www.opas.org.br/sistema/fotos/agua.pdf>> Acesso em 02 Nov. 2003.

MOTTA, R. S. et. al . Perdas e serviços ambientais do recurso água para uso doméstico. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 24, n.1, p. 35-72, abr. 1994.

PEREIRA, D. S. P. **Saneamento Básico**: Situação atual na América Latina – Enfoque Brasil. Disponível em <http://tierra.rediris.es/hidroded/RVA.html> . Acesso em: 14 nov 2003.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) . **Diagnóstico 2000**. Disponível em < [http://www.snis.gov.br/dig\\_2000.htm](http://www.snis.gov.br/dig_2000.htm)> Acesso em 15 out. 2003.

SILVEIRA, S. S. B.; SANT'ANA, F. S. P. Poluição Hídrica. In: MARGULIS, S. (ed.) **Meio Ambiente**: Aspectos Técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA/PNUD, 1990.

VARIAN, H. R. **Microeconomia**: princípios básicos. 4ª ed. Rio de Janeiro: Campus , 1994.