

# COBERTURA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO NO BRASIL: RUMO A UMA OFERTA MAIS EQUILIBRADA?

Mary Brito Silveira<sup>\*</sup>

Carlos Eduardo Gasparini<sup>\*\*</sup>

José Luis da Silva Netto Júnior<sup>\*\*\*</sup>

**RESUMO:** O artigo estima os déficits de serviços de saneamento básico para os municípios brasileiros nos anos de 2000 a 2002. Construído por meio do método não-paramétrico *Data Envelopment Analysis (DEA)*, o indicador considera, simultaneamente, a cobertura dos serviços de água e de esgoto frente a um conjunto de necessidades apresentadas pelos municípios. A partir dos déficits estimados, investiga-se, por meio das matrizes de transição de Markov, se existe ou não um processo de convergência na cobertura dos serviços entre os municípios brasileiros. A base de dados considerou cerca de 4.500 unidades em cada um dos anos. Os resultados mostram que os melhores percentuais de acesso àqueles serviços encontravam-se na Região Sudeste e os maiores déficits concentravam-se, ao menos inicialmente, na Região Nordeste. Apesar desse fato e do significativo esforço ainda necessário para a universalização do atendimento, a boa notícia é que os resultados apontam para uma melhora em todas as regiões ao lado da tendência de convergência para os níveis mais elevados de cobertura.

**Palavras-chave:** Saneamento. Déficit Relativo. Análise de Envoltória de Dados (DEA).

**Classificação JEL:** H54, H41, R53

---

\* Mestre em Economia pela Universidade Católica de Brasília – UCB. Secretária Municipal da Fazenda de São José do Rio Preto. E-mail: mbsilveira@riopreto.sp.gov.br

\*\* Doutor em Economia pela UFPE. Técnico do Ministério do Planejamento. E-mail: gasparini@ccsa.ufpb.br

\*\*\* Doutor em Economia pela UFRGS. Professor Adjunto da UFPB. E-mail: juniorluis@yahoo.com

**ABSTRACT:** The paper estimates the deficit of basic sanitation services for Brazilian municipalities in the years of 2000 to 2002. Using the non-parametric method Data Envelopment Analysis (DEA), the indicator considers both the coverage of water and sewer services against a range of needs presented by the municipalities. By means of Markov transition matrices, it was investigated whether there is a process of convergence in the coverage of services among municipalities. The database held about 4,500 units in each year. The results show that the highest percentage of access to those services were in the Southeast and the largest deficits are concentrated, at least initially, in the Northeast. Despite this fact and the significant effort needed for the universal offer of services, the good news are that the results point to an improvement in all areas and to the trend of convergence for higher levels of coverage.

**Keywords:** Sewage. Relative Deficit. Data Envelopment Analysis – DEA.

**JEL Classification:** H54, H41, R53.

## I INTRODUÇÃO

Investimentos em saneamento básico são considerados de grande importância por diversas razões. A primeira delas, talvez, seja devido aos seus impactos sobre as condições de saúde da população. Do ponto de vista público, a vinculação entre o aumento da cobertura dos serviços de saneamento básico e a redução dos gastos em saúde sugere que as soluções nessa área podem representar redução de gastos em saúde pública. Conforme Haller (2004), para cada dólar investido em saneamento básico, obter-se-ia um benefício econômico em saúde entre US\$ 3 e US\$ 4. Aqueles autores afirmam ainda que, se até 2015 for reduzido à metade o percentual de pessoas sem acesso ao abastecimento de água e esgoto, haveria uma redução mundial média de 10% nas ocorrências de diarreias infecciosas, doença considerada responsável pela carga de mortalidade causada por enfermidades transmitidas pela água e relacionadas à falta de água para higiene pessoal.

Além da saúde, o saneamento está também intensamente relacionado à questão ambiental, uma vez que a coleta, o

tratamento e o abastecimento de água e esgoto e também a destinação final dos resíduos sólidos e a drenagem urbana relacionam-se diretamente com a natureza e o meio ambiente. Essa importância pode ser ilustrada pela Declaração do Milênio e as suas Metas (NAÇÕES UNIDAS, 2000). Assinado por 191 Nações, inclusive o Brasil, um de seus objetivos refere-se à garantia de sustentabilidade do meio ambiente<sup>2</sup>. A este foi incorporada como meta a redução à metade, até o ano de 2015, da proporção de pessoas que não têm acesso à água potável segura e, até o ano de 2020, atingir melhoria considerável nas condições de vida de pelo menos 100 milhões de habitantes. O indicador da primeira meta é a proporção da população com acesso sustentável a melhores fontes de abastecimento de água em zonas urbanas e rurais. O da segunda é a proporção da população com acesso a melhores serviços de saneamento. Seguindo essa tendência, o governo brasileiro retomou, em 2003, a discussão do reordenamento institucional do setor saneamento, denominando-o de Saneamento Ambiental.

Além desses argumentos, destaca-se que a provisão de serviços de saneamento básico apresenta muitas vezes custos médios decrescentes, configurando uma situação de monopólio natural. Somado às externalidades ambientais e sanitárias já apontadas, uma forte presença governamental torna-se inevitável no setor. Devido a essa condição especial, a gestão das ações de saneamento tem recebido crescente atenção do Governo Federal, pelo menos desde a década de 60, no Brasil, quando diversos órgãos passaram a ser instituídos para gerenciar o setor. A despeito de tais iniciativas e dos incrementos verificados na oferta dos serviços, Pena e Abicalil (1997) afirmam que, em 1996, ainda persistia uma expressiva demanda não atendida, em

---

<sup>2</sup> Para mais informações sobre o assunto veja publicações do Banco Mundial e Las Metas del Milenio y las necesidades de inversion en América Latina y el Caribe 2003-2004 (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, 2003).

particular nos extratos sociais de mais baixa renda, nos menores municípios, nas pequenas localidades e na área rural. Além disso, sustentam que as desigualdades regionais continuavam presentes também nos serviços de saneamento básico, com índices de atendimentos das regiões mais pobres, em particular Norte e Nordeste, bastante inferiores quando comparados com as regiões Sul e Sudeste.

Em 2003, conforme pesquisa a domicílios (BRASIL, 2003b), é possível observar que não houve melhoria na abrangência dos serviços de abastecimento de água e rede coletora de esgoto. Perduram as diferenças regionais e os baixos níveis de cobertura de serviços de esgotamento sanitário (coleta de esgoto), como mostra a Tabela 1, que apresenta os resultados da pesquisa em 2003, comparando-os com os resultados de 1993 e 1998.<sup>3</sup>

Tabela 1 - Percentual de cobertura de água e esgoto segundo as regiões

Regiões	1993		1998		2003	
	Água %	Esgoto %	Água %	Esgoto %	Água %	Esgoto %
Norte Urbana	70,0	45,3	70,9	51,2	66,0	55,1
Nordeste	57,0	32,4	64,9	35,8	72,1	44,1
Sudeste	86,9	78,2	88,6	83,8	91,0	86,3
Sul	75,5	59,4	79,3	66,0	83,2	74,9
Centro-Oeste	68,0	36,7	72,6	43,6	77,1	45,4
Brasil	75,0	58,8	78,8	63,9	82,5	68,9

Fonte: BRASIL, 2003b

<sup>3</sup> Os dados referem-se à cobertura urbana e rural para todas as regiões, à exceção da Região Norte, onde estão considerados somente os dados de atendimento urbano.

Dada a sua importância, vários trabalhos já se debruçaram sobre esse tema. Os aspectos abordados são diversos, iniciando com os diagnósticos do setor (ver PENA e ABICALIL, 1997; SILVA e ALVES, 1997; BRASIL, 2003a, entre outros), questões institucionais e estrutura do setor (PARLATORE, 1999; MOREIRA, 2002; SPILLER e SAVEDOFF, 1999; FARIA, NOGUEIRA e MUELLER, 2002; FARIA, FARIA e MOTA, 2003; MOTTA e MOREIRA, 2005), privatização e a dicotomia serviços públicos ou privados, com foco tanto na propriedade quanto na eficiência na prestação dos serviços (FEIGENBAUM e TEEPLES, 1983; BYRNES, GROSSKOPF e HAYES, 1986; BHARRACHARYYA, PARKER e RAFFIEE, 1994; ESTACHE e ROSSI, 2002; ESTACHE e TRUJILLO, 2003; RENZETTI e DUPONT, 2003; FARIA, SOUZA e MOREIRA, 2005; SOUZA, FARIA e MOREIRA, 2007; FARIA *et al.*, 2007; ALENCAR FILHO, 2003; TUPPER e REZENDE, 2004).

O objetivo deste artigo é fazer um estudo comparativo da situação do saneamento básico nos municípios brasileiros que permita estimar o déficit relativo no País. Com o uso da Análise de Envoltória de Dados – DEA, é possível construir um único indicador (sintético), que permite indicar as localizações de maior déficit dos serviços, servindo de subsídio para a focalização das políticas públicas para o setor. Além disso, o trabalho aborda a existência de tendência à convergência na prestação de serviços entre as municipalidades brasileiras, por meio das matrizes de transição de Markov.

O diagnóstico dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, de forma separada, tem sido divulgado, desde 1995, pela Série Modernização do Programa do Setor Saneamento – MPSS, do Ministério das Cidades. São utilizados diversos indicadores e a localização do déficit é apresentada para água ou esgoto, separadamente. Assim, a principal contribuição do presente trabalho, portanto, é fornecer

um indicador sintético sobre o tema e verificar a sua tendência de longo prazo.

No Brasil, a metodologia tem sido aplicada em diversas áreas, principalmente no setor público e em instituições sem fins lucrativos<sup>4</sup>. A aplicação do DEA como medida de eficiência dos prestadores de serviços do setor saneamento no Brasil é recente, mas já estão publicados trabalhos com o uso do método. Castro (2003) testou o método no setor saneamento. Carmo e Távora Júnior (2003) e Tupper e Rezende (2004) avaliaram a eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras, de âmbito regional – CESB's.

Este trabalho está dividido em cinco partes, incluindo esta introdução. A segunda seção descreve a metodologia empregada neste estudo: Análise de Envoltória de Dados (DEA), para a estimação dos déficits relativos, e as matrizes de transição de Markov, aplicadas na análise de convergência. Na terceira seção, encontram-se a caracterização do banco de dados, as fontes e as razões para a escolha das variáveis de demanda (*inputs*) e de oferta (*outputs*). A quarta parte traz os resultados, agrupados por Estados, Regiões e Brasil, e as respectivas análises. Finalmente, a quinta e última seção resume as principais conclusões do estudo.

## II METODOLOGIA

### 2.1 Análise de envoltória de dados - DEA

A análise de envoltória de dados (DEA) é uma metodologia que tem sido usada para estimar a eficiência de unidades produtivas, ou seja, de entidades que usam recursos, ou insumos, para obter determinados resultados ou produtos. Trata-se de uma abordagem baseada em técnicas de programação

---

<sup>4</sup> Alguns exemplos são Paiva e Lima (1999), no setor de transporte; Gasparini e Ramos (2004) na área de saúde; e Gasparini e Ramos (2003), em educação.

linear, que permite lidar com a utilização de insumos e produtos múltiplos e que não impõe qualquer forma funcional *a priori* para a fronteira a ser estimada. Por ser uma metodologia bastante flexível, tem sido empregada nas mais diversas aplicações, envolvendo desde escolas públicas até bancos privados<sup>5</sup>.

As análises de eficiência tiveram como marco inicial o trabalho de Farrel (1957). Posteriormente, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) fizeram uma extensão daquele estudo voltada para as escolas públicas americanas e propuseram um modelo que visava reduzir os gastos com os *inputs* sem alterar a produção, ou seja, uma avaliação voltada para insumos. Surge então o primeiro modelo denominado DEA que, dada a suposição de retornos constantes de escala, passou a ser denominado DEA-CRS, em referência a *Constant Returns of Scale*, ou simplesmente como DEA-CCR, em homenagem aos autores.

A formulação do modelo básico CCR, considerando a existência de “S” unidades a serem avaliadas, utilizando “K” variados *inputs* (x) para produzir “M” diferentes *outputs* (y), pode ser representada como se segue:

$$\underset{u,v}{\text{Max}} h_0 \equiv \frac{\sum_{m=1}^M u_m y_{0m}}{\sum_{k=1}^K v_k x_{0k}} \quad (1)$$

s.a.

$$\frac{\sum_{m=1}^M u_m y_{sm}}{\sum_{k=1}^K v_k x_{sk}} \leq 1, \quad s = 1, \dots, 0, \dots, S$$

---

<sup>5</sup> Bowlin (1998), Seiford e Thrall (1990) e Gattoufi *et al.* (2004) fornecem várias indicações bibliográficas de trabalhos que usam essa metodologia.

O modelo DEA-CCR aceita que o máximo valor obtido seja o da unidade mais eficiente e o mínimo seja zero. O que importa não são os valores absolutos de  $h$ , mas os valores relativos, fazendo com que a unidade mais eficiente receba o escore 1, ou 100%, e sirva de padrão comparativo para as demais unidades.

O problema anterior é fracionário e qualquer múltiplo de uma de suas soluções ótimas é também uma solução ótima. Para se linearizar o problema anterior e obter uma medida única de eficiência orientada para *outputs*, impõe-se a seguinte condição adicional:

$$\sum_{m=1}^M u_m y_{0m} = 1 \quad (2)$$

Com isso, temos a seguinte formulação linear:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{u,v} h_0 &= 1 / \sum_{k=1}^K v_k x_{0k} \\ \text{s.a.} \\ \sum_{m=1}^M u_m y_{0m} &= 1 \\ \sum_{m=1}^M u_m y_{sm} - \sum_{k=1}^K v_k x_{sk} &\leq 0, \quad s = 1, \dots, S \\ u_m &> 0 \quad m = 1, \dots, M \\ v_k &> 0 \quad k = 1, \dots, K \end{aligned} \quad (3)$$

Bankers, Charnes e Cooper (1984), por sua vez, propuseram um modelo que considera retornos variáveis de escala, permitindo que sejam constantes, crescentes ou decrescentes e denominaram DEA-VRS (*Variable Returns of Scale*) ou DEA-BCC, seguindo as iniciais dos autores. Assim,

para admitir tecnologias com retornos variáveis, basta incluir a seguinte restrição ao problema CCR linear (3):

$$\sum_{s=1}^S \lambda_s = 1 \quad (4)$$

Entre as vantagens do método DEA no presente estudo, destaca-se o fato de que o mesmo permite a utilização de múltiplos insumos (necessidades) e múltiplos produtos (oferta)<sup>6</sup>. Por ser um método não-paramétrico, não requer a imposição de uma forma funcional para a fronteira. Além disso, esse método possibilita uma análise comparativa, onde cada município, Unidade Tomadora de Decisão - DMU, ao ser avaliado, é comparado à melhor prática observada entre os demais.

Por fim, é importante destacar que o método DEA é bastante sensível à presença de observações atípicas (*outliers*), que podem servir, indevidamente, de comparação para todo o conjunto de observações e propiciar grandes distorções na construção da fronteira da eficiência. Assim, para assegurar a comparabilidade do universo de municípios, é de grande relevância o uso de método adicional para corrigir as discrepâncias porventura existentes. São conhecidos diversos métodos que permitem a identificação dos *outliers*, a exemplo da combinação de Bootstrap e Jackknife, utilizado por Sousa e Stosic (2002).

Neste trabalho, calculou-se a média e o desvio padrão de todas as observações de cada município e considerou-se como *outliers* aqueles que estivessem a dois desvios padrões abaixo ou acima da média. Entretanto, destaca-se que as Unidades Tomadoras de Decisão, mesmo sendo classificadas atípicas –

---

<sup>6</sup> A esse respeito ver Seiford e Thrall (1990) e Souza (2001).

*outliers* - foram também avaliadas, deixando apenas de integrar a fronteira eficiente para evitar distorções.

## 2.2 Fronteira de melhor disponibilidade relativa para mesmas necessidades

Neste trabalho, é utilizada a abordagem proposta por Puig-Junoy (1999) na aplicação do método DEA, onde se estima uma *fronteira da melhor disponibilidade dos serviços frente às necessidades da população*. Para isso, é necessário considerar um conjunto de variáveis que reflitam as necessidades e o atendimento dos serviços. Ter a melhor disponibilidade relativa de serviços prestados (oferta) significa estar na fronteira, ao passo que as ofertas insuficientes, ou níveis de atendimento inferiores, podem ser identificados por meio do distanciamento destes em relação àquela.

Formalmente, admite-se que os municípios brasileiros são caracterizados por um conjunto de necessidades, aqui designadas por “*n*”, e por um conjunto de disponibilidades de serviços de saneamento básico, denominados por “*k*”. Utiliza-se o subscrito “*i*” ( $i = 1, 2, 3 \dots, I$ ) para indicar o *município*, o subscrito “*l*” ( $l = 1, 2, 3, \dots, L$ ) para cada uma das necessidades e “*j*” ( $j = 1, 2, 3 \dots, J$ ) para denominar os serviços de saneamento básico disponíveis à população. Assim, para cada município “*i*” existem *L* necessidades a serem atendidas ( $n_i = n_{i1}, n_{i2}, n_{i3}, \dots, n_{iL}$ ) e *J* serviços disponíveis  $k_i = (k_{i1}, k_{i2}, k_{i3}, \dots, k_{iJ})$ . Um índice *Z* de eficiência pode ser obtido para um município particular “*0*”,  $Z_0$ , com vetor de recursos e necessidades  $(n_0, k_0)$ , a partir do seguinte problema de programação linear<sup>7</sup>:

$$Z_0(n, k) = \underset{\phi, \lambda}{Max} \phi$$

---

<sup>7</sup> Essa formulação corresponde ao modelo BCC - Banker, Charnes e Cooper (1984), com orientação para *outputs*.

Sujeito a:

$$-n_{0l} + \sum_{i=1}^I n_{il} \lambda_i \leq 0 \quad l=1, \dots, L \quad (5)$$

$$\phi k_{0j} - \sum_{i=1}^j k_{ij} \lambda_i \leq 0 \quad j=1, \dots, J$$

$$\sum_{i=1}^I \lambda_i = 1, \quad \lambda_i \geq 0$$

O resultado  $Z_i = I$  significa que o município  $i$  está localizado na fronteira de melhor disponibilidade de serviços para mesmas necessidades ( $Z = 1$  é condição necessária, mas não suficiente, para a eficiência: adicionalmente, a soma das variáveis de folga deve ser igual a zero para que o município pertença à fronteira). Por outro lado,  $Z_i > I$  indica a proporção em que o vetor de disponibilidades  $k_i$  deveria ser aumentado para atingir a fronteira, ou seja, para obter serviços equivalentes ao município com mais disponibilidade e mesmas necessidades. Para fins de apresentação, será apresentado adiante o inverso do índice ( $1/Z$ ), que indica o *grau de cobertura* dos serviços.

O modelo utilizado neste trabalho será orientado para *outputs* e supõe rendimentos variáveis de escala. A orientação para o atendimento dos serviços se deve ao objetivo do trabalho, que é alcançar melhores índices de atendimento dos serviços. A escolha pelos rendimentos variáveis de escala tem como fundamento as inúmeras diferenças de porte, de população e de condições financeiras dos municípios brasileiros.

### 2.3 Análise de Convergência

A análise de convergência dos indicadores de eficiência do serviço de esgotamento sanitário baseia-se em uma

representação interna de uma cadeia de Markov. Uma cadeia de Markov é um processo estocástico no qual a probabilidade  $p_{ij}$  de uma variável aleatória  $X_t$  estar no estado  $j$  no tempo  $t+1$  depende apenas desta variável estar no estado  $i$  no  $t$ , não importando em que estado ela tenha estado em tempos anteriores.<sup>8</sup> Em outras palavras, é um processo semelhante a um *random walk* simples<sup>9</sup>. Formalmente, tem-se a seguinte representação para um processo markoviano:

$$P(X_t = j | X_0 = i_0, X_1 = i_1, \dots, X_{t-1} = i_{t-1}) = P(X_t = j | X_{t-1} = i_{t-1}) \quad (6)$$

Considerando este processo como invariante em relação ao tempo, tem-se que a cadeia de Markov pode ser determinada por uma Matriz de Transição linha estocástica (F):

$$F = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{N1} & p_{N2} & \dots & p_{NN} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Onde  $p_{ij} \geq 0$  e  $\sum_{j=1}^N p_{ij} = 1$ , ou seja,  $p$  é um número igual a

zero ou positivo e o somatório das probabilidades de cada linha é igual a 1. A matriz de transição mostrada resume todas as  $N^2$  transições de probabilidade  $p_{ij}$  ( $i, j=1, \dots, N$ ) e uma distribuição inicial  $h_0 = (h_{10} h_{20} \dots h_{N0})$   $\sum_j h_{j0} = 1$  que descreve as probabilidades iniciais de vários estágios. Na presente análise, a probabilidade  $p_{ij}$  é a probabilidade de um município que estava em um determinado estrato de eficiência (quartil) em 2000 em relação a um estrato igual ou diferente em 2002.

---

<sup>8</sup> Ver Bickenback e Bode, 2003

<sup>9</sup> Ver Kallenberg, 1997 e Pôrto Jr. e Ribeiro, 2003.

Um processo estocástico é invariante no tempo, logo a matriz F pode ser usada para descrever o comportamento da distribuição dos municípios ao longo do tempo de acordo com os quintis de eficiência. A metodologia de Quah (1993) propõe, primeiramente, ajustar a matriz de transição e depois determinar o vetor que determina os quintis de eficiência de longo prazo ou vetor de estado estacionário. A hipótese de estacionariedade da matriz F é testada multiplicando ela por ela mesma várias vezes e verificando se o resultado converge para valores constantes. Esse teste assume que a matriz de transição é estacionária e obedece a um processo ergódico.<sup>10</sup> Após o teste verifica-se se a distribuição limite é unimodal, deste modo a hipótese de convergência é aceita. Em outras palavras, quando a distribuição for unimodal todos os municípios tendem a convergir para um único valor.

### **III BASE DE DADOS**

Como o objetivo do trabalho é estimar a fronteira de melhor disponibilidade dos serviços de abastecimento de água e esgoto para o país como um todo, decidiu-se por trabalhar com a maior quantidade possível de municípios, para que se pudesse representar da melhor forma, tanto pelo lado da oferta (atendimento) como pelo lado da demanda (necessidades), o perfil das distintas localidades brasileiras.

Foram feitas coletas em dois bancos de dados: o DATASUS, do Ministério da Saúde, e o SISDEM, da Secretaria do Tesouro Nacional. Ambos os sistemas trabalham com quase a totalidade dos municípios brasileiros, entretanto utilizam métodos de coleta e de consolidação distintos, fazendo com que não exista o mesmo elenco de dados para a totalidade dos municípios. Assim, nem todas as unidades puderam ser

---

<sup>10</sup> Quah, 1993.

avaliadas. Ao eliminar municípios com dados inexistentes num ou noutro banco de dados, para uma ou mais variáveis escolhidas, o universo de estudo tornou-se menor que o total de municípios do país, porém em quantidade bastante significativa. Ainda usando o mesmo critério, optou-se por trabalhar com três anos separadamente, abrangendo o período de 2000 a 2002.

A escolha por estes dois bancos de dados se deu, principalmente, pela maior abrangência de unidades. Em outros bancos de dados, como por exemplo, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, os dados disponíveis mostraram-se insuficientes para a análise, devido à pouca representatividade do total de municípios brasileiros e da respectiva população a ser estudada. Para servir como variáveis que permitam medir a disponibilidade máxima de atendimento dos serviços frente às necessidades da população, considerando os dados disponíveis, foram então escolhidas quatro variáveis de *input* (demanda) e quatro indicadores de produtos (oferta de serviços).

Em cada um dos anos, isoladamente, foram analisadas quantidades distintas de municípios: 4.070 em 2000, 4.693 em 2001 e 4.694 em 2002. Assim, chega-se a um total médio em torno de 4.500 municípios com dados analisados nos três anos, 2000, 2001 e 2002, correspondentes a cerca de 80% do total de municípios brasileiros. A partir da identificação dos *outliers*, foram excluídos da definição da tecnologia 348 municípios em 2000, 283 em 2001 e 504 em 2002<sup>11</sup>.

Por necessidade (demanda) foi considerado, inicialmente, o número total de famílias dos municípios, ou seja, a população total potencial a ser atendida. A segunda variável de demanda é o número de domicílios sem rede de abastecimento de água ou poço artesiano. São residências que contam apenas com água de chuva, de carro-pipa ou apanhada em fonte pública,

---

<sup>11</sup> Destaca-se que todas as capitais brasileiras não demarcam a fronteira, por serem atípicas.

poço ou bica fora do domicílio ou peridomicílio. A terceira variável de demanda considerada refere-se aos domicílios que não contam com rede coletora de esgoto ou fossas sépticas, isto é, o esgoto corre a céu aberto. São aquelas residências onde não há destino para as fezes e urina que são jogados nos quintais, ruas ou riachos. Apesar da importância, não está incluída como necessidade neste estudo a (in) existência do tratamento de esgotos, devido à precariedade dos dados neste quesito.

Finalmente, como quarta variável de demanda, foi considerada o inverso da Cota Parte do ICMS recebida pelos municípios, anualmente. A renda do município, aqui medida pela Cota-Parte do ICMS, mais especificamente o seu inverso (ausência de renda), revela várias carências tais como: instrução, acesso a alimentos saudáveis, higiene, etc.<sup>12</sup>

Como variáveis de oferta foram considerados: o atendimento à população com o abastecimento residencial de água, ou seja, o número de domicílios que contam com abastecimento de água por rede pública ou poços artesianos e com coleta de esgotos (fezes e urina), por meio de rede pública ou fossas sépticas. O conceito de atendimento, neste trabalho, levou em consideração a disponibilidade de água potável na própria residência, uma vez que o abastecimento por rede pública é de água potável.

Em síntese, foram as seguintes as variáveis escolhidas:

### *INPUTS*

- FAM – Número total de famílias do município;
- SAG – Número de domicílios sem abastecimento de água ou poço artesiano;

---

<sup>12</sup> Na base de dados da STN (BRASIL, 2006b, c), de 2002, não foram encontrados dados de Salvador. Por se tratar de capital de valor expressivo de Cota Parte do ICMS, utilizou-se a variação dos dados de 2000 para 2001 como sendo a mesma de 2001 para 2002 e feito o cálculo do valor da Cota-Parte do ano de 2002.

- SESG – Número de domicílios com esgoto a céu aberto;
- ICMS – Inverso da Cota Parte do ICMS recebidos pelos municípios.

### *OUTPUTS*

- ABRED – Número de domicílios com abastecimento de água por rede pública;
- ABPOC – Número de domicílios com abastecimento de água por poço artesiano no domicílio;
- ESGRED – Número de domicílios com rede coletora de esgoto;
- ESGFOS – Número de domicílios com fossas sépticas.

A principal vantagem do indicador obtido pelo método DEA é que este abrange os dois serviços e ainda engloba um conjunto de necessidades, ou seja, a identificação do déficit é mais abrangente e trata o saneamento básico numa dimensão mais ampla do que o simples índice de cobertura.

## **IV RESULTADOS**

### **4.1 Melhor disponibilidade relativa de serviços de saneamento básico**

A melhor disponibilidade relativa de serviços de saneamento básico para os municípios brasileiros corresponde à solução do problema de maximização apresentado na Equação (5), utilizando os dados de cada município. Os municípios eficientes são aqueles que apresentam escore 1,00 - equivalente a 100%, demarcando a fronteira da melhor disponibilidade relativa. A diferença dos percentuais estimados em relação à fronteira representa o quanto cada município necessitaria elevar a prestação dos serviços para atender às necessidades de saneamento básico, aqui definidas pelas variáveis de *inputs*. Isto é, dá a medida do esforço necessário, em cada município, para

ampliar os *outputs* para se obter a melhor disponibilidade relativa de serviços.

Para fins de apresentação dos resultados, a melhor disponibilidade relativa foi agrupada para cada Estado e Região e refere-se à média ponderada pelo número total de famílias da respectiva área geográfica. A Tabela 2 traz os dados consolidados do Brasil e também os percentuais de cobertura de água e esgoto.

Tabela 2 – Brasil : Municípios avaliados e resultados agregados

Especificação	2000	2001	2002
Quantidade total de municípios	5560	5560	5560
Quantidade de municípios analisados	4070 (73%)	4688 (84%)	4704 (85%)
Quantidade de <i>outliers</i>	348	283	504
Municípios eficientes (na fronteira)	469	644	668
Melhor disponibilidade relativa ponderada	95,37	95,68	97,27
Estado com menor disponibilidade relativa	PB (76,06)	TO (88,53)	RS (95,04)
Menor percentual de atendimento dos serviços			
Água: 76,1%			
Esgoto: 40,0%			

Fonte: Elaboração própria

Em termos de país, foram analisados, em média, mais de 80% dos municípios brasileiros e a melhor disponibilidade relativa ponderada pouco mudou de 2000 para 2001, mas melhorou em 2002. Destaca-se que os percentuais de atendimento à população, tanto de serviços de abastecimento de água quanto de esgotamento sanitário ainda são baixos, em particular, o percentual de atendimento de coleta de esgoto.

A Tabela 3 apresenta os escores médios estaduais, regionais e do país, ponderados pela quantidade total de famílias de cada estado, região e do país. Tem-se, ainda, o número de municípios eficientes e o número total de municípios por estado, região e para o Brasil. Numa visão global, houve melhoria crescente do acesso em praticamente todos os estados, de um ano para o outro. Em 2000, observa-se a melhor disponibilidade de acesso dos serviços no estado de São Paulo (98,6%) e o menor percentual na Paraíba (76,06%). Entretanto, no ano de 2001, a melhor e a pior disponibilidade ocorrem nos estados de Rio Grande do Sul (99,91%) e Tocantins (88,53%), respectivamente. Em 2002, novamente, os Estados com menor e melhor disponibilidade não se repetem e observa-se, agora, maior e menor percentual nos estados do Espírito Santo e Rio Grande do Sul, respectivamente, com os percentuais de 99,98% e 95,04%. Em termos gerais, a melhoria crescente é observável nos percentuais de maior e menor disponibilidade relativa dos serviços de saneamento apresentados na Tabela 3.

São observadas, em 2000 e 2001, reduções do acesso de um ano para o outro, ou seja, mudanças em sentido inverso, nos seguintes estados: Amapá, São Paulo, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Quando comparado o ano de 2002 com 2001, porém, apenas o estado de SP apresenta menor disponibilidade relativa de acesso aos serviços.

Em termos regionais, também se observam variações de um ano para outro. Em 2000, o menor escore médio ponderado está na Região Nordeste, seguida pelas Regiões Norte, Sul, Centro-Oeste e Sudeste. A menor disponibilidade relativa se verifica no Nordeste e a melhor no Sudeste. Observa-se que a Região Sul apresentou percentual de disponibilidade relativa dos serviços menor que a do Centro-Oeste, o que merece um estudo mais aprofundado das razões que justifiquem.

Tabela 3 – Brasil : Disponibilidade relativa dos serviços de saneamento básico, segundo regiões e estados (2000-2002)

UF/Região	2000			2001			2002		
	<i>Escore %</i>	Nº Munic. Efic.	Nº Total Munic	<i>Escore %</i>	Nº Munic. Efic.	Nº Total Munic.	<i>Escore %</i>	Nº Munic. Efic.	Nº Total Munic
Norte	92.00	59	333	96.24	58	398	97.90	67	393
RO	96.43	13	50	97.03	11	48	97.87	16	47
AC	93.32	2	16	96.18	2	18	97.58	2	19
AM	90.66	3	46	97.51	5	56	98.23	2	56
RR	92.58	1	10	93.28	2	10	97.96	1	10
PA	93.91	30	98	97.85	27	126	98.51	32	119
AP	96.97	2	9	95.96	1	13	98.76	2	11
TO	84.26	8	104	88.53	10	127	95.35	12	131
Nordeste	84.27	114	1568	96.05	99	1665	97.64	92	1602
MA	87.96	20	156	96.38	19	172	97.96	17	155
PI	77.09	5	188	89.11	7	213	99.95	5	204
CE	87.17	31	167	97.96	23	184	98.55	26	173
RN	84.57	5	144	94.04	4	153	96.72	3	150

PB	76.06	5	199	92.53	10	206	95.86	5	210
PE	85.12	19	164	97.88	13	173	98.47	13	167
AL	84.04	4	94	96.22	4	102	97.43	4	99
SE	89.84	5	69	97.12	5	70	98.05	5	72
BA	83.68	20	387	96.60	14	392	97.74	14	372
Sudeste	96.44	181	988	96.51	277	1216	97.62	290	1256
MG	93.55	52	500	95.58	97	652	97.03	89	679
ES	97.30	13	64	97.86	11	74	99.98	10	77
RJ	98.35	17	79	98.18	24	83	98.72	23	81
SP	98.60	99	345	96.87	145	407	97.82	168	419
Sul	94.95	75	869	94.67	146	1002	96.61	154	1028
PR	96.70	50	343	96.35	84	373	97.10	84	361
SC	95.20	13	189	94.85	28	255	97.28	30	273
RS	92.24	12	337	99.91	34	374	95.04	40	394
C-Oeste	95.37	40	312	95.68	64	407	97.27	65	425
MS	98.12	6	60	97.26	7	72	98.03	8	74
MT	95.44	18	105	95.18	19	117	96.90	20	117
GO	93.83	16	147	95.21	38	218	97.10	37	234
Brasil	96.36	469	4070	95.93	644	4688	97.48	668	4704

Fonte: Elaboração própria

Os indicadores de desenvolvimento socioeconômico dessas Regiões não sustentam tal resultado. O escore médio dos estados de RO, AP, AC e PA, todos da Região Norte, são semelhantes aos das Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Isto pode estar relacionado ao fato de que os dados de saneamento básico da Região Norte cobrem apenas a população urbana, diferentemente dos dados das demais regiões, os quais se referem à população total – urbana e rural – dos municípios. Dada a característica peculiar da Região Norte, sugere-se também um estudo específico sobre o saneamento na Região.

No Gráfico 1 observa-se que, ao longo do período analisado, houve melhoria em todas as Regiões. A maior variação positiva do escore médio regional está na Região Nordeste, onde se verifica uma elevação significativa no percentual de disponibilidade dos serviços em 2001, quando comparado a 2000.

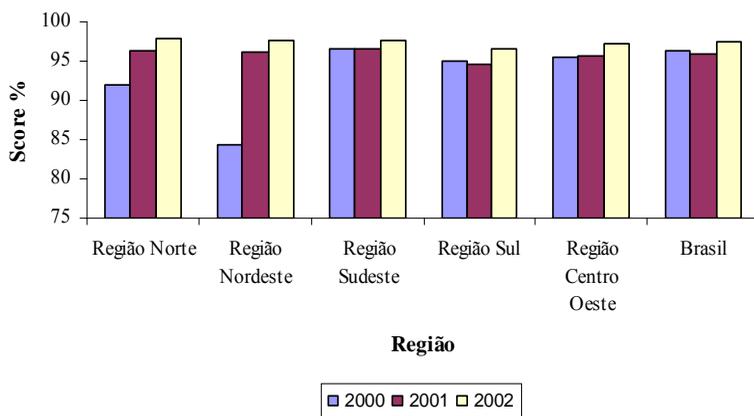


Gráfico 1 – Disponibilidade relativa de saneamento básico por Região no período 2000-2002

Fonte: Elaboração própria

Em relação às demais regiões, é uma mudança que requer um estudo mais detalhado das razões que justifiquem tal elevação, pois não houve nenhuma variação significativa, da ordem de dez pontos percentuais, nos indicadores socioeconômicos da região.

Na Região Norte as melhorias observadas são menos acentuadas e, no período, as taxas de variação são semelhantes e pequenas, menores que quatro pontos percentuais. Nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste observam-se estabilizações nos dois primeiros anos e pequena melhoria em 2002. A Região Sul é a única a apresentar variação negativa em 2001 quando comparada com 2000, o que causa surpresa e requer aprofundamento da análise, buscando outros indicadores e dados da Região.

Ainda com os dados da Tabela 3 é possível uma breve análise da quantidade de municípios eficientes, aqueles com disponibilidade de 100% em cada um dos estados. Independente da quantidade de municípios existentes em cada estado, é possível verificar a concentração de municípios com melhor disponibilidade nas Regiões Sudeste e Sul, em particular em Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Tal resultado coincide com os estados que sediam as três mais importantes empresas estaduais de saneamento básico do país, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA; a Companhia de Saneamento Básico de São Paulo - SABESP, e a Companhia de Saneamento Básico do Paraná – SANEPAR.

Em termos regionais, no ano de 2002, o número de municípios eficientes em relação ao total de municípios nas diversas regiões é semelhante ao do ano de 2001. No período estudado observa-se maior semelhança nos resultados de 2001 e 2002. Na Região Norte, observa-se que o estado de Tocantins apresenta a menor disponibilidade relativa nos três anos. Esse resultado coincide com o menor percentual de atendimento dos serviços de esgoto naquele estado. Nos três anos analisados

houve melhoria crescente no percentual de melhor disponibilidade relativa ponderada da região.

No Nordeste, o Estado da Paraíba teve o menor percentual de disponibilidade relativa, nos anos de 2000 e 2002. Em 2001, este percentual é observado no estado do PI. Este também é o estado que apresentou o menor percentual de atendimento à população com os serviços de esgoto. Houve, no período, uma redução da quantidade de municípios eficientes, mas uma melhoria significativa na disponibilidade de acesso aos serviços.

A Região Sudeste conta com um número crescente e elevado de municípios eficientes, ou seja, aqueles com disponibilidade relativa ponderada de 100%.

Considerando a Região Sul, os melhores percentuais de disponibilidade relativa ponderada encontram-se no estado do Paraná, com exceção de 2001, onde a melhor cobertura está no Rio Grande do Sul. No estado de Santa Catarina, no ano de 2001, está o menor atendimento à população aos serviços de saneamento básico. Na Região, a disponibilidade de acesso se mantém em cerca de 95%, em 2000 e 2001, e se eleva para 96,61%, em 2002.

Na Região Centro-Oeste, observa-se que o estado do Mato Grosso apresenta a menor disponibilidade relativa dos serviços de saneamento básico nos anos de 2001 e 2002. A disponibilidade relativa de acesso aos serviços da Região é crescente no período analisado.

A Tabela 4 traz os 20 piores municípios, isto é, aqueles que apresentaram as mais baixas disponibilidades relativas de toda a amostra. Ao analisar esses municípios, observa-se que, em sua grande maioria, estão localizados nos estados das Regiões Norte e Nordeste. Porém, podem ser encontrados municípios dos estados do Tocantins, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, respectivamente.

Tabela 4 - Escore dos 20 piores municípios

Nº	2000			2001			2002		
	UF	Escore	Nº Famílias	UF	Escore	Nº Famílias	UF	Escore	Nº Famílias
1	PI	27,47%	1.564	MA	16,89%	1.254	BA	33,72%	4.238
2	PE	27,10%	3.025	PI	16,83%	1.173	AM	33,16%	2.208
3	PI	26,90%	6.864	PI	16,50%	1.122	AL	32,91%	3.805
4	MA	25,42%	1.325	PI	15,97%	1.716	PI	32,74%	1.122
5	PI	23,59%	1.693	BA	15,69%	2.138	BA	32,50%	6.375
6	PB	22,44%	815	PB	14,64%	536	PI	32,46%	1.060
7	PB	21,80%	679	BA	14,63%	1.821	PB	32,05%	805
8	PI	21,49%	856	PA	14,34%	2.096	MG	30,98%	933
9	TO	18,98%	1.214	PI	14,17%	1.328	BA	30,23%	1.897
10	PI	18,01%	869	PB	13,55%	585	PI	29,08%	1.366
11	BA	17,20%	1.525	PE	12,45%	2.746	PI	28,15%	1.716
12	PB	17,19%	2.614	PI	12,26%	850	PI	23,57%	1.923
13	PI	15,58%	1.681	PB	10,84%	2.016	PA	22,15%	3.652
14	PI	13,50%	1.348	MG	10,43%	264	PI	16,34%	1.218
15	PB	13,02%	1.898	PI	9,42%	2.082	PB	16,07%	2.028
16	PI	12,01%	1.187	PI	9,35%	1.351	PI	14,99%	1.495
17	PI	9,93%	2.039	PI	8,69%	1.212	PI	14,26%	2.082
18	CE	7,75%	4.331	TO	5,48%	27.612	PE	13,83%	2.643
19	PI	3,88%	1.074	PI	4,92%	1.121	RS	12,26%	4.415
20	PB	1,52%	393	PI	2,42%	1.090	PI	4,79%	1.148

Fonte: Elaboração própria

Quase todos os municípios apontados como os de piores disponibilidades relativas dos serviços de saneamento básico, de forma similar aos melhores, são pouco populosos. Seguindo o mesmo critério de cálculo de pessoas atendidas, são municípios de até 42.000 habitantes. À exceção do município de Araguaína-TO, que apresenta cerca de 28.000 famílias, aproximadamente 170.000 pessoas. O esforço necessário para que a disponibilidade relativa dos serviços, nesses municípios, se aproxime da fronteira chega a quase 100%, como é o caso do município de São José de Caiana-PB que, em 2000, apresentou uma disponibilidade relativa ponderada de apenas 1,52%. No ano de 2002, observa-se melhora importante, mesmo nos 20 piores municípios, apresentando, o pior deles, um *score* de 4,79% - Várzea Branca, no PI.

## 4.2 Análise de convergência

A partir dos dados e resultados apresentados, percebe-se que o esforço necessário para a universalização no atendimento à população dos municípios brasileiros, com os serviços de saneamento básico, ainda é significativo. Isso vale tanto se considerados os índices de cobertura dos serviços de água e esgoto, como em termos de melhor disponibilidade relativa de acesso aos serviços, conforme calculado neste estudo. No entanto, os dados mostram também a redução dos déficits relativos e uma tendência à melhoria dos Estados e Regiões entre os anos de 2000 e 2002. Para verificar essa questão de forma mais consistente, fez-se uso de matrizes de convergência de Markov.

Os 3.674 escores de eficiência cujos municípios estiveram presentes nos três anos da amostra foram divididos em cinco quintis de cobertura de serviços de saneamento, tendo como referência o ano 2000. Na tabela 5, pode-se ver que houve uma redução na quantidade dos municípios nos três primeiros

quintis de atendimento relativo. Vale ressaltar que o ordenamento é dos municípios de menor para os de maior cobertura. O quintil 1 do ano 2000 representa os 735 municípios (20% da amostra) menos servidos por saneamento e o quintil 5 os 20% de maior atendimento dos serviços. Segundo os mesmos parâmetros do ano de 2000, a quantidade de municípios na primeira faixa reduziu-se de 735 para 272, em 2002. Já no último quintil, houve um aumento de 734 para 1797.

Tabela 5 - Frequência por quintis de cobertura e de estado estacionário (2000 – 2002)

Ano	2000		2002		Estado Estacionário
	Frequência	%	Frequência	%	
1	735	20,00	272	7,40	0,60
2	735	20,00	275	7,50	0,65
3	735	20,00	533	14,51	3,50
4	735	20,00	797	21,70	9,10
5	734	20,00	1797	48,90	86,15
Total	3674	100,00	3674	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria

Na Tabela 6 são apresentadas as estatísticas por quintil no ano inicial e final analisados. Vale observar o aumento da média dos escores de cobertura e a redução do desvio padrão para quase todos os quintis. O maior desvio padrão é o do primeiro quintil nos dois anos e a menor no último.

Tabela 6 - Estatística por quintil de eficiência (2000-2002)

Ano	2000		2002	
Quintis	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
1	0,556	0,121	0,571	0,123
2	0,774	0,035	0,778	0,034
3	0,882	0,027	0,893	0,028
4	0,958	0,016	0,965	0,013
5	0,997	0,005	0,997	0,004

Fonte: Elaboração própria

Na Tabela 7 é apresentada a matriz de transição de quintis por escores de cobertura. A matriz F é composta por percentuais de transição entre diferentes quintis de atendimento do ano de 2002 em relação ao ano de 2000. As informações da primeira coluna sugerem, primeiramente, que 34,8% dos municípios que estavam no primeiro quintil em 2000 permaneceram em 2002, 25,4% migraram para o segundo quintil de atendimento, 20,4% passaram para o terceiro quintil, 11,8% para o quarto quintil e 7,5% para o último e mais elevado nível de cobertura dos serviços de saneamento.

Tabela 7 - Matriz de Transição Markoviana de Eficiência

						Total
	0,348	0,254	0,204	0,118	0,075	1,00
	0,011	0,099	0,313	0,302	0,275	1,00
F =	0,007	0,012	0,162	0,385	0,434	1,00
	0,000	0,004	0,022	0,212	0,762	1,00
	0,004	0,004	0,024	0,067	0,899	1,00

Fonte: Elaboração própria

A diagonal principal da matriz F é a medida de persistência quanto à permanência dos municípios do mesmo

quartil de cobertura. Apenas o primeiro e último quartil apresentam percentuais maiores do que os demais valores na mesma linha. Este resultado sugere uma alta mobilidade dos municípios quanto à mudança de quintis de déficits relativos. Neste contexto, vale observar que a probabilidade dos municípios irem para quintis de cobertura superior é bem maior que a de caírem para um quartil inferior. Ainda, vale destacar a alta probabilidade de permanência no mesmo quartil apresentada no nível de cobertura mais elevado, o 5º quartil.

No tocante à análise de estado estacionário, os resultados sugerem (ver Tabela 5) que, no longo prazo, os municípios em sua grande maioria se concentrem no quartil mais elevado de eficiência, ou seja, o quinto. Em outras palavras, existe uma tendência unimodal de longo prazo de que aproximadamente 86% dos municípios brasileiros apresentem escores de eficiência próximos a 1.

## V CONCLUSÕES

Esse estudo estimou a fronteira de melhor disponibilidade relativa dos serviços de saneamento nos municípios brasileiros com o uso da Análise de Envoltória de Dados – DEA (*Data Envelopment Analysis*), o que permitiu representar o déficit relativo de saneamento básico no país a partir da consideração de mais de uma dimensão. Com isso, considerou-se, por meio de um único indicador sintético, as necessidades de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e ainda o nível de renda dos municípios, cotejados com o nível de necessidades relativas apresentadas por cada municipalidade.

A fronteira da melhor disponibilidade relativa dos serviços de saneamento representa os municípios que apresentam escore 1,00 – o equivalente a 100% de disponibilidade relativa. É importante ressaltar, no entanto, que

isto não significa 100% de cobertura dos serviços e sim a melhor oferta relativa disponível. Assim, ao traçar a fronteira de melhor disponibilidade e encontrar um indicador sintético para o déficit daqueles serviços, o estudo possibilita identificar os principais focos de necessidades, onde devem ser intensificadas as aplicações de políticas no setor, de forma a reduzir as eventuais desigualdades.

Foram analisados cerca de 4.500 municípios em cada um dos três anos considerados (2000, 2001 e 2002), dos quais 1.135 foram considerados atípicos, 1.781 eficientes – ou com a melhor cobertura relativa - e 1.584 localizados abaixo da fronteira e, portando, apresentando déficit relativo, isto é, possuem disponibilidade de serviços insuficiente para suas necessidades. Os resultados da estimação mostram forte disparidade entre os municípios avaliados, com coberturas relativas indo de 0,001% a 100%. A oferta média dos serviços nos estados variou de 76,06% (PB em 2000) a 99,98% (ES em 2002). A média do país foi de 96,36%, em 2000, caindo para 95,93%, em 2001, e voltando a elevar-se para 97,48%, em 2002.

Inicialmente, a Região Nordeste se destacou negativamente, pela necessidade do maior esforço para melhorar o atendimento de sua população. Seus estados apresentaram os menores escores médios do país nos anos de 2000 e 2001. Entretanto, em 2002 supera a Região Sul e se aproxima das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Observa-se também que, no período analisado, houve melhoria em todas as regiões.

A tendência à convergência, sugerida pela melhoria de resultados mostrada no parágrafo anterior, foi então explicitamente testada por meio da construção de uma matriz de transição de Markov. Foram considerados 3.674 municípios que estiveram presentes nos três anos da amostra. Os resultados mostraram que, de fato, há uma tendência, no longo prazo, dos municípios se concentrarem nos níveis mais elevados de cobertura. Em outras palavras, os resultados sugerem que existe

uma tendência unimodal de longo prazo de que aproximadamente 86% dos municípios apresentem escores de eficiência próximos a 1. Isso revela que, em certa medida, as políticas públicas no Brasil têm sido bem sucedidas em melhorar a oferta de serviços de saneamento no país e promover o maior equilíbrio entre suas municipalidades.

Apesar dessa tendência, é prudente destacar que ainda é significativo o esforço necessário para a universalização no atendimento à população dos municípios brasileiros com os serviços de saneamento básico, cujos níveis de cobertura não ultrapassam 76,1% e 40,0% em água e esgoto, respectivamente. A desejável universalização pode partir de políticas focalizadas que permitam um crescimento da oferta relativa com uma redução das necessidades de forma equitativa. Os resultados deste estudo, portanto, demonstram que é possível identificar a disparidade nos níveis de acesso aos serviços, estejam estes próximos ou distantes da universalização. Essa informação pode representar melhoria nas condições de infraestrutura do Brasil, trazendo desenvolvimento econômico com redução das desigualdades.

É importante também destacar que o presente trabalho pode ser desdobrado em várias direções. Em primeiro lugar, pode-se incrementar tanto a base de dados utilizada como incorporar novas possibilidades metodológicas. Além disso, o estudo não faz distinção para o tipo de prestador de serviços, uma vez que estes não são uniformes no país: na maioria dos estados a prestação dos serviços é feita predominantemente pelas Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB's), mas a prestação de serviços não é para água e esgoto, necessariamente, e os serviços locais públicos e privados também não são, em geral, para ambos os serviços. Como as variáveis estudadas são de água e esgoto, tanto na demanda como na oferta, uma comparação dos resultados por tipo de prestador de serviço não parece adequada. Estudos posteriores

podem analisar a melhor disponibilidade de cada serviço independentemente e então verificar qual o perfil do prestador de serviço. A partir daí, seria possível, por exemplo, avaliar qual o papel dos estados e municípios, bem como dos entes públicos e privados, na política de saneamento básico e quais os melhores índices de cobertura de cada um deles.

Finalmente, espera-se que a metodologia utilizada neste trabalho ajude a desenhar indicadores capazes de sinalizar os maiores déficits relativos de serviços de saneamento básico e a subsidiar políticas que priorizem as áreas de maior carência. Em outras palavras, uma política voltada para as maiores necessidades pode ser uma estratégia interessante para atingir a desejável universalização.

## REFERÊNCIAS

ABICALIL, M. T. Uma nova agenda para o saneamento. In: BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. – SEDU/PR. *O pensamento do setor saneamento no Brasil: perspectivas futuras*. Brasília: Ministério das Cidades, 2002. (Série Modernização do Setor Saneamento, v. 16). p. 115.

ALENCAR FILHO, F. M. *Avaliação de desempenho das companhias de saneamento básico na concepção da criação de valor*. 2003. 111 f. Dissertação (Mestrado em Economia de Empresas) - Universidade Católica de Brasília, UCB. Brasília, DF, 2003.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID. Departamento de Desarrollo Sostenible. Las metas del Milenio y las necesidades de inversión en América Latina y el Caribe. In: Conferencia Internacional “Financiación de los servicios de agua y saneamiento: opciones y condicionantes, 2003, Washington, D.C. *Anais...* Washington, D.C.: BID, 2003.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale. *European Journal of Operational Research*, n. 2, p. 429-444, 1978.

\_\_\_\_\_. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v.30, n.9, p. 1078-1092, 1984.

BHATTACHARYYA, A.; PARKER, E.; RAFFIEE, K. An examination of the effects of ownership on the relative efficiency of public and private water utilities. *Land Economics*, v. 70, p. 197-209, may 1994.

BICKENBACH, Frank; BODE, Eckhardt. Markov or not Markov- This should be a question. *Working paper Kiel Institute of World Economics*, December, 2001.

BOWLIN, W. F. Measuring Performance: an Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *The Journal of Cost Analysis & Management*, Fall, p. 3-27. 1998.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Tesouro Nacional. *Estados e municípios: documentos relacionados: receitas e despesas dos municípios 2000 e 2001*. Disponível em: <[http://www.stn.fazenda.gov.br/estados\\_municipios/index.asp](http://www.stn.fazenda.gov.br/estados_municipios/index.asp)>. Acesso em: 10 out. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. *Informações de saúde: demográficas e socioeconômicas: saneamento: notas técnicas*. Disponível em: <<http://w3.datasus.gov.br/datasus/datasus.php?area=359A1B379C6D0E0F359G23HIJd6L26M0N&VInclude=../site/infsaude.php&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/aag>>. Acesso em: 10 out. 2006.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa de Modernização do Setor Saneamento II. *Dimensionamento das necessidades de investimento para universalização dos serviços de*

*abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgotos sanitários no Brasil*. Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa de Modernização do Setor Saneamento II. *Visão geral da prestação dos serviços de água e esgotos – 2002: um extrato do diagnóstico dos serviços de água e esgotos*. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Política Urbana./IPEA. Projeto Modernização do Setor Saneamento. *Demanda, oferta e necessidades dos serviços de saneamento*. Brasília, 1995. (Série Modernização do Setor Saneamento, v. 4).

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa nacional por amostras de domicílios 1996*. Brasília, 1996. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad1996/>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa nacional por amostras de domicílios 2003*. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2003/>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa nacional por amostras de domicílios 2004*. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2004/>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *População: atlas de saneamento*. Disponível em: <

[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/pdfs/mappag17.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/pdfs/mappag17.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2007.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. – SEDU/PR. *O pensamento do setor saneamento no Brasil: perspectivas futuras*. Brasília: Ministério das Cidades, 2002. (Série Modernização do Setor Saneamento, v. 16).

BYNERS, P. S.; GROSSKOPF, S.; HAYES, K. Efficiency and ownership: further evidence. *Review of Economics and Statistics*, v. 68, n. 2, p. 337-41, 1986.

CAMARGO, A.; SANTOS, M. R. M. Universalização do saneamento: por uma gestão eficiente dos recursos escassos. In: BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. – SEDU/PR. *O pensamento do setor saneamento no Brasil: perspectivas futuras*. Brasília: Ministério das Cidades, 2002. (Série Modernização do Setor Saneamento, v. 16). p. 62.

CARMO, C. M.; TÁVORA JUNIOR., J. L. *Avaliação da eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando a metodologia DEA*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

CASTRO, C. E. T. *Avaliação da eficiência gerencial de empresas de água e esgotos brasileiros por meio da envoltória de dados (DEA)*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2003.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. L. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, n. 2, p. 429-444, 1978.

CHARNES, A. et al. *Data envelopment analysis: theory, methodology and applications*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1994.

COELLI, T. *A guide to DEAP Version 2.1: a data envelopment analysis (Computer) program*. Armindale, Australian: CEPA, 1996. (Working Paper 96/08).

CUNHA, P. F. F. *Potencial dos indicadores de desempenho no setor saneamento básico: estudo de caso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal Fluminense, Niterói: UFF, 1999. Department of Economics and Business. Health and Economics Research Centre (CRES). Universitat

ESTACHE, A.; ROSSI, M. How different is the efficiency of public and private water companies in Asia? *The World Bank Economic Review*, v.16, n. 1, p. 139-148, 2002.

ESTACHE, A.; TRUJILLO, L. *Efficiency effects of "privatization" in Argentina's water and sanitation services*. Washington, DC: World Bank., 2003.

FARIA, R. C. et al. Descentralização ou regionalização? Uma avaliação de performance do setor de saneamento. *Revista Econômica do Nordeste - REN*, Fortaleza, v. 38, n. 1, jan-mar. 2007.

FARIA, R. C.; FARIA, S. A.; MOREIRA, T. B. S. A privatização no setor de saneamento tem melhorado a performance dos serviços? *Revista Planejamento e Políticas Públicas*, v.28, p. 1-15, 2006.

FARIA, R. C.; NOGUEIRA, J. M.; MUELLER, B. P. Políticas de precificação do setor saneamento urbano no Brasil: as evidências do equilíbrio de baixo nível. *Revista de Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 35, p.481-518, jul.-set. 2005.

\_\_\_\_\_. *Pricing water and sewage services in urban áreas: evidences of low level equilibrium in a developing economy.* Brasília: Department of Economic. University of Brasília, 2002. Workin Paper, 248.

FARIA, R. C.; SOUZA, G. S.; MOREIRA, T. B. S. Public versus private water utilities: empirical evidence for Brazilian Companies. *Economics Bulletin*, v. 8, n. 2, p.1-7, 2005.

FARIA, S. A.; FARIA, R. C.; MOTTA, J. A. *A instabilidade da performance dos serviços de saneamento no Brasil.* Brasília: IPEA, 2003. v. 26, p. 115-140.

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 120, part III, p. 253-278, 1957.

FEIGENBAUM, S.; TEEPLES. R. Public versus private water delivery: a hedonic cost approach. *The Revies of Economics and Statistics*, v. 65, p. 672-78, 1983.

FINGLINTON, Bernard. Specification and testing of Marko chain models: an application to convergence in the European Union. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 59, 3, (1997).

GASPARINI, C. E.; RAMOS, F. S. Efetividade e eficiência no ensino médio brasileiro. *Economia Aplicada*, v.7, n. 2, p. 389-411, 2003.

\_\_\_\_\_. Relative deficit of health services in Braziliam States. *Braziliam Review of Econometrics*, v. 24, n. 1, may 2004.

GATTOUFI, S., ORAL, M., REISMAN, A. Data envelopment analysis literature: a bibliography update (1951–2001). *Socio-Economic Planning Sciences*, 38, 159–229. 2004.

HELLER, L. *Environemental determinants of infectious and parasitic diseases.* Belo Horizonte: Departamento de

Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

\_\_\_\_\_. *Saneamento e saúde*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 1997. cap.4, p. 20-23.

HUTTON, G.; HALLER, L. *Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation improvements at the global level*. Geneva: World Health Organization, 2004.

MOREIRA, T. *Saneamento básico: desafios e oportunidades*. Rio de Janeiro: BNDES, 2002. (Texto para discussão).

MOTTA, R. S.; MOREIRA, A. R. B. *Eficiência e regulação no setor saneamento no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA, 2005. (Texto para Discussão, n. 1.059).

NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral das Nações Unidas. *Declaração do Milênio*. Genebra, 2000.

PAIVA JUNIOR, H.; LIMA JUNIOR, O. F. Avaliação de desempenho de sistemas e serviços de transportes utilizando a abordagem integrada DEA/AHP. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 12, 1999. **Anais...** São Paulo: ANPET, 1999. v.1 p. 288-297.

PARLATORE, A. C. *Privatização do setor de saneamento no Brasil*. São Paulo: Conduto Engenharia, 1999. (Texto para discussão).

PENA, D. E.; ABICALIL, M. T. *Saneamento: os desafios do setor e a política nacional de saneamento*. Brasília, [s.n.], 1997. (Texto para Discussão) POBREZA e fome: objetivo 1: erradicar a extrema pobreza e a fome. Porto Alegre: UFRGS; Belo Horizonte: PUC Minas / IDHS, 2004. p. 739.

PÔRTO JÚNIOR, S. e RIBEIRO, E. P. Dinâmica espacial da renda *per capita* e crescimento entre os municípios da região nordeste do Brasil – uma análise markoviana. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 34, nº 3, jul-set. 2003.

PUIG-JUNOY, J. *Radial measures of public services deficit for regional allocation of public funds*. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra, 1999. (Working paper, n. 439).

QUAH, Danny. Empirical cross-section Dynamics in Economic Growth. *LSE Working Paper*, november, 1993.

RENZETTI, S.; DUPONT, D. *Ownership and performance of water utilities*. Canada: Greenleaf Publishing Brack University, 2003.

SEIFORD, L. M.; THRALL, R. M. Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of Econometrics*, n. 46, p. 7-38, 1990.

SILVA, A. C. M. *Análise da eficiência das instituições financeiras brasileiras, segundo a metodologia do data envelopment analysis (DEA)*. Dissertação (Mestrado em Administração). Rio de Janeiro. UFRJ/COPPEAD, 2000.

SILVA, P. H. K. S.; ALVES, R. F. F. *O Saneamento das águas no Brasil*. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana-SEPURB, 1997.