

## Análise da eficiência técnica da prestação dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos nos municípios paraibanos

### RESUMO

Com o advento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010, o Poder Público tem na gestão integrada de resíduos sólidos um de seus maiores desafios. No estado da Paraíba, a repercussão da PNRS ainda não tem gerado intervenções reestruturantes na sua esfera e nos respectivos municípios. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência técnica dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos prestados nos municípios paraibanos no ano de 2014, através da metodologia não paramétrica Análise Envoltória de Dados (DEA), com base nos modelos DEA-C e DEA-V. Como etapa final da análise, é apresentada uma análise dos escores de eficiência oriundos da aplicação dos dois modelos utilizados. Conclui-se que a metodologia DEA se revela como uma excelente ferramenta de benchmarking para instituições públicas e privadas na avaliação de práticas de gestão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise Envoltória de Dados. Gestão pública. Paraíba.

**Lúcia Patrício de Souza Araújo**  
[luciapatricio@hotmail.com](mailto:luciapatricio@hotmail.com)  
Tribunal de Contas do Estado da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

**Adriano Nascimento da Paixão**  
[anpaixao@gmail.com](mailto:anpaixao@gmail.com)  
Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

**Márcia Cristina Silva Paixão**  
[marciapaixao2012@gmail.com](mailto:marciapaixao2012@gmail.com)  
Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A necessidade atual de se avaliar a gestão de recursos públicos, com vistas à promoção da melhoria da governança pública, vem sendo um tema constantemente abordado em meio acadêmico, em organismos de controle e nas demais instituições públicas em todas as esferas de governo. Dentre as diversas áreas de atuação da gestão pública (saúde, finanças, educação etc.) que têm demandado um controle mais efetivo por parte do próprio governo, tem-se o setor de saneamento, que engloba a temática de resíduos sólidos, trazendo questões sanitárias, financeiras, econômicas e sociais.

A prestação dos serviços de limpeza urbana no tocante à coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) tem representado um grande peso dentro do orçamento das prefeituras. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e do Tesouro Nacional, 5% do orçamento municipal é destinado a gastos com limpeza urbana. Apesar dessa relevância nas finanças, a qualidade desse serviço é avaliada pela sociedade somente em casos de indícios de gestão inadequada e, geralmente, em momentos de mudanças políticas (SELUR, 2016).

Nesse contexto, este estudo busca responder a seguinte pergunta: em que medida o desempenho da prestação dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos em municípios paraibanos tem se mostrado eficiente?<sup>i</sup>

A título de breve contextualização, deve ser ressaltado que a Lei Federal nº 12.305, sancionada em agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e trouxe prazo até o ano de 2014 para extinção dos lixões no País. Essa norma para o setor de resíduos sólidos, em conjunto com a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), a Lei Federal de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), a Política de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007), o Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/2001) e a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), constitui parte de uma estrutura regulatória reconhecida como necessária para nortear ações de gestão relacionadas ao meio ambiente, englobando a minimização dos impactos da geração dos resíduos sólidos. Ressalte-se, ainda, a inclusão da Lei Federal de Consórcio (Lei nº 11.107/2005), que entra nesse arcabouço regulatório como uma ferramenta para minimizar os dilemas da gestão ambiental.

Na esfera paraibana, com o objetivo de subsidiar o planejamento e a definição de melhores soluções integradas, tendo como base instrumentos contidos na PNRS, o governo elaborou o Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do estado da Paraíba (PGIRS/PB). O documento propõe intervenções no setor de resíduos sólidos tanto para o Estado quanto para os Municípios e apresenta, sendo este um diferencial positivo importante, modelos básicos para agrupamentos municipais da gestão de RSU configurados em 14 (quatorze) Regiões Geoadministrativa considerando dados de contingente populacional, estimativas da produção total diária de resíduos sólidos em cada município ou arranjo territorial proposto, para um espaço temporal de 20 (vinte) anos (2030). Por outro lado, ressalte que a ausência da formalidade legal da

referida peça dá menos força ao Plano frente aos gestores municipais, no sentido de tomarem efetivamente a orientação ali descrita como parâmetro.

Outro instrumento que se mostra pouco efetivo no estado da Paraíba é o Plano Estadual de Educação (PEE), instituído pela Lei nº 10.488/2015, após a PNRS e o Plano Nacional de Educação (PNE), este objeto da Lei nº 13.005/2014. Destaque-se que o PEE apresenta a META 18, voltada para a educação ambiental, e contempla a área de resíduos sólidos na Estratégia 18.1.

Constata-se que, de uma forma geral, normas foram implementadas no corpo legislativo do estado da Paraíba baseadas nos princípios da Lei nº 12.305/2010. Contudo, também como destacam Maia *et al.* (2015), o avanço na legislação ambiental não tem se refletido em redução de problemas causados pela gestão inadequada dos resíduos sólidos no Estado.

O objetivo geral deste estudo é avaliar a eficiência técnica da prestação dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos em municípios paraibanos no ano de 2014 com base na metodologia Análise Envoltória de Dados (DEA). Os objetivos específicos do estudo são: a) identificar e levantar dados disponibilizados pelas prefeituras paraibanas de indicadores de prestação de serviços de limpeza urbana; b) construir um banco de dados para uma amostra de municípios selecionados; c) identificar a relação dos indicadores considerados com variáveis que correspondam a insumos (*Input*) e produtos (*output*) em serviços de coleta de resíduos sólidos; d) aferir o nível de coerência dos dados relacionados com essas variáveis; e) calcular a fronteira de eficiência a partir da metodologia DEA, expondo os resultados em forma de escores e relacionando as unidades produtoras envolvidas.

## METODOLOGIA

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). O SNIS contém dados de prestação de serviços de Água e Esgotos desde 1995 e de manejo de Resíduos Sólidos Urbanos desde 2002, contudo, este trabalho utilizou os dados referentes ao ano de 2014.

Para efeito de aplicabilidade da metodologia DEA, os indicadores de insumos (*Inputs*) escolhidos dentre os dados existentes no portal foram (dados coletados no módulo SNIS-RS): IN006 - Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana (R\$/hab); IN019 - Taxa de empregados (coletadores + motoristas) na coleta (RDO + RPU) em relação à população urbana (empreg/1000 hab); e IN023 - Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU) (R\$/t). Já o indicador de produto (*output*) escolhido foi a IN021 - Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana (Kg/hab/dia).

Em 2014, o Sistema apresentou informações de 160 municípios paraibanos dos 223 existentes na ordem jurídica. No que tange aos indicadores escolhidos como *Input* e *output*, apenas 41 disponibilizaram informações, condição esta que definiu amostra de municípios considerada.

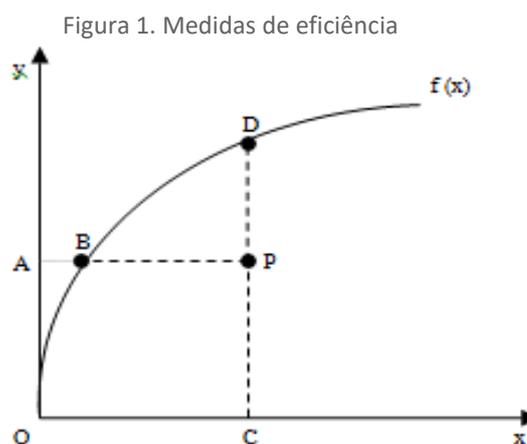
Foram aplicados os modelos DEA-C e o DEA-V, utilizando-se o software Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD), versão 3.0, com base em Meza *et al.* (2005).

## Análise de eficiência

Lovell (1992) define a eficiência de uma unidade produtiva como sendo a razão entre os valores alcançados e os valores ótimos entre insumos ou produtos. Por conseguinte, pode ser entendido como a razão entre o produto real e o produto esperado ou a razão entre o insumo esperado e o insumo real.

A avaliação da eficiência das unidades produtivas pode ser realizada a partir do grau de proximidade das fronteiras em que elas estejam operando. Sendo as fronteiras determinadas, o distanciamento entre os planos de produção observados e a fronteira pode servir como medida da eficiência (ou ineficiência) das empresas (GASPARINI, 2003).

Em suas explicações, Gasparini (2003) considera uma firma que usa apenas um fator de produção  $x$  para obter um único produto  $y$ , conforme ilustração na Figura 1. A curva  $f(x)$  representa uma função de produção, ou seja, a quantidade máxima de produto ( $y$ ) que uma unidade perfeitamente eficiente poderia obter a partir da utilização dos insumos ( $x$ ). Portanto, essa curva representa a fronteira tecnológica ou eficiente.



Fonte: Adaptado de Gasparini (2003).

O centro da análise poderia estar delineado para a proporção em que a geração do produto poderia ser aumentada sem alterar a utilização de insumos. Nessa perspectiva, a medida de eficiência estaria voltada para o produto. Na orientação para produtos, procura-se alcançar a maior quantidade possível de bens e serviços com base em uma dada utilização de recursos. “Uma firma seria dita ineficiente, então, se fosse tecnicamente possível aumentar algum produto sem aumentar os insumos utilizados e sem diminuir qualquer outro produto”, segundo Gasparini (2003, p. 24). Uma medida de eficiência poderia ser, conforme a Figura 1, definida a partir da razão  $CP/CD$ .

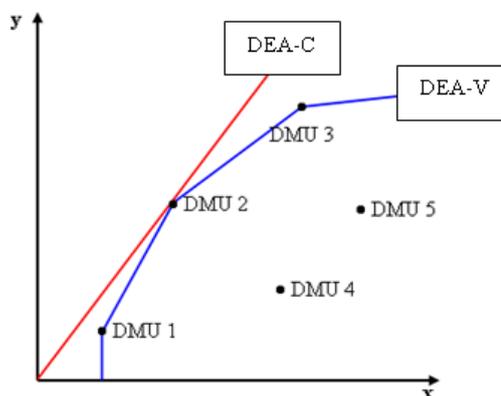
As principais formas utilizadas na determinação das fronteiras de produção, segundo Lima (2006), estão definidas nos métodos paramétricos e não-paramétricos. Este trabalho segue a abordagem não-paramétrica, tendo em vista estar mais voltado à estimação de fronteiras.

A abordagem não-paramétrica, a determinação da fronteira não está relacionada à definição a priori de uma função, mas sim levando em consideração as propriedades que o conjunto de produção deve satisfazer. Usualmente, a estimação é alcançada por meio de técnicas de programação linear (LIMA, 2006).

Na metodologia DEA, as firmas são consideradas unidades autônomas ou produtivas, ou seja, tomam decisões de forma individual e, então, passam a ser denominadas de Decision Making Unit (DMU), isto é, Unidades Tomadoras de Decisão. Elas realizam as mesmas tarefas e se distinguem pelas quantidades dos *Inputs* que consomem e do *output* que resulta desse consumo. Analisa-se individualmente cada unidade produtiva, ou seja, cada município, medindo sua eficiência em relação a todo o conjunto que está sendo avaliado.

Em síntese, como ressalta Carmo (2003), a metodologia DEA é composta de três etapas: seleção das DMUs, sendo os mesmos *Inputs* e *output* para as unidades produtivas; determinação dos *Inputs* e *output*, considerando que as variáveis que apresentam grande correlação com outras poderão ser excluídas, pois sua contribuição não tem grande influência; e aplicação do Modelo e Análise dos Resultados, momento em que se define, conforme a Figura 2, o tipo de retorno de escala (DEA-C, com retorno constante de escala; ou DEA-V, com retorno variável de escala) e o tipo de abordagem (orientada a *Input* ou *output*).

Figura 2. Fronteiras de eficiência nos modelos DEA-C e DEA-V



Fonte: Adaptado de Araújo *et al.* (2010).

Conforme já mencionado, existem duas formas básicas de uma unidade não eficiente tornar-se eficiente. A primeira é reduzindo os recursos, mantendo constantes os produtos (orientação a *Inputs*); a segunda é fazendo o inverso (orientação a *outputs*). Assim, uma DMU eficiente apresentará eficiência padrão igual a 1 e uma ineficiente apresentará menor que 1. Nesse contexto, considerando que a coleta de resíduos sólidos urbanos é um serviço público, a orientação a *Inputs* se mostra a mais adequada, tendo em vista que o poder público precisa fornecer um determinado nível de *output* utilizando uma menor quantidade de *Input* (minimizando os recursos).

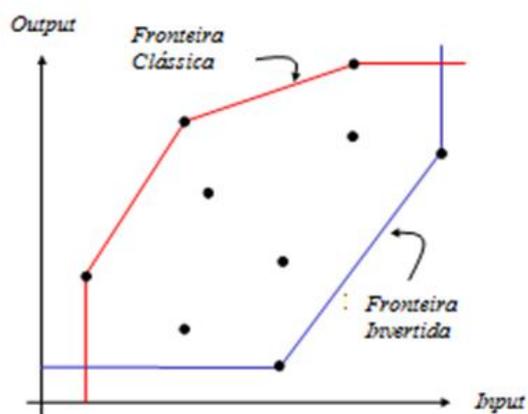
Contudo, segundo Araújo *et al.* (2010), é possível uma DMU apresentar uma falsa eficiência, tal ocorrência é chamada de baixa discriminação. Mesmo uma unidade pertencendo à fronteira de eficiência de outra, pode a primeira permanecer com sua produção diminuindo o nível de utilização de insumos, por exemplo. Assim, diz-se que a DMU apresenta uma folga em sua utilização de insumos. Conforme Mello *et al.* (2005), esse problema resulta de empates que ocorrem entre DMUs com 100% de eficiência.

A baixa discriminação pode ser resolvida a partir do uso do conceito de fronteira de eficiência inversa ou invertida. Mello *et al.* (2005) e Leta *et al.* (2005) entendem que a fronteira de eficiência inversa consiste em uma avaliação pessimista da eficiência das DMUs, sendo composta pelas mais ineficientes, ou

seja, com as piores práticas gerenciais. Na prática, faz-se a inversão dos *Inputs* para *outputs*. A Figura 3 mostra as fronteiras clássica e invertida para o caso DEA - V.

Como forma de contornar o problema da baixa discriminação, Leta *et al.* (2005) se respalda no conceito da eficiência composta, que consiste na média aritmética da eficiência segundo as óticas clássica e invertida, otimista e pessimista, respectivamente. Tais eficiências são oriundas das fronteiras DEA construídas, definindo-se um índice de eficiência normalizada, segundo Araújo *et al.* (2010), oriunda da razão da eficiência composta em relação ao maior índice de eficiência máxima.

Figura 3. Fronteira clássica e invertida no modelo DEA- V



Fonte: Adaptado de Mello *et al.* (2005).

### Estudos recentes com a metodologia DEA

O levantamento da literatura empírica nacional revelou uma quantidade expressiva de pesquisas envolvendo fronteiras de produção e eficiência produtiva em setores de serviços que envolvem recursos públicos, não tendo sido identificados, por outro lado, trabalhos voltados especificamente para a eficiência dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos.

Carmo (2003), por exemplo, faz uma avaliação da eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando a metodologia DEA. Apresenta o resultado da eficiência dessas unidades em forma de escores, focando a necessidade de se elevar a qualidade de vida dos brasileiros baseando-se na Política Nacional de Saneamento Básico, enquanto Araújo *et al.* (2010) enfoca a eficiência dos serviços de saneamento básico nos municípios do estado do Tocantins, associando a falta ou precariedade desses serviços às endemias de veiculação hídrica.

Por sua vez, Bayma (2011) investiga a eficiência de pecuária leiteira no estado do Acre. As 39 propriedades que serviram de amostra recebem tecnologias preconizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMPRABA) através do Projeto de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira do estado do Acre. Por fim, faz-se oportuno destacar que a análise de desempenho de produtividade também é aplicada no setor de energia elétrica. Pires (2008), por exemplo, traz o uso da ferramenta DEA envolvendo modelo simples, com dois insumos e dois produtos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos, com base nas variáveis colhidas do SNIS, são discutidos nesta seção em um conjunto de 20 municípios, precisamente sobre os índices dos dez municípios mais eficientes seguidos pelos dez menos eficientes, conforme Tabelas 1 e 2 que apresentam a eficiência padrão (clássica), a eficiência normalizada e as folgas das variáveis envolvidas.

A ordenação das unidades deu-se a partir da eficiência clássica, seguida da eficiência normalizada. Verifica-se, em relação ao modelo DEA-C, que apenas dois municípios se apresentaram eficientes; quanto ao DEA-V, nove foram considerados eficientes. Como previsto, o número de unidades eficientes foi menor no DEA-C. Tal efeito se dá por conta desse modelo apresentar hipóteses mais restritivas que o DEA-V, conforme já mencionado.

Como se pode observar, os municípios de Itapororoca e Salgado de São Félix se mostraram eficientes nos dois modelos. Chama a atenção Itapororoca, que foi o único município a apresentar a eficiência normalizada igual a 1. Todos os demais municípios apresentaram valores de eficiência normalizada inferiores a 1.

Tabela 1. Eficiências dos municípios paraibanos em ordem decrescente de Eficiência Clássica no DEA-C

DMU	Eficiência clássica	Eficiência normalizada	Insumo 1	Insumo 2	Insumo 3	Produto 1
			Despesa per capita com manejo de RSU (R\$/hab)	Taxa de empreg. na coleta (empreg/1000hab)	Custo unitário médio da coleta (R\$/t)	Massa coletada per capita (Kg/hab/dia)
			Folga para diminuir	Folga para diminuir	Folga para diminuir	Folga para aumentar
Itapororoca	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Salgado de São Félix	1,000000	0,990214	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Uiraúna	0,999676	0,998945	4,473358	0,000000	12,406940	0,000000
Cabedelo	0,971371	0,927058	79,706745	0,000000	76,160495	0,000000
Fagundes	0,933029	0,950197	19,847141	0,266695	0,000000	0,000000
Campina Grande	0,812995	0,841208	35,004278	0,000000	106,913054	0,000000
Patos	0,791878	0,859651	31,378934	0,000000	62,277411	0,000000
Sapé	0,677113	0,817685	19,450598	0,000000	49,396191	0,000000
Pirpirituba	0,579008	0,757978	28,695844	0,000000	5,846864	0,000000
Riachão do Poço	0,440595	0,683222	0,000000	0,000000	17,843630	0,000000
Boqueirão	0,079188	0,106543	1,086701	0,000000	15,994721	0,000000
Santa Helena	0,072884	0,244767	2,864437	0,000000	6,083233	0,000000
Aguiar	0,068646	0,214721	0,000000	0,000000	3,479692	0,000000
Mogéiro	0,057725	0,185030	0,000000	0,000000	7,923734	0,000000
Lucena	0,056996	0,192676	0,000000	0,000000	4,184741	0,000000
Nova Palmeira	0,056875	0,185605	0,873374	0,000000	8,983169	0,000000
Areia	0,055144	0,097138	0,000000	0,000000	8,583902	0,000000
São Francisco	0,053908	0,158592	0,000000	0,000000	15,118528	0,000000
Princesa Isabel	0,053593	0,032602	0,000000	0,000000	14,101087	0,000000
Araruna	0,051757	0,026378	6,047407	0,000000	14,110988	0,000000

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do SIAD.

Ficou identificado que os municípios que apresentam os piores escores de eficiência no DEA-C melhoraram suas classificações ordenadas no DEA-V. Contudo, apesar do aumento absoluto sobre o índice, São Francisco caiu duas casas na classificação no DEA-V, confirmando-se, assim, como uma referência de município ineficiente, por ter apresentado resultado negativo nos dois modelos DEA. Ressalte-se que o município, para que se torne eficiente, precisa diminuir e aumentar valores relacionados a insumos e produto, respectivamente, de acordo com as folgas expostas nas Tabelas 1 e 2. No caso de São Francisco, em relação ao modelo DEA-C, a intervenção seria na diminuição do custo unitário da coleta em R\$ 15,12/t, conforme Tabela 1; já no modelo DEA-V, seria na redução do mesmo insumo em R\$ 33,51, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Eficiências dos municípios paraibanos em ordem decrescente de Eficiência Clássica no DEA-V

DMU	Eficiência clássica	Eficiência normalizada	Insumo 1	Insumo 2	Insumo 3	Produto 1
			Despesa per capita com manejo de RSU (R\$/hab)	Taxa de empreg. na coleta (empreg/1000hab)	Custo unitário médio da coleta (R\$/t)	Massa coletada per capita (Kg/hab/dia)
			Folga para diminuir	Folga para diminuir	Folga para diminuir	Folga para aumentar
Itapororoca	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,591975
Uiraúna	1,000000	0,999941	0,000000	0,000000	0,000000	0,925579
Salgado de São Félix	1,000000	0,980688	0,000000	0,000000	0,000000	0,857106
Fagundes	1,000000	0,966121	0,000000	0,000000	0,000000	1,483978
Patos	1,000000	0,942895	0,000000	0,000000	0,000000	0,965385
Campina Grande	1,000000	0,899878	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Cabedelo	1,000000	0,884109	0,000000	0,000000	0,000000	1,445071
Bom Jesus	1,000000	0,537428	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Pombal	1,000000	0,537428	0,000000	0,000000	0,000000	1,102767
Riachão do Poço	0,808774	0,869124	0,000000	0,000000	26,874101	0,499120
Pedra Branca	0,201728	0,262498	0,000000	0,000000	16,665998	1,242084
São Mamede	0,200095	0,165637	0,000000	0,000000	0,000000	1,194799
Sobrado	0,193697	0,167662	0,000000	0,000000	21,192228	1,175561
Condado	0,184564	0,201242	0,000000	0,000000	10,682472	0,953450
Riacho de Santo Antônio	0,180890	0,212759	0,000000	0,000000	0,000000	1,038768
Lucena	0,177851	0,156772	0,000000	0,000000	4,174043	0,844154
Cajazeirinhas	0,176208	0,189961	2,582887	0,000000	0,000000	0,930372
Mãe D'Água	0,172807	0,109084	0,000000	0,000000	0,000000	0,075927
Aguiar	0,164439	0,091862	0,000000	0,000000	2,649048	0,879953
São Francisco	0,148339	0,079722	0,000000	0,000000	33,507043	0,000000

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do SIAD.

Constata-se que o modelo DEA-V apresenta resultados mais otimistas, ou seja, menos folgas para serem reduzidas nos recursos, bem como valores para maximizar a produção. Tal efeito se dá por conta desse modelo apresentar hipóteses menos restritivas que o DEA-C, conforme já mencionado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo avaliou a eficiência dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos em municípios paraibanos através da metodologia DEA. Tal objetivo é justificado pela necessidade de se avaliar a gestão de recursos públicos em um setor de grande importância na atualidade.

Chamou atenção o resultado do município de São Francisco. Considerando os piores índices de eficiência, a unidade foi a única da amostra paraibana a apresentar harmonia em seus escores, caracterizando-se como a pior situação encontrada na prestação dos serviços de coleta de RSU. Quanto à eficiência máxima, o destaque foi para Itapororoca, por também ter apresentado coerência nos seus resultados de eficiência, indicando ser o município com a melhor prática nos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos.

Como recomendação para futuros trabalhos, sugere-se a atualização contínua da análise aqui empreendida, observando-se dados mais recentes. Também se propõe um estudo de caso para os municípios de São Francisco e Itapororoca, associando-se variáveis explicativas aos resultados de escores encontrados (variáveis dependentes), com o fim de encontrar os fatores que influenciam os índices de eficiência relacionados aos serviços de limpeza urbana.

Considera-se que a contribuição deste estudo não se limitou à obtenção de uma lista de escores de eficiência com as respectivas análises, mas também de constatar e apresentar a metodologia DEA como uma ferramenta de benchmarking para instituições públicas e privadas no que concerne à avaliação de práticas de gestão.

# Analysis of the technical efficiency of the provision of urban solid waste collection services in the municipalities of Paraíba

## ABSTRACT

With the advent of the National Solid Waste Policy (NSWP), instituted by the law 12.305/2010, the Public Power has one of its greatest challenges in the integrated management of solid waste. In the state of Paraíba, the repercussion of the NSWP has not yet generated restructuring interventions in its sphere and in the respective municipalities. In this context, the objective of this paper is to evaluate the technical efficiency of the municipal solid waste collection services provided in the cities of Paraíba in 2014, using the non-parametric methodology Data Envelopment Analysis (DEA) and based on the DEA-C and DEA- V. As a final step of the study, an analysis of the efficiency scores from the application of the two models is presented. It is concluded that the DEA methodology is an excellent benchmarking tool for public and private institutions in the evaluation of management practices.

**KEYWORDS:** Data Envelopment Analysis. Public management. Paraíba.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. F. V.; LIMA, J. C. M.; PAIXÃO, A. N.; PICANÇO, A. P. Avaliação da eficiência dos serviços de saneamento básico no combate às endemias nos municípios do Estado do Tocantins. **Informe Gepec**, Toledo, v. 14, n.2, p. 166-181, jul./dez. 2010.

BAYMA, M. M. A. **Análise da eficiência da pecuária leiteira no Estado do Acre**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 23/07/2016.

CARMO, C. M. **Avaliação da eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando a metodologia DEA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

GASPARINI, C. E. **Provisão de serviços públicos no Brasil**: uma análise de aspectos sociais, técnicos e institucionais. Tese (Doutorado em Economia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

LIMA, C. M. **Avaliação de desempenho das unidades de distribuição de uma Diretoria Regional dos Correios utilizando a análise envoltória de dados (DEA)**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

LOVELL, C. A. K. Fronteiras de produção e eficiência produtiva. In: FRIED, H.O; LOVELL, C. A. K.; SCHIMIDT, S. S. (Eds.) **A Medida da Eficiência Produtiva**: técnicas e aplicações. Nova Iorque: Oxford University Press, 1993.

MAIA, H. J. L.; FREITAS, J. P.; ALENCAR, L. D.; CAVALCANTE, L. P. S.; BARBOSA, E. M. Legislação ambiental da Paraíba: contribuições à gestão integrada de resíduos sólidos. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 1, p. 14-19, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/15265/pdf>>. Acesso em: 28/07/2016.

MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; BIONDI NETO, L. Curso de Análise de Envoltória de Dados. In: XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 37, Gramado, 2005. Anais... Gramado: SBPO, 2005. p. 2521-2547. Disponível em: <[http://www.uff.br/decisao/sbpo2005\\_curso.pdf](http://www.uff.br/decisao/sbpo2005_curso.pdf)>. Acesso em: 24/07/2016.

MEZA, L. A.; BIONDI NETO, L.; MELLO, J. C. C. B. S.; GOMES, E. G. ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. *Pesquisa Operacional*, v. 25, (3), p. 493-503, 2005.

PARAÍBA. **Lei nº 10.488**, de 23 de junho de 2015. Aprova o Plano Estadual de Educação - PEE e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.al.pb.gov.br/leis-estaduais>>. Acesso em: 14/09/2016.

PIRES, M. A. A. **Análise da evolução da eficiência das empresas distribuidoras de energia elétrica no Brasil, após a reestruturação do setor, no período de 2001 a 2005**. 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SELUR. Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo. Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana para os municípios brasileiros (ISLU). Disponível em: <<http://www.selur.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2016/08/SELUR-ISLU-2016-ACESSIBILIZADO.pdf>>. Acesso em: 20/07/2016.

SINIR. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Disponível em: <<http://sinir.gov.br/web/guest/2.5-planos-municipais-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 07/08/2016.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do Manejo do Resíduos Sólidos Urbanos - 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>>. Acesso em: 02/08/2016.

<sup>i</sup> Este artigo é derivado de dissertação do Mestrado Profissional em Economia do Setor Público da autora principal, disponível em: <http://tce.pb.gov.br/publicacoes/dissertacoes-do-tce-1/analise-da-eficiencia-tecnica-de-prestacao-dos-servicos-de-coleta-de-residuos-solidos>. Acesso em: 31/03/2019.

**Recebido:** 19/03/2020

**Aprovado:** 09/04/2020

**DOI:** 10.3895/rts.v16n45.11799

**Como citar:** ARAUJO, L.P.S.; PAIXÃO, A.N.; PAIXÃO, M.C.S. Análise da eficiência técnica da prestação dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos nos municípios paraibanos. **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 16, n. 45, p. 260-271, out./dez., 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/11799>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

