



## DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.VIII-015>

Diogo Henrique Fernandes da Paz (\*), Maria Clara Mavia de Mendonça, Dayana Andrade de Freitas, Eduardo Antonio Maia Lins, José Mário de Lima Freire

### RESUMO

A utilização de indicadores de avaliação de desempenho de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos favorece a tomada de decisão por parte dos órgãos públicos, ao identificar e hierarquizar os principais problemas a serem solucionados, reduzindo assim os riscos socioambientais da área. Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver o Índice de Desempenho de Resíduos Sólidos (IDRS) para avaliar o desempenho dos municípios do estado de Pernambuco em relação ao Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (SGRSU), com base nos indicadores do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS). Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram obtidos dados relacionados ao serviço de gestão de resíduos sólidos fornecidos pelos municípios no SNIS. Foi analisada a evolução dos indicadores entre os anos de 2010 e 2020 no estado de Pernambuco. A partir da escolha dos indicadores, foram definidos os valores de referência, utilizando estatística descritiva para estabelecer valores de referência de benchmarking dos serviços de gerenciamento de res' dos prestadores de serviço. Após a definição do método, este foi aplicado e validado em todos os municípios do estado de Pernambuco que enviaram os dados para o SNIS 2020. Observou-se que o município de Ipojuca, localizado na Região Metropolitana do Recife e com população de 97.669 habitantes e Sertânia, localizado no Sertão do Moxotó, com população de 36.050 habitantes, ambos na faixa populacional 2 (30.001 a 100.000 habitantes, de acordo com o SNIS), obtiveram a melhor pontuação. Por outro lado, os municípios de Verdejante e Canaubeira da Penha não pontuaram no IDRS, ficando na última colocação do ranking. A partir dos resultados obtidos com o desenvolvimento e aplicação do IDRS, conclui-se que a metodologia permitiu identificar os municípios que possuem práticas de gestão dos resíduos sólidos urbanos mais exitosas, bem como alertar os municípios que possuem as piores práticas. Indicando assim o melhor caminho para tomada de decisão via políticas públicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos urbanos, sustentabilidade, performance

### ABSTRACT

The use of indicators for evaluating the performance of urban solid waste management systems favors decision-making by public companies, by identifying and ranking the main problems to be solved, thus reducing the socio-environmental risks in the area. This research aims to develop the Solid Waste Performance Index (IDRS) to evaluate the performance of municipalities in the state of Pernambuco in relation to the Urban Solid Waste Management System (SGRSU), based on indicators from the Sanitation National Information System (SNIS). For the development of this research, data related to the solid waste management service provided by the municipalities in the SNIS were obtained. The evolution of indicators between 2010 and 2020 in the state of Pernambuco was analyzed. Based on the choice of indicators, reference values were defined, using descriptive statistics to establish benchmarking reference values for water supply services provided by service providers. After defining the method, it was applied and validated in all municipalities in the state of Pernambuco that sent data to the SNIS 2020. It was observed that the municipality of Ipojuca, located in the Metropolitan Region of Recife and with a population of 97,669 inhabitants and Sertânia, located in the Sertão do Moxotó, with a population of 36,050 inhabitants, both in population group 2 (30,001 to 100,000 inhabitants, according to the SNIS), obtained the best score. On the other hand, the municipalities of Verdejante and Canaubeira da Penha did not score in the IDRS, remaining in last place in the ranking. From the results obtained with the development and application of the IDRS, it is concluded that the methodology allowed identifying the municipalities that have the most successful urban solid waste management practices, as well as alerting the municipalities that have the worst practices, Thus indicating the best way for decision-making via public policies.

**KEY WORDS:** Urban waste, sustainability, performance

### INTRODUÇÃO

A falta de saneamento básico ou a ineficiência da prestação desses serviços, contribui fortemente para a precariedade da saúde pública de um município (FERREIRA *et al.*, 2016). Com a implementação da Política Nacional de Saneamento,



Lei nº 11.445/2007, e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, a gestão dos serviços para a englobar o conjunto das atividades de planejamento, prestação dos serviços, regulação e fiscalização, acompanhadas por meio da participação e controle social (PEREIRA e HELLER, 2015).

Com a atualização do novo marco legal do saneamento, por meio da Lei nº 14.026/2020, há uma maior cobrança não apenas pela universalização dos serviços, mas também pela efetiva prestação, com qualidade e de modo a ser economicamente viável.

A utilização de indicadores de avaliação de desempenho de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos favorece a tomada de decisão por parte dos órgãos públicos, ao identificar e hierarquizar os principais problemas a serem solucionados, reduzindo assim os riscos socioambientais da área.

Os indicadores avaliam de forma quantitativa os aspectos particulares de desempenho de um prestador de serviço, como cobertura do serviço, eficiência e qualidade da infraestrutura e indicadores financeiros (TONIOLO, 2018).

Apesar da existência de diversas pesquisas relacionadas à proposição de indicadores e índices de avaliação de sistemas de gestão de resíduos sólidos (SANTIAGO e DIAS, 2012; PEREIRA *et al.*, 2018; SOUSA e SERRA, 2019), os métodos apresentados muitas vezes são de difícil obtenção e aplicação por parte dos órgãos públicos.

Neste sentido, é suma importância a proposição de um método que utilize indicadores já consolidados e de fácil acesso para avaliação do desempenho de municípios em relação à gestão de resíduos sólidos urbanos.

## OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver o Índice de Desempenho de Resíduos Sólidos (IDRS) para avaliar o desempenho dos municípios do estado de Pernambuco em relação ao Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (SGRSU), com base nos indicadores do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS).

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram obtidos dados relacionados ao serviço de gestão de resíduos sólidos fornecidos pelos municípios no SNIS. Foi analisada a evolução dos indicadores entre os anos de 2010 e 2020 no estado de Pernambuco.

O SNIS calcula atualmente 47 indicadores de resíduos sólidos (Figura 1), que são índices calculados por meio do cruzamento de pelo menos duas informações primárias dos campos de preenchimento fornecidas ao SNIS pelos prestadores de serviços. Os indicadores são divididos em indicadores gerais, indicadores sobre coleta de resíduos sólidos, indicadores sobre coleta seletiva de resíduos sólidos, indicadores sobre coleta de resíduos de saúde, indicadores sobre serviços de varrição, capina e poda.

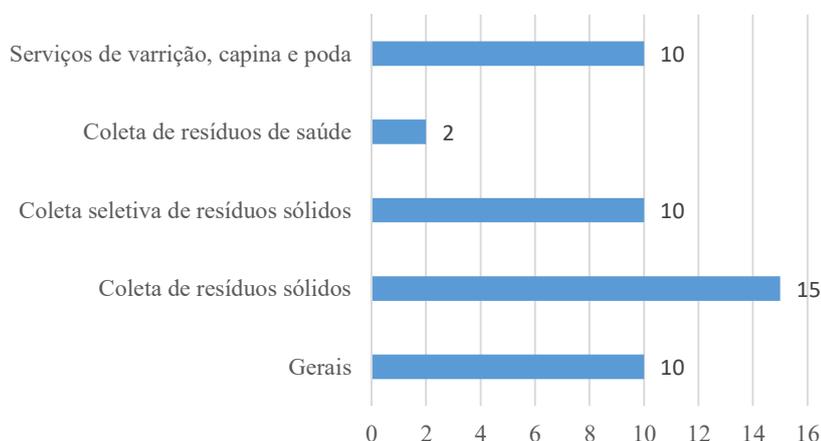


Figura 1: Indicadores de resíduos sólidos urbanos calculados pelo SNIS. Fonte: Autores do Trabalho.



O SNIS considera para análise seis faixas populacionais, utilizadas nesta pesquisa para o agrupamento dos municípios em relação ao porte.

Para a seleção dos indicadores a serem utilizados no IDRS, considerou-se aqueles considerados mais importantes para avaliação do desempenho dos SGRSU, bem como a disponibilidade do indicador no estado de Pernambuco.

A partir da escolha dos indicadores, foram definidos os valores de referência, adaptando-se o método utilizado por Pertel *et al.* (2015) e Bezerra *et al.* (2019), que utilizaram estatística descritiva para estabelecer valores de referência de benchmarking dos serviços de abastecimento de água dos prestadores de serviço.

Após a definição do método, este foi aplicado e validado em todos os municípios do estado de Pernambuco que enviaram os dados para o SNIS 2020.

## RESULTADOS

Dos 47 indicadores de resíduos sólidos monitorados pelo SNIS, foram selecionados 12 indicadores principais para aplicação do ranking, por serem passíveis de avaliação da adequabilidade do SGRSU, e possuírem dados de vários municípios do estado.

O Quadro 1 apresenta a lista de indicadores utilizados no IDRS.

**Quadro 1. Indicadores de resíduos sólidos urbanos utilizados no IDRS.**

Agrupamento	Código	Indicador	Unidade
Indicadores Gerais	IN005	Auto-suficiência financeira	%
	IN011	Receita arrecadada <i>per capita</i> com serviços de manejo	R\$/habitante
Indicadores sobre coleta de resíduos sólidos	IN015	Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à população total	%
	IN018	Produtividade média de coletadores e motorista	Kg/empregado x dia
	IN019	Taxa de motoristas e coletadores por habitante urbano	empreg./1000 hab
	IN028	Massa [RDO + RPU] coletada <i>per capita</i> em relação à população total atendida	Kg/(hab.x dia)
Indicadores sobre coleta seletiva de resíduos sólidos	IN030	Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação a pop. Urbana	%
	IN031	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduos domiciliares (RDO) e Resíduos Públicos (RPU)	%
Indicadores sobre serviços de varrição, capina e poda	IN044	Produtividade média dos varredores	Km / (empreg. x dia)
	IN045	Taxa de varredores por habitante urbano	Empreg./1000 hab
	IN048	Extensão total anual varrida <i>per capita</i>	Km / hab x ano)
	IN051	Taxa de capinadores por habitante urbano	empreg./1000 hab

Os valores de referência dos serviços foram estabelecidos com base no cálculo dos quartis Q1 (percentil p25), Q2 (percentil p50) e Q3 (percentil p75) da amostra de dados dos indicadores. Conforme aponta Bezerra et al. (2018),



quartis são “valores que dividem uma amostra em quatro grupos contendo, aproximadamente, a mesma quantidade de dados”. A partir do cálculo dos percentis, os municípios são enquadrados em quatro grupos, avaliando-se cada indicador individualmente:

- **Grupo I:** municípios com melhor desempenho: aqueles que apresentam desempenho superior a 75%;
- **Grupo II:** municípios que apresentam desempenho entre 50% e 75%;
- **Grupo III:** municípios que apresentam desempenho entre 25% e 50%;
- **Grupo IV:** municípios que apresentam desempenho abaixo de 25%.

A partir do enquadramento, os municípios recebem um *score* de 0 a 5 para cada indicador, que somando-se gera um ranking de desempenho do SGRSU, conforme apresenta a Tabela 1.

**Tabela 1. Score dos indicadores de resíduos sólidos**

Grupo	Parâmetro	Score do indicador
I	$IN > Q3$	5
II	$Q2 < IN < Q3$	3
III	$Q1 < IN < Q2$	1
IV	$IN < Q1$	0

A soma dos scores dos indicadores de cada agrupamento gera o IDRS, conforme apresenta a Equação 1.

$$IDRS = S_{ge} + S_{col} + S_{cs} + S_{vcp} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:  $S_{ge}$  é o *score* referente aos indicadores gerais;

$S_{col}$  é o *score* referente aos indicadores sobre coleta de resíduos sólidos;

$S_{cs}$  é o *score* referente aos indicadores sobre coleta seletiva de resíduos sólidos;

$S_{vcp}$  é o *score* referente aos indicadores sobre serviços de varrição, capinação e poda.

A Tabela 2 apresenta os valores de referência para cada indicador analisado, que serviu de parâmetro de definição dos scores.

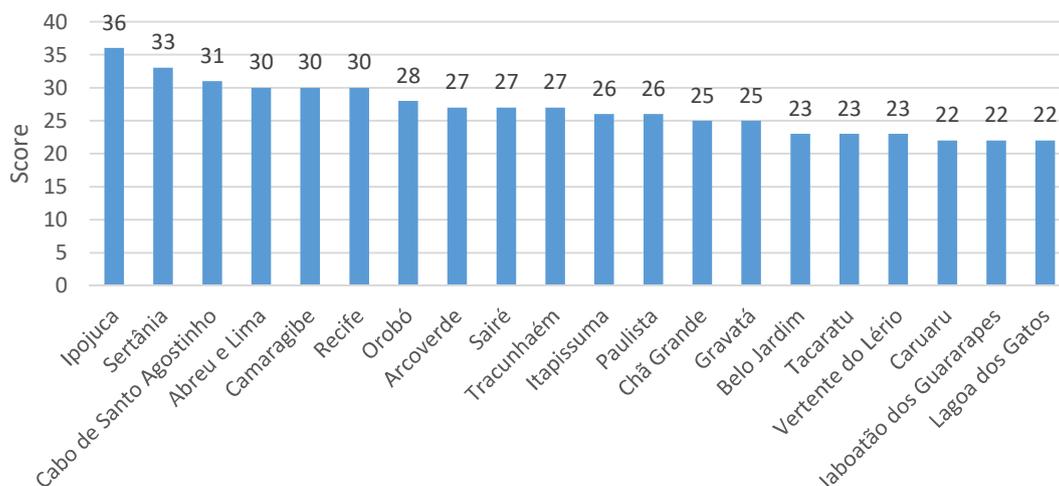


**Tabela 2. Indicadores de resíduos sólidos urbanos utilizados no IDRS.**

Indicador	Q1	Q3	Q3
Auto-suficiência financeira (%)	1,5	5,1	15,5
Receita arrecadada <i>per capita</i> com serviços de manejo (R\$/habitante)	1,1	3,2	26,4
Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à população total (%)	62,9	77,3	89,8
Produtividade média de coletadores e motorista (Kg/empregado x dia)	804,5	1466,5	2519,4
Taxa de motoristas e coletadores por habitante urbano (empreg./1000 hab)	0,42	0,70	1,04
Massa [RDO + RPU] coletada <i>per capita</i> em relação à população total atendida (Kg/(hab.x dia))	0,45	0,70	1,10
Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação a pop. Urbana (%)	8,24	29,6	47,5
Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU (%)	0,51	1,40	3,40
Produtividade média dos varredores (Km/empreg. x dia)	0,85	1,40	1,70
Taxa de varredores por habitante urbano (Empreg./1000 hab)	0,62	0,50	0,90
Extensão total anual varrida <i>per capita</i> (Km/hab x ano)	0,21	0,5	0,9
Taxa de capinadores por habitante urbano (empreg./1000 hab)	0,17	0,30	0,60

Para validação, a metodologia foi aplicada para gerar um *ranking* dos resíduos sólidos dos municípios do estado de Pernambuco a partir dos dados do SNIS 2020.

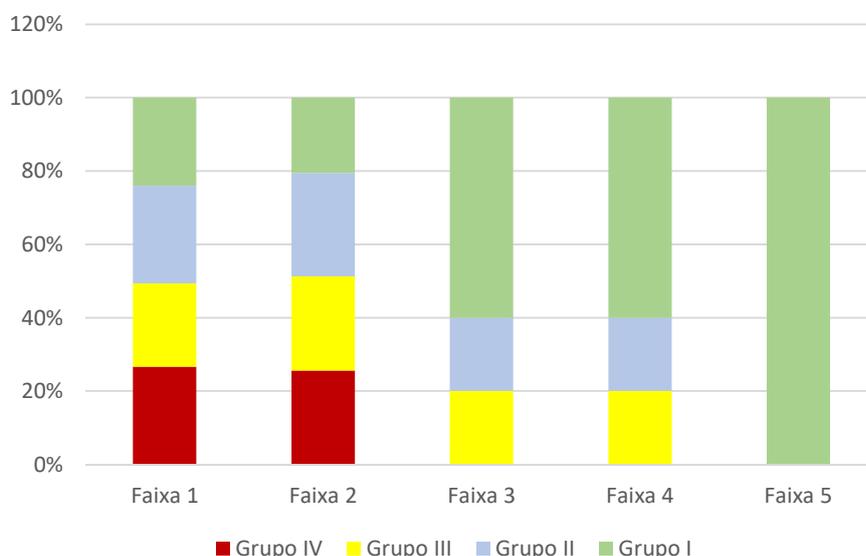
A Figura 2 apresenta o *ranking* dos 20 municípios com os melhores *benchmarking* em Pernambuco.



**Figura 2. Resultado do IDRS dos 20 municípios com melhor desempenho.**

Observa-se que o município de Ipojuca, localizado na Região Metropolitana do Recife e com população de 97.669 habitantes e Sertânia, localizado no Sertão do Moxotó, com população de 36.050 habitantes, ambos na faixa populacional 2 (30.001 a 100.000 habitantes, de acordo com o SNIS), obtiveram a melhor pontuação. Por outro lado, os municípios de Verdejante e Canaubeira da Penha não pontuaram no IDRS, ficando na última colocação do ranking.

Aplicando-se o mesmo método para classificar o score final de cada município em quatro categorias (Figura 3).



**Figura 3. Classificação dos municípios por faixa populacional**

Observa-se que todos os municípios do Grupo IV (pior desempenho) pertencem às faixas populacionais 1 e 2. A faixa 2 possui o menor percentual de municípios pertencentes ao Grupo I (melhor desempenho). Destaca-se que apenas a cidade do Recife pertence à faixa populacional 5.

## CONCLUSÕES

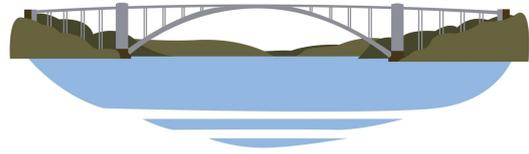
A partir dos resultados obtidos com o desenvolvimento e aplicação do IDRS, conclui-se que a metodologia permitiu identificar os municípios que possuem práticas de gestão dos resíduos sólidos urbanos mais exitosas, bem como alertar os municípios que possuem as piores práticas. Indicando assim o melhor caminho para tomada de decisão via políticas públicas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência de Pernambuco – IFPE pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bezerra, S. T. M., Pertel, M., MACÊDO, J.E.S. Avaliação do desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 3, p. 249-258, jul./set. 2019.
- Ferreira, P. S. F., Motta, P. C., Souza, T. C., Silva, T. P., Oliveira, J. F., Santos, A. S. P. Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira. **Revista Internacional de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 214-229. 2016.
- Pereira, T. S. T.; Heller, L. Planos municipais de saneamento básico: avaliação de 18 casos brasileiros. **Engenharia Ambiental e Sanitária**, v. 20, n. 3, p. 395-404, 2015.
- Pertel, M., Azevedo, J. P. S., Volschan Junior, I. Uso de indicadores de benchmarking entre as Companhias Estaduais de Serviço de Distribuição de Água no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 159-168, 2016.
- Santiago, L. S.; Dias, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 203 – 212, 2006.
- Sousa, M. S.; Serra, J. C. V. Indicadores ambientais de resíduos sólidos urbanos associado a melhoria das políticas públicas. **Revista Gestão & Sustentabilidade ambiental**, v. 8, n. 3. P. 707-724, jul/set. 2019.



7. Toniolo, B. P. Análise de indicadores de saneamento básico e densidade populacional na Unidade de Negócio Oeste Sabesp”. **Revista DAE**, v. 68, n. 221, p. 42-52, jan./mar. 2018.
8. Pereira, S. S.; Curi, R. C.; Curi, W. F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 3, mai./jun., p. 471-483, 2018.