

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS COMPANHIAS BRASILEIRAS DE SANEAMENTO

Bernardo Costa Mundim^{1} & Isaac Volschan Junior²*

RESUMO

MUNDIM, B. C.; VOLSCHAN JR., I. Avaliação do desempenho das companhias brasileiras de saneamento. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharia**, v. 10, n. 30, p. 46-64, 2020.

O artigo desenvolve uma avaliação do desempenho operacional e de qualidade dos modelos de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário vigentes no Brasil. Preliminarmente, agruparam-se as diversas categorias de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em quatro grupos a partir das abrangências de atuação e das naturezas jurídico-administrativa estabelecidas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Em seguida, selecionaram-se indicadores de desempenho operacionais e de qualidade relevantes do SNIS, ano-base 2015. De posse dos valores dos indicadores para cada modalidade de prestação dos serviços, realizou-se uma caracterização prévia dos mesmos por meio de estatísticas descritivas

básicas. Posteriormente, por meio da análise multicritério TOPSIS, classificaram-se os desempenhos das diversas modalidades de prestação dos serviços. Tais modalidades foram avaliadas e classificadas segundo os estratos populacionais usualmente empregados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Os resultados demonstraram que as empresas privadas se destacaram nos dois primeiros estratos populacionais, enquanto a administração pública direta se sobressaiu no terceiro e a administração pública indireta no quarto. Conclui-se que: (i) o SNIS deve melhorar a qualidade do seu banco de dados; e, (ii) a utilização do Método TOPSIS satisfaz ao objetivo pretendido, todavia, seus resultados devem ser analisados com criticidade.

Palavras-chave: Abastecimento de água; Esgotamento sanitário; Análise multicritério; TOPSIS.

¹Doutorando em Engenharia Ambiental no Programa de Engenharia Ambiental (PEA) da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Travessa Jorge Fernandes, 65, Centro, Monte Carmelo, MG, CEP: 38500-000, Brasil;

²Professor Titular do Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (DRHIMA) da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Av. Athos da Silveira Ramos, 140, Bloco D, Sala 202, Centro de Tecnologia, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 21945-970, Brasil.

(*) e-mail: bernardo.mundim@gmail.com

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF BRAZILIAN SANITATION COMPANIES*Bernardo Costa Mundim^{1*} & Isaac Volschan Junior²***ABSTRACT**

MUNDIM, B. C.; VOLSCHAN JR., I. Avaliação do desempenho das companhias brasileiras de saneamento. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharia**, v. 10, n. 30, p. 46-64, 2020.

The article develops an evaluation of the operational and quality performance of the models of provision of water supply and sanitation in Brazil. Preliminarily, the various categories of water supply and sanitation services were grouped into four groups based on the scopes of action and legal-administrative natures established by the Brazilian National System of Information in Sanitation (SNIS). Then, SNIS's operational and quality performance indicators, which are considered relevant, were selected, base year 2015. From the values of the indicators for each mode of provision, a previous characterization of them was performed using basic descriptive statistics.

Subsequently, through the TOPSIS multicriteria analysis, the performances of the various modalities of provision were classified. Such modalities were evaluated and classified according to the population strata usually employed by the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The results showed that private companies excelled in the first two population strata, while direct public administration stood out in the third and indirect public administration in the fourth. It is concluded that: (i) the SNIS should improve the quality of its database; and, (ii) the use of the TOPSIS Method satisfied the intended objective, however, its results must be analyzed critically.

Keywords: Water supply; Sanitation; Multicriteria analysis; TOPSIS.

¹Doutorando em Engenharia Ambiental no Programa de Engenharia Ambiental (PEA) da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Travessa Jorge Fernandes, 65, Centro, Monte Carmelo, MG, CEP: 38500-000, Brasil;

²Professor Titular do Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (DRHIMA) da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Av. Athos da Silveira Ramos, 140, Bloco D, Sala 202, Centro de Tecnologia, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 21945-970, Brasil.

(*) e-mail: bernardo.mundim@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A Lei nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil, prevê o instrumento de avaliação de desempenho da prestação dos serviços, por meio de: (i) padrões de indicadores de qualidade da prestação dos serviços; (ii) metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços e os respectivos prazos; (iii) monitoramento dos custos; (iv) avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados; e, (v) padrões de atendimento ao público e mecanismos de participação e informação (BRASIL, 2007).

No entanto, apesar da lei supracitada existir desde 2007, constata-se que a maior parte dos estudos brasileiros no campo da Engenharia Sanitária e Ambiental contemplam a área tecnológica, ainda há poucas pesquisas direcionadas para o desenvolvimento de conhecimentos sobre as políticas públicas de saneamento e a gestão dos serviços.

Tal fato se torna ainda mais relevante ao se considerar Heller e Castro (2007), uma vez que esses autores defendem a necessidade de se promover o saneamento por meio de uma visão integrada de duas dimensões, a tecnológica e a política pública. Essa abordagem integrada potencializa o aprimoramento da qualidade da organização e provisão dos serviços, resultando na maximização da proteção da saúde da população e da melhoria de sua qualidade de vida.

No Brasil, há diversos modelos de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, que podem ser classificados conforme sua natureza jurídico-administrativa e abrangência de atuação. A natureza jurídico-administrativa diferencia os prestadores de serviços do ponto de vista da formalidade legal e administrativa a que estão submetidos em todas as dimensões de atuação, podendo a prestação de serviços ser realizada por meio de administração pública direta centralizada, autarquias, empresas públicas, empresas privadas, organizações sociais e sociedades de economia mista com gestão pública ou com gestão privada. Já a abrangência de atuação diferencia-os pela complexidade dos seus sistemas de provimento dos serviços, tanto os sistemas físicos como os políticos/institucionais e os espaciais/geográficos (BRASIL, 2017).

Em face dessas diferentes possibilidades e particularidades da prestação de serviços de água e esgotos, presume-se que os desempenhos de tais serviços são influenciados pela natureza jurídico-administrativa e abrangência de atuação.

Estudos que abordam a comparação entre as diferentes modalidades de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário ainda são incipientes no Brasil, todavia, há alguns interessantes.

Procópio et al. (2014) avaliaram a eficiência produtiva das companhias de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios mineiros por meio da metodologia Análise Envoltória de Dados (DEA). Os autores concluíram que as companhias que tiveram os melhores desempenhos foram as sob administração pública direta, quando comparadas com as autarquias e empresas privadas;

Melo et al. (2015) também utilizaram o método DEA para avaliar a eficiência produtiva das empresas prestadoras de serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto nos municípios do estado de São Paulo. Os resultados mostraram a necessidade de investimento tanto em infraestrutura quanto em modernização do setor produtivo das empresas que atuam no setor. Ademais, foi destacado a importância da entrada da iniciativa privada no setor;

Por sua vez, Pertel, Azevedo e Volschan Jr. (2016) avaliaram o desempenho operacional de 22 companhias estaduais, utilizando indicadores operacionais relacionados a perdas de água do SNIS. Os resultados demonstraram que as companhias estaduais que se destacaram foram: Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE), Companhia de Saneamento de Tocantins (SANEATINS), Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) e Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).

Por fim, Medeiros e Rodrigues (2019) avaliaram o impacto das políticas públicas municipais sobre a prestação dos serviços de saneamento por meio da utilização da metodologia DEA e da técnica *propensity score matching* (PSM). Os autores concluíram que a combinação de bons indicadores de desenvolvimento e gestão pública com a adoção do plano municipal de saneamento básico pode contribuir para uma prestação mais eficiente dos serviços. Concluíram ainda que a existência de políticas públicas municipais impacta positivamente sobre o acesso da população aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, mas não impacta sobre a eficiência técnica das companhias;

É nesse contexto que se desenvolve o presente estudo, que tem como objetivo avaliar comparativamente o desempenho operacional e de qualidade dos diversos modelos institucionais de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário vigentes no Brasil.

A avaliação considerou as naturezas jurídico-administrativa e abrangências de atuação dos prestadores de serviços, isto é, os seguintes modelos institucionais: administração pública direta, administração pública indireta, companhias estaduais e empresas privadas, foram avaliados em quatro estratos populacionais usualmente empregados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para caracterização similar.

A elaboração desse estudo justifica-se pela crescente necessidade de se avaliar o desempenho da gestão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, tal como é realizado para a gestão de recursos hídricos no Brasil (TEIXEIRA et al., 2016; SOUZA; PERTEL, 2020), haja visto que os índices brasileiros de abastecimento de água e esgotamento sanitário ainda não são satisfatórios (Tabela 1).

Tabela 1: Índices brasileiros de abastecimento de água e esgotamento sanitário por macrorregião geográfica. Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

Macrorregião	Índice de Atendimento com Rede (%)				Índice de Tratamento dos Esgotos (%)	
	Água		Esgotos		Esgotos Gerados	Esgotos Coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
Norte	57,1	69,6	10,5	13,3	21,7	83,4
Nordeste	74,2	88,7	28,0	36,3	36,2	83,6
Sudeste	91,0	95,9	79,2	83,7	50,1	67,5
Sul	90,2	98,6	45,2	51,9	45,4	95,0
Centro-Oeste	89,0	96,0	52,9	58,2	53,9	93,8
Brasil	83,6	92,8	53,2	60,9	46,3	74,5

Além disso, o presente artigo contribui para a discussão da temática das políticas públicas de saneamento básico, tema extremamente relevante para atualidade, visto que o marco legal do saneamento básico foi atualizado recentemente por meio da Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020).

2. METODOLOGIA

Preliminarmente, os modelos de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitários foram associados em quatro grupos a partir das abrangências de atuação e das naturezas jurídico-administrativa estabelecidas por Brasil (2017), visando representar os principais modelos vigentes no país (Figura 1). A natureza jurídico-administrativa classificada como Organização Social foi desconsiderada devido ao seu pequeno tamanho amostral, somente duas organizações.

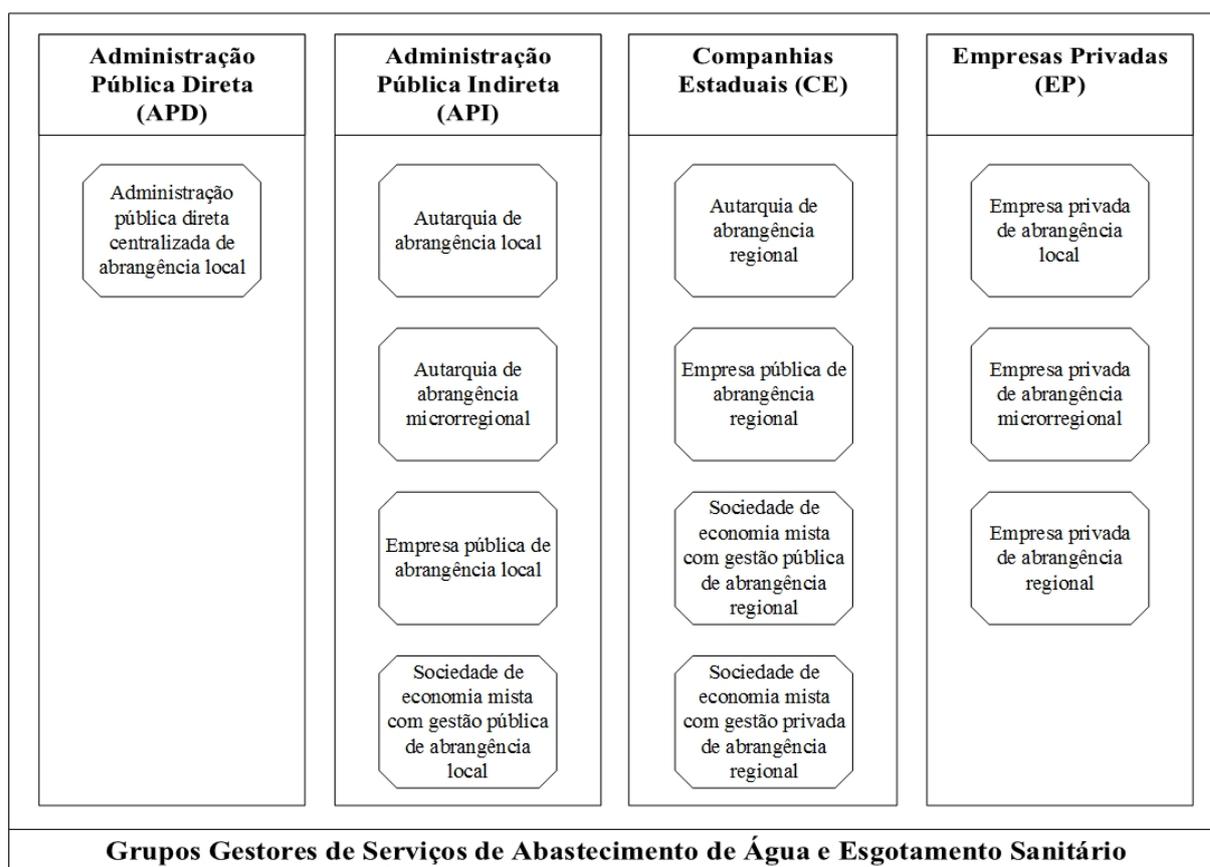


Figura 1: Grupos gestores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário criados.

A avaliação e classificação dos grupos de prestadores de serviços consideraram os estratos populacionais usualmente empregados pelo IBGE: até 20.000 habitantes; de 20.001 a 100.000 habitantes; de 100.001 a 500.000 habitantes; e, acima de 500.000 habitantes.

Em seguida, selecionaram-se os indicadores de desempenho considerados relevantes e aplicáveis por Mundim e Volschan Jr. (2020) para avaliar o desempenho operacional e de qualidade de prestadores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Uma vez concebidos os grupos de prestadores de serviços, posicionados os serviços dos grupos gestores nos estratos populacionais e selecionados os indicadores de desempenho,

obtiveram-se os valores dos indicadores para cada modalidade de prestação de serviços para o ano base de 2015 pelo aplicativo da série história do SNIS, o qual pode ser acessado livremente no site dessa entidade (SNIS, 2017).

Nessa etapa, salienta-se que os valores dos indicadores dos serviços integrantes dos grupos gestores nos diversos estratos populacionais considerados como *outliers* foram excluídos das amostras de dados para que reduzisse possíveis erros dos responsáveis pela coleta, preenchimento, interpretação e envio dos dados que compõem os indicadores selecionados.

De posse dos valores dos indicadores dos serviços integrantes dos grupos gestores nos diversos estratos populacionais, caracterizaram-se os grupos por meio de estatísticas descritivas básicas (média aritmética e desvio padrão) com a finalidade de realizar uma análise prévia.

A classificação do desempenho das variadas modalidades de gestão de serviços de água e esgotos foi realizada por meio da análise multicritério TOPSIS. Em resumo, o TOPSIS permite ordenar alternativas a partir de critérios, neste caso, são os modelos de prestação de serviços e os indicadores de desempenho, respectivamente, onde a situação mais adequada é aquela que apresenta o perfil mais próximo (distância) de uma solução considerada ideal e mais longe de uma solução tida como *anti-ideal* (HWANG; YOON, 1981 *apud* CHEN; HWANG, 1992; POMEROL; BARBA-ROMERO, 2000).

A análise multicritério TOPSIS requer que cada indicador tenha uma ponderação em relação a sua relevância no grupo total de indicadores. Portanto, o peso de cada indicador selecionado foi definido pela razão entre a média aritmética do seu grau de importância e o somatório das médias aritméticas dos graus de importância de todos os indicadores selecionados. As médias aritméticas dos graus de importância desses indicadores foram determinados e são detalhados por Mundim e Volschan Jr. (2020).

A partir dos indicadores de desempenho e suas ponderações e das médias aritméticas dos indicadores para as modalidades de gestão nos estratos populacionais, pôde-se classificar os desempenhos dos diferentes modelos de prestação de serviços de água e esgotos por meio do Método TOPSIS.

Destaca-se que para a realização desta análise multicritério, foram adotados os seguintes critérios referentes aos valores dos indicadores:

- Para os indicadores que abordam a incidência das análises fora do padrão para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais, adotou-se o valor 2, se o grupo atendeu as especificações da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, e, em caso contrário, estabeleceu-se o valor 1. O atendimento às determinações dessa portaria correspondia ao modelo de gestão obter média aritmética de 0% para o parâmetro ora em análise;
- Estabeleceu-se que os indicadores que abordam o consumo de água seriam melhores quanto menores seus valores. Essa premissa foi baseada no fato de que o consumo de água é menor em caso de o prestador de serviços incentivar o consumo racional desse recurso e ter melhores valores para a hidrometração, embora o consumo de água também seja influenciado pelos seguintes fatores: temperatura do ar, intensidade e frequência de precipitação da chuva, renda familiar, características da habitação, tarifas, pressão na rede, qualidade da água e características culturais da comunidade;
- Para indicadores que sua avaliação é melhor quanto menor o valor, adotou-se o inverso do valor do indicador, isto é, $1/\text{indicador}$, a saber: consumo médio *per capita* de água; consumo médio de água por economia; índice de perdas na distribuição; índice bruto de perdas

lineares; índice de perdas por ligação; índice de perdas faturamento; índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água; índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário; extravasamentos de esgotos por extensão de rede; e, duração média dos serviços executados.

É importante evidenciar ainda que a aplicação do TOPSIS foi realizada por meio de uma planilha eletrônica, no Microsoft Excel, não sendo necessário a utilização de *software* específico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em função dos grupos em cada estrato populacional são apresentadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2: Número de serviços de abastecimento de água em função dos grupos nos estratos populacionais.

Estrato Populacional	Parâmetro	APD	API	CE	EP
habitantes \leq 20.000	Número de serviços	480	150	3030	76
	Percentual (%)	12,85	4,01	81,10	2,03
20.001 \leq habitantes \leq 100.000	Número de serviços	78	194	791	44
	Percentual (%)	7,05	17,52	71,45	3,97
100.001 \leq habitantes \leq 500.000	Número de serviços	3	69	157	22
	Percentual (%)	1,20	27,49	62,55	8,76
habitantes $>$ 500.000	Número de serviços	0	10	29	3
	Percentual (%)	0	23,81	69,05	7,14

Tabela 3: Número de serviços de esgotamento sanitário em função dos grupos nos estratos populacionais.

Estrato Populacional	Parâmetro	APD	API	CE	EP
habitantes \leq 20.000	Número de serviços	532	92	765	18
	Percentual (%)	37,81	6,54	54,37	1,28
20.001 \leq habitantes \leq 100.000	Número de serviços	100	152	379	30
	Percentual (%)	15,13	23,00	57,34	4,54
100.001 \leq habitantes \leq 500.000	Número de serviços	6	57	140	22
	Percentual (%)	2,67	25,33	62,22	9,78
habitantes $>$ 500.000	Número de serviços	1	10	28	4
	Percentual (%)	2,33	23,26	65,12	9,30

Nota-se que as companhias estaduais foram predominantes na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em todos os estratos populacionais. Ao contrário das empresas privadas, que suas participações foram tímidas.

Percebe-se que administração pública direta teve uma expressiva participação no estrato populacional de até 20.000 habitantes para os serviços de esgotamento sanitário, entretanto, sua atuação diminuiu conforme a população aumentou para ambos os serviços.

Considerando ambos os serviços, a participação da administração pública indireta foi discreta para o primeiro estrato populacional, entretanto, foi o segundo modelo de gestão com maior número de serviços para os outros estratos populacionais.

Por fim, salienta-se que as somatórias dos serviços de abastecimento de água e

esgotamento sanitário podem não retratar a realidade de 5.136 e 2.336 municípios, respectivamente, pois, os serviços num mesmo município podem ser prestados por mais de uma companhia de saneamento devido a possíveis divisões no atendimento urbano e atendimento rural (distritos e localidades).

Perante os fatos descritos, observa-se que ainda há heranças do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA): (i) as companhias estaduais são as principais na prestação dos serviços; e, (ii) a priorização dos serviços de água em face dos serviços de esgotos por tais companhias.

Os indicadores de desempenho selecionados e seus pesos são detalhados na Tabela 4, ao passo que as Tabelas 5 e 6 apresentam as médias aritméticas e desvios padrão dos indicadores para cada modelo de prestação de serviços nos estratos populacionais considerados.

Tabela 4: Indicadores de desempenho selecionados e seus pesos. Fonte: Adaptado de Mundim e Volschan Jr. (2020).

Serviço - Dimensão	Código do SNIS: Indicador de Desempenho (unidade)	Peso
Água - Operacional	IN023: Índice de atendimento urbano com rede de água (%)	0,0449
	IN055: Índice de atendimento total com rede de água (%)	0,0422
	IN022: Consumo médio per capita de água (L.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)	0,0391
	IN053: Consumo médio de água por economia (m ³ .econ ⁻¹ .mês ⁻¹)	0,0351
	IN009: Índice de hidrometração (%)	0,0457
	IN011: Índice de macromedição (%)	0,0442
	IN049: Índice de perdas na distribuição (%)	0,0457
	IN050: Índice bruto de perdas lineares (m ³ .km ⁻¹ .dia ⁻¹)	0,0384
	IN051: Índice de perdas por ligação (L.lig ⁻¹ .dia ⁻¹)	0,0412
	IN013: Índice de perdas faturamento (%)	0,0404
	IN058: Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (kWh.m ⁻³)	0,0414
	IN047: Índice de atendimento urbano com coleta de esgotos sanitários (%)	0,0455
	IN056: Índice de atendimento total com coleta de esgotos sanitários (%)	0,0396
Esgotos - Operacional	IN016: Índice de tratamento dos esgotos em relação aos esgotos coletados (%)	0,0454
	IN046: Índice de tratamento dos esgotos em relação aos esgotos gerados (%)	0,0438
	IN059: Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário (kWh.m ⁻³)	0,0396
	IN075: Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)	0,0429
Água - Qualidade	IN079: Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual (%)	0,0396
	IN076: Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)	0,0422
	IN080: Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (%)	0,0394
	IN084: Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)	0,0460
	IN085: Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais (%)	0,0432
Esgotos - Qualidade	IN082: Extravasamentos de esgotos por extensão de rede (extrav.km ⁻¹)	0,0381
Água e Esgotos - Qualidade	IN083: Duração média dos serviços executados (horas.serviço ⁻¹)	0,0364

Tabela 5: Indicadores de desempenho e seus valores de média aritmética (\bar{x}) e desvio padrão (σ) em função dos grupos nos estratos populacionais de até 20.000 habitantes e de 20.001 a 100.000 habitantes.

Indicador de Desempenho (unidade)	Parâmetros	≤ 20.000 hab.				20.001 ≤ hab. ≤ 100.000			
		APD	API	CE	EP	APD	API	CE	EP
IN023 (%)	\bar{x}	98,96	98,94	96,81	99,99	98,78	99,19	93,34	99,25
	σ	1,81	1,50	5,40	0,01	2,33	1,44	9,70	1,51
IN055 (%)	\bar{x}	79,12	79,98	60,54	83,26	84,59	90,75	72,72	90,09
	σ	22,98	19,75	22,60	14,21	18,86	10,32	22,02	11,37
IN022 (L.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)	\bar{x}	182,55	160,45	117,54	116,91	175,43	159,43	122,27	132,33
	σ	86,59	51,40	29,03	21,90	81,29	46,42	32,39	33,28
IN053 (m ³ .econ ⁻¹ .mês ⁻¹)	\bar{x}	15,79	13,54	9,37	10,77	16,96	13,82	10,10	11,39
	σ	7,59	4,23	1,65	1,52	7,53	3,41	1,98	1,71
IN009 (%)	\bar{x}	58,41	97,71	98,98	100,00	65,53	97,46	98,28	99,79
	σ	45,78	4,43	2,25	0,00	43,96	5,09	3,23	0,38
IN011 (%)	\bar{x}	27,02	37,79	63,54	100,00	34,28	46,95	66,66	95,48
	σ	42,17	46,42	44,37	0,00	42,44	47,44	43,43	10,64
IN049 (%)	\bar{x}	20,14	21,85	29,91	32,82	30,79	30,94	33,94	36,28
	σ	20,58	19,51	14,46	14,32	23,00	19,20	14,56	11,97
IN050 (m ³ .km ⁻¹ .dia ⁻¹)	\bar{x}	6,12	7,74	10,33	11,30	19,02	15,77	15,74	16,14
	σ	7,87	8,55	7,91	6,61	18,96	12,26	10,76	8,92
IN051 (L.lig ⁻¹ .dia ⁻¹)	\bar{x}	130,21	139,96	138,38	185,20	270,24	236,29	201,14	258,10
	σ	159,58	142,48	89,21	107,14	247,59	180,48	129,33	129,29
IN013 (%)	\bar{x}	40,19	23,65	24,19	19,35	46,94	30,58	28,46	24,68
	σ	37,08	19,67	16,80	11,81	33,15	18,42	18,45	12,71
IN058 (kWh.m ⁻³)	\bar{x}	0,62	0,57	0,78	0,53	0,53	0,56	0,78	0,71
	σ	0,55	0,38	0,43	0,15	0,41	0,32	0,42	0,39
IN047 (%)	\bar{x}	95,43	90,90	63,50	61,21	86,96	77,34	51,56	65,89
	σ	8,13	11,84	33,28	26,91	21,32	31,15	33,13	28,88
IN056 (%)	\bar{x}	65,33	63,80	45,48	48,39	69,59	69,66	44,35	60,71
	σ	29,41	27,42	28,60	29,15	30,88	31,55	30,74	28,82
IN016 (%)	\bar{x}	32,39	56,08	100,00	100,00	29,20	57,28	99,93	100,00
	σ	44,70	45,57	0,00	0,00	43,34	45,10	0,35	0,00
IN046 (%)	\bar{x}	35,34	36,56	47,85	47,97	27,71	35,66	40,42	54,75
	σ	40,46	36,20	31,38	30,45	38,50	36,54	31,09	30,55
IN059 (kWh.m ⁻³)	\bar{x}	0,01	0,08	0,18	0,06	0,04	0,11	0,23	0,22
	σ	0,03	0,12	0,20	0,05	0,07	0,15	0,22	0,16
IN075 (%)	\bar{x}	2,35	0,62	0,22	0,00	2,23	0,45	0,30	0,23
	σ	4,29	1,02	0,48	0,00	4,17	0,78	0,55	0,38
IN079 (%)	\bar{x}	100,00	103,19	97,59	117,55	100,47	104,79	101,06	111,25
	σ	0,00	6,77	25,73	22,44	1,28	13,92	13,49	13,80
IN076 (%)	\bar{x}	1,11	0,60	0,58	0,01	1,29	0,51	0,76	0,16
	σ	2,39	1,15	1,18	0,02	2,51	1,01	1,30	0,31
IN080 (%)	\bar{x}	100,00	101,12	92,60	116,84	100,37	103,48	99,70	110,65
	σ	0,00	3,00	28,50	20,92	1,10	10,64	15,37	12,75
IN084 (%)	\bar{x}	1,80	0,40	0,59	0,00	1,69	0,59	0,92	0,00
	σ	3,94	0,90	1,03	0,00	3,39	1,16	1,23	0,00
IN085 (%)	\bar{x}	100,00	102,03	99,35	100,30	100,00	103,08	101,08	108,95
	σ	0,00	5,09	13,15	0,98	0,00	8,19	8,47	11,24
IN082 (extrav.km ⁻¹)	\bar{x}	0,76	0,82	1,35	0,27	1,40	1,32	2,79	0,76
	σ	1,27	1,43	1,99	0,33	1,91	1,82	3,54	0,92
IN083 (horas.serviço ⁻¹)	\bar{x}	2,91	1,56	64,35	1,30	1,88	1,23	78,56	1,61
	σ	2,27	0,91	71,61	1,16	1,51	0,93	84,75	1,53

Tabela 6: Indicadores de desempenho e seus valores de média aritmética (\bar{x}) e desvio padrão (σ) em função dos grupos nos estratos populacionais de 100.001 a 500.000 habitantes e acima de 500.000 habitantes.

Indicador de Desempenho (unidade)	Parâmetros	100.001 ≤ hab. ≤ 500.000				> 500.000 hab.			
		APD	API	CE	EP	APD	API	CE	EP
IN023 (%)	\bar{x}	84,91	99,21	94,38	99,61	-	99,68	93,20	94,54
	σ	23,20	1,32	7,33	0,83	-	0,36	8,05	7,61
IN055 (%)	\bar{x}	72,46	97,33	92,07	95,91	-	98,89	92,86	94,47
	σ	44,46	3,11	8,47	3,45	-	1,39	7,99	7,89
IN022 (L.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)	\bar{x}	161,62	163,02	133,45	137,67	-	186,02	141,43	171,42
	σ	69,86	39,81	33,19	37,33	-	45,37	17,16	6,10
IN053 (m ³ .econ ⁻¹ .mês ⁻¹)	\bar{x}	13,12	13,25	10,92	11,02	-	12,91	12,27	16,01
	σ	2,98	2,61	1,79	2,56	-	1,85	2,07	3,53
IN009 (%)	\bar{x}	84,74	96,62	97,84	99,37	-	99,71	87,57	92,29
	σ	21,38	6,97	4,04	1,03	-	0,69	16,83	7,87
IN011 (%)	\bar{x}	66,25	62,77	72,50	98,27	-	94,90	99,39	97,05
	σ	21,40	45,46	41,00	2,78	-	10,64	1,72	2,70
IN049 (%)	\bar{x}	50,69	36,56	39,19	44,76	-	33,14	42,26	43,05
	σ	30,85	18,10	12,31	17,63	-	12,85	11,76	22,37
IN050 (m ³ .km ⁻¹ .dia ⁻¹)	\bar{x}	50,34	29,09	29,21	30,37	-	26,31	51,93	49,88
	σ	48,05	17,90	16,25	18,39	-	10,79	25,97	35,17
IN051 (L.lig ⁻¹ .dia ⁻¹)	\bar{x}	1186,74	341,06	326,87	420,11	-	269,84	470,25	639,33
	σ	1546,17	186,85	172,91	203,28	-	65,89	205,24	483,79
IN013 (%)	\bar{x}	49,39	34,02	33,12	36,44	-	29,06	40,73	46,64
	σ	29,23	16,56	17,15	19,60	-	15,03	14,71	28,30
IN058 (kWh.m ⁻³)	\bar{x}	0,20	0,69	0,65	0,54	-	0,44	0,59	0,68
	σ	0,25	0,34	0,39	0,15	-	0,16	0,32	0,22
IN047 (%)	\bar{x}	54,70	80,77	55,67	89,46	2,10	94,90	58,93	38,80
	σ	38,72	26,20	29,70	10,84	-	4,50	30,48	30,69
IN056 (%)	\bar{x}	54,91	78,75	53,34	82,03	2,09	94,06	58,37	38,30
	σ	36,01	26,14	28,92	17,22	-	4,14	30,40	30,16
IN016 (%)	\bar{x}	50,00	62,56	89,42	90,09	100,00	66,35	71,84	71,25
	σ	54,77	38,33	21,46	12,62	-	37,76	36,33	39,11
IN046 (%)	\bar{x}	53,25	42,59	40,85	69,02	-	41,56	44,46	35,55
	σ	65,42	33,67	29,74	31,18	-	31,52	32,64	17,46
IN059 (kWh.m ⁻³)	\bar{x}	0,53	0,17	0,23	0,27	0,14	0,21	0,21	0,12
	σ	0,77	0,19	0,23	0,14	-	0,24	0,17	0,08
IN075 (%)	\bar{x}	19,42	0,96	0,39	0,24	-	3,29	1,63	0,92
	σ	17,66	1,22	0,57	0,61	-	3,82	1,69	0,32
IN079 (%)	\bar{x}	223,86	119,13	104,32	116,15	-	130,90	105,14	123,05
	σ	182,98	36,35	9,76	13,98	-	33,59	16,02	10,47
IN076 (%)	\bar{x}	19,28	1,01	0,92	0,14	-	0,60	1,89	0,36
	σ	29,77	1,59	1,32	0,29	-	0,48	2,23	0,12
IN080 (%)	\bar{x}	410,13	118,96	103,09	114,61	-	127,81	106,79	117,53
	σ	504,78	36,77	7,19	12,86	-	32,46	13,64	18,24
IN084 (%)	\bar{x}	0,57	0,71	1,08	0,07	-	1,23	1,87	0,33
	σ	0,69	1,07	1,19	0,15	-	1,16	1,37	0,23
IN085 (%)	\bar{x}	190,87	111,65	104,38	112,23	-	111,90	102,95	109,59
	σ	125,90	23,23	7,25	10,43	-	9,74	8,43	0,64
IN082 (extrav.km ⁻¹)	\bar{x}	0,62	3,53	4,23	2,16	0,19	3,40	4,36	9,86
	σ	0,82	4,41	4,61	2,24	-	2,08	4,70	4,45
IN083 (horas.serviço ⁻¹)	\bar{x}	2,83	2,10	115,35	2,00	6,00	20,36	102,13	2,59
	σ	1,73	2,01	107,48	1,53	-	24,51	93,20	1,70

No que tange ao atendimento urbano e total com rede de água (IN023 e IN055, respectivamente), constata-se que, nos dois primeiros estratos populacionais, os modelos sob forma de empresas privadas, administração pública direta e indireta obtiveram os melhores desempenhos e as companhias estaduais os piores. Portanto, salientam-se os esforços da APD e API, uma vez que, mesmo excluídos da política de financiamento do PLANASA, conseguiram melhores resultados, o que pode retratar a fragilidade do plano em alcançar a universalização do abastecimento de água por meio das CE.

A inferência sobre o PLANASA descrita acima não foi observada nos dois últimos estratos populacionais, pois, os resultados das companhias estaduais não ficaram tão distantes dos melhores valores, logo, compreende-se que a estratégia do plano nesses cenários foi mais bem concretizada.

É importante mencionar que a administração pública direta não teve o mesmo destaque no terceiro estrato populacional, já que apresentou os piores valores para ambos os indicadores, possivelmente retratando certa dificuldade desse modelo de gestão em ampliar e operar sistemas de abastecimento de água em cidades de maior porte.

Salienta-se a percepção da priorização pelo atendimento urbano ao invés do atendimento total, uma vez que todos os grupos em todos os estratos populacionais obtiveram *performances* bem melhores no âmbito urbano, exceto para os grupos dos dois últimos estratos populacionais, que já era esperado que eles apresentassem desempenhos similares para ambos indicadores porque em cidades de maior porte, a população rural (de distritos e localidades) é ínfima quando comparada com a população urbana, não interferindo tanto no índice de atendimento total com rede de água.

Nos três primeiros estratos populacionais, observa-se que os melhores índices de hidrometração (IN009) foram apresentados pelas empresas privadas, que podem ser explicados em virtude da maioria desses serviços obter receitas e lucros por meio da cobrança de tarifas dos usuários, portanto, para esse quesito, os serviços são mais bem estruturados. As companhias estaduais e a administração pública indireta também obtiveram bons valores, logo, compreende-se que a lógica empresarial das empresas privadas está inserida na gestão dos serviços desses grupos, provavelmente em razão da maioria das CE ser composta por capital público e privado e da API ter autonomia administrativa e financeira.

Os bons níveis de hidrometração dessas modalidades de prestação de serviços possivelmente fundamenta os menores valores de consumo médio *per capita* de água (IN022) e consumo médio de água por economia (IN053) também obtidos por esses grupos, visto que quando há uma medição do consumo de água dos usuários, os mesmos utilizam a água com racionalidade e, conseqüentemente, evitam um maior desperdício e consumo desse recurso.

Excetua-se a administração pública indireta do estrato populacional de 100.001 a 500.000 habitantes porque apesar de ter alcançado ótimo nível de hidrometração, os valores para os indicadores que retratam o consumo de água foram próximos dos valores da administração pública direta, grupo que exibiu o pior resultado para a hidrometração.

Entende-se que a macromedição e micromedição devem ser bem desenvolvidas para que se tenha efetivamente um controle e redução de perdas de água. Portanto, presume-se que bons níveis de macromedição e micromedição podem remeter a menores níveis de perdas de água em um prestador de serviços.

Porém, com base nos índices de hidromedidação, macromedidação (IN011), perdas na distribuição (IN049), perdas lineares (IN050) e perdas por ligação (IN051), observa-se que, nos quatro estratos populacionais, as modalidades de gestão que conseguiram as melhores médias aritméticas para a hidromedidação e macromedidação não foram as que apresentaram os melhores níveis de perdas de água.

Isto posto, compreende-se que para uma melhor análise dos valores das perdas de água seria necessário avaliar outros indicadores, como os do Brasil (2017) no âmbito da micromedidação: IN010 – Índice de micromedidação relativo ao volume disponibilizado, IN014 – Consumo micromedido por economia e IN044 – Índice de micromedidação relativo ao consumo.

Outro indicador que aborda a temática de perdas de água é o índice de perdas de faturamento (IN013), em que a administração pública direta foi o destaque negativo nos três primeiros estratos populacionais. Infere-se que esse grupo não demanda esforços para reduzir as perdas porque são geridos diretamente pelos governos locais, nos quais os recursos de diferentes departamentos podem ser compartilhados, portanto, em caso de necessidade, é possível aplicar recursos de outros setores nos serviços de água.

Por outro lado, a administração pública indireta foi o destaque positivo no quarto estrato populacional, logo, entende-se que esse modelo de gestão desenvolve melhor o controle e redução de perdas aparentes (submedidação de hidrômetros, combate a fraudes e ligações clandestinas).

Em relação ao atendimento urbano e total com coleta de esgotos sanitários (IN047 e IN056, respectivamente), nota-se que a estratégia do PLANASA em universalizar o esgotamento sanitário por meio das companhias estaduais também não teve sucesso, dado que essa modalidade de gestão obteve desempenhos insatisfatórios em todos os estratos populacionais.

Nessa perspectiva, destacam-se os esforços dos grupos de administração pública direta e indireta nos dois primeiros estratos populacionais, que mesmo excluídos do PLANASA, conseguiram melhores números para o atendimento urbano e total com coleta de esgotos sanitários.

As empresas privadas não apresentaram desempenhos satisfatórios no primeiro, segundo e quarto estrato populacional, possivelmente pelo fato de grande parte das concessões concedidas à iniciativa privada serem em localidades onde os serviços de esgotos ainda são precários, o que demanda certo prazo para implantação e ampliação do esgotamento sanitário, consequentemente, os níveis de atendimento são melhorados depois de certo tempo.

É importante mencionar ainda o bom desempenho da administração pública indireta para ambos os indicadores no último estrato populacional. Ao passo que a administração pública direta se destacou negativamente nos dois últimos estratos populacionais, assim sendo, entende-se que os governos locais têm certa dificuldade para alavancar os índices de coleta de esgotos em cidades de maior porte.

Salienta-se que quando se compara os índices de atendimento com rede de água com os índices de atendimento com coleta de esgotos, nas duas esferas (urbana e total), nos quatro estratos populacionais, verifica-se que as quatro modalidades de prestação de serviços tiveram melhores desempenhos para os serviços de água. Tal fato corrobora com o entendimento de que no Brasil o abastecimento de água é prioritário em relação ao esgotamento sanitário.

Destaca-se ainda que os quatro grupos dos dois últimos estratos populacionais obtiveram índices bem próximos para os dois indicadores, o que era esperado, pois, para cidades maiores, a população rural é muito inferior a urbana, não interferindo muito nos indicadores de atendimento total com coleta de esgotos.

A temática do tratamento de esgotos sanitários é retratada pelos seguintes indicadores: IN016 – Índice de tratamento dos esgotos em relação aos esgotos coletados e IN046 – Índice tratamento dos esgotos em relação aos esgotos gerados.

Com relação ao primeiro indicador, nos dois primeiros estratos populacionais, observa-se que as companhias estaduais e as empresas privadas obtiveram resultados excelentes. Entretanto, quando se verifica que essas duas modalidades foram as que apresentaram os menores percentuais de coleta de esgotos, interpreta-se que as companhias de saneamento têm maiores dificuldades em tratar os esgotos à medida que os níveis de coleta aumentam, como a interligação das redes coletoras de esgotos às estações de tratamento de esgotos por meio de interceptores, emissários e/ou estações elevatórias de esgotos.

O evento sobredito é representado pelos grupos de administração pública direta e indireta, pois, apresentaram maiores níveis de coleta, no entanto, exibiram os menores percentuais de tratamento dos esgotos coletados.

No estrato populacional de 100.001 a 500.000 habitantes, as empresas privadas se sobressaíram por apresentarem melhores resultados tanto para a coleta de esgotos como para o tratamento dos esgotos coletados. Ademais, constata-se a dificuldade da administração pública direta na prestação de serviços de esgotamento sanitário porque mesmo apresentando um dos menores níveis de coleta de esgotos, também exibiu o menor nível de tratamento dos esgotos coletados.

Já no quarto estrato populacional, deve-se olhar com cautela o resultado da administração pública direta, visto que apresentou baixos índices de coleta de esgotos. Por isso, entende-se que a administração pública indireta obteve o melhor desempenho, pois, seu índice de tratamento dos esgotos coletados não ficou tão distante dos melhores valores, apesar de ter alcançado níveis de coleta muito superiores aos das outras modalidades de gestão.

No que tange ao índice de tratamento dos esgotos em relação aos esgotos gerados, nos quatro estratos populacionais, nota-se que todas as modalidades de gestão exibiram índices não satisfatórios. Assim sendo, interpreta-se que os esforços realizados no Brasil para aumentar os níveis de tratamento dos esgotos sanitários gerados ainda são insuficientes.

Os indicadores IN058 e IN059 abordam o consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, respectivamente. Entende-se que não é plausível discutir quais modalidades de gestão tiveram os melhores desempenhos somente com os indicadores selecionados porque os mesmos não detalham características dos sistemas que influenciam o consumo energia, a saber: topografia, particularidades da bacia hidrográfica, maneira de captar água, processo de tratamento da água, nível de tratamento dos esgotos e dentre outras. Indicadores dessa natureza devem utilizar o consumo específico normalizado para serem comparáveis (MUNDIM; VOLSCHAN JR., 2020).

A qualidade dos serviços de abastecimento de água prestados pelos modelos de gestão é retratada pelos índices de conformidade em relação aos padrões de análise e à quantidade de amostras estabelecidas pela Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde para os parâmetros

de cloro residual, turbidez e coliformes totais (IN075, IN076, IN084, IN079, IN080 e IN085).

Nos quatro estratos populacionais, nota-se que nenhuma modalidade de gestão conseguiu atender simultaneamente a todas as especificações da portaria quanto à incidência das análises fora do padrão para os três parâmetros em questão, isto é, médias aritméticas de 0% para os indicadores IN075, IN076 e IN084.

Não obstante, verifica-se que a maior parte dos grupos atendeu conjuntamente as determinações da legislação no tocante à conformidade de quantidade de amostras para os três parâmetros aludidos, ou seja, médias aritméticas de pelos menos 100% para os indicadores IN079, IN080 e IN085. Observa-se ainda que há uma tendência de os grupos realizarem mais análises que o especificado pela portaria, já que tiveram diversas médias aritméticas acima de 100%.

No que diz respeito a qualidade dos serviços de esgotamento sanitário, há somente o indicador de extravasamentos de esgotos por extensão de rede (IN082). Nos dois primeiros estratos populacionais, as empresas privadas apresentaram os melhores resultados. Já nos dois últimos estratos populacionais, a administração pública direta apresentou os melhores valores. Isto posto, entende-se que as EP e a APD têm uma maior preocupação com a manutenção preventiva e com a elaboração e execução de projetos de sistemas de esgotamento sanitário.

Por fim, ainda no âmbito da qualidade, englobando ambos os serviços, há o indicador de duração média dos serviços executados (IN083). No primeiro, terceiro e quarto estrato populacional, as empresas privadas se sobressaíram, enquanto no segundo estrato populacional, o destaque foi para a administração pública indireta. Diante disso, interpreta-se que esses modelos de gestão são mais eficientes e eficazes na execução das solicitações de serviços relacionados ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Salienta-se ainda que, em todos os estratos populacionais, os valores das CE foram extremamente altos quando comparados com os valores dos outros grupos, o que sugere que pode haver um equívoco de entendimento do conceito do indicador supracitado por parte das companhias estaduais.

As classificações dos desempenhos dos modelos de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário por meio do Método TOPSIS nos estratos populacionais são detalhados na Tabela 7, Tabela 8, Tabela 9 e Tabela 10.

Tabela 7: Classificação do desempenho dos grupos de prestadores de serviços de água e esgoto no estrato populacional de até 20.000 habitantes.

Modalidade de Gestão	$S_i^{*(1)}$	$S_i^{(2)}$	$C_i^{*(3)}$	Classificação
Administração Pública Direta	0,0528	0,0445	0,4574	2
Administração Pública Indireta	0,0555	0,0325	0,3692	3
Companhias Estaduais	0,0628	0,0307	0,3280	4
Empresas Privadas	0,0385	0,0598	0,6085	1

(1) – distância Euclidiana n-dimensional da alternativa i à solução ideal;

(2) – distância Euclidiana n-dimensional da alternativa i à solução *anti-ideal*;

(3) – taxa de *similitude*, isto é, índice de prevalência da alternativa i, quando C^* se aproxima de 1, a alternativa é dita “ideal”, de maneira oposta, em se aproximando de 0, ela se torna mais “*anti-ideal*”.

Tabela 8: Classificação do desempenho dos grupos de prestadores de serviços de água e esgoto no estrato populacional de 20.001 a 100.000 habitantes.

Modalidade de Gestão	Si*	Si	Ci*	Classificação
Administração Pública Direta	0,0450	0,0388	0,4627	3
Administração Pública Indireta	0,0404	0,0349	0,4634	2
Companhias Estaduais	0,0524	0,0301	0,3653	4
Empresas Privadas	0,0325	0,0506	0,6087	1

Tabela 9: Classificação do desempenho dos grupos de prestadores de serviços de água e esgoto no estrato populacional de 100.001 a 500.000 habitantes.

Modalidade de Gestão	Si*	Si	Ci*	Classificação
Administração Pública Direta	0,0384	0,0551	0,5892	1
Administração Pública Indireta	0,0534	0,0390	0,4216	3
Companhias Estaduais	0,0607	0,0292	0,3253	4
Empresas Privadas	0,0485	0,0395	0,4489	2

Tabela 10: Classificação do desempenho dos grupos de prestadores de serviços de água e esgoto no estrato populacional acima de 500.000 habitantes.

Modalidade de Gestão	Si*	Si	Ci*	Classificação
Administração Pública Indireta	0,0348	0,0467	0,5725	1
Companhias Estaduais	0,0496	0,0202	0,2897	3
Empresas Privadas	0,0463	0,0379	0,4501	2

Com base nas Tabelas 7 e 8, ou seja, nos dois primeiros estratos populacionais, constata-se que as empresas privadas tiveram um papel de destaque por atingirem os primeiros lugares com taxas de *similitude* bem superiores às taxas dos outros grupos. A notoriedade das empresas privadas era esperada, uma vez que grande parcela de seus resultados foi considerada como solução ideal.

Por outro lado, as companhias estaduais ficaram com a última posição nas avaliações, apesar de apresentarem boas médias aritméticas para alguns indicadores, principalmente para os serviços de abastecimento de água. Esse evento possivelmente ocorreu porque as companhias estaduais apresentaram valores extremamente superiores aos dos outros grupos para o critério IN083 – Duração média dos serviços executados.

Destaca-se ainda que no estrato populacional de 20.001 a 100.000 habitantes, as taxas de *similitude* dos grupos de administração pública direta e indireta não foram tão distantes, logo, infere-se que seus desempenhos foram próximos para a prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Ante a Tabela 9, observa-se que a administração pública direta foi o grupo de destaque, ao obter o primeiro lugar. Porém, deve-se observar tais resultados com cautela, uma vez que grande parcela das médias aritméticas que essa modalidade de gestão apresentou para os indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário foi classificada como solução *anti-ideal*, e quando não tida como *anti-ideal*, estava próxima dessa.

Nesse sentido, entende-se que esse grupo obteve o primeiro lugar porque apresentou

médias aritméticas muito superiores às médias aritméticas dos outros grupos para os seguintes critérios: IN079 – Índice de conformidade de quantidade de amostras – cloro residual; IN080 – Índice de conformidade de quantidade de amostras – turbidez; IN085 – Índice de conformidade de quantidade de amostras – coliformes totais; e IN082 – Extravasamentos de esgotos por extensão de rede.

Salienta-se ainda que as taxas de *similitude* das empresas privadas e da administração pública indireta não foram tão distantes, o que possivelmente reflete que seus desempenhos foram próximos para a prestação dos serviços. Ademais, como ocorreu nos estratos populacionais anteriores, as companhias estaduais apresentaram média aritmética extremamente superior às médias aritméticas dos outros grupos para o critério IN083, o que contribuiu para sua baixa taxa de *similitude*, e, conseqüentemente, sua última colocação.

Por último, de acordo com a Tabela 10, verifica-se que a administração pública indireta foi a modalidade de gestão que teve papel de destaque, pois, atingiu o primeiro lugar na classificação. A notoriedade dessa modalidade de gestão era esperada porque a maioria de suas médias aritméticas para os critérios estabelecidos foi considerada como solução ideal, e quando não tida como ideal, estava próxima dessa.

Já as companhias estaduais obtiveram a última colocação, o que é justificado pela elevada média aritmética perante às médias aritméticas dos outros grupos para o critério IN083, como ocorreu nos outros estratos populacionais.

Enfim, têm-se as empresas privadas, que grande parcela de suas médias aritméticas para os critérios selecionados foi classificada como solução *anti-ideal*, e quando não tida como *anti-ideal*, estava próxima dessa. Todavia, sua colocação foi a segunda na avaliação pelo fato de as companhias estaduais apresentarem elevada média aritmética para o critério IN083.

5. CONCLUSÕES

O artigo teve como objetivo avaliar comparativamente o desempenho operacional e de qualidade dos diversos modelos institucionais de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário vigentes no Brasil.

Na avaliação, uma gama de prestadores de serviços teve os valores de seus indicadores considerados como *outliers* perante as amostras de dados. Portanto, sugere-se que o SNIS melhore o seu processo de análise e verificação de consistência e qualidade das informações recebidas e promova capacitação contínua dos responsáveis pelo entendimento, recolhimento, preenchimento e envio dos dados que compõem os indicadores. Tal entendimento já está sendo realizado em partes por meio do Projeto Acertar (SNIS, 2020).

As classificações de desempenho obtidas pela análise multicritério TOPSIS mostraram que as empresas privadas alcançaram as primeiras colocações nos estratos populacionais de até 20.000 habitantes e 20.001 a 100.000 habitantes.

Já para o estrato populacional de 100.001 a 500.00 habitantes, a administração pública direta obteve o primeiro lugar na classificação de desempenho. Ao passo que no estrato populacional acima de 500.000 habitantes, o primeiro lugar foi obtido pela administração pública indireta.

Entretanto, as classificações de desempenho devem ser avaliadas criteriosamente porque caso alguma alternativa que está sendo analisada apresente valor muito superior para um ou mais critérios, e esses critérios possuem ponderações próximas, pode interferir na real avaliação comparativa de alternativas.

Tal situação ocorreu no terceiro estrato populacional e com as companhias estaduais, que apresentaram valores extremamente superiores aos dos outros grupos para alguns critérios.

Como consequência, a administração pública direta atingiu a primeira colocação no terceiro estrato populacional apesar de ter apresentado as piores médias aritméticas para grande parte dos indicadores, mas obteve médias aritméticas muito superiores às médias aritméticas dos outros grupos para os seguintes critérios: IN079, IN080, IN085 e IN082.

Já as companhias estaduais alcançaram as últimas posições em todos os estratos populacionais porque apresentaram valores extremamente superiores aos dos outros grupos para o critério IN083.

Apesar dos fatos sobreditos, conclui-se que o emprego da análise multicritério foi considerada positiva e relevante para o artigo, visto que permitiu uma classificação do desempenho dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Entretanto, é importante salientar que os resultados mostraram que existem companhias de saneamento com desempenhos satisfatórios e insatisfatórios sob as diversas formas: administração pública direta, administração pública indireta, companhia estadual e empresa privada.

Ainda assim, há indicadores que precisam ser melhorados no Brasil, principalmente os relacionados ao esgotamento sanitário.

Nesse contexto, conclui-se que diversas variáveis são responsáveis pela atual situação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil. Dentre as quais, destaca-se que faltam esforços dos governos federal, estaduais e municipais para priorizar e alavancar o saneamento básico. Tal priorização e alavancagem também são dependentes da população usuária dos serviços, isto é, as pessoas precisam estar educadas sob a ótica ambiental para dar importância ao saneamento básico e, conseqüentemente, cobrar dos governos e companhias por acesso e melhores serviços.

Além disso, a regulação e fiscalização são imprescindíveis para que nossos índices avancem, dado que são responsáveis por promover a prestação adequada dos serviços aos usuários.

Por fim, salienta-se que os resultados e conclusões foram obtidas a partir de indicadores de desempenho operacionais e de qualidade e retratam os desempenhos dos prestadores de serviços no ano de 2015.

À vista disso, seria importante que estudos futuros considerem outros indicadores de desempenho, além dos operacionais e de qualidade, como econômico-financeiros, administrativos e dentre outros. Ademais, seria interessante que os prestadores de serviços sejam avaliados a luz de vários anos, dessa maneira, seria possível de fato avaliar seus desempenhos ao longo de determinados períodos.

6. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Seção 1, p. 3-7.
- BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.
- BRASIL. Portaria nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Seção 1, p. 1-8.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017. 212 p.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 180 p.
- CHEN, S.J.; HWANG, C.L. **Fuzzy multiple attribute decision making: methods and applications**. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1992. 536 p.
- HELLER, L.; CASTRO, J.E. Política pública de saneamento: apontamentos teórico-conceituais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 284-295, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522007000300008>
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Características da população e dos municípios – Resultado do Universo: Censo Demográfico, 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- MEDEIROS, V.; RODRIGUES, C.T. Políticas públicas municipais, universalização e eficiência no setor de saneamento básico: uma análise para os municípios mineiros. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 53, p. 183-210, 2019.
- MELO, I.S.; PROCÓPIO, D.P.; OLIVEIRA, A.R.; SILVEIRA, S.F.R. Eficiência produtiva das empresas prestadoras de serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto nas cidades paulistas. **Revista de Estudos Sociais**, Cuiabá, v. 17, n. 33, p. 92-108, 2015. <https://doi.org/10.19093/res.v17i33.2350>
- MUNDIM, B.C.; VOLSCHAN JR., I. Avaliação dos indicadores de desempenho operacionais e de qualidade do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento para sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. **Revista DAE**, São Paulo, v. 68, n. 227, p. 20-34, 2020. <https://doi.org/10.36659/dae.2020.079>
- PERTEL, M.; AZEVEDO, J.P.S.; VOLSCHAN JR., I. Uso de indicadores de perdas para seleção de um benchmarking entre as companhias estaduais de serviço de distribuição de água no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 159-168, 2016. <https://doi.org/10.1590/S1413-41520201600100120418>
- POMEROL, J.C.; BARBA-ROMERO, S. **Multicriterion decision in management: principles and practice**. Nova Iorque: Kluwer Academic Publishers, 2000. 395 p.

PROCÓPIO, D.P.; MAIA, M.S.; TOYOSHIMA, S.H.; GOMES, A.P. Eficiência produtiva das empresas prestadoras de serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto nos municípios mineiros. **Gestão & Regionalidade**, v. 30, n. 90, p. 50-66, 2014. <https://doi.org/10.13037/gr.vol30n90.2285>

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Série Histórica**. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/projeto-acertar-snis>>. Acesso em: 06 jun. 2020.

SOUZA, F.P.; PERTEL, M. Complexidades para a aplicação dos aspectos normativos para a gestão de recursos hídricos no Brasil. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharia**, v. 10, n. 27, p. 70-82, 2020. <https://doi.org/10.25242/885X102720201747>

TEIXEIRA, T.T.; PERTEL, M.; ACSERALD, M.V.; SOUZA, F.P.; SANTOS, A.S.P. Diagnóstico socioeconômico em Bacias Hidrográficas: Bacia. **Exatas & Engenharias**, v. 6, n. 14, p. 15-28, 2016. <https://doi.org/10.25242/885X6142016961>