



## ANÁLISE DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO EM MINAS GERAIS: perspectivas econômica e social <sup>1</sup>

Nara Maria de Oliveira Dornel <sup>2</sup>  
Sonaly Cristina Rezende Borges de Lima <sup>3</sup>  
Marcos Oliveira Prates <sup>4</sup>  
Ester Corrêa Passos Viana <sup>5</sup>  
Pablo Oliveira do Carmo Marcial <sup>6</sup>

### Resumo

A gestão do saneamento deveria pautar ações na busca pela ampliação do atendimento, com especial atenção aos aspectos associados à manutenção do déficit persistente em saneamento. Estratégias de avaliação da prestação desses serviços são fundamentais ao planejamento para a redução do déficit. Assim, o artigo propõe o desenvolvimento de dois índices, por meio de métodos estatísticos, para avaliação comparativa do desempenho de prestadores dos serviços de água e esgoto em municípios brasileiros. O primeiro, composto de indicadores de sustentabilidade econômica e universalidade (SU); o segundo, de eficiência, efetividade e eficácia (EEE) na prestação desses serviços. Ambos revelam aspectos que impedem a ampliação do atendimento, com equidade e integralidade, demonstrando capacidade de orientar o aprimoramento na gestão desses serviços e fomentar políticas públicas mais inclusivas e equânimes.

**Palavras-chave:** Saneamento; direito humano; políticas públicas.

### ANALYSIS OF THE PROVISION OF SANITATION SERVICES IN MINAS GERAIS: economic and social perspectives

### Abstract

Sanitation management should guide actions in the quest to expand services, with special attention to aspects associated with maintaining the deficit in water supply and sanitation. Strategies for evaluating the provision of these services are fundamental to planning to reduce the persistent deficit. Thus, it is proposed the development of two indexes through statistical methods, for comparative evaluation of the performance of water and sewage service providers, in Brazilian municipalities. The first index, composed of indicators of economic sustainability and universality (US); the second of efficiency, effectiveness and effectiveness (EEE) in the provision of these services. Both reveal aspects that impede the provision of care, with equity and completeness, demonstrating the capacity to guide the improvement in the management of sanitation services and to promote more inclusive and equitable public policies.

**Keywords:** Sanitation; human right; public policy.

Artigo recebido em: 28/12/2023 Aprovado em: 21/11/2024  
DOI: <https://dx.doi.org/10.18764/2178-2865v28n2.2024.39>

<sup>1</sup> A presente pesquisa recebeu financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CNPq) pelo financiamento da bolsa de mestrado; do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento com recursos de infraestrutura.

<sup>2</sup> Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos na Universidade Federal de Minas Gerais (SMARH/UFMG). E-mail: [nara.dornela@engenharia.ufjf.br](mailto:nara.dornela@engenharia.ufjf.br).

<sup>3</sup> Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais E-mail: [srezende@desa.ufmg.br](mailto:srezende@desa.ufmg.br).

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Estatística, Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: [marcosop@gmail.com](mailto:marcosop@gmail.com)

<sup>5</sup> Graduada em Estatística na Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: [esterpassosviana@gmail.com](mailto:esterpassosviana@gmail.com).

<sup>6</sup> Graduado em Estatística na Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: [pablo.marcial.04@gmail.com](mailto:pablo.marcial.04@gmail.com)

## 1 INTRODUÇÃO

A aprovação da Resolução A/RES/64/292 (ONU, 2010) é um marco importante no combate às desigualdades de acesso ao saneamento básico. A Resolução convoca os países signatários, como o Brasil, a se comprometerem legalmente com a realização dos direitos humanos à água e ao saneamento (DHAS) (Unga, 2010). Transformar o compromisso em realidade depende da construção de uma agenda estratégica, pautada no marco normativo dos DHAS e na implementação de política pública que privilegie a dignidade humana. Como o Brasil possui ampla diversidade socioambiental, que resulta em demandas muito variadas, há formas bastante peculiares de provisão de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

A existência de sistemas coletivos de água e esgoto não é garantia de atendimento equitativo a toda a população e, por isso, as desigualdades no acesso a estes serviços integram um quadro mais amplo de desigualdades. Há flagrante hierarquização, segundo a escala de demandas, com áreas de aglomerações populacionais mais adensadas em vantagem, e segundo classes socioeconômicas, visto que mesmo nos centros urbanos mais adensados e de economia mais dinâmica há déficit considerável de atendimento entre os mais pobres e menos escolarizados (Rezende *et al.* 2007; Silveira, 2014; Menicucci e D’Albuquerque, 2018). Essa discussão ganhou especial destaque em âmbito internacional durante a pandemia de COVID-19, quando a presença dos serviços de água e esgoto revelou-se fundamental para a promoção da higiene e a proteção da saúde humana (Donde *et al.*, 2021).

Particularmente em âmbito nacional, tem-se o debate sobre o atual cenário de transformações políticas e institucionais trazido no bojo da Lei 14.026/2020, que atualizou o Marco Legal do Saneamento Básico no País. A referida Lei induz a participação de empresas privadas no setor, paralelamente a mudanças que restringem a autonomia municipal e favorecem a prestação regionalizada em blocos de municípios. O contexto estabelecido pela alteração no Marco Legal trará consequências sobre a manutenção do déficit persistente, haja vista a seletividade de prestadores privados com o objetivo de ampliar seus ganhos econômicos.

No Brasil, a Legislação define ser de competência dos municípios a titularidade dos serviços de água e esgoto, mas prevalece a oferta em áreas urbanas. É importante identificar diferenças de atuação entre os distintos modelos de gestão existentes, representados pelos próprios poderes municipais – por administração direta, autarquia municipal e empresa pública municipal – ou sob regime de concessão – à companhia estadual ou empresa privada. Assim, as avaliações de

desempenho de prestadores de serviços são fundamentais na interpretação da realidade dos serviços prestados, possibilitando seu monitoramento e revelando necessidades de ajustes e melhorias. Além disso, estes instrumentos de tomada de decisão potencializam a elaboração de políticas públicas voltadas à promoção da saúde e melhoria da qualidade de vida da população (Murtha; Castro; Heller, 2015; Rezende; Heller, 2008; Rezende *et al.*, 2007; Loureiro, 2009; Heller *et al.*, 2009, 2012; Pinheiro *et al.*, 2016; Ribeiro, 2016).

A avaliação de políticas públicas pressupõe a busca de evidências sobre as reais necessidades da população para que a aplicação de recursos públicos leve em conta preceitos de justiça. Por isso, a avaliação deve estar pautada em consensos mínimos e na efetiva apropriação dos benefícios (Figueiredo; Figueiredo, 1986). Ezbakhe *et al.* (2019) salientam a importância de se incorporar aos procedimentos de avaliação, instrumentos que considerem os grupos populacionais sujeitos a distintas vulnerabilidades para que a redução das desigualdades no acesso à água e ao esgotamento sanitário seja, de fato, alcançada e mantida.

O uso de indicadores e índices na avaliação de desempenho de serviços de saneamento se faz presente na literatura, abarcando diferentes estratégias metodológicas e apontando desafios a serem superados no aprimoramento da qualidade e provisão desses serviços. A abordagem *ex post* tem sido utilizada em estudos voltados a ações já realizadas e, nesses casos, a construção e valoração de indicadores é instrumental (Clarke *et al.*, 2014). No Brasil são mais frequentes os estudos que comparam os municípios por meio de rankings do saneamento, com o objetivo de fomentar avaliações do tipo *ex post*, em diversas áreas (Nirazawa; Oliveira, 2018; Abes, 2019; Obraczka, 2019; Oliveira; Saiani, 2020; IPEA, 2020; Brasil, 2021). Também são frequentes as análises comparativas das diferentes modalidades de prestação dos serviços de água e esgoto (Heller *et al.*, 2006; Rezende *et al.*, 2007; Loureiro, 2009; Heller *et al.*, 2009, 2012; Pinheiro *et al.*, 2016; Ribeiro, 2016). De acordo com Kuwajima *et al.* (2020), estudos associados à priorização de investimentos públicos em saneamento no Brasil têm adotado metodologias compatíveis com a análise de indicadores de cobertura, econômico-financeiros e de fragilidade/vulnerabilidade socioeconômica da população (Kuwajima *et al.*, 2020). No plano internacional, destacam-se os manuais de boas práticas da International Water Association (IWA), pautados em ferramentas de benchmarking e em processo sistemático e de melhoria contínua dos serviços, com vistas a possibilitar aos prestadores a seleção de um subgrupo de indicadores alinhado a objetivos específicos de avaliação (AWWA, 2020). No entanto, as práticas estimuladas pela IWA não apresentam aderência às necessidades de países em desenvolvimento, gerando questionamentos quanto à confiabilidade dos dados utilizados e sua aplicabilidade (Matos *et al.*, 2021).

A interpretação dos indicadores na avaliação do esgotamento sanitário por diferentes atores/ instituições está presente em estudo de Von Sperling e Von Seperling (2013). Os autores

constatarem ser a qualidade no atendimento a dimensão mais relevante, sendo os aspectos de natureza operacional, que abrangem o consumo de energia e o aproveitamento energético nas ETEs, bem como o controle físico-químico e biológico do efluente, os menos importantes. Para os autores, uma maior quantidade de indicadores favorece o monitoramento, pelos prestadores, dos diversos aspectos dos serviços de saneamento. Porém, para usuários e entes reguladores, a compreensão dos resultados é facilitada com a seleção de menos indicadores. Em suma, por representarem perspectivas diferentes, os indicadores devem ser analisados de acordo com sua adequação e correspondência às expectativas de quem os utiliza (Von Sperling; Von Sperling, 2013).

Estratégias de avaliação e monitoramento de desempenho na prestação de serviços de água e esgoto são fundamentais ao planejamento estratégico, seja no nível local seja no regional, para o alcance de patamares satisfatórios de atendimento segundo preceitos de sustentabilidade. Aspectos relacionados à eficiência, efetividade e eficácia da prestação de serviços também aportam na compreensão dos obstáculos ao alcance de amplo atendimento, com equidade e integralidade. Assim, a partir dos pressupostos relacionados, este artigo tem como objetivo apresentar dois índices desenvolvidos por meio de métodos estatísticos, para avaliação do desempenho de prestadores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em municípios de Minas Gerais. O primeiro índice é composto de indicadores de sustentabilidade econômica e universalidade, apresentados pela sigla SU, presentes na Lei do Saneamento e no conteúdo normativo dos DHAS (Bos, 2017). O segundo índice compõe-se de indicadores de eficiência, efetividade e eficácia na prestação de serviços, seguindo os passos de Arretche (1998), Figueiredo; Figueiredo (1986), Paim (2011) e Brasil (2004). Dada a carência de informações sobre serviços de água e esgotos e a dificuldade de integração das bases de dados existentes (Pereira, 2017; Freitas *et al.*, 2018; Nirazawa; Oliveira, 2018), empregou-se o método estatístico da análise fatorial exploratória (AFE), que revelou aderência ao estudo, pela sua capacidade de absorver o máximo de informações disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2019.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Fonte dos dados**

Foram utilizadas informações do SNIS (2020), distribuídas em dois blocos de famílias – gerais; operacionais; financeiras e de qualidade; e de indicadores – econômico-financeiros e administrativos; operacionais; e de qualidade (Brasil, 2019; Brasil, 2020a). Importante destacar que o SNIS reúne, desde 1995, informações sobre os serviços municipais de saneamento, disponibilizadas

anualmente com vistas ao planejamento e à melhoria do atendimento. Contudo, esta fonte ainda apresenta limitações em termos de abrangência, consistência e acurácia das informações que disponibiliza, autodeclaradas pelos entes municipais e gestores de saneamento (Schneider *et al.*, 2010; Silveira, 2014; Mundim; Volschan Júnior, 2017; Freitas *et al.*, 2018;). Foram excluídos 41 municípios de Minas Gerais por ausência de declaração de informações, restando 812 municípios na amostra. Por meio da análise exploratória<sup>1</sup> também foram excluídas as variáveis que apresentaram valores omissos (*missing values*) superiores a 60%. A amostra inicial reduziu-se, então, a 51 variáveis (APÊNDICE A). Os dados de população para estimativa do grau de urbanização municipal são provenientes do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011).

Os operadores exclusivos ao fornecimento de água tiveram as variáveis relacionadas a esgotamento sanitário imputadas com valor zero. Essa inferência foi pautada pelo art. 2º, inciso XVI da Lei nº 11.445/2007, que estabelece a prestação concomitante desses serviços, bem como reforça o preceito da integralidade (inciso II), representada pelo conjunto de ações que envolve os componentes do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais). Ressalta-se que 53% dos prestadores da amostra atuam em água e esgoto, simultaneamente, e 47%, atuam apenas em serviços de água.

A análise dos municípios e das mesorregiões revelou que há casos de atuação concomitante de prestadores distintos por município. Deste modo, adotou-se como critério de seleção a representatividade do prestador em termos do número de economias atendidas, sendo mantido aquele ao qual é atribuído o maior número. Saliencia-se que esses casos representam 0,04% da amostra (35 municípios).

## **2.2 Análise fatorial e construção dos índices**

Após a consolidação do banco de dados aplicou-se a análise fatorial exploratória (AFE), gerou-se a matriz de correlação entre as variáveis pelo Teste de Bartlett e definiu-se a quantidade de fatores aos quais as variáveis seriam destinadas para cada categoria pelo Critério de Kaiser, conforme detalhado em Viana (2022). Inicialmente, o agrupamento das variáveis seguiu a lógica exposta no Quadro 1, visando obter resultados comparáveis na perspectiva dos dois índices propostos (EEE e SU). Na AFE, o agrupamento foi checado e, quando necessário, passou por alterações, até ser validado. Ressalta-se ainda que a AFE foi aplicada a cada uma das categorias que compõem os índices, separadamente.

**Quadro 1 – Dimensões e síntese do conceito/critério de alocação inicial das variáveis**

ÍNDICE	DIMENSÕES
EEE	<b>Eficiência:</b> envolve a caracterização da relação custo-benefício da implementação de uma política pública <sup>1</sup> . A máxima eficiência visa à redução de custos, podendo ser incompatível com a redução de desigualdades com equidade, tendo em conta que a distribuição de recursos não prioriza a população mais vulnerável <sup>3</sup> .
	<b>Efetividade:</b> relaciona-se aos efeitos das ações de saneamento sobre os segmentos sociais. Busca expressar ideais de igualdade e justiça social <sup>2</sup> .
	<b>Eficácia:</b> pressupõe a análise de cumprimento de objetivos e metas e da disposição de instrumentos para um determinado programa e seus resultados <sup>1</sup> .
ÍNDICE	DIMENSÕES
SU	<b>Sustentabilidade:</b> pauta-se em condicionantes de sustentabilidade econômico-financeira da prestação de serviços. Neste estudo, considerando a predominância de variáveis econômicas na base de dados utilizada, a sustentabilidade econômica é a referência, a partir de indicadores como a cobrança de tarifas <sup>4</sup> .
	<b>Universalidade:</b> expressa pela ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados aos serviços de saneamento básico <sup>4</sup> .

Fonte: Autores a partir de Figueiredo e Figueiredo (1986)<sup>1</sup>; Brasil (2004)<sup>2</sup>; Paim (2011)<sup>3</sup>; Brasil (2007)<sup>4</sup>.

Na AFE as variáveis são agrupadas em fatores nos quais apresentam maior carga em termos absolutos. Neste estudo, cargas com valores absolutos a partir de 0,3 foram consideradas como uma relação significativa entre a variável e o fator. O sinal da carga deve ser verificado para que seja mantido o sentido lógico esperado da variável em relação ao sentido do escore – maior escore representando melhor avaliação para o prestador. Após ajustes nas cargas, quando necessário, obtém-se o escore que correspondente à soma dos produtos entre o valor da variável e sua respectiva carga.

A fim de facilitar a compreensão e interpretação dos resultados, os escores obtidos pela AFE foram padronizados<sup>1</sup> para escala de 0 a 1, em que valores mais próximos de 1 representam melhores escores e melhor qualidade dos serviços prestados, enquanto os mais próximos de zero refletem os piores escores e a pior qualidade na prestação, quanto ao índice gerado. Para prover as análises, foram elaborados mapas, tabelas e gráficos produzidos com o emprego do Python (Van Rossum; Drake, 1995).

## 2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Fatores e cargas gerados

Os fatores resultantes da AFE e as cargas relativas a cada variável dos índices EEE e SU são apresentados na Tabela 1, assim como o sentido destas variáveis. A título de exemplo, destaca-se a variável de ‘atendimento total de água’, que reflete a efetividade e o nível do acesso, se este avança

para a universalidade, da qual espera-se que quanto maior seu valor, mais bem avaliado será o prestador. Por isso, prevê-se a relação positiva entre essa variável e o escore obtido nessas dimensões.

Em contrapartida, para o percentual de 'perdas na distribuição' espera-se relação negativa, ou seja, quanto menor o seu valor, mais bem avaliado é o prestador em termos de eficiência e sustentabilidade econômica. Nota-se também que essa variável apresenta maior peso em sustentabilidade, cuja carga foi de 0,69 (fator 2), que em eficiência, com carga de 0,40 (fator 4). O que significa que a 'perda na distribuição' confere maior contribuição para a pontuação dos prestadores no índice SU comparado ao índice EEE.

Na Tabela 1, todas as variáveis têm peso representado pela carga nos índices gerados, sendo possível verificar sua contribuição de forma transparente.

**Tabela 1 – Fatores e cargas dos índices EEE e SU**

Variável <sup>1</sup>	Efetividade/ Universalidade	Dimensões - EEE		Dimensões - SU	
		Efetividade		Universalidade	
	Sentido	Carga	Nº-Nome do Fator	Carga	Nº-Nome do Fator
Esgoto tratado	Positivo	0,50	1- Coleta e tratamento de esgoto	0,60	1- Coleta e tratamento de esgoto
Atendimento total de esgoto	Positivo	0,87		0,85	
Atendimento urbano de esgoto	Positivo	1,00		0,89	
Coleta de esgoto	Positivo	-	-	0,97	
Coliformes totais fora do padrão	Negativo	0,87	2- Qualidade da água tratada	0,87	2- Qualidade da água tratada
Turbidez fora do padrão	Negativo	0,64		0,65	
Cloro residual fora do padrão	Negativo	0,77		0,77	
Fluoretação de água	Negativo	0,36		<0,30	
Atendimento total de água	Positivo	0,93	3- Abrangência do SAA	0,56	3- Abrangência do SAA
Atendimento urbano de água	Positivo	0,31		0,48	
Variável <sup>1</sup>	Eficiência/ Sustentabilidade	Eficiência		Sustentabilidade	
	Sentido	Carga	Nº-Nome do Fator	Carga	Nº-Nome do Fator
Suficiência de caixa	Negativo	0,79	4 - Capacidade de caixa	0,91	4 - Capacidade de caixa
Tarifa	Positivo	1,00		0,94	
Despesa com pessoal próprio	Negativo	0,45	5 - Despesas e evasão de receita	<0,30	-
Evasão de receitas	Negativo	1,00		1,00	5 - Evasão de receitas
Consumo elétrico no SAA	Negativo	1,00	6 - Consumo energético	0,38	6 - Controle operacional
Perdas faturamento	Negativo	-	-	0,90	7 - Perdas de faturamento e distribuição
Perdas na distribuição	Negativo	0,40	7 - Produtividade do trabalho e do capital	0,69	
Produtividade	Negativo	0,43		<0,30	-
Hidrometração	Positivo	-	-	0,84	6 - Controle operacional
Variável <sup>1</sup>	Eficácia/ Sustentabilidade/U niversalidade	Eficácia		Sustentabilidade/ Universalidade	
	Sentido	Carga	Nº-Nome do Fator	Carga	Nº-Nome do Fator

Coleta de esgoto	Positivo	0,47	8- Eficácia operacional dos SAE	0,97	1- Coleta e tratamento de esgoto
Hidrometração	Positivo	0,76		0,84	6 - Controle operacional
Quantidade não micromedida	Negativo	0,31		<0,30	-
Perdas faturamento	Negativo	0,53	9- Eficácia econômica	0,90	7 - Eficácia econômica

Fonte: Autores, 2021.

1. As equações referentes as variáveis podem ser encontradas no APÊNDICE A.

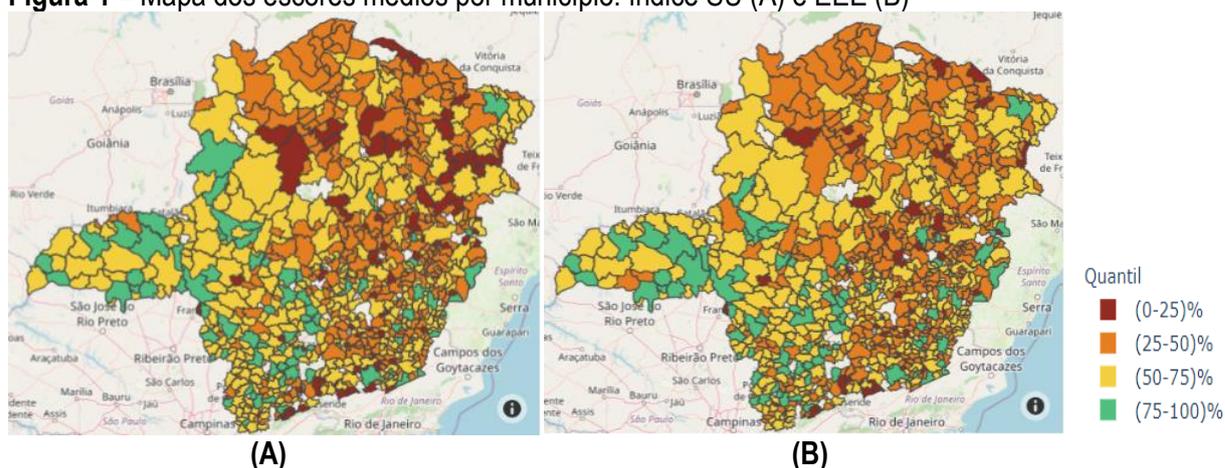
Verifica-se na Tabela 1 que as variáveis das dimensões de efetividade e universalidade, cujo alinhamento quanto ao aspecto social era previsto, foram alocadas em fatores de modo semelhante. Nesses casos, o fator foi nomeado igualmente, sendo diferenciado pelo valor da carga em cada índice. Em síntese, as 51 variáveis foram distribuídas em agrupamentos (Tabela 1) que resultaram em nove fatores explicativos do índice EEE e sete fatores, do índice SU, expediente que favorece a análise e a compreensão dos resultados. Portanto, é possível caracterizar o desempenho operacional e de gestão de serviços de saneamento dos prestadores de serviço sob diversas perspectivas. De modo geral, a partir dos índices, SU e EEE, bem como de modo específico por dimensão a que estes constituem. Assim, além da visão ampla obtida por cada índice, tem-se a observação detalhada, por dimensão, facilitando a interpretação da raiz dos déficits identificados, sendo possível promover políticas públicas mais orientadas às particularidades da oferta e demanda desses serviços nos municípios analisados.

Os mapas (

**Figura 1**) ilustram os escores desses índices, entre 0 (pior resultado) e 1 (melhor resultado), por cortes: de 0 a 0,25 (0-25%); de 0,25 a 0,50 (25-50%); de 0,50 a 0,75 (50-75%) e de 0,75 a 1,00 (75-100%) possibilitando a comparação espacial dos desempenhos dos prestadores. Os 41 municípios para os quais não foi possível obter informações aparecem em branco nos mapas e, sem considerá-los, tem-se que 48,3% da amostra obteve pontuação até 0,50 para EEE e 47,5% para SU. Assim, pode-se concluir que ainda há número considerável de municípios mineiros (cerca de 50%) com baixos escores (entre 0 e 0,50). De modo geral, nota-se que nas mesorregiões Norte de Minas, Vale do Rio Doce e Vale do Mucuri, estão concentrados os escores mais baixos (0,25-0,50), em alaranjado, onde a média em ambos os índices (SU e EEE) gira em torno de 0,40. Já os melhores resultados, entre 0,75 e 1,00, em verde, são observados nas mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Oeste

de Minas e, pontualmente, nas demais localidades do Estado, e equivalem a 12,7% (103 municípios) para SU e a 10,7% (87 municípios) para EEE.

**Figura 1** – Mapa dos escores médios por município: índice SU (A) e EEE (B)

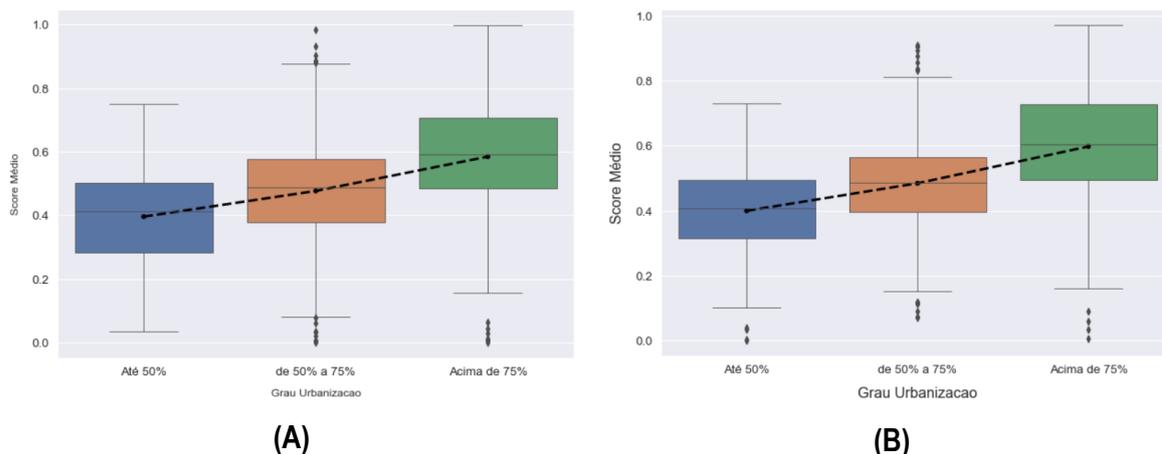


Fonte: Autores, 2021.

### 3.2 Análise comparativa dos escores obtidos: EEE E SU

No que tange ao grau de urbanização dos municípios analisados, nota-se relação diretamente proporcional dessa taxa ao valor do escore em ambos os índices, SU e EEE (Figura 2). O porte populacional do município proporciona ganhos na operação dos serviços e redução de custos pela economia de escala. Logo, quanto maior o número de habitantes/usuários, maior é a eficiência na prestação (Miranda, 2015). Exceção à essa expectativa teórica, pode ser inferida quando há baixa eficiência na alocação de recursos em saneamento, ou seja, quando esta ocorre de maneira equivocada (Siqueira *et al.* 2017).

**Figura 2** – Índices SU (A) e EEE (B) segundo grau de urbanização dos municípios onde atuam os prestadores de serviços de saneamento em Minas Gerais



Fonte: Autores, 2021.

Portanto, eram esperados os maiores resultados obtidos nos dois índices para prestadores atuantes em municípios mais urbanizados (acima de 75%), cujas medianas são aproximadamente iguais a 0,60.

Além disso, é sabido que o maior déficit desses serviços está associado às periferias das grandes cidades, onde não há urbanização formal e nas localidades rurais distantes das sedes. Vale reforçar que as realidades que representam esses casos não constam da base de dados do SNIS, que contempla apenas os serviços que utilizam as redes públicas (Brasil, 2020b).

Para facilitar a análise por tipo de prestador e por representarem mesma natureza jurídica, as administrações diretas pelas prefeituras (90 municípios) foram analisadas em conjunto, bem como as autarquias (88 municípios). Esta ressalva é realizada tendo em vista que, apesar de se tratar de entidades distintas, cada uma com atuação em um município específico, o modelo de gestão segue os mesmos princípios. Além dessas, tem-se a COPASA, atendendo a 580 municípios, e a COPANOR, a 49, com ambos os escores gerais apresentados na Tabela 2 e na Figura 5 (APÊNDICE ). Os prestadores privados não foram inseridos nesta análise comparativa com os demais, devido à sua baixa atuação no Estado (0,6% dos municípios, correspondendo a cinco empresas privadas), inviabilizando sua representatividade no total da amostra (812 municípios).

Nota-se na Tabela 2 que a COPANOR e as prefeituras apresentam medianas menores em ambos os índices. Destaca-se também maior dispersão (0,32) dos resultados obtidos pelas prefeituras, com valores no 1º quartil para SU e EEE, respectivamente, iguais a 0,15 e 0,18, e no 3º quartil, 0,47 e 0,50. Isto é, os prestadores da administração direta apresentam maior variabilidade nos escores que as demais categorias em ambos os índices.

**Tabela 2** – Medidas descritivas dos índices SU e EEE por prestador dos serviços de saneamento em MG

Prestador	Autarquias	COPANOR	COPASA	Prefeituras
-----------	------------	---------	--------	-------------

Prestador	Autarquias		COPANOR		COPASA		Prefeituras	
	SU	EEE	SU	EEE	SU	EEE	SU	EEE
<b>Total</b>	88	88	49	49	580	580	90	90
<b>Média</b>	0,621	0,689	0,342	0,429	0,527	0,520	0,350	0,363
<b>Desvio padrão</b>	0,195	0,155	0,204	0,159	0,149	0,135	0,265	0,231
<b>Mínimo</b>	0,160	0,188	0,006	0,152	0,001	0,005	0,000	0,000
<b>25%</b>	0,502	0,613	0,191	0,322	0,430	0,432	0,157	0,184
<b>50%</b>	0,642	0,707	0,284	0,407	0,523	0,510	0,294	0,384
<b>75%</b>	0,757	0,785	0,474	0,522	0,619	0,606	0,477	0,508
<b>Máximo</b>	0,946	0,920	0,890	0,871	0,957	0,908	0,998	0,972

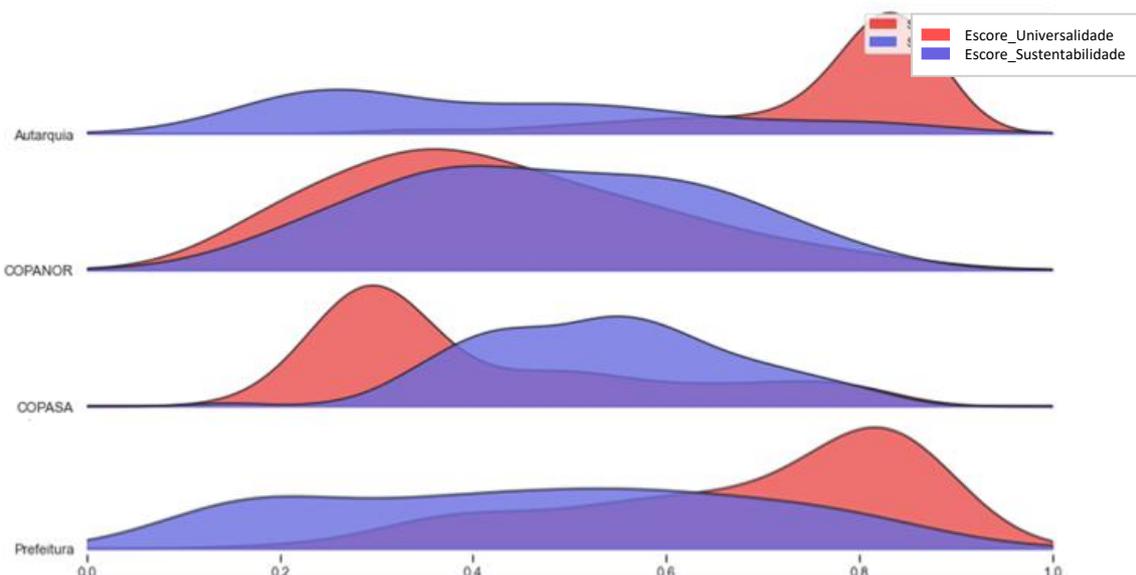
Fonte: Autores, 2021.

Considerando-se os melhores desempenhos (escores de 0,5 a 1,0), as autarquias apresentaram a maior proporção em ambos os índices. Cerca de 90% dos municípios atendidos por esse regime de prestação obtiveram essa pontuação em EEE e 85% dos seus municípios, em SU. Essa faixa de escore também é observada em cerca de 51% dos municípios atendidos pela COPASA, no índice EEE, e em 37%, quando se trata do índice SU. O modelo de administração direta apresentou destaque com a segunda maior proporção no índice SU, com 56%; já no índice EEE este prestador cai para 29%. Por fim, a COPANOR obteve os melhores resultados de EEE em 35% dos municípios sob sua responsabilidade, e 27% para SU.

Esses resultados corroboram outros estudos, que identificaram melhores desempenhos por parte das autarquias seguidas das companhias estaduais, quando estas atuam em água e esgoto, para diferentes aspectos operacionais e de universalidade (Heller *et al.*, 2006; Rezende *et al.*, 2007; Heller *et al.*, 2012; Pertel, *et al.* 2016.). Do mesmo modo, os serviços administrados diretamente pelas prefeituras têm pior desempenho tecnológico, com baixos índices de tratamento de água e recorrentes racionamentos na distribuição, apesar de altos valores de cobertura por rede de água e de esgotos (Heller *et al.*, 2009). A COPANOR não aparece nos estudos mencionados, pelo fato de ter sido criada em 2007, e não há, na literatura recente, trabalhos sobre este prestador com abordagem passível de comparação à análise de desempenho desta pesquisa.

A análise por dimensão dos índices SU e EEE propicia a apuração dos aspectos que mais impactaram os escores finais dos prestadores, como verificado nos gráficos Ridgeline da Figura 3 e da Figura 4 respectivamente.

**Figura 3** – Dimensões do índice SU por prestador dos serviços de saneamento em Minas Gerais



Fonte: Autores, 2021.

**Tabela 3** – Medidas descritivas das dimensões do índice SU por prestador dos serviços de saneamento em Minas Gerais

Prestador	COPASA		COPANOR	
	Sustentabilidade	Universalidade	Sustentabilidade	Universalidade
<b>Total</b>	580	580	49	49
<b>Média</b>	0,579	0,475	0,344	0,340
<b>Desvio padrão</b>	0,198	0,220	0,222	0,299
<b>Mínimo</b>	0,000	0,001	0,002	0,004
<b>25%</b>	0,450	0,306	0,213	0,074
<b>50%</b>	0,593	0,409	0,322	0,226
<b>75%</b>	0,722	0,639	0,438	0,561
<b>Máximo</b>	0,997	0,981	0,900	0,973
Prestador	AUTARQUIAS		PREFEITURAS	
	Sustentabilidade	Universalidade	Sustentabilidade	Universalidade
<b>Total</b>	88	88	90	90
<b>Média</b>	0,457	0,784	0,316	0,383
<b>Desvio padrão</b>	0,273	0,265	0,334	0,329
<b>Mínimo</b>	0,002	0,048	0,000	0,000
<b>25%</b>	0,249	0,713	0,028	0,084
<b>50%</b>	0,420	0,901	0,215	0,339
<b>75%</b>	0,670	0,974	0,585	0,612
<b>Máximo</b>	0,999	0,994	0,999	0,995

Fonte: Autores, 2021.

Verifica-se na Figura 3 que a melhor avaliação (0,5-1,0) no índice SU do grupo das autarquias é devida à maior pontuação em universalidade (95%), que em sustentabilidade-econômica (26%), como constatado nas medianas dessas dessas categorias (

Tabela 3). As distribuições para cada categoria, bem como o pico para universalidade (Figura 3), são justificados pelos fatores: 1- coleta e tratamento de esgoto; 2- qualidade da água tratada;

3- abrangência do SAA. Já o escore mais baixo para sustentabilidade é devido a menores índices de: 1- capacidade de caixa; 2- perdas de faturamento e na distribuição; 3- evasão de receitas; 4- controle operacional.

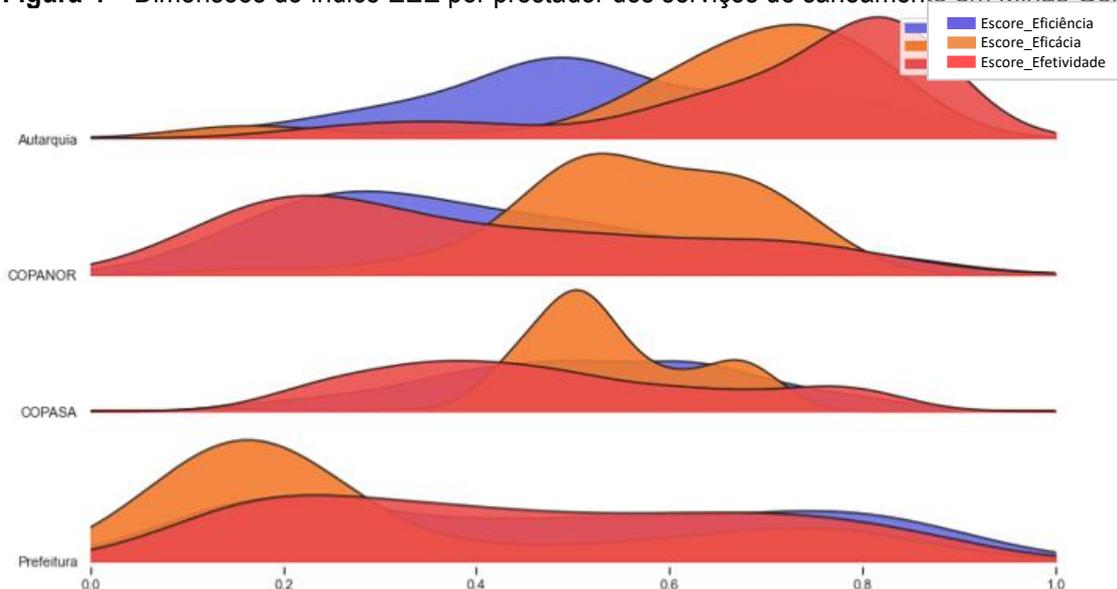
Do mesmo modo que ocorre para as prefeituras, nas quais 82% dos municípios apresentam índice de universalidade entre 0,5-1,0, e apenas 40% com essa pontuação para sustentabilidade. Já para a COPASA, o destaque vai para a sustentabilidade com 60%, comparado aos 27% de universalidade. Finalmente, a COPANOR essas dimensões aparecem em proporções aproximadas, com 27% em sustentabilidade e 29% em universalidade.

Na

Figura 4 e

Tabela 4 podem ser avaliados a importância de cada dimensão (eficiência, efetividade e eficácia) do índice EEE na prestação dos serviços. Para as prefeituras, com base nas medianas, o destaque se refere à eficiência (43%) e à efetividade (32%), sendo insuficiente em eficácia (5%). Nessa última, apenas 22 dos 90 municípios (24%), pontuaram com melhor nota (0,5-1,0). Esse baixo valor pode ser explicado pelo fator 1 de eficácia operacional, principalmente, no que diz respeito à ausência ou baixo controle de micromedicação; e ao fator 2 de eficácia econômica, pelo reduzido aporte financeiro das administrações públicas municipais. Quanto ao primeiro fator, a sua maior carga refere-se ao índice de índice de hidromedicação (0,76), o que significa dizer que, dentre as demais variáveis explicativas (Tabela 1), esta apresentou a maior relevância para a pontuação dos prestadores nessa dimensão.

**Figura 4** – Dimensões do índice EEE por prestador dos serviços de saneamento em Minas Gerais



Fonte: Autores, 2021.

**Tabela 4** – Medidas descritivas das dimensões do índice EEE por prestador dos serviços de saneamento em Minas Gerais

Prestador	COPASA			COPANOR		
	Eficiência	Efetividade	Eficácia	Eficiência	Efetividade	Eficácia
<b>Total</b>	580	580	580	49	49	49
<b>Média</b>	0,524	0,485	0,552	0,365	0,331	0,591
<b>Desvio padrão</b>	0,218	0,236	0,131	0,268	0,306	0,173
<b>Mínimo</b>	0,000	0,008	0,000	0,006	0,000	0,026
<b>25%</b>	0,372	0,303	0,469	0,145	0,055	0,494
<b>50%</b>	0,525	0,463	0,526	0,302	0,210	0,588
<b>75%</b>	0,648	0,678	0,647	0,534	0,590	0,723
<b>Máximo</b>	0,990	0,971	0,839	0,959	0,967	0,869

Prestador	AUTARQUIAS			PREFEITURAS		
	Eficiência	Efetividade	Eficácia	Eficiência	Efetividade	Eficácia
<b>Total</b>	88	88	88	90	90	90
<b>Média</b>	0,550	0,784	0,731	0,453	0,395	0,239
<b>Desvio padrão</b>	0,245	0,250	0,229	0,356	0,324	0,339
<b>Mínimo</b>	0,000	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>25%</b>	0,409	0,712	0,669	0,085	0,103	0,000
<b>50%</b>	0,520	0,912	0,790	0,430	0,321	0,048
<b>75%</b>	0,756	0,964	0,874	0,809	0,643	0,454
<b>Máximo</b>	0,993	0,989	0,989	1,000	0,989	0,944

Fonte: Autores, 2021.

Quanto aos demais prestadores, as autarquias se destacam em efetividade, com mediana igual a 91%, eficácia de 79%, seguida de 52% em eficiência. Os municípios com COPASA obtêm essa pontuação em 53% para eficácia e 52% em eficiência, reduzindo para 46% em efetividade. Já a COPANOR aponta 59% em eficácia, obtendo 30% em eficiência e 21% em efetividade. Essa ênfase pode ser relacionada ao fator 1- eficácia operacional dos serviços de água e esgoto, cuja maior carga se reporta à hidrometração e coleta de esgotos.

Como esperado na comparação entre as abordagens dos índices SU e EEE (Figura 3 e

Figura 4) convém elucidar que a dimensão universalidade, do primeiro, apresentou resultados semelhantes às dimensões de efetividade e eficácia, do segundo. Essas dimensões traduzem os impactos sociais dos serviços prestados, de modo que suas variáveis explicativas foram semelhantes. Já a sustentabilidade, se compara à eficiência, visto que ambas consideram em grande medida aspectos econômico-financeiros e operacionais. Logo, também apresentaram semelhanças na alocação de variáveis em alguns fatores e, conseqüentemente, no desempenho dos prestadores avaliados.

#### 4 CONCLUSÕES

O estudo reforça a complexidade de se avaliar as atuações municipais em saneamento devido a diversos fatores político-institucionais e econômicos, dentre outros, devido às especificidades de municípios com características muito distintas, bem como por limitações das bases de dados. Considera-se que o reconhecimento das fragilidades do SNIS e a busca por melhorias neste sistema sejam essenciais ao desenvolvimento de análises de desempenho, com maior precisão. Porém, ainda há muito a se fazer visando transpor as limitações vigentes, como a ampliação de informações para além dos sistemas convencionais (redes), com foco na área urbana, e de informações sociais, já que as econômicas ainda prevalecem, visando retratar com maior êxito as características do atendimento. Contudo, os índices estruturados possibilitam uma gama de informações qualificadas, capazes de caracterizar o desempenho de prestadores e nortear políticas públicas para o setor.

Observa-se que a avaliação do desempenho pelos preceitos de EEE é facilitada por apresentar base teórica consolidada. Considerando-se o viés teórico mais contemporâneo, enfatizado na Lei do Saneamento, são necessárias tomadas de decisão mais cautelosas na construção do índice SU. Quanto à dimensão de universalidade que o compõe, em geral, em outros estudos, esta é explicada pelo nível de atendimento. Neste estudo, buscou-se atribuir, além dessa variável, indicadores de qualidade e segurança no fornecimento de água potável, tendo em vista que os serviços devem apresentar qualidade compatível com a promoção da saúde humana, como preconizado também nos critérios de DHAS. Quanto à sustentabilidade, apesar de seu caráter multifacetário, deve-se explicitar as vertentes possíveis de serem contempladas, como neste estudo, a econômico-financeira. A interpretação deste aspecto, integrada à discussão do conteúdo normativo dos DHAS, tais como acessibilidade financeira e a igualdade e não-discriminação, é de suma importância, visando à conquista dos referidos direitos e o não retrocesso.

Através da AFE foi possível limitar o número de variáveis no estudo, de modo a facilitar a execução da análise e a compreensão dos resultados, sem perder de vista as dimensões necessárias da pesquisa. Além disso, os critérios e pesos que resultaram no ordenamento dos prestadores são transparentes. Ademais, a comparação realizada através dos índices SU e EEE, evidenciou que a prestação dos serviços é influenciada pelas diversas modalidades de gestão desses serviços no que diz respeito aos critérios analisados. Ressalta-se que esse desempenho também pode ser influenciado por outros aspectos ambientais, demográficos, socioeconômicos e político-culturais.

## **REFERÊNCIAS**

ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Ranking ABES da Universalização do Saneamento**. abes-dn.org.br, 2019, p. 1-105.

AWWA. American Water Works Association. **Benchmarking Performance Indicator for Water and Wastewater: 2020**. American Water Works Association, AWWA, 2020, p. 1-21.

ARRETCHE, M. T. S. Tendências no Estudo sobre Avaliação. *In*: Rico et al. **Avaliação de Políticas Sociais: Uma Questão em Debate**. São Paulo: Cortez: Instituto de Estudos Especiais, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica**. Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. 116 p.

BRASIL, Trata. Instituto trata brasil. **Ranking do Saneamento**, GO Associados, 2021, p. 1-131.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Diário Oficial da União, Brasília, 05 jul. 2007. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020).

BRASIL. **Lei nº. 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, 16 jul. 2020.

BOS, R. **Manual sobre os direitos humanos à água potável e saneamento para profissionais**. IWA Publishing, 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Cadernos Temáticos: Do SNIS ao SINISA**. Brasília, DF. 2020a.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019**. Brasília: SNS/MDR, 2020b. 183 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **SNIS - Série Histórica**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasília, DF. 2019

CLARKE, Matthew; FEENY, Simon; DONNELLY, John. **Water, sanitation and hygiene interventions in the Pacific: Defining, assessing and improving ‘sustainability’**. The European Journal of Development Research, v. 26, n. 5, p. 692-706, 2014.

DONDE, O., EVANS A., ANASTASIA W., PAUL T. **COVID-19 pandemic: water, sanitation and hygiene (WASH) as a critical control measure remains a major challenge in low-income countries**. Water research, v. 191, p. 116793, 2021.

EZBAKHE, F; GINÉ-GARRIGA, R; PÉREZ-FOGUET, A. Leaving no one behind: Evaluating access to water, sanitation and hygiene for vulnerable and marginalized groups. **Science of the total environment**, v. 683, p. 537-546, 2019.

FIGUEIREDO, M.; FIGUEIREDO, A. **Avaliação política e avaliação de políticas: um quadro de referência teórica. Análise e Conjuntura**. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte. 1986.

FREITAS, R.M.S.; SMIDERLE, J. J.; DIAS, S. A.; SOUZA, R. M.; ZIDDE, C. **Medindo o saneamento: potencialidades e limitações dos bancos de dados brasileiros**. FGV CERJ: Policy Papers, 2018, p. 1-38.

HELLER, L.; COUTINHO, M. L.; MINGOTI, S. A. Diferentes modelos de gestão de serviços de saneamento produzem os mesmos resultados? Um estudo comparativo em Minas Gerais com base em indicadores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 325-336, 2006.

HELLER, P. G. B.; SPERLING, M. V.; HELLER, L. Desempenho tecnológico dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em quatro municípios de Minas Gerais: uma análise comparativa. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 109-118, Jan./Mar. 2009.

HELLER, P. G. B, OLIVEIRA, N.O., HELLER, L., MINGNOT, S.A. Modelos institucionais de prestação dos serviços de esgotamento sanitário: um estudo comparativo dos municípios brasileiros. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, v. 5, n. 3, p. 114-122, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população dos municípios 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: Dados do universo**. 2010.

IPEA, Julio Issao Kuwajima–Consultor; PROJETO, O. D. S. Indicadores agregados e metodologia para identificar “quem está ficando para trás”: o caso do saneamento no Brasil. *In: IX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población, ALAP 2020*.

KUWAJIMA, J. I.; FECHINE, V. M. R.; SANTOS, G. R.; SANTANA, A. S. **Saneamento no Brasil: proposta de priorização do investimento público**. Brasília: Ipea, 2020. (Texto para discussão, n. 2614).

LOUREIRO, Aline Linhares. **Gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado da Bahia: análise de diferentes modelos**. 2009. p. 1-188 Dissertação (Mestrado em Gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado da Bahia: análise de diferentes modelos). Escola Politécnica Salvador, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

MATOS R., CARDOSO A., ASHLEY R., DUARTE P., MOLINARI A., SCHULZ A. 2020, de la edición traducida: Editorial Universitat Politècnica de València. **Indicadores de Desempeño para Servicios de Saneamiento. International Water Association**. IWA Publishing. Colección UPV [Scientia]. 2021.

MENICUCCI, Telma; D'ALBUQUERQUE, Raquel. **Política de saneamento vis-à-vis à política de saúde: encontros, desencontros e seus efeitos**. Saneamento como política pública: um olhar a partir dos desafios do SUS, p. 9-52, 2018.

MIRANDA, R. J. S. **A Eficiência dos serviços de saneamento e o impacto na geração de emprego e renda em Minas Gerais**. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Locus Repositório Institucional da UFV. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2015.

MUNDIM, Bernardo Costa; JUNIOR, Isaac Volschan. V-2017- Relevância dos indicadores operacionais e de qualidade do sistema nacional de informações sobre o saneamento para sistemas de

abastecimento de água e esgotamento sanitário. *In: 29º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*: ABES, 2017, p. 1-10.

MURTHA, N. A.; CASTRO, J.; HELLER, L. Uma perspectiva histórica das primeiras políticas públicas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo v. 18, n. 3, p. 193-210, jul.-set. 2015.

NIRAZAWA, A. N.; OLIVEIRA, S.V. W. B. Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais. *Revista de Administração Pública*, v. 52, p. 753-763, 2018.

OBRACZKA, M, MACHADO, S. DE O., MARQUES, C. F., OHNUMA JR, A. A. Emprego de Indicadores na Avaliação do Saneamento-Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul. *Revista Internacional de Ciências*, v. 9, n. 1, p. 3-21, 2019.

OLIVEIRA, W. T.; SAIANI, C. C. S. **Ranking Municipal do Saneamento nas Regiões de Uberlândia, Uberaba e Patos de Minas - 2020**. Centro de Estudos, Pesquisas e Projetos Econômicos e Sociais, Núcleo de Economia Social e do Trabalho, Programa de Pós-Graduação em Economia, Instituto de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Uberlândia (CEPES/NEST/PPGE/IERI/UFU), Uberlândia, 2020.

PAIM, J.S. Universalidade, integralidade e equidade: caderno temático nº 1. *In: REZENDE, S.C. (org.). Cadernos temáticos*. Brasília: Ministério das Cidades, 2011. (Panorama do Saneamento Básico no Brasil, v. 7).

PEREIRA, Alex Cardoso. **Proposição de uma matriz de indicadores de sustentabilidade para avaliação do saneamento básico em comunidades rurais**. 2017. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Locus Repositório Institucional da UFV. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2017.

PERTEL, Monica; AZEVEDO, José Paulo Soares de; VOLSCHAN JUNIOR, Isaac. 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*, v. 21, n. 1, p. 159-168, 2016.

PINHEIRO, F. A. P.; SAVOIAΩ, J. R. F.; ANGELO, C. F. Análise Comparativa da Atuação de Prestadores de Serviços de Saneamento Públicos e Privados no Brasil. *CEP*, v. 5713, p. 430, 2016.

REZENDE, S., WAJNMAN, S., CARVALHO, J. A. M. D.; HELLER, L. Integrating supply and demand of water and sanitation services: hierarchical analysis of the urban Brazil in 2000. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 12, n. 1, p. 90-101, 2007.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2008. 387 p.

RIBEIRO, N. R. **Condicionantes da presença de modelos de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário: avaliação comparativa em oito municípios de Minas Gerais**. 2016.

SCHNEIDER, D., SCHNEIDER, D., DOS SANTOS, R., CRIOLLO MARTINEZ, R., COUTINHO, S., MALHEIROS, T., & GASPAR TEMÓTEO, T. Indicadores para serviços de abastecimento de água e

esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 17, p. 65-76, 2010.

SILVEIRA, A. B. G. Explorando o déficit em saneamento no Brasil: evidências da disparidade urbano-rural. **Paranoá**, Brasília, DF, n. 10, p. 37-48, 2014.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY (UNGA). **Human Right to Water and Sanitation Geneva**: UNGA; 2010. UN document A/RES/64/292.

SIQUEIRA, I. M., DE OLIVEIRA REIS, A., FRAGA, M. S., FERREIRA, E. P., & AMARAL, N. L. Eficiência na alocação de recursos em saneamento básico: correlações com saúde, educação, renda e urbanização nos municípios mineiros. **Contabilometria**, v. 5, n. 1, 2017.

VAN ROSSUM, G.; DRAKE JR, F. L. **Python reference manual**. Centrum voor Wiskunde en Informatica. Amsterdam, The Netherlands. Python Reference Manual; CWI (Centre for Mathematics and Computer Science): Amsterdam, The Netherlands, 1995.

VON SPERLING, T.L., VON SPERLING, M. (2013). Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 313-322.

VIANA, E. C. P.; **Desenvolvimento de escores para avaliação da qualidade de serviços de prestadores de água em Minas Gerais**. Monografia (Bacharelado em Estatística) – Departamento de estatística, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 27. 2022.

## Notas

---

<sup>1</sup> Detalhes em: Viana (2022).

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – QUADRO DE VARIÁVEIS ADOTADAS NA ANÁLISE FATORIAL

VARIÁVEL (CÓDIGO)	DESCRIÇÃO	FONTE	CÁLCULO	UNIDADE
Produtividade (IN002)	Produtividade: economias ativas por pessoal próprio	SNIS, 2019	(Quantidade de economias ativas de água + Quantidade de economias ativas de esgotos) / Quantidade total de empregados próprios	econ./ empreg.
Hidrometração (IN009)	Índice de hidrometração	SNIS, 2019	Quantidade de ligações ativas de água micromedidas / Quantidade de ligações ativas de água OBS: utiliza-se a média aritmética desses valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.	%
Perdas faturamento (IN013)	Índice de perdas faturamento	SNIS, 2019	(Volume de água produzido + Volume de água tratada importado - Volume de água faturado - Volume de serviço) / (Volume de água produzido + Volume de água tratada importado - Volume de serviço)	%
Coleta de esgoto (IN015)	Índice de coleta de esgoto	SNIS, 2019	Volume de esgotos coletado / (Volume de água consumido - Volume de água tratada exportado)	%
Produtividade por pessoal total (IN019)	Índice de produtividade: economias ativas por pessoal total (equivalente)	SNIS, 2019	(Quantidade de economias ativas de água + Quantidade de economias ativas de esgotos) / Quantidade equivalente de pessoal total	econ./empreg. eqv.
Atendimento urbano de água (IN023)	Índice de atendimento urbano de água	SNIS, 2019	População urbana atendida com abastecimento de água / (População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água	%
Atendimento urbano de esgoto (IN024)	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água	SNIS, 2019	População urbana atendida com esgotamento sanitário / (População urbana residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário OU População urbana do município do ano de referência Fonte: IBGE)	%
Evasão de receitas (IN029)	Índice de evasão de receitas	SNIS, 2019	[Receita operacional total (direta + indireta)] - Arrecadação total / [Receita operacional total (direta + indireta)]	%
Esgoto tratado (IN046)	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	SNIS, 2019	{[ Vol. de esgotos tratado (ES006) + Vol. de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador (ES015)] / [Vol. de água consumido (AG010) - Vol. de água tratada exportado (AG019)]} x 100	%
Perdas na distribuição (IN049)	Índice de perdas na distribuição	SNIS, 2019	(Vol. de água produzido + Vol. de água tratada importado – Vol. de água faturado – Vol. de serviço) / (Vol. de água produzido + Vol. de água tratada importado – Vol. de serviço)	%
Atendimento total de água (IN055)	Índice de atendimento total de água	SNIS, 2019	População total atendida com abastecimento de água/População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, do IBGE	%
Atendimento total	Atendimento	SNIS, 2019	(População total atendida com	%

**ANÁLISE DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO EM MINAS GERAIS: perspectivas econômica e social**

VARIÁVEL (CÓDIGO)	DESCRIÇÃO	FONTE	CÁLCULO	UNIDADE
de esgoto (IN056)	total de esgoto referido aos municípios atendidos com água		esgotamento sanitário / População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, do IBGE)	
Fluoretação de água (IN057)	Índice de fluoretação de água	SNIS, 2019	Volume de água fluoretada / (Volume de água produzido + Volume de água tratada importado)	%
Consumo elétrico no SAA (IN058)	Índice de consumo de energia elétrica em SAA	SNIS, 2019	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água / (Volume de água produzido + Volume de água tratada importado)	kWh/m <sup>3</sup>
Cloro residual fora do padrão (IN075)	Incidência das análises de cloro residual fora do padrão	SNIS, 2019	Quantidade de amostras para cloro residual com resultados fora do padrão / Quantidade de amostras para cloro residual analisadas	%
Turbidez fora do padrão (IN076)	Incidência das análises de turbidez fora do padrão	SNIS, 2019	Quantidade de amostras para turbidez fora do padrão / Quantidade de amostras para turbidez analisadas	%
Coliformes totais fora do padrão (IN084)	Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	SNIS, 2019	Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão / Quantidade de amostras para coliformes totais analisadas	%
Suficiência de caixa (IN101)	Índice de suficiência de caixa	SNIS, 2019	Arrecadação total/(Despesas de Exploração DEX + Despesas com juros e encargos do serviço da dívida + Despesas fiscais ou tributárias não computadas na DEX + Despesas com amortizações do serviço da dívida)	%
Tarifa (-)	Proporção da tarifa média praticada (IN004) em relação à despesa total com serviços por m <sup>3</sup> faturado (IN003)	Formulada a partir do SNIS	Tarifa média praticada/ despesa total com serviços por m <sup>3</sup> faturado	R\$/m <sup>3</sup>
Grau de urbanização (-)	Grau de urbanização	Formulada a partir do SNIS e IBGE	população urbana, segundo o IBGE / população rural, segundo o IBGE	-
Quantidade não micromedida (-)	Quantidade de economias não micromedidas	Formulada a partir do SNIS	Economias residenciais ativas de água (AG013) – economias residenciais ativas de água micromedidas (AG022)	Economias

Fonte: Autores a partir de dados do SNIS (BRASIL, 2019a) e IBGE, 2021.

APÊNDICE B – Medidas descritivas dos índices SU e EEE

Tabela 5 – Medidas descritivas dos índices SU e EEE segundo grau de urbanização dos municípios onde atuam os prestadores de serviços de saneamento em Minas Gerais

Grau de urbanização	acima de 75%		até 50%		entre 50% e 75%	
	SU	EEE	SU	EEE	SU	EEE
<b>Total da amostra</b>	338	338	151	151	318	318
<b>Média</b>	0,597	0,584	0,399	0,396	0,484	0,476
<b>Desvio padrão</b>	0,170	0,189	0,137	0,150	0,145	0,176
<b>Mínimo</b>	0,005	0,001	0,000	0,034	0,070	0,000
<b>25%</b>	0,495	0,485	0,315	0,283	0,396	0,378
<b>50%</b>	0,604	0,591	0,408	0,412	0,486	0,486
<b>75%</b>	0,729	0,706	0,495	0,502	0,565	0,577
<b>Máximo</b>	0,972	0,998	0,730	0,749	0,910	0,985

Fonte: Autores, 2021.

APÊNDICE C – Índices SU (A) e EEE (B) por prestador dos serviços de saneamento em Minas Gerais

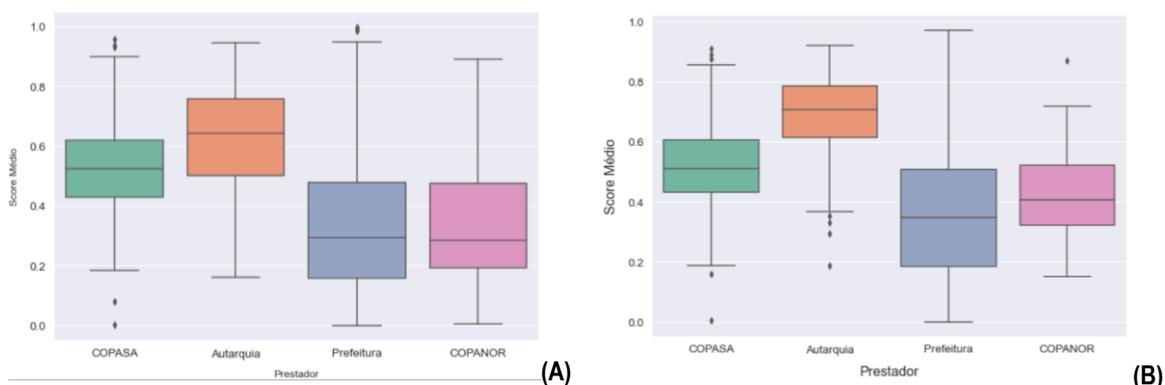


Figura 5 – Índices SU (A) e EEE (B) por prestador dos serviços de saneamento em Minas Gerais  
Fonte: Autores, 2021.