

Construção de um índice de saneamento básico: uma proposta de *Ranking* para os municípios das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

RESUMO

Walef Pena Guedes

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, São Paulo
walef.pg@puccampinas.edu.br

Cibele Roberta Sugahara

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, São Paulo
cibelesu@puc-campinas.edu.br

Denise Helena Lombardo Ferreira

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, São Paulo
lombardo@puc-campinas.edu.br

Bruna Angela Branchi

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, São Paulo
bruna.branchi@puc-campinas.edu.br

A Agenda 2030 e a atualização do Novo Marco Legal do Saneamento por meio da Lei 14.026/2020 preconizam a universalização do acesso à água e ao saneamento. Dessa forma, é importante fomentar novas estruturas de índices que consigam capturar o real cenário das diferentes dimensões do saneamento e áreas geográficas. À vista disso, o estudo apresenta a construção do Índice de Saneamento Básico para os municípios atendidos pelas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, bem como a classificação em forma de *Ranking* como ferramenta de monitoramento e avaliação do saneamento básico. Para tanto, utilizaram-se os dados disponíveis no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento para o ano de 2019, além da aplicação da técnica de Análise Fatorial. Os resultados revelam que os municípios Águas de São Pedro; Campinas e Piracicaba encabeçam o *Ranking* com os melhores resultados. Além disso, o estudo aponta Toledo; Mairiporã e Nazaré Paulista como sendo os municípios que mais carecem dos serviços de saneamento básico. Apesar dos municípios possuírem características relativamente semelhantes, o Índice de Saneamento Básico conseguiu capturar e representar a realidade experienciada na região. Portanto, o *Ranking* municipal possibilita indicar a utilização do Índice de Saneamento Básico como instrumento no apontamento das dimensões do saneamento básico que carecem de mais investimentos e atenção da gestão pública considerando o recorte geográfico de Bacias hidrográficas.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico. Indicador de saneamento. Bacias hidrográficas.

INTRODUÇÃO

Os padrões de produção e consumo da sociedade vêm acarretando práticas que estão alterando a relação do homem com os recursos naturais. Entre os problemas emergentes nesse cenário, são recorrentes as discussões sobre o acesso de forma equânime aos serviços de saneamento básico. Neste contexto, a Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Agenda 2030, destaca-se ao estabelecer metas claras no âmbito do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, concentrando-se no acesso à água e saneamento. Além disso, a Agenda 2030 coloca a água como elemento central nas discussões sobre desenvolvimento sustentável. A abordagem adotada enfatiza a interconexão essencial entre os recursos hídricos, a prestação de serviços relacionados, o crescimento econômico e a busca pela sustentabilidade (ONU, 2015).

Tendo em vista as inquietações que o processo de desenvolvimento despertou no mundo contemporâneo, os indicadores podem nortear ações ou monitorar parâmetros relevantes, conforme destaca a *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD, 1993). Os indicadores são abstrações da realidade, que podem ser representações incompletas ou parciais, sendo interpretadas como um conjunto de suposições que refletem os responsáveis pelas escolhas das métricas e o valor do que deve ser medido (MEADOWS, 1998; BRANCHI, 2022).

Para Meadows (1998) existe uma diversidade de indicadores, por isso deve-se direcionar esforços para utilizar os indicadores já existentes visando atender as demandas atuais da sociedade. Utilizar estatísticas oficiais favorece o consolidação e a replicabilidade das métricas usadas, propiciando melhorias. Nessa pesquisa, portanto, são utilizados os indicadores consolidados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), os quais se baseiam no conceito de saneamento básico previsto na Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, a fim de evidenciar o uso da água para o abastecimento da população e o acesso ao saneamento.

O uso de indicadores de saneamento pode ser utilizado como ferramenta na visualização de melhorias e alicerce da política do setor (HAMDAN; LIBÂNIO; COSTA, 2019). Somado a isso, a elaboração de um índice a partir de indicadores pode auxiliar na mensuração do acesso aos serviços de saneamento, tendo em vista que os indicadores refletem tanto os serviços de saneamento quanto a qualidade da gestão (FERREIRA; SILVA; FIGUEIREDO FILHO, 2021).

A escolha das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Bacias PCJ) justifica-se pelo fato de que as regiões atendidas por essas Bacias possuem dinâmicas socioeconômicas e demográficas expressivas. Além disso, essas Bacias enfrentam períodos de estresse hídrico, e os problemas que já são graves tendem a se intensificarem devido aos impactos dos eventos climáticos extremos, reforçando a necessidade de gerenciar os indicadores apontados nesta pesquisa (COMITÊS PCJ, 2020).

Partindo do pressuposto de que o acesso ao saneamento está diretamente relacionado ao desenvolvimento da sociedade, esta pesquisa analisa os indicadores de saneamento básico para os municípios atendidos pelas Bacias PCJ, a fim de propor um Índice de Saneamento Básico (ISB) e classificar os municípios das Bacias PCJ em forma de *Ranking* com base nas dimensões do saneamento

básico previstas na Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, bem como o ODS 6 da Agenda 2030. Meijeringa, Kernb e Tobi (2014) revelam que a elaboração de *Rankings* é uma forma eficiente de apresentar os resultados, independente do eixo temático.

Rankings de Saneamento Básico

A elaboração de *Ranking* de saneamento básico dos municípios pode ser útil para apresentar as condições e subsidiar a avaliação e o desenvolvimento de políticas públicas. Dentre as iniciativas de *Rankings* no Brasil que utilizam essa metodologia de classificação pode-se citar: *Ranking* do Saneamento Trata Brasil; Programa Município VerdeAzul (PMVA) e *Ranking* da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) da universalização do saneamento. Além da iniciativa internacional do *Ranking of cities* da Índia.

Dentre os mais conhecidos, o *Ranking* da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) objetiva avaliar o percentual da população atendida pelos serviços de saneamento, ranqueando-os conforme o acesso aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, e quão próximo estão da universalização. No entanto, são considerados apenas os municípios que fornecem informações ao SNIS. Sendo assim, os municípios que apresentam mais informações para os cálculos dos indicadores, são classificados por categorias de desempenho. O *Ranking* ABES é composto por 1.670 municípios brasileiros, sendo a região Sudeste com maior representatividade (58%), seguida da região Centro-Oeste (30%) e região Sul (25%), já as regiões Norte (8%) e Nordeste (12%) apresentam menor representatividade (ABES, 2021).

Outro *Ranking* reconhecido é o do Instituto Trata Brasil, que possui apoio da GO Associados. O documento publicado desde 2007 objetiva realizar a atualização do *Ranking* de saneamento, este estudo traz informações sobre os métodos utilizados, e sua metodologia é revisada periodicamente, a fim de aprimorar as versões (ITB, 2021).

O *Ranking* do Trata Brasil considera os cem maiores municípios brasileiros, considerando a estimativa do IBGE (ITB, 2021). A elaboração do *Ranking* segue uma metodologia semelhante à do ABES, ambos consideram as informações fornecidas pelas operadoras de cada município, assim como os dados disponíveis no SNIS. Além dos *Rankings* do Instituto Trata Brasil e ABES, há o Programa Município VerdeAzul (PMVA) lançado em 2007, uma iniciativa Estadual e coordenado pela Secretaria de Meio Ambiente (SMA) do Estado de São Paulo.

O PMVA tem por objetivo mensurar e avaliar a eficiência da gestão ambiental dos municípios de São Paulo, por meio das ações que norteiam a agenda ambiental local, e abarcam os seguintes temas: Município Sustentável; Estrutura e Educação Ambiental; Conselho Ambiental; Biodiversidade; Gestão das Águas; Qualidade do Ar; Uso do Solo; Arborização Urbana; Esgoto Tratado e Resíduos Sólidos. A partir da avaliação, a SMA torna disponível o Indicador de Avaliação Ambiental (IAA) ao Governo do Estado de São Paulo, às Prefeituras e à população (PMVA, 2016).

A metodologia empregada no PMVA permite as propostas dadas pelo Programa, de modo que os 645 municípios paulistas executem suas ações, e o conhecimento gerado possa ser aderido pelas gestões ambientais e municipais, objetivando o i) incentivar a variável ambiental na agenda; ii) impulsionar o Poder

Público Local a fortalecer o planejamento ambiental municipal, e iii) apoiar a eficiência da gestão ambiental. No entanto, a participação dos municípios no PMVA é de caráter voluntário (PMVA, 2016).

O *Ranking* do PMVA (2016) é publicado anualmente, e além das ações que norteiam a elaboração de políticas públicas, o *Ranking* é utilizado pelo PMVA para promover as seguintes premiações: i) Certificado Município VerdeAzul, o selo é atribuído aos municípios que atingem a nota igual ou superior a 80 pontos, com efeito de facilitar o acesso dos municípios às verbas da SMA e o ii) Prêmio Governador André Franco Montoro, concedido aos municípios com melhor colocação no *Ranking* em cada uma das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – (UGRHI’S).

Com relação às iniciativas internacionais, é importante frisar a *National Urban Sanitation Policy* (NUSP) – Política Nacional de Saneamento Urbano, lançada em 2008 pelo *Ministry Of Urban Development* – Ministério do Desenvolvimento Urbano da Índia, que determina a necessidade de estabelecer planos de ação de saneamento para todas as cidades e vilas indianas, a fim de sustentar bons resultados e promover um ambiente salubre para 100% da população indiana (MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT, 2011).

A NUSP possui inúmeras características importantes para os desdobramentos positivos no saneamento indiano. A iniciativa reconhece a importância de todo ciclo de resíduos, além de considerar a importância de medidas para eliminar a defecção a céu aberto, bem como o atendimento de 100% da coleta e tratamento são estipulados como metas (WANKHADE, 2015).

Em comparação às iniciativas anteriores, a NUSP não promove uma solução única, além disso, proporciona incentivo a todos os tipos de soluções. Considerando as disparidades das cidades indianas, a NUSP recomenda que o estado deve considerar uma estratégia estadual de saneamento, e cada cidade preparar um plano municipal de saneamento (WANKHADE, 2015).

Tendo em vista a necessidade da adoção de medidas eficazes na Índia, a NUSP estabeleceu o *Ranking* com o propósito de estimular rapidamente o saneamento nas cidades conforme suas metas. O exercício proposto pelo sistema de classificação abarca 423 cidades (foram consideradas apenas as cidades com mais de 100.000 habitantes), e cerca de 72% da população urbana indiana (MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT, 2011).

Outro estudo realizado no âmbito internacional é o da Universidade de Yale – *Environmental Performance Index*, que a partir de um conjunto de indicadores fornece uma escala nacional de quão próximos os países estão em relação às metas de política ambiental. Além do mais, o estudo tem por objetivo destacar os líderes e retardatários no tocante ao desempenho ambiental, apresentando os resultados através de *Ranking*. Dentre as onze categorias de análise, as categorias de Saneamento e água potável; Gestão de resíduos e recursos hídricos são os temas que mais se aproximam desta pesquisa (WENDLING *et al.*, 2020).

É pertinente salientar a iniciativa do Instituto Cidades Sustentáveis (ITC), que objetiva traduzir os compromissos firmados pelo Pacto Global da Agenda 2030 –, o ITC elaborou o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil (IDSC-BR) com apoio do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEBRAP). O IDSC-BR é uma ferramenta que pretende desvelar as transformações nas cidades, por

meio do índice proposto para cada um dos 17 ODS em 770 municípios analisados. Além disso, apresenta o *Ranking* dos municípios considerando o quão próximos estão de atingir as metas, como preconiza o pacto da ONU (IDSC-BR, 2021).

No processo de elaboração do *Ranking*, é importante estabelecer bons indicadores (MEIJERINGA; KERNB; TOBI, 2014; NIRAZAWA, 2016). Nesse caso, Nirazawa (2016) teve como referência o guia “*Handbook on Constructing Composite Indicators*” da OECD (NARDO *et al.*, 2005) para elaboração da sua pesquisa cujo título é “Saneamento básico dos municípios paulistas: proposta de *Ranking* com base na Lei nº 11.445/2007”. A referida pesquisa permite trazer subsídios para fomentar discussões e reformulação dos planos de ação junto ao setor público.

O guia *Handbook on Constructing Composite Indicators* tem por objetivo prover informações para a construção e uso de indicadores compostos. Apesar de existirem inúmeros indicadores compostos, o guia se detém aos indicadores que melhor expressam e classificam o desempenho do país nos temas de competitividade industrial, globalização, inovação e desenvolvimento sustentável. Além disso, o guia fornece argumentos para melhor compreensão dos indicadores compostos, a fim de proporcionar uma melhora na qualidade e apresentação dos resultados. Os prós e contras de indicadores decorrem da qualidade das variáveis, por isso, a escolha das variáveis deve ter relevância, confiabilidade, propósito e acessibilidade (NARDO *et al.*, 2005).

METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa adotada para a construção do Índice de Saneamento Básico (ISB) foi Análise Fatorial (AF) – técnica específica no âmbito da estatística multivariada. A escolha da AF para a construção ISB baseou-se em sua capacidade de condensar um grande conjunto de variáveis em um número reduzido de fatores.

Coleta e tratamento dos dados

As fontes de coleta de dados da pesquisa são artigos científicos, dissertações e teses, e os seguintes documentos técnicos dos Comitês PCJ: “Relatório síntese: Plano de recursos hídricos das Bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2020 a 2035”, e o “Relatório de situação dos recursos hídricos 2020 (ano base 2019)”. Os dados de saneamento básico foram coletados a partir das bases de dados do SNIS disponíveis no site <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>, contemplando: (a) abastecimento de água; (b) esgotamento sanitário; (c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e (d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, referentes ao ano de 2019. O recorte temporal decorre da ausência de dados mais recentes no SNIS no momento da coleta. Os dados foram coletados para todos os 76 municípios das Bacias PCJ.

O procedimento de verificar a adequabilidade da base de dados parte do pressuposto de observar o “nível de mensuração das variáveis, tamanho da amostra, razão entre o número de casos e a quantidade de variáveis e o padrão de correlação entre as variáveis” (FIGUEIREDO; SILVA, 2010, p. 165). A seleção dos indicadores utilizados nessa pesquisa se deu através de três etapas:

Etapa 1: identificação dos indicadores disponíveis na base do SNIS que tinham relação direta com os objetivos galgados nessa pesquisa e que possuíam dados disponíveis para o ano de 2019 (ano mais recente no momento da coleta), culminando na seleção de 54 indicadores.

Etapa 2: triagem dos indicadores a fim de verificar quais indicadores possuíam o maior número de informações para todos os municípios das Bacias PCJ.

Etapa 3: realizada tendo como base os critérios de planejamento da AF de Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010). A partir da seleção dos indicadores foi aplicada a AF através do *Software Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 20, a fim de verificar a adequabilidade dos mesmos para a aplicação da técnica de AF. Isso foi averiguado examinando a matriz de correlação e os testes de adequação amostral. Por ser uma análise exploratória dos dados, as variáveis mais relevantes são identificadas a partir da análise das comunalidades e da variância explicada pelos fatores identificados. Como resultado destas etapas foi possível chegar ao conjunto final de 15 indicadores (Quadro 1).

Quadro 1 – Indicadores de saneamento básico selecionados

Indicador	Descrição
A1 - Proporção da população total atendida com abastecimento de água (AG001*)	Valor da população total atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana efetivamente atendida com os serviços acrescida de outras populações atendidas localizadas em áreas não consideradas urbanas. Unidade de medida: Habitantes.
A2 - Proporção do volume de água produzido (AG006)	Volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s). Inclui também os volumes de água captada pelo prestador de serviços ou de água bruta importada, que sejam disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos na(s) respectiva(s) entrada(s) do sistema de distribuição. Unidade de medida: 1.000 m ³ /ano.
A3 - Proporção do volume de água consumido (AG010)	Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado para outro prestador de serviços. Unidade de medida: 1.000 m ³ /ano.
A4 - Proporção do volume de água faturado (AG011)	Volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui o volume de água tratada exportado, quando faturado, para outro prestador de serviços. Unidade de medida: 1.000 m ³ /ano.
A5 - Consumo médio <i>per capita</i> de água (IN022_AE)	Volume de água consumido, excluído o volume de água exportado, dividido pela média aritmética, dos dois últimos anos de coleta, da população atendida com abastecimento de água. Unidade de medida: 1.000 m ³ /ano.
A6 - Índice de atendimento urbano de água (IN023_AE)	População urbana atendida com abastecimento de água, dividido pela população urbana residente do(s) município(s)

	com abastecimento de água, multiplicando por 100. Unidade de medida: Percentual.
E1 - Índice de coleta de esgoto (IN015_AE)	Volume de esgotos coletado, dividindo pelo resultado da subtração do volume de água consumido e volume de água tratada exportado, multiplicando por 100. Unidade de medida: Percentual.
E2 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (IN047_AE)	População urbana atendida com esgotamento sanitário, dividindo pela população urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água, multiplicando por 100. Unidade de medida: Percentual.
E3 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (IN056_AE)	População total atendida com esgotamento sanitário, dividindo pela população total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE, multiplicando por 100. Unidade de medida: Percentual.
E4 - Proporção da população total atendida com esgotamento sanitário (ES001)	Valor da população total atendida com esgotamento sanitário pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana efetivamente atendida com os serviços acrescida de outras populações atendidas localizadas em áreas não consideradas urbanas. Unidade de medida: Habitantes.
R1 - Proporção da quantidade total de RDO coletada por todos os agentes (CO111)	Quantidade anual de RDO coletada por todos os agentes executores público, privado ou outro(s) agente(s) executor(es), exceto cooperativas ou associações de catadores. Unidade de medida: Tonelada/ano.
R2 - Proporção da quantidade de Resíduos públicos (RPU) coletada pelos agentes públicos e privados (CO112 / CO113)	Quantidade anual de RPU coletada por serviço executado diretamente pelos agentes públicos e privados. Não inclui quantidade de RDO coletada. Unidade de medida: Tonelada/ano.
R3 - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de Resíduos Domiciliares (RDO) em relação à população total do município (IN015_RS)	Avaliar a cobertura regular do serviço de RDO da população total atendida com relação à população total do município. Unidade de medida: Percentual
R4 - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de Resíduos Domiciliares (RDO) em relação à população urbana (IN016_RS)	Avaliar a cobertura regular do serviço de RDO da população urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades com relação à população total do município. Unidade de medida: Percentual
D1 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação (IN040)	Avaliar a quantidade de domicílios urbanos sujeitos a riscos de inundação em relação à quantidade total de domicílios urbanos do município. Unidade de medida: Percentual

Nota: *código do SNIS. Fonte: autoria própria (2022)

Análise estatística dos dados

A aplicação da AF tem por objetivo minimizar um conjunto amplo de variáveis a fim de condensar em um número menor de componentes, os fatores que representam as novas dimensões, a maior parte da informação contida no

conjunto inicial de dados, ou seja, maximizando a variância total explicada. King (2001) e Hair *et al.* (2009) descrevem o fator como sendo uma dimensão comum entre as variáveis. Portanto, a aplicação da AF é um importante método na mensuração dos construtos que não podem ser observados diretamente.

Para Figueiredo Filho *et al.* (2014, p. 191) a AF “é utilizada como padrão em diferentes algoritmos computacionais. Ela utiliza toda a variância observada entre as variáveis e produz componentes que representam a variância das variáveis observadas”. Existe então um *trade-off* entre o número de fatores selecionados e a quantidade de informação (variância total) perdida. Aumentando o número de fatores selecionados minimiza-se o grau de parcimônia e maximiza-se a variância explicada. Por outro lado, quando se diminui o número de fatores extraídos, aumenta-se o grau de parcimônia, o que significa ter menor variância total explicada pelos fatores. À vista disso, o ideal é identificar o mínimo possível de fatores que consigam explicar um alto percentual de variância total (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2014).

Na Tabela 1 são resumidas as estatísticas relevantes na seleção dos fatores obtidas aplicando a AF ao conjunto final de indicadores selecionados.

Tabela 1 – Análise Fatorial do saneamento básico das Bacias PCJ

KMO	0,729			
	p-valor (<,000)			
BTS	gl. 105			
	Aprox. Qui-quadrado 1251,099			
Variância total explicada	Componente	Total	% Variância	% Acumulado
	1	5,969	28,729	28,729
	2	2,377	22,216	50,945
	3	1,816	16,396	67,341
	4	1,147	7,775	75,116
	5	1,038	7,203	82,319
Fator	Variável	Carga Fatorial	Comunalidade	
1	A1	0,837	0,774	
	A6	0,667	0,550	
	E2	0,826	0,859	
	E3	0,896	0,891	
	E4	0,931	0,928	
2	A2	0,783	0,837	
	A3	0,898	0,972	
	A4	0,884	0,955	
	A5	0,943	0,933	
3	R1	-0,844	0,737	
	R3	0,878	0,906	
	R4	0,906	0,915	
4	E1	0,926	0,928	
5	D1	0,724	0,526	
	R2	0,662	0,682	

Fonte: autoria própria (2022)

Na Tabela 1 os resultados do teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) bem como o *Bartlett's Test of Sphericity* (BTS) sinalizam boa adequabilidade da AF para o conjunto de dados utilizado. De acordo com Hair *et al.* (2009) para o teste de KMO,

o valor próximo de 1 demonstra que existe forte correlação entre as variáveis, mostrando que a aplicação da AF é apropriada. O BTS é usado para verificar se a matriz de correlação das variáveis selecionadas apresenta valores estatisticamente significantes. Desse modo, se o valor-p do teste for menor que o nível de significância estabelecido (normalmente 5%), há evidência favorável à aplicação da AF ao conjunto de indicadores selecionados (HAIR *et al.*, 2009; FÁVERO; BELFIORE, 2017).

As cargas fatoriais fazem parte dos resultados da AF e expressam o quanto uma variável contribui para o fator. De modo geral, quanto maior a carga fatorial de uma variável, mais importante ela é para a estrutura de interesse. Já para encontrar a proporção de comunalidade para cada variável explicada por um fator, eleva-se ao quadrado as cargas fatoriais (HAIR *et al.*, 2009). Neste caso, é possível notar que todas as comunalidades associadas aos 15 indicadores – variáveis selecionadas apresentaram valores superiores a 0,5.

Para extrair os fatores, utilizou-se o método de Análise por Componentes Principais, cujo objetivo é alterar linearmente um conjunto de variáveis p-aleatórias, a princípio correlacionadas entre si, construindo uma combinação linear das variáveis originais. Além disso, esse método é comumente utilizado quando se visa definir *Rankings* de observações a partir dos fatores (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

Portanto, a correlação da variável com seu fator correspondente aumenta à medida que os valores se aproximam dos extremos (-1/+1). De acordo com as características das variáveis que integram cada fator, nessa pesquisa o Fator 1 é denominado – Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário; o Fator 2 – Disponibilidade e consumo de água; Fator 3 – Cobertura do serviço de coleta de resíduos domésticos; Fator 4 – Cobertura de coleta de esgoto, e o Fator 5 – Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes.

Neste estudo, foi adotado o método de rotação ortogonal Varimax, uma escolha frequente devido à sua ampla utilização, facilidade de interpretação e menor susceptibilidade a variações. A rotação ortogonal visa simplificar a estrutura das cargas fatoriais, tornando os fatores mais facilmente interpretáveis (HAIR *et al.*, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índice de saneamento básico dos municípios das Bacias PCJ

O ISB foi obtido pela soma ponderada dos valores dos fatores extraídos, os quais são multiplicados pelos seus respectivos percentuais de variância. A construção do ISB a partir da AF permite estabelecer um cenário comparativo entre os municípios abrangidos pelas Bacias PCJ (Equação 1).

$$ISB = 28,729 * F1 + 22,216 * F2 + 16,396 * F3 + 7,775 * F4 + 7,203 * F5 \quad (1)$$

Em que:

ISB = Índice de Saneamento Básico;

F1 = Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário;

F2 = Disponibilidade e consumo de água;

F3 = Cobertura do serviço de coleta de resíduos domésticos;

F4 = Cobertura de coleta de esgoto; e

F5 = Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes.

Os valores dos fatores e do ISB foram normalizados a fim de facilitar a interpretação e análise dos resultados (Equação 2).

$$ISB = \frac{(ISBi - ISB \text{ mínimo})}{(ISB \text{ máximo} - ISB \text{ mínimo})} \quad (2)$$

O ISB varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 melhores são as condições de saneamento básico do município selecionado. Cabe salientar que a AF é uma análise comparativa, isto é, valores do ISB próximo ou igual a 1 não indica incisivamente que o município tem uma condição perfeita de saneamento básico, significa que o município se destacou em relação aos demais. Na Tabela 2 são apresentados a distribuição dos fatores e o valor final do ISB para os municípios das Bacias PCJ.

Tabela 2 - Posição do ISB dos municípios das Bacias PCJ

Ranking	Municípios	F1	F2	F3	F4	F5	ISB
1	Águas de São Pedro	0,662	1,000	0,689	0,230	0,187	1,000
2	Campinas	1,000	0,390	0,543	0,386	0,935	0,904
3	Piracicaba	0,952	0,464	0,674	0,259	0,453	0,831
4	Holambra	0,781	0,621	0,746	0,214	0,196	0,803
5	Jundiaí	0,900	0,440	0,745	0,219	0,176	0,736
6	Americana	0,948	0,379	0,730	0,228	0,214	0,725
7	Salto	0,911	0,383	0,834	0,211	0,155	0,719
8	Santa Bárbara d'Oeste	0,942	0,362	0,825	0,211	0,155	0,718
9	Paulínia	0,905	0,378	0,837	0,211	0,150	0,712
10	Brotas	0,907	0,420	0,698	0,217	0,177	0,711
11	Monte Alegre do Sul	0,544	0,634	0,876	0,186	0,203	0,708
12	São Pedro	0,948	0,390	0,682	0,214	0,174	0,707
13	Jaguariúna	0,902	0,392	0,745	0,216	0,187	0,703
14	Botucatu	0,916	0,352	0,836	0,210	0,153	0,700
15	Sapucaí-Mirim	0,591	0,224	0,916	1,000	0,214	0,699
16	Cosmópolis	0,818	0,424	0,832	0,207	0,145	0,693
17	Mogi Mirim	0,874	0,375	0,830	0,208	0,156	0,690
18	Nova Odessa	0,915	0,336	0,840	0,213	0,153	0,689
19	Indaiatuba	0,883	0,388	0,754	0,216	0,170	0,689
20	Limeira	0,885	0,359	0,837	0,208	0,151	0,686
21	Pedreira	0,930	0,310	0,787	0,181	0,267	0,677
22	Cordeirópolis	0,938	0,325	0,739	0,218	0,172	0,671
23	Sumaré	0,926	0,294	0,847	0,197	0,194	0,670
24	Hortolândia	0,957	0,296	0,763	0,215	0,168	0,666
25	Valinhos	0,845	0,355	0,850	0,209	0,154	0,665
26	Itu	0,941	0,307	0,743	0,213	0,180	0,661

27	Monte Mor	0,885	0,316	0,831	0,204	0,161	0,653
28	Vinhedo	0,788	0,420	0,718	0,220	0,181	0,651
29	Capivari	0,860	0,318	0,855	0,205	0,172	0,650
30	Mombuca	0,898	0,299	0,828	0,199	0,175	0,649
31	Santa Gertrudes	0,957	0,274	0,758	0,212	0,173	0,648
32	Rio das Pedras	0,899	0,294	0,843	0,209	0,145	0,648
33	Louveira	0,834	0,322	0,861	0,201	0,208	0,647
34	Dois Córregos	0,920	0,297	0,768	0,212	0,169	0,646
35	Santo Antônio de Posse	0,916	0,305	0,745	0,212	0,180	0,645
36	Tietê	0,815	0,354	0,832	0,208	0,165	0,644
37	Corumbataí	0,933	0,336	0,626	0,212	0,160	0,640
38	Torrinha	0,869	0,301	0,849	0,204	0,160	0,639
39	Charqueada	0,861	0,337	0,733	0,214	0,194	0,637
40	Bragança Paulista	0,853	0,302	0,855	0,209	0,162	0,634
41	Saltinho	0,865	0,290	0,856	0,204	0,161	0,631
42	Rafard	0,952	0,217	0,845	0,207	0,161	0,625
43	Amparo	0,755	0,349	0,875	0,187	0,212	0,622
44	Ipeúna	0,821	0,331	0,747	0,209	0,199	0,614
45	Artur Nogueira	0,849	0,275	0,858	0,200	0,156	0,610
46	Itatiba	0,848	0,280	0,819	0,195	0,172	0,603
47	Atibaia	0,762	0,333	0,779	0,211	0,239	0,600
48	Elias Fausto	0,855	0,252	0,858	0,201	0,163	0,598
49	Extrema	0,643	0,407	0,882	0,208	0,152	0,597
50	Itirapina	0,769	0,368	0,709	0,216	0,162	0,595
51	Iracemápolis	0,998	0,152	0,773	0,215	0,164	0,585
52	Itupeva	0,671	0,343	0,902	0,172	0,270	0,585
53	Serra Negra	0,647	0,409	0,805	0,210	0,168	0,583
54	Várzea Paulista	0,945	0,243	0,553	0,230	0,217	0,575
55	Rio Claro	0,989	0,421	0,000	0,222	0,198	0,566
56	Bom Jesus dos Perdões	0,619	0,387	0,877	0,183	0,174	0,565
57	Santa Maria da Serra	0,728	0,318	0,820	0,191	0,132	0,553
58	Camanducaia	0,613	0,366	0,800	0,238	0,216	0,550
59	Cabreúva	0,664	0,283	0,852	0,198	0,138	0,504
60	Itapeva	0,465	0,310	0,932	0,308	0,198	0,481
61	Morungaba	0,914	0,236	0,323	0,190	0,130	0,457
62	Socorro	0,594	0,274	0,811	0,183	0,202	0,455
63	Joanópolis	0,523	0,320	0,911	0,196	0,074	0,454
64	Vargem	0,389	0,198	1,000	0,000	1,000	0,443
65	Piracaia	0,435	0,343	0,923	0,199	0,079	0,427
66	Tuiuti	0,590	0,203	0,898	0,190	0,198	0,427
67	Pinhalzinho	0,631	0,207	0,821	0,166	0,194	0,423
68	Jarinu	0,359	0,344	0,938	0,219	0,171	0,413
69	Anhembi	0,868	0,267	0,041	0,207	0,212	0,395
70	Analândia	0,796	0,000	0,843	0,188	0,127	0,364
71	Engenheiro Coelho	0,890	0,209	0,043	0,201	0,211	0,364
72	Campo Limpo Paulista	0,697	0,317	0,059	0,218	0,144	0,329
73	Pedra Bela	0,430	0,190	0,826	0,156	0,210	0,299
74	Toledo	0,259	0,359	0,145	0,253	0,280	0,175
75	Mairiporã	0,398	0,260	0,118	0,210	0,130	0,131
76	Nazaré Paulista	0,000	0,296	0,484	0,178	0,000	0,000

Fonte: autoria própria (2022)

A média do ISB para os 76 municípios foi de 0,594 e desvio-padrão de 0,15. Na classificação, segundo o ISB, os municípios que apresentam melhores condições de saneamento básico nas Bacias PCJ são: Águas de São Pedro (1,000), Campinas (0,904) e Piracicaba (0,831). Já os municípios mais vulneráveis com relação ao saneamento básico são: Toledo (0,175), Mairiporã (0,131) e Nazaré Paulista (0,000). Considerando os cinco fatores extraídos, ou seja, as dimensões do ISB, é possível identificar as fragilidades dos municípios, mesmo daqueles com os maiores valores do índice, permitindo orientar ações para melhorar as condições de saneamento básico local. Por exemplo, no caso do município de Águas de São Pedro, apesar de encabeçar o *Ranking*, o município possui pontos que podem ser aperfeiçoados comparando-se aos demais municípios, como a Cobertura de coleta de esgoto e Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes.

É possível observar que as dimensões de Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário (Fator 1) e de Cobertura do serviço de coleta de RDO (Fator 3) apresentam comportamentos semelhantes dentre a maioria dos municípios. Isso pode estar relacionado ao fato de os municípios possuírem níveis de serviços similares (valores próximos de 1). Entretanto, nas dimensões Disponibilidade e consumo de água (Fator 2), Cobertura de coleta de esgoto (Fator 4) e Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes (Fator 5) nota-se em sua maioria um comportamento abaixo da média dos demais fatores.

O *Ranking* de saneamento básico classifica os municípios das Bacias PCJ de forma quantitativa, e possibilita comparar os municípios com características semelhantes e visualizar os dados por dimensões (Fatores). Haja vista, o ISB proposto nessa pesquisa possibilitou analisar todas as dimensões do saneamento básico, diferentemente de algumas iniciativas de *Ranking* de saneamento que não incluem a drenagem e/ou resíduos na elaboração do índice.

Cabe salientar que, consoante o estudo do Instituto Trata Brasil (ITB, 2021), os municípios de Limeira (5ª posição), Piracicaba (6ª posição), Campinas (21ª posição), Jundiaí (28ª posição) e Sumaré (50ª posição) são os municípios abrangidos pelas Bacias PCJ que aparecem no *Ranking* de qualidade do saneamento. O *Ranking* do ITB (2021) analisou um grupo de indicadores referentes às dimensões: (i) abastecimento de água e (ii) esgotamento sanitário para as 100 maiores cidades brasileiras. Com o *Ranking* observa-se que os municípios com as primeiras posições possuem os melhores resultados para os indicadores analisados, e as últimas posições são ocupadas pelas cidades que necessitam de esforços na prestação desses serviços.

Diferentemente do *Ranking* do ITB, o *Ranking* do ABES (2021) avaliou quão próximos 1.670 municípios brasileiros estão da universalização com relação às dimensões: (i) abastecimento de água, (ii) esgotamento sanitário e (iii) resíduos sólidos, dividido entre os (i) municípios de grande porte, e (ii) municípios de pequeno e médio porte, além disso, a pontuação se dá pela soma dos cinco indicadores utilizados, sendo a pontuação total de 500 pontos. De acordo com o *Ranking*, os municípios de grande porte que integram as Bacias PCJ e estão rumo à universalização são Piracicaba (500,00); Hortolândia (500,00); Paulínia (499,91); Botucatu (498,06); Jundiaí (497,30); Itu (493,00) e Limeira (491,06). Já com relação aos municípios rumo à universalização de pequeno e médio porte são: Rafard (498,87); Nova Odessa (498,00); Iracemápolis (497,94); Santa Gertrudes (492,75) e Águas de São Pedro (489,66).

Percebe-se que os municípios abrigados pelas Bacias PCJ que integram ambos os *Rankings* apresentam pontuações e colocações distintas, isso porque, cada *Ranking* possui peculiaridades e singularidades diferentes, como a quantidade de indicadores, recorte geográfico e até mesmo as dimensões consideradas no estudo, por isso os municípios não apresentam as mesmas posições. Nirazawa e Oliveira (2018) destacam que a classificação através do *Ranking* possibilita a categorização quantitativa dos municípios, além de permitir compará-los conforme a visualização dos resultados por dimensões.

A formulação da política de desenvolvimento e o monitoramento de seus resultados se beneficiam de ferramentas objetivas e preferencialmente quantitativas, como os indicadores. Em síntese, a utilização de indicadores como ferramentas de avaliação pode permitir aferir um conjunto amplo e complexo dos fenômenos que não podem ser observados diretamente, possibilitando assim, capturar adequadamente o que se almeja nos objetivos do objeto de estudo (BRANCHI, 2022).

Dessa forma, propõe-se a classificação dos municípios das Bacias PCJ de acordo com as faixas populacionais (Tabela 3), as quais foram adaptadas com base no IBGE (2010).

Tabela 3 – Tipologias dos municípios das Bacias PCJ

Tipologia	Faixa populacional	Municípios	Total %
A	Até 20.000 hab.	26	34,21
B	20.001 a 50.000 hab.	19	25,00
C	50.001 a 100.000 hab.	11	14,47
D	Mais de 100.000 hab.	20	26,31

Fonte: autoria própria (2022)

A Tabela 4 apresenta o *Ranking* das Tipologias A; B; C e D. O agrupamento dos municípios por Tipologia permitiu verificar que há uma distribuição mais homogênea do ISB em determinadas Tipologias.

Tabela 4 – Classificação do ISB por Tipologias

Tipologia A			Tipologia B		
Ranking	Municípios	ISB	Ranking	Municípios	ISB
1	Águas de São Pedro	1,000	1	Brotas	0,711
2	Holambra	0,803	2	São Pedro	0,707
3	Monte Alegre do Sul	0,708	3	Pedreira	0,677
4	Sapucaí-Mirim	0,699	4	Cosmópolis	0,693
5	Mombuca	0,649	5	Santa Gertrudes	0,648
6	Tietê	0,644	6	Rio das Pedras	0,648
7	Corumbataí	0,640	7	Louveira	0,647
8	Torrinha	0,639	8	Dois Córregos	0,646
9	Charqueada	0,637	9	Santo Antônio de Posse	0,645
10	Saltinho	0,631	10	Extrema	0,597
11	Rafard	0,625	11	Iracemápolis	0,585
12	Ipeúna	0,614	12	Serra Negra	0,583
13	Elias Fausto	0,598	13	Bom Jesus dos Perdões	0,565
14	Itirapina	0,595	14	Camanducaia	0,550
15	Santa Maria da Serra	0,553	15	Cabreúva	0,504
16	Itapeva	0,481	16	Socorro	0,455
17	Morungaba	0,457	17	Piracaia	0,427

18	Joanópolis	0,454	18	Jarinu	0,413
19	Vargem	0,443	19	Engenheiro Coelho	0,364
20	Tuiuti	0,427	Tipologia D		
21	Pinhalzinho	0,423	1	Campinas	0,904
22	Anhembi	0,395	2	Piracicaba	0,831
23	Analândia	0,364	3	Jundiá	0,736
24	Pedra Bela	0,299	4	Americana	0,725
25	Toledo	0,175	5	Salto	0,719
26	Nazaré Paulista	0,000	6	Santa Bárbara d'Oeste	0,718
Tipologia C			7	Paulínia	0,712
1	Jaguariúna	0,703	8	Botucatu	0,700
2	Cordeirópolis	0,671	9	Indaiatuba	0,689
3	Mogi Mirim	0,690	10	Limeira	0,686
4	Nova Odessa	0,689	11	Sumaré	0,670
5	Monte Mor	0,653	12	Hortolândia	0,666
6	Vinhedo	0,651	13	Valinhos	0,665
7	Capivari	0,650	14	Itu	0,661
8	Amparo	0,622	15	Bragança Paulista	0,634
9	Artur Nogueira	0,610	16	Itatiba	0,603
10	Itupeva	0,585	17	Atibaia	0,600
11	Campo Limpo Paulista	0,329	18	Várzea Paulista	0,575
			19	Rio Claro	0,566
			20	Mairiporã	0,131

Fonte: autoria própria (2022)

O agrupamento dos municípios por Tipologia permitiu verificar que há uma distribuição mais homogênea do ISB em determinadas Tipologias. No caso da Tipologia D (Mais de 100.000 hab.), dentre os 20 municípios, 19 apresentaram valores acima de 0,566, com exceção apenas para Mairiporã (0,131). Já na Tipologia A (Até 20.000 hab.), dos 26 municípios que compõem essa classe, 11 estão abaixo de 0,500. Nessa tipologia há maior diversidade de valores dos municípios das Bacias PCJ, incluindo a melhor e a pior classificação, Águas de São Pedro e Nazaré Paulista, respectivamente. Além disso, é possível inferir que os serviços de saneamento são oferecidos de maneira uniforme nas Bacias PCJ, sugerindo que os municípios de maior porte apresentam melhores condições de saneamento básico nessa região.

Por mais que existam diferenças no ISB, pode-se notar que a maioria dos municípios possui valores muito próximos. Nesse sentido, é possível inferir que os serviços de saneamento são fornecidos de maneira semelhante nas Bacias PCJ, especialmente em relação ao Fator 1 – Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário, sendo que 63 municípios apresentam valores acima de 0,600. Contudo, os Fatores 4 – Cobertura de coleta de esgoto e Fator – Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes apresentam-se com maiores diferenças entre os municípios. Em síntese, pode-se inferir que os municípios de grande porte são os que possuem melhores condições de saneamento básico nas Bacias PCJ.

A classificação através do *Ranking* possibilita a categorização quantitativa dos municípios, além de permitir comparar os resultados por dimensões (NIRAZAWA; OLIVEIRA, 2018). Esse tipo de estudo evidencia a importância dos *Rankings*, de modo a mensurar o nível de sustentabilidade das cidades, além de fornecer subsídio para elaboração de futuros *Rankings* mais eficientes (MEIJERINGA; KERN; TOBI, 2014).

Águas de São Pedro

Com o melhor ISB dentre os municípios das Bacias PCJ, Águas de São Pedro alcançou a primeira posição no *Ranking*. O município de Águas de São Pedro é o segundo menor município do Brasil com 3,612 km², densidade demográfica de 974,81hab/km² e cerca de 3.588 habitantes (IBGE, 2021a). O município apresenta o maior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) das Bacias PCJ (0,854) segundo os Comitês PCJ (2020).

Sua população é majoritariamente urbana, com 100% residente nas Bacias PCJ, e está inserido na Sub-bacia Piracicaba. Para os Comitês PCJ (2020) o município possui bom atendimento ao que concerne aos serviços de saneamento, com 100% de atendimento urbano de água, 97% de coleta de esgoto e 100% de tratamento em relação ao coletado, e 97% de tratamento em relação ao gerado.

O município possui 100% de coleta de resíduos sólidos, 100% de destinação adequada dos resíduos sólidos, bem como 58% de taxa de internações por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). Além do mais, Águas de São Pedro apresenta boa colocação entre os municípios que estão rumo à universalização (ABES, 2021).

Ao analisar o ISB e a distribuição dos fatores obtidos através da AF, é possível averiguar que Águas de São Pedro obteve a primeira posição no *Ranking* segundo o ISB. No entanto, ao analisar separadamente os fatores, percebe-se que o município em questão necessita de melhorias em outros fatores (dimensões). O Fator 1 – Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário, por exemplo, é o fator que captura o maior número de informação, porém, para essa dimensão Águas de São Pedro (0,662) ficou abaixo de outros municípios, bem como no Fator 3 – Cobertura do serviço de coleta de RDO. A análise individual dos fatores permite identificar que as dimensões que merecem maior atenção se referem aos Fatores 1 e 3.

O Fator 2 apresentou resultado altamente satisfatório (1,000), demonstrando que o município de Águas de São Pedro possui disponibilidade e consumo de água elevados, dentre os municípios que integram as Bacias PCJ, sendo, portanto, a dimensão que melhor exprime a situação do saneamento básico.

Para o Fator 4 – Cobertura de coleta de esgoto, Águas de São Pedro obteve 0,230, e por fim, o Fator 5 (0,187). Os resultados obtidos para esses Fatores demonstram que a prestação desses serviços é relativamente boa, se comparados aos demais municípios das Bacias PCJ.

De modo geral, Águas de São Pedro apresentou resultados bons para a maioria dos fatores, demonstrando a razão pela qual alcançou a primeira posição no *Ranking*. Em consonância, o município de Águas de São Pedro apresenta boa colocação entre os municípios que estão rumo à universalização de acordo o *Ranking* ABES da Universalização (2021).

Nazaré Paulista

Nazaré Paulista possui cerca de 326.254 km², densidade demográfica de 50,31 hab./km² e IDH de 0,678, com população estimada de 18.866 habitantes (IBGE,

2021b). De acordo o Instituto Água e Saneamento (IAS, 2022) cerca de 84,75% da população reside em áreas urbanas e 15,25% em áreas rurais, e a prestação dos serviços de saneamento básico (abastecimento de água e esgotamento sanitário) do município é realizada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

O município de Nazaré Paulista está inserido na Sub-bacia Atibaia (COMITÊS PCJ, 2021), e cerca de 89% residem nas Bacias PCJ. O município apresenta baixos índices para atendimento urbano (45%), e o atendimento total é ainda menor (38%). Além dos baixos índices de atendimento, o município mostra altos índices de perdas (28%). Com relação ao esgotamento sanitário, Nazaré Paulista tem o pior cenário, apenas 14% da população tem coleta de esgoto, e cerca de 100% é tratado em relação ao coletado, porém, apenas 14% são tratados referente ao que é gerado (COMITÊS PCJ, 2020). Outrossim, Nazaré Paulista obteve 89,20% de coleta de resíduos sólidos, 100% de destinação adequada de resíduos sólidos e cerca de 70,2% de taxa de DRSAI (ABES. 2021).

Considerando cada Fator e suas características para Nazaré Paulista, fica claro que os resultados são muito ruins quando comparado com outras observações da amostra. Ao que tudo indica, os resultados revelam que o município vivencia um cenário deficitário no tocante às dimensões do saneamento básico consideradas neste estudo. Somado a isso, consoante às especificidades de cada Fator, percebe-se que o município enfrenta problemas primários, principalmente com relação ao Fator 1 (maior peso), que abrange o atendimento da população com abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Assim, Nazaré Paulista obteve resultados ruins e com isso a pior colocação no *Ranking*. Para a ABES (2021) Nazaré Paulista está entre os municípios de Pequeno e Médio Porte que necessita de empenho para a universalização dos serviços de saneamento considerados para a elaboração do *Ranking* ABES da Universalização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta metodológica de construção do Índice de Saneamento Básico (ISB) possibilitou analisar todas as dimensões do saneamento básico, diferentemente de algumas iniciativas de *Ranking* de saneamento que não incluem a drenagem e/ou resíduos na elaboração do índice. A construção do ISB desenvolvida nessa pesquisa repousa sobre todas as dimensões, uma vez que, a Lei nº 14.026/2020 estabelece o saneamento básico como sendo a unificação das dimensões de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Portanto, apesar de as maiores lacunas serem relacionadas ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, deve-se considerar que os demais segmentos estão longe da universalização e do atendimento da meta 6.1 do ODS 6.

Diante desse corolário, o ISB aplica-se às realidades das Bacias Hidrográficas (BH) e, para mitigar impactos negativos, é importante ressaltar a necessidade de integração da gestão hídrica, considerando aspectos sociais, econômicos e ecológicos, bem como os usuários das águas das BH. Além disso, sugere-se tomar medidas para priorizar a inter-relação entre gestão da água e saneamento como uma iniciativa emergente para reduzir os impactos dos serviços de saneamento para o atendimento das necessidades básicas da população.

O *Ranking* indica que os municípios de Águas de São Pedro, Campinas e Piracicaba são os municípios que possuem os melhores resultados para as dimensões analisadas. No outro extremo, os municípios de Toledo, Mairiporã e Nazaré Paulista apresentam ineficiência para o ano analisado, e por isso, merecem mais atenção dos gestores quanto à prestação dos serviços de saneamento básico.

Cabe destacar, também, a importância de realizar o ranqueamento de municípios segundo suas especificidades, reduzindo assim, a possibilidade de comparação entre municípios com características destoantes entre si. Nesta pesquisa, a proposta de *Ranking* por Tipologia atendeu a esse requisito, estabelecendo um cenário de comparação do saneamento básico entre os municípios.

A partir dos resultados do ISB e da elaboração do *Ranking*, evidenciou-se que os municípios da Tipologia D (mais de 100.000 hab.) apresentaram comportamento relativamente semelhantes, fazendo com que boa parte dessas observações ocupassem as primeiras colocações. Com base nisso, pode-se inferir, portanto, que dentre os municípios analisados existe significativa disparidade entre os municípios da Tipologia A (até 20.000 hab.) se comparado aos da Tipologia D. Esse cenário pode ser explicado tendo em vista a alta concentração de estruturas socioeconômicas e demográficas nos municípios de grande porte.

Construction of a basic sanitation index: a Ranking proposal for the municipalities of the Piracicaba, Capivari and Jundiaí watersheds

ABSTRACT

The 2030 Agenda and the update of the New Legal Framework for Sanitation through Law 14,026/2020 advocate universal access to water and sanitation. Thus, it is important to promote new index structures that are able to capture the real scenario of the different dimensions of sanitation and geographic areas. In view of this, the study presents the construction of the Basic Sanitation Index for the municipalities served by the Piracicaba, Capivari and Jundiaí watersheds, as well as the classification in the form of a Ranking as a tool for monitoring and evaluating basic sanitation. To this end, the data available in the National Sanitation Information System for the year 2019 were used, in addition to the application of the Factorial Analysis technique. The results reveal that the municipalities of Águas de São Pedro; Campinas and Piracicaba cities top the Ranking with the best results. Furthermore, the study points out Toledo; Mairiporã and Nazaré Paulista as the municipalities that most need basic sanitation services. Despite the municipalities having relatively similar characteristics, the Basic Sanitation Index managed to capture and represent the reality experienced in the region. Therefore, the municipal Ranking makes it possible to indicate the use of the Basic Sanitation Index as an instrument to indicate the dimensions of basic sanitation that need more investments and attention from public management, considering the geographic section of watersheds.

KEYWORDS: Basic sanitation. Sanitation indicator. Watersheds.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Ranking ABES da universalização do saneamento**. 2021. Disponível em: https://abesdn.org.br/?page_id=41939. Acesso em: 22 out. 2021.

BRANCHI, B.A. Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas e Índices Compostos: Aplicação e Desafios. **Soc. Nat.**, v. 34, e63868, 2022. <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-63868>.

COMITÊS PCJ. **Relatório Síntese: Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2020 a 2035**. – Porto Alegre: Consórcio Profill-Rhama PCJ, 2020.

COMITÊS PCJ. **Relatório de situação dos recursos hídricos: versão simplificada; ano base 2019**. Piracicaba: Fundação Agência das Bacias PCJ, 2021.

FÁVERO, L.P; BELFIORE, P. **Análise de Dados: Técnicas Multivariadas Exploratórias com SPSS e STATA**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FERREIRA, D.; SILVA, L.; FIGUEIREDO FILHO, D.B. Saneamento importa? Uma análise da relação entre condições sanitárias e COVID-19 nas capitais brasileiras. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 26, n. 6, p. 1079-1084, 2021. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200355>.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; ROCHA, E.C.; PARANHOS, R.; SILVA, A.H.; SILVA JÚNIOR, J.A. da; SILVA, L.; ALVES, D.P. Análise Fatorial garantida ou o seu dinheiro de volta: uma introdução à redução de dados. **Revista Eletrônica de Ciência Política**, v. 5, n. 2, p. 185-211, 2014. <http://dx.doi.org/10.5380/recp.v5i2.40368>.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA JÚNIOR, J.A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião Pública**, v. 16, n. 1, p. 160-185. 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-62762010000100007>.

HAIR, J.F.; BLACK, W.; BABIN, B.; ANDERSON, R.; TATHAM, R. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAMDAM, O.H.C.; LIBÂNIO, M.; COSTA, V.A.F. Avaliação de indicadores aplicados a sistemas de abastecimento de água de pequeno porte. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 24, n. 6, p. 1183-1194, 2019. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019185444>.

IAS. Instituto Água e Saneamento. Municípios e Saneamento. **Nazaré Paulista**. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/nazare-paulista>. Acesso em: 27 jul. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010: Características urbanísticas dos entornos dos municípios.** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/96/cd_2010_entorno_dom%c3%a9cios.pdf. Acesso em: 23 mar. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Águas de São Pedro.** 2021a. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/aguas-de-sao-pedro.html>. Acesso em: 25 ago. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Nazaré Paulista.** 2021b. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/nazare-paulista.html>. Acesso em: 25 ago. 2022.

IDSC-BR. Índice de desenvolvimento sustentável das cidades – Brasil. 2021. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/>. Acesso em: 25 out. 2021.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Ranking do saneamento instituto Trata Brasil 2021 (SNIS 2019).** GO Associados. 2021. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking_saneamento_2021/Relat%C3%B3rio_-_Ranking_Trata_Brasil_2021_v2.pdf. Acesso em: 15 jul. 2022.

KING, G. How not to lie with statistics. **New York University.** 2001. Disponível em: <https://gking.harvard.edu/files/mist.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.

MEADOWS, D. **Indicators and Information Systems for Sustainable:** A Report to the Balaton Group. EUA: The Sustainable Institute, 1998. Disponível em: <https://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/IndicatorsInformation.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2022.

MEIJERING, J.V.; KERN, K.; TOBI, H. Identifying the methodological characteristics of European green city rankings. **Ecological Indicators**, v. 43, p. 132–142, 2014.

MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT. National Urban Sanitation Policy. **Rating of cities: National Urban Sanitation Policy.** 2011. Disponível em: <https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/1186-eng.pdf>. Acesso em: 23 out. 2021.

NARDO, M. et al. **Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide.** Ispra, Italy: OECD Statistics Working Paper, 2005.

NIRAZAWA, A.N.; OLIVEIRA, S.V.W.B. Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais. **Rev. Adm. Pública**, v. 52, n. 4, p. 753-763, 2018. <https://doi.org/10.1590/0034-7612168118>.

OECD. **Organization for Economic Cooperation and Development:** core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the group on the State of the environment. Paris, 1993. Disponível em:

[https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(93\)179&docLanguage=En](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(93)179&docLanguage=En). Acesso em: 16 jun. 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. **A Agenda 2030**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 11 mar. 2021.

PMVA. Programa Município VerdeAzul. **Orientações do PMVA**. 2016. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municípioverdeazul/2011/11/PMVA-MANUAL.pdf>. Acesso em: 24 set. 2021.

WANKHADE, K. Urban sanitation in India: key shifts in the national policy frame. **Environment & Urbanization**, v. 27, n. 2, p. 555–572, 2015. <https://doi.org/10.1177/0956247814567058>.

WENDLING, A. Z. et al. **Environmental Performance Index**. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. 2021.

Recebido: 11/12/2022

Aprovado: 31/01/2024

DOI: 10.3895/rts.v20n59.16205

Como citar:

GUEDES, Walef Pena; SUGAHARA, Cibele Roberta; FERREIRA, Denise Helena Lombardo et al. Construção de um índice de saneamento básico: uma proposta de Ranking para os municípios das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Tecnol. Soc., Curitiba, v. 20, n. 59, p.103-123, jan./abr., 2024. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16205>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

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

