

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS**

**WALEF PENA GUEDES**

**PROPOSIÇÃO DE UM ÍNDICE DE SANEAMENTO BÁSICO: UM ESTUDO  
APLICADO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA,  
CAPIVARI E JUNDIAÍ**

**CAMPINAS-SP**

**2023**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS**  
**CENTRO DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SUSTENTABILIDADE**

**WALEF PENA GUEDES**

**PROPOSIÇÃO DE UM ÍNDICE DE SANEAMENTO BÁSICO: UM ESTUDO  
APLICADO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA,  
CAPIVARI E JUNDIAÍ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sustentabilidade (PPGS) do Centro de Economia e Administração (CEA) da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) como requisito parcial para a para a obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade.

**Área de Concentração:** Sustentabilidade

**Linha de Pesquisa:** Planejamento, Gestão e Indicadores de Sustentabilidade.

**Orientadora:** Profa. Dra. Cibele Roberta Sugahara

**Coorientadora:** Profa. Dra. Denise Helena Lombardo Ferreira

CAMPINAS-SP

2023

Ficha catalográfica elaborada por Vanessa da Silveira CRB 8/8423  
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

628.4  
G924p

Guedes, Walef Pena

Proposição de um índice de saneamento básico: um estudo aplicado nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá / Walef Pena Guedes. - Campinas: PUC-Campinas, 2023.

157 f.: il.

Orientador: Cibele Roberta Sugahara; Coorientador: Denise Helena Lombardo Ferreira.

Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) - Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Centro de Economia e Administração, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Saneamento. 2. Bacias hidrográficas. 3. Saneamento - Indicadores. I. Sugahara, Cibele Roberta. II. Ferreira, Denise Helena Lombardo III. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Economia e Administração. Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade. IV. Título.

22. ed. CDD 628.4

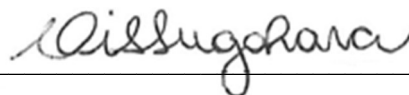
**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS**  
**CENTRO DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SUSTENTABILIDADE**

**WALEF PENA GUEDES**

**PROPOSIÇÃO DE UM ÍNDICE DE SANEAMENTO BÁSICO: UM ESTUDO  
APLICADO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI  
E JUNDIAÍ**

Este exemplar corresponde à redação final da  
Dissertação de Mestrado em Sustentabilidade  
da PUC-Campinas, aprovada pela Banca  
examinadora.

Dissertação defendida e aprovada em 27 de  
fevereiro de 2023 pela comissão examinadora:



Profª. Dra. Cibele Roberta Sugahara  
(Orientadora - PUC-Campinas)



Profª. Dra. Denise Helena Lombardo Ferreira  
(PUC-Campinas)



Profª. Dra. Bruna Angela Branchi (PUC-  
Campinas)



Prof. Dr. Luciel Henrique de Oliveira  
(PUC-Minas)

*A Deus*  
*(Rm 11:36)*

## AGRADECIMENTOS

A **(Deus)**, o autor e consumidor da minha fé, meu professor, pois D'Ele emana toda fonte de conhecimento. Graças lhe dou por ter me permitido ingressar nessa jornada, e aprender e contar com pessoas tão maravilhosas nesse processo intenso e tão especial em minha vida.

Aos meus pais, **Maria Aparecida** e **Moacyr**, por todo amor e incentivo, por fazerem-se presente em minha vida em todos os momentos, e por serem meus professores quando fora do círculo acadêmico, me ensinando todos os dias a ser uma pessoa melhor, a resiliência de vocês me encanta e me estimula diariamente.

Ao Prof. Dr. **Samuel Carvalho De Benedicto** e sua rede de colaboradores, por acreditarem em mim e fornecerem condições para eu iniciasse esse momento tão desejado, sem vocês nada disso seria possível!

À Profa. Dra. **Cibele Roberta Sugahara** e à Profa. Dra. **Denise Helena Lombardo Ferreira**, faltam palavras para agradecer. Certamente vocês foram as pessoas que mais estiveram presentes nesse período. Muito obrigado por me aceitarem e me acolherem como orientando, pela troca constante de conhecimentos, pelo comprometimento, paciência, dedicação e compreensão. Obrigado pelo discernimento e, com isso, me proporcionar uma mudança de lentes como profissional e cidadão.

À Profa. Dra. **Bruna Angela Branchi**, pela gentileza e dedicação em me conduzir nas aulas e trazer a luz à metodologia desta pesquisa, bem como a utilização do *software* SPSS e Philcarto, seu trabalho fora e dentro da disciplina de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável foi essencial.

Ao Prof. Dr. **Luciel Henrique de Oliveira** e a Profa. Dra. **Bruna Angela Branchi** por aceitarem participar da qualificação e defesa, e pelas ricas contribuições.

À **Sofia, Siliane e Mariana**, pelas conversas e pelo incentivo, pela troca diária, e pela singularidade de cada uma. Nosso relacionamento durante esse período tornou tudo mais fácil!

À minha amiga **Sherry**, dedico um agradecimento unicamente a você. Não tenho palavras para agradecer pelo apoio emocional, pelas nossas longas conversas, pela escuta, empatia e disponibilidade.

À minha prima **Thalita**, por fazer parte da minha vida, pelo apoio e incentivo. Você foi essencial para realização dessa pesquisa.

À minha sobrinha, **Ana Luíza** pelos ensinamentos que você proporciona diariamente a mim e por me ensinar o real sentido da empatia.

À **Priscila**, pelo apoio, pelos sábios conselhos que na maioria das vezes me fez retornar ao caminho.

A todo **corpo docente** do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, pelas aulas ministradas, e por revisitarem debates importantes para minha formação.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, em especial ao **Samuel, Bruna, Grazi, Camila e Mirian** pela paciência e prontidão.

Por fim, a todas as pessoas que me acompanharam nessa jornada, pelos ensinamentos, conversas, risadas, meu muito obrigado!

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

“Você poderia me dizer, por favor,  
por qual caminho devo seguir agora?”  
perguntou ela.  
“Isso depende muito de aonde você quer ir”,  
respondeu o gato.  
Lewis Carrol, *Alice's Adventures in  
Wonderland.*



## RESUMO

O crescimento populacional brasileiro aliado à demanda de água impõe o desafio de alcançar níveis satisfatórios de eficiência no acesso e distribuição de água e saneamento básico. À vista disso, é necessário desenvolver planos de gerenciamento baseados em indicadores sintéticos de saneamento básico para controlar e reduzir os impactos. O foco da pesquisa foi identificar e analisar um grupo de indicadores de saneamento básico para os municípios atendidos pelas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, a fim de propor um Índice de Saneamento Básico e a partir desse índice uma classificação em forma de *Ranking*. Justifica-se a escolha dessas Bacias pelo fato da região onde elas estão inseridas possuírem estruturas socioeconômicas e demográficas expressivas. A pesquisa baseou-se no conceito de saneamento básico descrito na Lei nº 14.026/2020 que atualizou o Novo Marco Legal do Saneamento básico. Além disso, foi considerado o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável de número 6, metas 6.1 e 6.2. O método da pesquisa é exploratório com abordagem quali-quantitativa, com coleta de dados, procedimento técnico documental e aplicação da técnica multivariada de Análise Fatorial por Componentes Principais. Para tal propósito, os dados foram coletados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento referente ao ano de 2019. Os objetivos quantitativos foram desvelados a partir da aplicação da técnica de Análise Fatorial por Componentes Principais, e os objetivos qualitativos através da análise documental dos relatórios dos Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Como resultados, a Análise Fatorial possibilitou identificar a correlação existente entre as variáveis que compõem as dimensões de saneamento básico para os municípios atendidos pelas Bacias estudadas. Além de possibilitar a construção de um Índice de Saneamento Básico, o *Ranking* proposto indica que os municípios de Águas de São Pedro, Campinas e Piracicaba são os municípios que possuem os melhores resultados para as dimensões analisadas, e os municípios de Toledo, Mairiporã e Nazaré Paulista apresentam maior ineficiência para o ano analisado, e por isso, merecem mais atenção quanto à prestação dos serviços de saneamento básico. Vale ressaltar também, a importância de classificar os municípios de acordo com suas especificidades, reduzindo assim a possibilidade de comparar municípios com características diferentes. Neste caso, a elaboração do *Ranking* tipológico mostra que os municípios da Tipologia D (mais de 100.000 hab.) apresentaram comportamentos relativamente semelhantes, fazendo com que grande parte dessas observações ocupassem as primeiras colocações – isso pode ser explicado pela estrutura socioeconômica desses municípios. Esses achados têm o potencial de impulsionar a reflexão sobre o planejamento e monitoramento de políticas públicas de saneamento.

**Palavras-chave:** Saneamento. Bacias hidrográficas. Indicadores de saneamento.

## ABSTRACT

Brazil's population growth coupled with the demand for water imposes the challenge of achieving satisfactory levels of efficiency in access and distribution of water and sanitation. In view of this, it is necessary to develop management plans based on synthetic sanitation indicators to control and reduce the impacts. The focus of the research was to identify and analyze a group of basic sanitation indicators for the municipalities served by the Piracicaba, Capivari and Jundiaí Watersheds in order to propose a Basic Sanitation Index and from this index a ranking in the form of a Ranking. The choice of these Basins is justified by the fact that the region where they are located has significant socioeconomic and demographic structures. The research was based on the concept of basic sanitation described in Law No. 14.026/2020 that updated the New Legal Framework for Basic Sanitation. In addition, the Sustainable Development Goal number 6, targets 6.1 and 6.2, was considered. The research method is exploratory with a qualitative-quantitative approach, with data collection, documentary technical procedure and application of the multivariate technique of Factor Analysis by Principal Components. For this purpose, data were collected from the National Sanitation Information System for the year 2019. The quantitative objectives were unveiled through the application of the Factor Analysis by Principal Components technique, and the qualitative objectives through the documental analysis of the reports of the Piracicaba, Capivari and Jundiaí River Watersheds Committees. As a result, the Factor Analysis made it possible to identify the correlation between the variables that make up the dimensions of basic sanitation for the municipalities served by the studied Basins. Besides enabling the construction of a Basic Sanitation Index, the proposed Ranking indicates that Águas de São Pedro, Campinas and Piracicaba are the municipalities that have the best results for the analyzed dimensions, and the municipalities of Toledo, Mairiporã and Nazaré Paulista present the greatest inefficiency for the analyzed year, and therefore deserve more attention regarding the provision of basic sanitation services. It is also worth noting the importance of classifying the municipalities according to their specificities, thus reducing the possibility of comparing municipalities with different characteristics. In this case, the elaboration of the typological ranking shows that the municipalities of Typology D (more than 100.000 inhab.) presented relatively similar behaviors, causing most of these observations to occupy the first positions - this can be explained by the socioeconomic structure of these municipalities. These findings have the potential to encourage reflection on the planning and monitoring of sanitation public policies.

**Keywords:** Sanitation. Watersheds. Sanitation indicators.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Doenças causadas por saneamento inadequado .....	39
<b>Quadro 2.</b> Marcos legais relacionados ao saneamento.....	42
<b>Quadro 3.</b> Etapas do abastecimento de água .....	64
<b>Quadro 4.</b> Esgotamento sanitário e suas características de despejo.....	68
<b>Quadro 5.</b> Classificação dos resíduos com relação sua origem .....	74
<b>Quadro 6.</b> Classificação dos resíduos sólidos .....	75
<b>Quadro 7.</b> Iniciativas de <i>Ranking</i> que abordam a temática saneamento .....	86
<b>Quadro 8.</b> Subdivisão das Bacias PCJ.....	91
<b>Quadro 9.</b> Sub-bacias das Bacias PCJ segundo os municípios atendidos.....	91
<b>Quadro 10.</b> Categorização dos municípios segundo a população em 2019 .....	92
<b>Quadro 11.</b> Descrição dos indicadores coletados para o Saneamento Básico .....	97
<b>Quadro 12.</b> Fator 1 - Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário .....	108
<b>Quadro 13.</b> Fator 2 - Disponibilidade e consumo de água .....	109
<b>Quadro 14.</b> Fator 3 - Cobertura do serviço de coleta de RDO.....	109
<b>Quadro 15.</b> Fator 4 - Cobertura de coleta de esgoto .....	110
<b>Quadro 16.</b> Fator 5 - Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes.....	110
<b>Quadro 17.</b> Dimensões do saneamento básico das Bacias PCJ .....	112
<b>Quadro 18.</b> Tipologias dos municípios das Bacias PCJ.....	118

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> População com acesso ao saneamento básico por regiões/países.....	33
<b>Tabela 2.</b> Internações totais por doenças de veiculação hídrica por região em 2019.....	39
<b>Tabela 3.</b> Percentual de internações por doenças de veiculação hídrica e faixa etária em 2019, segundo as regiões brasileiras .....	40
<b>Tabela 4.</b> Rede e perdas de água, coleta e tratamento de esgoto, em 2018 (%).....	43
<b>Tabela 5.</b> Parcela da população com acesso à água e esgoto por região em 2019 .....	44
<b>Tabela 6.</b> Distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019 que responderam aos formulários completos .....	62
<b>Tabela 7.</b> Distribuição dos municípios presentes no SNIS em 2019, que responderam aos formulários simplificados, segundo macrorregião geográfica e Brasil .....	62
<b>Tabela 8.</b> Percentual de domicílios urbanos e rurais abastecidos com água, segundo macrorregiões e metas do Plansab.....	65
<b>Tabela 9.</b> Percentual de domicílios urbanos e rurais com esgotamento sanitário, segundo macrorregiões e metas do Plansab.....	70
<b>Tabela 10.</b> Índices de cobertura de esgoto no Brasil por Unidade Federativa, no ano de 2019 .....	72
<b>Tabela 11.</b> Percentual de domicílios urbanos e rurais atendidos por coleta, segundo macrorregiões do Plansab.....	77
<b>Tabela 12.</b> Percentual de municípios com eventos naturais em áreas urbanas, segundo macrorregiões do Plansab.....	81
<b>Tabela 13.</b> Matriz de correlações.....	104
<b>Tabela 14.</b> Estatística KMO e teste de Bartlett.....	105
<b>Tabela 15.</b> Comunalidades.....	105
<b>Tabela 16.</b> Variância total explicada .....	107
<b>Tabela 17.</b> Cargas fatoriais dos fatores rotacionados .....	108
<b>Tabela 18.</b> ISB dos municípios das Bacias PCJ .....	113
<b>Tabela 19.</b> ISB dos municípios das Bacias PCJ – Tipologia A.....	117
<b>Tabela 20.</b> ISB dos municípios das Bacias PCJ – Tipologia B .....	118
<b>Tabela 21.</b> ISB dos municípios das Bacias PCJ – Tipologia C .....	118
<b>Tabela 22.</b> ISB dos municípios das Bacias PCJ – Tipologia D.....	118
<b>Tabela 23.</b> Valores de referência para os Fatores e para o ISB .....	120
<b>Tabela 24.</b> Evolução do abastecimento de água dos municípios inseridos nas Bacias PCJ entre 2014 e 2018, e classificação de referência.....	125
<b>Tabela 25.</b> Disponibilidade das águas dos municípios inseridos nas Bacias PCJ entre 2015 e 2019, e classificação de referência.....	125

**Tabela 26.** Evolução do esgotamento sanitário dos municípios inseridos nas Bacias PCJ, entre 2015 e 2019, e respectiva classificação.....126

**Tabela 27** Evolução do manejo de resíduos sólidos dos municípios inseridos nas Bacias PCJ, entre 2015 e 2019, e classificação de referência.....127

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fluxo da pesquisa.....	27
<b>Figura 2.</b> Pirâmide de informações.....	55
<b>Figura 3.</b> Sistema de abastecimento de água.....	65
<b>Figura 4.</b> Divisão Hidrográfica do Brasil .....	89
<b>Figura 5.</b> Localização das Bacias PCJ.....	90
<b>Figura 6.</b> Método da pesquisa.....	94
<b>Figura 7.</b> <i>Scree-plot</i> .....	106
<b>Figura 8.</b> Diagrama de dispersão dos Fatores 1 e 2.....	111
<b>Figura 9.</b> Distribuição do ISB por município. ....	120
<b>Figura 10.</b> Fator 1 - Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário. ....	121
<b>Figura 11.</b> Fator 2 - Disponibilidade e consumo de água. ....	122
<b>Figura 12.</b> Fator 3 - Cobertura do serviço de coleta de RDO.....	123
<b>Figura 13.</b> Fator 4 - Cobertura de coleta de esgoto.....	123
<b>Figura 14.</b> Fator 5 - Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes.....	124
<b>Figura 15.</b> Matriz de vulnerabilidade a inundações....	128
<b>Figura 16.</b> ISB e seus respectivos fatores de Águas de São Pedro.....	130
<b>Figura 17.</b> ISB e seus respectivos fatores de Águas de Nazaré Paulista.....	132
<b>Figura 18.</b> Resultados de Águas de São Pedro e Nazaré Paulista em relação à média.....	134

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Indicador de Abastecimento de Água
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACP	Análise por Componentes Principais
AFC	Análise Fatorial Confirmatória
AFE	Análise Fatorial Exploratória
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
Bacias PCJ	Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
CEBRAP	Centro Brasileiro de Análise e Planejamento
CFRFB	Constituição Federal da República Federativa do Brasil
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNI	Confederação Nacional da Indústria
Covid-19	<i>COrona VIRus Disease 2019</i>
D	Indicador de Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DMAPU	Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas
DRSAI	Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado
E	Indicador de Esgotamento Sanitário
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
HCCI	<i>Handbook on Constructing Composite Indicators</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDSC-BR	Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISB	Índice de Saneamento Básico
ITC	Instituto Cidades Sustentáveis
ITB	Instituto Trata Brasil

LUMRS	Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
NBR	Norma Técnica Brasileira
NUSP	<i>National Urban Sanitation Policy</i>
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PIB	Produto Interno Bruto
Planares	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
Planasa	Plano Nacional de Saneamento
Plansab	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMVA	Programa Município VerdeAzul
PMSB	Plano Municipal de Saneamento
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNPS	Política Nacional da Promoção da Saúde
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
R	Indicador de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos
RDO	Resíduos Domésticos
RM	Regiões Metropolitanas
RPU	Resíduos Públicos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SARS-CoV-2	<i>Severe Acute Respiratory Syndrome - Corona Virus</i>
SMA	Secretaria de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico



SNS/MDR Regional	Secretária Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento
SESP	Serviço Especial de Saúde Pública
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
SUM	Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos
SUS	Sistema Único de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
UGRHI'S	Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
WASH	<i>Water, Sanitation and Hygiene</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	20
1.1. Objetivos.....	24
1.1.1. Objetivo Geral.....	24
1.1.2. Objetivos Específicos .....	24
1.2. Justificativa.....	24
1.3. Estrutura da Dissertação.....	26
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	28
2.1. Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável e Saneamento .....	28
2.2. Saneamento no Brasil .....	36
2.3. Saneamento e Covid-19.....	48
2.4. Indicadores.....	54
2.4.1. Indicadores de Saneamento básico .....	57
2.4.2. Serviços de saneamento e Abastecimento de Água no Brasil .....	60
2.4.3. Abastecimento de Água Potável.....	63
2.4.4. Esgotamento Sanitário .....	67
2.4.5. Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos .....	73
2.4.6. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.....	78
2.5. <i>Rankings</i> de Saneamento Básico .....	82
2.6. Bacias Hidrográficas.....	88
2.6.1. Caracterização das Bacias PCJ .....	90
3. MÉTODO.....	94
3.1. Caracterização da Pesquisa.....	94
3.2. Coleta e Tratamento dos Dados .....	95
3.3. Análise Fatorial.....	99
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	104
4.1. Análise Fatorial do Saneamento Básico .....	104
4.2. Índice de Saneamento Básico dos municípios das Bacias PCJ .....	112
4.3. Distribuição do ISB e dos Fatores .....	119
4.4. Saneamento Básico nas Bacias PCJ.....	125
4.5. Águas de São Pedro .....	129
4.6. Nazaré Paulista .....	131
4.7. Águas de São Pedro <i>versus</i> Nazaré Paulista.....	133
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
REFERÊNCIAS .....	138

Apêndice – A. Indicadores pré-selecionados no SNIS.....	154
Apêndice – B. População dos municípios das Bacias PCJ.....	155

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a segunda metade do século XX, o planeta experimentou um aumento significativo da urbanização, com consequentes pressões populacionais, de modo a culminar em danos para os meios bióticos e abióticos. Entre os problemas emergentes nesse cenário, no âmbito da sustentabilidade, são recorrentes as discussões sobre o gerenciamento do capital natural tendo em vista a sua finitude.

Sachs (2005) destaca que o desenvolvimento da civilização estabelece um processo social por meio de dimensões históricas e culturais e, assim, a sustentabilidade promove uma visão holística entre a integração do uso dos recursos naturais e a conservação. “A rigor, a adjetivação deveria ser desdobrada em socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado no tempo” (SACHS, 2005, p. 10).

Segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) as discussões sobre o termo desenvolvimento sustentável ganharam maior notoriedade após a publicação do Relatório Nosso Futuro Comum, conhecido como Relatório de Brundtland (1987). O documento apresenta uma série de iniciativas anteriores à Agenda 21, as quais abordaram o desenvolvimento sustentável adotado pelos países com relação aos temas agricultura, silvicultura, água, energia e transferência de tecnologias, processos em que foram maximizados com o avanço da globalização. Destarte, evidenciou-se a criticidade existente no uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de resiliência dos ecossistemas. A premissa básica foi trazer ao protagonismo o debate entre os principais atores sociais, tendo como resultado uma crescente conscientização e articulação no que tange as questões de cunho ambiental (CMMAD, 1991).

No período pré-Estocolmo, os otimistas consideravam que as preocupações com o meio ambiente fossem impróprias, pois não estavam alinhadas com o desenvolvimento dos países. Por outro lado, os pessimistas acreditavam que o crescimento demográfico e crescimento econômico fossem paralisados, prevendo que a constante aceleração poderia causar o esgotamento dos recursos naturais (SACHS, 2009). Diante de tais asserções, considera-se que o meio ambiente sofre ameaças provenientes de ações de desmatamento, poluição da água e do ar, desequilíbrio ecossistêmico e perda de biodiversidade (BRASIL, 2005).

Para discutir o termo desenvolvimento, é necessário considerar a preservação da biodiversidade para o futuro da humanidade (SACHS, 2009). Portanto, o desenvolvimento sustentável deve estar amparado nos princípios da sustentabilidade. Segundo Sachs (2008, p. 15) a sustentabilidade é “baseada no duplo imperativo ético de solidariedade síncrona com a

geração atual e diacrônica com as gerações futuras”. Nessa linha, o autor apresenta cinco pilares para o desenvolvimento sustentável: social, ambiental, territorial, econômico, institucional e político, que devem ser estudadas de forma integrada.

As especulações acerca do desenvolvimento sustentável desencadearam uma série de discussões sobre o crescimento econômico, destacando questões como a pobreza dos países subdesenvolvidos e o consumismo elevado dos países desenvolvidos, contribuindo para grandes crises ambientais e o distanciamento da equidade social (DALY, 2004).

Para Dias (2011, p. 37) "a expressão desenvolvimento sustentável tem sido objetivo de polêmicas desde a sua formulação". Assim sendo, é essencial considerar o posicionamento de Elkington (1994), criador do *Triple Bottom Line*, que define a sustentabilidade como sendo o equilíbrio entre os pilares econômico, social e ambiental. Nessa conformidade, esses três pilares propiciam a direção do gerenciamento rumo ao desenvolvimento sustentável (ELKINGTON, 2001). Faz-se necessário manter essa direção ao longo dos processos estabelecidos pelo crescimento econômico – passividade governamental e negligência ambiental –, com o intuito de trazer a percepção de que o desenvolvimento sustentável é o alvo, e a sustentabilidade é o processo que se percorre para o atingi-lo.

De modo geral, só é possível alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com uma administração efetiva, que consiga construir “sociedades prósperas, inclusivas, sustentáveis e bem governadas” (SACHS, 2015, p. 12). Sob esse aspecto, o desenvolvimento sustentável tem seu princípio pautado no reconhecimento da insustentabilidade. É nessa perspectiva, que a ausência ou precariedade de modelos de desenvolvimento – se fez notória através da compreensão das injustiças sociais e de tratativas dos recursos naturais como finitos (ALMEIDA, 2002).

As discussões a respeito do desenvolvimento sustentável incorporam a valoração dos recursos naturais visando maximizar a produtividade do capital natural em curto prazo e fazer investimentos a longo prazo, através da consonância entre capital natural e capital produzido. Entretanto, o crescimento da economia e a conservação da natureza em geral não são alcançados a curto prazo (VEIGA, 2005).

Nesse sentido, a água é um capital natural finito e essencial para a vida. O planeta Terra possui 109 mil km<sup>3</sup> de água em toda extensão territorial, sendo que 98% da água salobra encontra-se nos mares e oceanos, e apenas 2% corresponde a água doce apropriada ao consumo humano, dessedentação de animais e agricultura (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020). Tendo em vista o baixo percentual de água doce, sua escassez tem se tornado tema

central de discussões (inter)nacionais, de modo a ressaltar as ambivalências existentes em suas externalidades, como a multiplicidade em seu uso e a ineficiência na distribuição.

Veiga (2005) e Sachs (2009) discutem a complexidade da preservação dos recursos naturais, e enfatizam a necessidade de gerenciar o consumo com a manutenção e preservação dos recursos naturais no potencial do capital natural, de modo que a utilização dos recursos e os bens da natureza não comprometam a disponibilidade para as gerações futuras.

Segundo dados do Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), cerca de 6% da população brasileira não possuía água encanada em suas residências, um total de cerca de 3,3 milhões de habitantes, evidenciando que o Brasil ainda enfrenta problemas primários, no que tange aos serviços de prestação de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

O Brasil em um ano atingiu a marca de mais de 210 milhões de habitantes. Desse total, cerca de 46 milhões encontram-se no Estado de São Paulo, principalmente nos grandes centros urbanos. Em virtude da alta taxa de crescimento populacional, os dados revelam a importância de gerenciar os recursos hídricos e monitorar os indicadores relacionados com a disponibilidade da água e saneamento com objetivo de propiciar condições adequadas de atendimento à população (IBGE, 2020).

A Agenda 2030, especificamente em seu ODS 6, estabelece metas para o acesso à água e esgotamento sanitário e coloca a água no centro das questões do desenvolvimento sustentável. Somado a isso, defende a inter-relação entre os recursos hídricos e seus serviços, crescimento econômico e a sustentabilidade (ONU, 2015).

Conforme o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), pode-se concluir que as metas mais alinhadas do ODS 6 com a presente pesquisa são 6.1 “Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos”(ONU, 2015, s/p), essa meta tem como indicador principal “a proporção da população que utiliza serviços de água potável gerenciados de forma segura” (IPEA, 2019, p. 31).

Já a meta 6.2 refere-se a “alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade” (ONU, 2015, s/p), e tem como principal indicador “percentual da população que utiliza instalações sanitárias seguras” (IPEA, 2019, p. 31).

O atendimento das metas 6.1 e 6.2 da Agenda 2030, notadamente no que concerne à disponibilidade de água e saneamento, pode contribuir com a promoção da saúde da população. Considera-se que as incongruências existentes no saneamento podem resultar em

externalidades negativas ao meio ambiente e aos seres humanos. Dessa forma, a *World Health Organization* (WHO) destaca que o saneamento básico compreende como sendo o gerenciamento das causalidades que podem exercer danos nocivos ao homem e está diretamente relacionado com a promoção e ações de saúde no Brasil e no mundo (WHO, 1946).

O acesso ao saneamento está previsto na Constituição Federal da República Federativa do Brasil (CFRFB), promulgada em 1988, a qual estabelece fundamentos para analisar o saneamento no país, previstas no Art. 6º. De acordo com o Art. 23, inciso IX, compete à União, Estados, Distrito Federal e Municípios a promoção de melhorias do acesso ao saneamento básico. Quanto ao Sistema Único de Saúde (SUS), o Art. 200, inciso IV estabelece as competências atribuídas ao SUS e ressalta a participação do mesmo no processo de formulação da política e da execução nas ações de saneamento básico (BRASIL, 1988).

A gestão do saneamento básico pode ser acompanhada por meio de indicadores. Neste sentido, Veiga (2010) reforça a importância do estabelecimento de bons indicadores que consigam medir o desempenho do bem-estar social e como essa questão se reflete na promoção do desenvolvimento sustentável, para atender, especialmente, as dimensões propostas por Elkington (2001).

Os indicadores são ferramentas que expressam crucialidade nos processos de tomada de decisão, capazes de indicar mudanças e condicionantes (NIRAZAWA, 2016). Sobre isso, Banderia (2003) ressalta que, se bem direcionados, podem identificar a causa raiz, exprimindo seu papel na avaliação e comparação de diferentes heterogeneidades.

Objetiva-se nessa pesquisa, o emprego dos indicadores de saneamento básico, no contexto das Bacias Hidrográficas dos Rio Piracicaba, Capivari e Jundiá (Bacias PCJ). O estudo poderá contribuir com informações que podem servir de referência para a revisão ou elaboração de planos de ação e políticas sobre o saneamento básico nos municípios estudados. Além disso, é importante observar também as condições de saneamento e abastecimento de água no contexto da pandemia *COrona VIRus Disease* 2019 (Covid-19).

É neste contexto que se apresenta o seguinte problema de pesquisa: Como o Índice de Saneamento Básico pode ser usado para monitorar e avaliar as condições de saneamento básico dos municípios abrigados pelas Bacias PCJ?

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Propor um Índice de Saneamento Básico (ISB) e classificar os municípios das Bacias PCJ em forma de *Ranking* com base nas condições de saneamento básico, considerando o conceito de saneamento básico previsto na Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, bem como o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 da Agenda 2030.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Identificar a situação do saneamento básico dos municípios das Bacias PCJ;
- Apontar os aspectos do saneamento básico dos municípios das Bacias PCJ em relação ao ODS 6, metas 6.1 e 6.2 da Agenda 2030;
- Propor um ISB e elaborar um *Ranking* dos municípios das Bacias PCJ;
- Apresentar uma proposta de construção de índice de saneamento básico que pode ser replicado a outros contextos de Bacias Hidrográficas.

## 1.2. Justificativa

Os padrões de produção e consumo da sociedade acarretaram práticas que alteraram a relação do homem com os recursos naturais. Partindo do pressuposto de que o acesso ao saneamento está diretamente relacionado ao desenvolvimento da sociedade, esta pesquisa baseia-se em analisar os indicadores de saneamento básico para os municípios atendidos pelas Bacias PCJ.

Os indicadores são abstrações da realidade, que podem ser representações incompletas ou parciais, sendo interpretadas como um conjunto de suposições que refletem quem está escolhendo as métricas e determinando o valor do que deve ser medido (MEADOWS, 1998, BRANCHI, 2022). A utilização de indicadores no âmbito da governança visa a erradicação ou correção do *déficit* social, através da promoção de serviços direcionados a Bacia Hidrográfica, abrangendo todos os municípios sujeitos a riscos que possam comprometer o bem-estar social e o equilíbrio ambiental (BANDEIRA, 2003).

A relevância desta pesquisa deve-se ao fato de que discutir a questão da universalização dos serviços de saneamento básico à população situada nos municípios atendidos pelas Bacias PCJ é requisito fundamental para o desenvolvimento sustentável. Como ressalta Sachs (2008),



o desenvolvimento sustentável deve ser incluyente e capaz de atender as gerações numa perspectiva de longo prazo.

Existe uma diversidade significativa de indicadores, e deve-se direcionar esforços em utilizar os indicadores já existentes para as demandas atuais (MEADOWS, 1998). Nessa pesquisa, portanto, são utilizados os indicadores já consolidados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a fim de evidenciar o uso da água para o abastecimento da população e o acesso ao saneamento, no contexto das regiões que envolvem as Bacias PCJ.

A escolha das Bacias PCJ deve-se ao fato da região do entorno apresentar estruturas socioeconômicas e demográficas peculiares. Além do mais, essas Bacias enfrentam períodos de estresse hídrico.. Portanto, os problemas que já são graves tendem a se intensificarem devido aos impactos dos eventos climáticos extremos em decorrência das mudanças climáticas, reforçando a necessidade do gerenciamento dos indicadores apontados nesta pesquisa (COMITÊS PCJ, 2020).

Nesse sentido, em resposta à demanda da sociedade, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) expõe a necessidade de integração entre os serviços de saneamento com os recursos hídricos, como garantia de promoção da saúde e preservação dos recursos naturais, de forma a potencializar o bem-estar social, por meio da eficiência do uso da água e maior efetividade em sua alocação (OCDE, 2015). A disponibilidade da água, em quantidade e qualidade, e as questões relacionadas ao esgotamento sanitário são requisitos necessários para a manutenção do bem-estar social.

A ineficiência dos serviços de saneamento em algumas regiões brasileiras tornou a água um fator limitante com relação ao desenvolvimento econômico, políticas de saúde pública e bem-estar frente ao enfrentamento da pandemia da Covid-19 (SUGAHARA; FERREIRA; PRANCIC, 2021), que fortalece a necessidade de buscar mecanismos que consigam atender as novas demandas da sociedade.

Diante do exposto, o estudo procura fomentar as discussões sobre as condições dos indicadores de saneamento básico, seguindo a metodologia abordada por meio da Análise Fatorial por Componentes Principais. Nesse sentido, o estudo realizado por Nirazawa (2016) discorre sobre o uso de indicadores de saneamento básico para o processo de tomadas de decisão, a partir de parâmetros que permitam descrever as condições de uma determinada região, que auxiliem na interpretação dos dados obtidos por meio da Análise Fatorial.

### 1.3. Estrutura da Dissertação

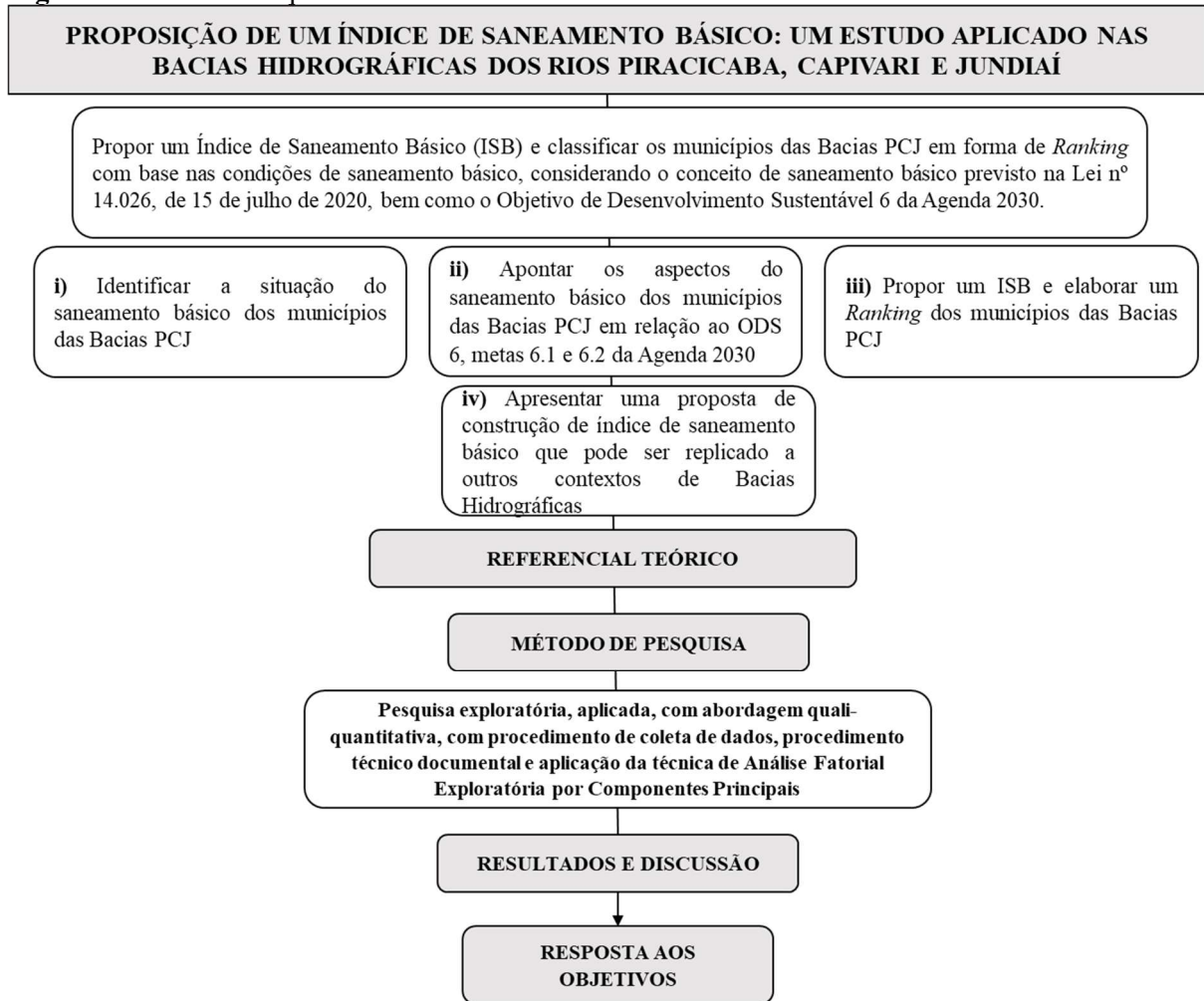
Esta dissertação, além desta introdução está organizada em quatro capítulos. O segundo capítulo apresenta o referencial teórico, que apresenta conceitos e discussões a respeito da sustentabilidade e saneamento básico. Na sequência, discorre-se sobre o saneamento básico e a relação existe entre a Covid-19, e sua importância no período pandêmico. Em seguida foram descritos os indicadores de saneamento, assim como as características das águas e dos serviços de saneamento básico no contexto das Bacias PCJ. Ademais, o referencial teórico proporcionou o respaldo teórico para o desenvolvimento da pesquisa.

O terceiro capítulo trata do método e procedimentos metodológicos. Na coleta de dados são descritas as fontes e período para o levantamento dos dados sobre os indicadores de saneamento básico. A análise dos dados foi realizada por meio da técnica estatística multivariada de Análise Fatorial por Componentes Principais.

O quarto capítulo trata da discussão dos resultados e da proposta metodológica do Índice de Saneamento Básico (ISB) para os municípios das Bacias PCJ. Além de apresentar o ISB faz-se uma classificação dos municípios em *Ranking* dos municípios das Bacias PCJ, e em seguida tem-se a discussão do ISB por município. Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as considerações finais da pesquisa.

Na Figura 1 apresenta-se o fluxo com as etapas da pesquisa.

**Figura 1.** Fluxo da Pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico foi elaborado a fim de evidenciar como são abordadas na literatura a temática do saneamento básico e da sustentabilidade, bem como os aspectos dos serviços de saneamento brasileiro. Em complemento, foram descritas algumas propostas de *Rankings* (inter)nacionais aplicados à sustentabilidade das cidades e saneamento básico.

### 2.1. Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável e Saneamento

Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável apresentam um arcabouço conceitual que por vezes são utilizados como sinônimos, todavia, a literatura apresenta conceitos que permite tratá-los de forma associada, porém com definições distintas.

A polissemia existente do conceito de desenvolvimento sustentável é constantemente ligada ao ambiente físico. Em síntese, adotou-se uma concepção mais ampla, a qual é baseada no desenvolvimento do planeta que possa atender melhor aos interesses atuais, sem interferir nos interesses futuros (CARVALHEIRO, 2018). Para Machado e Matos (2020, p. 22) “essas visões se encontram em frequente desacordo, dependendo do grupo social que os defende, trazendo à tona questões cruciais como o que exatamente está sendo sustentado, em que escala, por quem, para quem e com que mecanismos”.

Para Sachs (2009) e Boff (2016) a concepção de desenvolvimento sustentável perdura na sociedade por muitos séculos, elucidando indicadores inquietantes. Já o conceito de sustentabilidade segundo Boff (2016) existe há mais de 400 anos. A história da sustentabilidade é marcada pela relação entre natureza e sociedade, condicionada na transdisciplinaridade das dinâmicas históricas acerca do planeta, vida, natureza humana e sociedade, de modo a preconizar a evolução da Ciência do Sistema Terra à Ciência da Sustentabilidade (VEIGA, 2021).

A etimologia da palavra sustentabilidade vem de “*sustentar*”, do latim “*sustentare*”, traz o significado de manter-se, equilibrar-se. Em termos ecológicos, a sustentabilidade envolve as ações humanas para a integridade dos ecossistemas, e essa asserção implica que a Terra tenha condições de conservar-se, assim como prosperar-se e coevoluir (BOFF, 2016).

A publicação do livro *Primavera Silenciosa* de Raquel Carson em 1962 – considerado o primeiro alerta mundial sobre o relato contundente das ações antrópicas causadas por uso excessivo de agrotóxicos, principalmente por pesticidas, desencadeou uma série de debates, gerando um posicionamento para os problemas ambientais mundiais (NASCIMENTO, 2012).

Com a necessidade de estabelecer meios mais adequados para conscientização ambiental, visto que os modelos vigentes praticados pela sociedade eram prejudiciais, a Conferência de Estocolmo (1987) considerou as questões ambientais na Agenda Internacional, introduzindo o conceito de desenvolvimento sustentável no Relatório de Brundtland. O preâmbulo do termo está fundamentado em dois elementos-chave, são eles: o conceito de "necessidade", sobretudo dos pobres (CMMAD, 1991, p. 46) e as noções de barreiras que os processos de tecnologia social impõem ao meio ambiente e à sociedade, impossibilitando as necessidades futuras (CMMAD, 1991).

A CMMAD a partir de discussões sobre as questões ambientais envolvendo também a preservação da biodiversidade e ecossistemas, bem como a urbanização desordenada, propôs uma abordagem para o termo desenvolvimento sustentável. Segundo a CMMAD (1991, p. 46) o desenvolvimento sustentável busca “satisfazer as necessidades e as aspirações humanas” (CMMAD, 1991, p. 46). Tal conceito se disseminou, fundamentado na premissa de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as das gerações futuras (CMMAD, 1991; COSTANZA, 1991; NOVAES; RIBAS; NOVAES, 2000; ELKINGTON, 2001; SACHS, 2009; VEIGA, 2010; NASCIMENTO, 2014; BOFF, 2016; CARVALHEIRO, 2018). Esse conceito foi reconhecido também na Cúpula da Terra – evento realizado no Rio de Janeiro em 1992 que culminou na elaboração da Agenda 21 – a fim de corroborar com o compromisso já estabelecido na promoção do desenvolvimento sustentável (NOVAES; RIBAS; NOVAES, 2000; NASCIMENTO, 2012; CARVALHEIRO, 2018).

Dessa forma, a Agenda 21 incluiu uma nova concepção do conceito de preservação ambiental, de modo a promover uma mudança no conceito baseado na “intocabilidade dos recursos naturais” e passou-se a “condicionar a preservação a um novo modelo de desenvolvimento da civilização, fundamentado no uso racional dos recursos naturais” (NOVAES; RIBAS; NOVAES, 2000, p. 4). Esse conceito foi consolidado como norteador ao desenvolvimento global, de forma a incorporar seus princípios em direção ao desenvolvimento sustentável. Além disso, o conceito adentrou o “contexto das mais recentes crises sociais e econômicas, como a pobreza, problemas de saúde pública e o alargamento das distâncias entre economias industrializadas e economias emergentes” (MACHADO; MATOS, 2020, p. 22).

Tendo em vista a necessidade de subsidiar a discussão do tema desenvolvimento sustentável, em 2015, representantes de 193 países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) se reuniram para elaborar uma Agenda, a fim de promover a erradicação da pobreza e suas fases. Esse encontro foi considerado um desafio global no âmbito do desenvolvimento sustentável, denominada Agenda 2030, a qual estabelece 17 Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável (ODS), e 169 metas de erradicação da pobreza e promoção à vida, nos limites do planeta (ONU, 2015, s/p).

As discussões disseminadas da sustentabilidade receberam grande influência da ecologia e da economia. A ecológica trata diretamente a resiliência dos ecossistemas, como sendo a capacidade de suportar tensões de modo a não interferir no estado natural, já a vertente econômica aborda principalmente a mensuração. Dessa forma, a sustentabilidade pode ser classificada conforme as vertentes de sustentabilidade fraca e sustentabilidade forte (DALY, 2002; MIKHAILOVA, 2004; VEIGA, 2010; NASCIMENTO, 2012).

A sustentabilidade fraca parte do pressuposto da substituição do capital natural pelo capital produzido como forma de dar continuidade aos processos econômicos. Solow (2000) aborda esse conceito ao considerar que os ecossistemas não podem oferecer qualquer tipo de limite às atividades econômicas. Já o conceito de sustentabilidade forte, tem em seu cerne a economia ecológica ao considerar que o capital natural deve ser mantido, sabendo-se que os recursos naturais são finitos e passíveis de esgotamento (DALY, 2002; MIKHAILOVA, 2004; VEIGA, 2010; SUGAHARA; RODRIGUES, 2019).

Assim, a economia deve ser vista como parte integrante da ecologia, de modo que a economia não pode ser absorvida pela ecologia. Dessa forma, vale ressaltar a necessidade de manter-se a produção de bens e serviços sem comprometer os serviços futuros, pois o capital natural é escasso e não pode ser gerado dentro de um subsistema econômico (DALY, 2002; MIKHAILOVA, 2004; VEIGA, 2010; SUGAHARA; RODRIGUES, 2019).

Costanza (1991) salienta a transdisciplinaridade acerca da economia ecológica, ao cunhar o conceito de desenvolvimento sustentável baseado na dinâmica do sistema humano e do sistema econômico, ligando-os a um sistema superior, e como fator de mudança o sistema ecológico. A dissociação desses sistemas os tornava insustentáveis e meramente teóricos, assim para ser sustentável é imprescindível a existência de nexo entre a seguridade da vida humana e desenvolvimento, de modo a estabelecer um sistema que esteja dentro da fronteira adequada à vida humana.

Acerca disso, Van Bellen (2006) no discorrer de seu estudo, enfatiza que existe uma divisão mais acentuada acerca do conceito de sustentabilidade, ao conceituar as influências fluídas do ambientalismo e ideológicas; o conceito abordado apresenta a ramificação das correntes do tecnocentrismo (Cornucopiana e Adaptativa) e econocentrismo (Comunalismo e Ecologia profunda).

O conceito de sustentabilidade apresentado na Agenda 21 baseou-se na tripartite de desenvolvimento econômico, proteção e conservação ambiental e justiça social à população.

Considera-se, nessa abordagem, três dimensões: ambiental, econômica e social, como propostas por Elkington (2001).

Segundo Almeida (2002, p. 26) “a noção de sustentabilidade, tomada como ponto de partida para uma reinterpretação dos processos sociais e econômicos e de suas relações com o equilíbrio dos ecossistemas”, esse posicionamento permite contribuir para a sociedade rever o processo de produção e consumo e as relações entre o capital humano e social e o natural.

Os apontamentos acima remetem à necessidade da discussão dos indicadores de sustentabilidade, considerando também o Relatório da Comissão para a Mensuração do Desempenho Econômico e do Progresso Social, o qual permite verificar os diferentes conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, assim como as conotações acerca dos indicadores (STIGLITZ; SEN; FITOUSSI, 2009). O Relatório mencionado trata da urgência de superar o conceito de bem-estar ligado somente ao PIB e da necessidade de considerar: i) o desempenho econômico; ii) a qualidade de vida (ou bem-estar) e a iii) sustentabilidade do desenvolvimento, sem desconsiderar as recomendações do Relatório da Comissão (VEIGA, 2010).

A sustentabilidade precisa ser considerada com base nos modelos e processos de avaliação, modelos esses que podem orientar facilmente as decisões de sustentabilidade. Cada modelo de avaliação de sustentabilidade tem propriedades que permitem avaliar o próprio processo de sustentabilidade. As avaliações de sustentabilidade fornecem uma visão geral de dados comparáveis para os cenários analisados e, com base na gestão de indicadores e medições e metas propostas, traduzem cenários em conceitos de desenvolvimento sustentável por meio de uma lente da sustentabilidade (SUGAHARA *et al.*, 2021).

Os problemas sociais, econômicos e ambientais podem ser desvelados a partir dos princípios da sustentabilidade. As questões como mudanças climáticas e de acesso à água, como destacam o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e a *World Health Organization* (WHO) em 2009 houve registro de 88% das mortes de crianças no mundo por diarreia, isso ocorre devido à má higienização e o saneamento básico inadequado.

Sob esse ponto de visto, cabe revisitar o aparato conceitual estabelecido pela WHO, que considera o saneamento, como o controle dos elementos do ambiente em que o ser humano vive e que pode gerar efeitos nocivos para o seu bem-estar biológico, social e/ou mental (WHO, 1946). A concepção adotada pela WHO congrega as articulações entre o ambiente e a sociedade.

Ademais, cabe ressaltar a importância de se compreender os elementos orientadores do saneamento básico explicitados no Art. 2º da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL,

2007). O Art. 2º lista os princípios fundamentais na prestação de serviços de saneamento básico. Assim, depreende-se de tais conceitos a importância do saneamento básico como viés da sustentabilidade. De acordo com a Lei, os aspectos da sustentabilidade aparecem na dimensão ambiental, social e econômica, em especial nos incisos III e VI:

[...] III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente; [...]

[...] VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante; [...]  
(BRASIL, 2007, s/p).

Segundo Brasil (2007, s/p) o saneamento envolve “um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais”. Dessa forma, percebe-se as relações congregadas entre o saneamento e o desenvolvimento sustentável. Portanto, é importante ressaltar que a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) deve ser tratada de forma vinculada à Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA).

A PNMA estabelece na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 no Art. 2, a definição de meio ambiente como sendo o conjunto de condições que visam a preservação, adequação e melhoria ambiental, de modo a estabelecer condições adequadas ao desenvolvimento socioeconômico, segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana, estabelecidos nos princípios a seguir:

I – ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo; II – racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar; III – planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV – proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas; V – controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras; VI – incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais; VII – acompanhamento do estado da qualidade ambiental; VIII – recuperação de áreas degradadas; IX – proteção de áreas ameaçadas de degradação; X – educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente (BRASIL, 1981, s/p).

A partir dos trechos da PNSB e PNMA pode-se perceber que existe um alinhamento entre as ações previstas nos documentos com a sustentabilidade. Heller (1998) também destaca a importância de discutir o saneamento a partir da sustentabilidade, Jannuzzi *et al.* (2020) revelam a influência que a sustentabilidade da água tem sobre o bem-estar social; portanto deve



estar alinhada com a capacidade de resiliência dos ecossistemas, garantindo um ambiente salubre para a população.

Em geral, regiões desenvolvidas apresentam um atendimento maior nos serviços de saneamento, conseqüentemente as populações são mais saudáveis (HELLER, 1998). Portanto, torna-se necessário que as regiões menos desenvolvidas busquem alcançar o crescimento econômico e conseqüentemente o desenvolvimento (CMMAD, 1991). Entretanto, acredita-se que o crescimento econômico como via do desenvolvimento não garante maior acesso aos serviços de saneamento básico.

Um dos grandes problemas da esfera econômica do século XX foi a inaptidão de prover serviços de saneamento adequados a toda população (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020). A UNICEF (2015) e WHO (2015), instituições que acompanham os avanços do setor de saneamento nos países desde 1995, apresentam o cenário mundial da população atendida com saneamento (Tabela 1). Os dados demonstram que no ano de 2015, cerca de 98,1% dos brasileiros possuíam acesso à água proveniente de um abastecimento adequado, índice superior ao da média mundial que foi 91,0%. A média de serviços de esgoto era 82,8%, enquanto o índice mundial era de 67,5%.

**Tabela 1.** População com acesso ao saneamento básico por regiões/países.

Região ou país	Acesso à água (%)	Acesso ao serviço de esgoto (%)
<b>Américas do Sul e Central</b>	<b>94,6</b>	<b>83,2</b>
Argentina	99,1	96,4
Brasil	98,1	82,8
Chile	99,0	99,1
Costa Rica	97,8	94,5
Paraguai	98,0	88,6
Uruguai	99,7	96,4
<b>Leste Asiático e Pacífico</b>	<b>94,1</b>	<b>77,2</b>
China	95,5	76,5
Índia	94,1	39,6
Japão	100,0	100,0
<b>Oriente Médio e Norte da África</b>	<b>93,5</b>	<b>91,1</b>
Jordânia	96,9	98,6
Iraque	86,6	85,6
Marrocos	85,4	76,7
<b>África Subsaariana</b>	<b>67,6</b>	<b>29,7</b>
África do Sul	93,2	66,4
Senegal	78,5	47,6
Zimbábue	76,9	36,8
<b>Mundo</b>	<b>91,0</b>	<b>67,5</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de UNICEF e WHO (2015) e ITB (2018a).

É importante ressaltar que em 2015 existiam 105 nações em melhores condições com acesso à água e ao saneamento básico em comparação com o Brasil. Segundo o Instituto Trata Brasil (ITB) no mesmo período o Brasil chegou a ser a sétima maior economia do mundo e ainda assim o percentual apresentado era menor que aos das Américas do Sul e Central. Vale ressaltar que todos os países integrantes do Mercosul possuíam níveis superiores ao do Brasil (ITB, 2018a).

Na Tabela 1 observa-se que alguns países da Ásia, como Japão e China possuem elevado acesso aos serviços de água e esgoto. Em contrapartida, a região da África Subsaariana registra percentual inferior aos demais; essa disparidade demanda um fortalecimento em assegurar uma oferta adequada no atendimento para a população (ITB, 2018a).

Percebe-se que disponibilidade hídrica é um fator que impulsiona a economia, principalmente com relação ao turismo, como por exemplo, a região fronteiriça do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. Especificamente, o Brasil é detentor de um expressivo potencial de água evidenciado em praias, cachoeiras, rios e lagos, que comportam um grande arcabouço de biodiversidade. Embora o Brasil possua um grande potencial hídrico, a degradação das águas por falta de saneamento adequado pode refletir em danos deletérios para o desenvolvimento econômico e social do País (ITB, 2018a).

As discussões acerca do saneamento e a sustentabilidade são cruciais para elaboração de políticas públicas. Diante disso, é importante ressaltar que a “política pública é um processo que envolve decisões por parte de corpos e autoridades governamentais e ações realizadas por um ator ou um conjunto de atores, e é composto por metas e meios para alcançá-las” (HELLER; CASTRO, 2007, p. 286), a fim de fortalecer o protagonismo nos processos de tomada de decisão (HELLER; CASTRO, 2007).

Segundo uma entrevista concedida pelo oficial do Meio Ambiente da Organização das Nações Unidas para a rádio Empresa Brasil de Comunicação, ressalta-se a necessidade de estabelecer um processo contínuo que consiga atender as demandas da relação existente entre saneamento e sustentabilidade. Com tom interpelativo, o tema “não deixar ninguém para trás”, adotado no dia da água, foi escolhido em razão do compromisso firmado na Agenda 2030 (LOMBARDO, 2019).

Lombardo (2019, s/p) salienta que “todos devem ser beneficiados com água potável segura, saneamento e higiene adequada”, objetivando minimizar as disparidades existentes no mundo no que tange o uso social do recurso natural água, pois sabe-se que o Brasil ainda enfrenta problemas primários quanto aos serviços prestados.

De acordo com o Ministério da Economia (2020), o estado de Manaus apresenta expressivo percentual da população sem acesso aos serviços de esgotamento sanitário, pois nove em cada dez pessoas não tem esse serviço em suas residências. Na cidade de Belém, 90,1% da população não têm acesso à coleta de esgoto e 39,8% não receberam água tratada (DIÁRIO DE PETRÓPOLIS, 2020).

Em entrevista à Agência Brasil (2020), Moscatelli destaca que a população fluminense foi prejudicada na prestação de serviços de saneamento devido à constatação da *geosmina* – composto orgânico, que indica a presença de esgoto na água. A crise emite uma alerta para a falta de adequação dos serviços de saneamento que compromete a qualidade da água na Bacia Hidrográfica do rio Guandu. Destaca-se a situação dos rios Ipiranga, Poços e Queimados que deságuam na bacia do rio Guandu, como sendo extremamente crítica, visto que os municípios de Queimados, Japeri e Nova Iguaçu abarcados pelos rios não possuem esgotamento sanitário. Sob esse ponto de vista é importante frisar que os caminhos que a água percorre merecem atenção, sobretudo no que concedem ao saneamento, pois sabe-se que a inadequação do serviço afeta o ciclo que a água estabelece com a sociedade (AGÊNCIA BRASIL, 2020).

Para mitigar os impactos é importante ressaltar que a gestão dos recursos hídricos deve ser integrada, considerando os aspectos sociais, econômicos e ecológicos, e os usuários das águas das Bacias Hidrográficas. Lombardo (2019) revela a necessidade do uso ordenado entre rio acima (uso de água pelo setor industrial e agropecuário) e rio abaixo (uso social da água), de modo a possibilitar a seguridade da água como capital natural, social e econômico.

Segundo o *site* Climatempo (2021) é importante gerenciar os recursos hídricos para evitar a escassez hídrica. A irregularidade das chuvas, por exemplo, está presente nas regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, o que pode comprometer o abastecimento de água da população. A escassez hídrica pode gerar uma crise no fornecimento de energia, pois sabe-se que a produção de energia no Brasil depende quase que exclusivamente da disponibilidade hídrica, devido à expressividade de geração hidráulica na matriz energética brasileira. Nesse contexto, Tundisi (2008) enfatiza que a energia é parte integrante em todo processo do abastecimento de água, de forma que o percurso da água tratada depende de energia para realizar o bombeamento.

Os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) revelam que a iluminação elétrica está presente em cerca de 99,8% dos domicílios permanentes no Brasil. Dessa forma, o crescimento demasiado do consumo de energia elétrica no Brasil intensifica os problemas de crise hídrica (ABRAHÃO; SOUZA, 2021). O processo de crise hídrica deve afetar de forma abrupta os ciclos hidrológicos, podendo levar a exaustão dos recursos naturais

e causar grandes impactos nos recursos hídricos “com consequências no suprimento de águas superficiais e subterrânea e efeitos nos usos múltiplos, como irrigação, navegação, geração hidrelétrica, e recreação baseada nos recursos hídricos” (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020, p. 106).

Outro problema de grande relevância no atual contexto dos recursos hídricos é a governança da água. É importante que a governança consiga promover um arcabouço que integralize a política hídrica com os processos de formulação, tendo “como objetivo o Desenvolvimento Sustentável de recursos hídricos e para que isto seja efetivo, os principais usuários devem ser envolvidos no processo” (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020, p. 106). Por fim, a “governança e sustentabilidade” devem ser integradas e baseadas nos princípios de “eficácia, eficiência, equidade, coerência, transparência e participação pública” (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020, p. 107).

Nessa mesma perspectiva, a utilização de indicadores de saneamento tem por objetivo potencializar a eficiência dos processos de governança e facilitar os processos adjuntos na implantação de serviços de saneamento, de modo a corroborar com os aspectos da administração pública (NIRAZAWA, 2016; NIRAZAWA; OLIVEIRA, 2018). A governança do saneamento de forma sustentável pode contribuir para a redefinição de políticas públicas com ações alinhadas com o setor privado. No próximo tópico apresenta-se alguns aspectos do saneamento básico no Brasil

## **2.2. Saneamento no Brasil**

O senso comum diz que o poder não está em algo concedido a um indivíduo, mas de fato conquistado. Em suma é importante salientar que o direito à cidadania do brasileiro tem sido um processo lento dado o período da colonização, assim faz-se necessário pontuar como iniciou o saneamento no Brasil. A construção do cenário sanitário se constitui por uma série de condicionantes ambientais, econômicos, políticos, culturais e sociais que caracterizaram todo o período da história do saneamento, de modo a nortear as necessidades basilares dos seres humanos (BRASIL, 2006).

A história do desenvolvimento do saneamento no Brasil sucede de forma tardia e gradativa no progresso evolutivo da humanidade. O modo como as pessoas se relacionam com a água e o seu consumo está relacionado com o ambiente social em que vivem. O entendimento dessa relação se dá ao resgatar os primórdios das culturas. Silva *et al.* (2018) apontam que a preocupação com o consumo da água data os tempos da construção de Roma e da Grécia antiga,

quando a água era usada na agricultura com a função de irrigar as plantações. Célebres pensadores como Hipócrates, já estudava a relação entre saneamento e saúde, visto que a partir da ocupação do homem em espaços naturais e sua alocação nos mesmos, bem como o contato com os animais, davam início ao surgimento e proliferação de doenças ainda desconhecidas para a época. Nesse momento iniciava-se a chamada globalização da natureza, como aponta Gama (2009, p. 23):

[...] essa transição é caracterizada pelas ações sócio-espaciais, que vão reproduzir as formas locais de usos da Natureza em outros lugares e, conseqüentemente, ocorre um processo em que os territórios destas ações se tornam mecanizados. Atribui-se a este processo a criação de objetos que são compostos por atributos culturais e técnicos que dão forma, função e uma estrutura na ordenação e organização dos territórios (GAMA, 2009, p. 23).

A construção de cidades e o modo do homem se organizar ao longo da história interfere diretamente em sua relação com os recursos hídricos, e no Brasil não foi diferente. A chegada da família real no Brasil trouxe mudanças significativas e os órgãos públicos foram situados na cidade do Rio de Janeiro, capital do país na época. Outra mudança refere-se aos acordos comerciais firmados com a Inglaterra com o intuito de favorecer a inserção de políticas de saúde pública no Brasil (FONSECA; PRADO FILHO, 2010).

Em pouco tempo fora perceptível a apreciação da inserção dessas políticas. Gama (2009) narra que os usos da água com o passar do tempo demandaram novos padrões técnicos que atendessem as necessidades que surgiam, tanto no âmbito rural quanto na zona urbana. A era colonial no Brasil foi marcada pelo surgimento de iniciativas que visavam a urbanização das principais capitais do País. Murtha, Castro e Heller (2015) descrevem que:

[...] os chafarizes ganharam importância nos séculos XVIII e XIX com o advento da urbanização, propiciando o abastecimento comunitário e gratuito de água à população. Rio de Janeiro, Vila Rica, Salvador, Recife e outras cidades coloniais implantaram redes de chafarizes, bicas e fontes públicas, em que o acesso era livre e de onde escravos se encarregavam do transporte até as residências, evidentemente para os que tinham capacidade econômica para possuí-los (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015, p. 196).

Esse período em específico foi marcado no Brasil como as primeiras iniciativas de saneamento básico, por meio da perfuração de poços e implantação de bicas ou chafarizes, como também são chamados os pontos de distribuição pública de água. As condições de acesso à água deu-se por meio do uso coletivo da água e das grandes mudanças comerciais e territoriais das terras inglesas que não tardariam a chegar no Brasil para serem seguidos (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015).

Murtha, Castro e Heller (2015, p. 199) enfatizam que “a coleta de esgotos sanitários tenha se estabelecido antes mesmo que o abastecimento de água residencial”. Nesse mesmo período atividades como coleta de lixo, abastecimento de água e limpeza de córregos eram atividades frequentes nas capitais brasileiras, as quais são apontadas pelos estudiosos da época como abordagem sanitária.

Cavinatto (1992) afirma que o Brasil foi um dos primeiros países a adotar medidas de saneamento, como o controle na entrada de navegantes pelos portos, escoamento da água da chuva, era uma realidade experienciada apenas na cidade aristocrata, Rio de Janeiro. O Brasil, como outros países ao redor do mundo, construiu sua história através de experiências e eventos distintos, os quais descrevem o percurso do saneamento básico no País. O saneamento básico consiste em um completo conjunto de programas que vão desde o abastecimento de água à coleta de lixo e conservação, incluindo seu traslado, controle de águas em vias, bem como mapeamento e controle de doenças infectocontagiosas, poluição ambiental e suas extensões (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

O surgimento de doenças virais e conseqüentemente o aumento das doenças tornou-se marcante para o Brasil. A importância da epidemiologia ficou em evidência e renomados cientistas dedicavam seu tempo a desenvolver estudos que atendiam as necessidades da época, neste sentido Gomes (2015) afirma que:

Sem sombra de dúvidas os séculos XIX e XX foram marcados pela influência da microbiologia sobre a epidemiologia, uma vez que permitiu não apenas identificar os principais agentes etiológicos envolvidos na transmissão de doenças infectocontagiosas responsáveis por altas taxas de morbimortalidade (tuberculose, influenza, varíola, peste, entre outras), mas também possibilitar o desenvolvimento de medidas de prevenção e tratamento dessas enfermidades (GOMES, 2015, p. 10).

Doenças ocasionadas por falta de saneamento resultam em inúmeros problemas sociais, os quais em sua maioria afetam diretamente as minorias sociais, sendo essa realidade visível no Brasil e no mundo. Teixeira *et al.* (2014) apontam que o crescimento desordenado no Brasil resulta na disparidade quanto às classes sociais e com isso as desigualdades em relação ao saneamento básico é uma triste e custosa realidade, reflexo disso são as precárias condições de moradias e acesso às políticas básicas de saneamento.

A evolução do campo da bacteriologia surge com o intuito de contribuir na promoção da saúde sanitária, saúde ambiental e saúde pública, para estabelecer meios adequados para obter água potável, minimizando vetores de contaminação e maximizando ações prioritárias de prevenção (HELLER *et al.*, 2018; DÍAZ; NUNES, 2020). Um dos precursores do movimento sanitário, Oswaldo Cruz, contribuiu fortemente com esse movimento, além de desempenhar

atividades em campo a fim de conhecer e mapear os problemas existentes, ele também contribuiu diretamente na criação e gerenciamento de políticas públicas de saneamento; dado que o Brasil experimentava um surto de doenças de veiculação hídrica (HOCHMAN,1998). No Quadro 1 são elencadas algumas doenças causadas por saneamento inadequado.

**Quadro 1.** Doenças causadas por saneamento inadequado.

<b>Doenças</b>	<b>Características</b>
<b>Diarreia</b>	Doença provocada por uma gama de agentes patogênicos, como bactérias, vírus e protozoários. Sintoma comum normalmente atrelado a uma infecção gastrointestinal. Sua amplitude de contaminação reflete nos altos índices de mortalidade (UNICEF; WHO, 2009).
<b>Dengue - Chikungunya</b>	Doença provocada pela picada do mosquito do <i>Aedes aegypti</i> , acometendo cerca de 390 milhões de pessoas no mundo e 20 mil mortes por ano. A Chikungunya foi responsável por 2 milhões e meio de casos em 2017 (MELO <i>et al.</i> , 2021).
<b>Febre amarela</b>	Doença infecciosa grave, sua transmissão ocorre no meio silvestre pelo mosquito <i>Haemagogus</i> , e no meio urbano pelo mosquito <i>Aedes aegypti</i> (o mesmo da Dengue), normalmente a proliferação dos mosquitos ocorrem em decorrência de falta de saneamento, água parada dentro dos domicílios e suas adjacências (FIOCRUZ, 2020).
<b>Leptospirose</b>	Doença provocada pelas bactérias do gênero <i>Leptospira spp</i> , transmitida pelo contato com água contaminada com urina de ratos e demais animais (VERONESI, 1991) fortemente relacionada ao saneamento, com aumento de casos em áreas inundadas. Considerando que as inundações ocorrem de forma heterogênea, atingindo as populações de risco (GRACIE; XAVIER; MEDRONHO; 2021).
<b>Malária</b>	Doença provocada pelo protozoário do gênero <i>Plasmodium</i> , e sua transmissão se dá pelos mosquitos fêmeas do gênero <i>Anopheles</i> . Os determinantes sociais estão diretamente associados a um ambiente socioeconômico deficitário, falta de acesso à saúde e saneamento (UMPIÉRREZ <i>et al.</i> , 2021).
<b>Esquistossomose</b>	Doença provocada pelos vermes do gênero <i>Schistosoma</i> . A contaminação acontece com frequência nas áreas de maior vulnerabilidade, pouco acesso aos serviços adequados de saneamento (OPAS, 2018).

Fonte: Elaborado a partir dos autores citados no quadro.

Para elucidar o panorama alarmante que o Brasil enfrenta concernente às doenças de veiculação hídrica, a Tabela 2 apresenta o número de internações por região brasileira no ano de 2019.

**Tabela 2.** Internações totais por doenças de veiculação hídrica por região em 2019.

<b>Doenças</b>	<b>Centro-Oeste</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Norte</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Sul</b>
<b>Diarreia</b>	15.967	97.822	37.621	36.637	24.619
<b>Dengue</b>	11.610	15.184	2.815	24.200	2.024
<b>Febre Amarela</b>	1	18	1	58	13
<b>Leptospirose</b>	38	544	295	724	1.065
<b>Malária</b>	117	85	1.621	93	31
<b>Esquistossomose</b>	5	95	8	85	7
<b>Total</b>	<b>27.738</b>	<b>113.748</b>	<b>42.361</b>	<b>61.797</b>	<b>27.759</b>

Fonte: Elaboração própria a partir do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS, 2019) e ITB (2021a).

É possível observar a partir da Tabela 2 as frequências absolutas de arboviroses –, agrupamento de doenças virais baseados na transmissão por um vetor inseto, como os causadores da Dengue; febre amarela e malária (HERNANDEZ; BROWN; PAREDES, 2014), além da diarreia, sendo relativamente evitadas com medidas simples de prevenção. Queiroz, Silva e Heller (2020) evidenciam que a propagação de arboviroses geram impactos na saúde pública em diversas escalas, desde a contaminação pelos agentes patogênicos até a dificuldade acerca da implantação de medidas no controle de vetores.

Deve-se considerar, que o acesso à água potável, bem como a coleta e o tratamento de esgoto para toda a população são condições básicas para subsistência da vida humana (SUGAHARA; FERREIRA; PRANCIC, 2021). Para verificar o impacto na saúde brasileira da precariedade no acesso à água e ao saneamento básico, a Tabela 3 traz informações das internações por doenças de veiculação hídrica por faixa etária nas regiões brasileiras no ano de 2019.

**Tabela 3.** Percentual de internações por doenças de veiculação hídrica e faixa etária em 2019, segundo as regiões brasileiras.

Anos	Centro-Oeste %	Nordeste %	Norte %	Sudeste %	Sul %	Total de internações
<b>0 a 4</b>	8,2	43,0	21,5	19,1	8,3	81.958
<b>5 a 14</b>	9,4	49,6	14,4	18,2	8,4	44.913
<b>5 a 14</b>	10,2	46,7	14,9	17,7	10,5	13.049
<b>20 a 29</b>	11,4	39,2	15,8	22,3	11,3	23.173
<b>30 a 39</b>	12,5	38,0	14,2	25,2	10,1	20.919
<b>40 a 59</b>	13,3	34,2	11,8	28,9	11,8	39.016
<b>60 a 79</b>	10,7	37,7	10,5	28,4	12,7	35.804
<b>80 ou mais</b>	8,2	43,4	8,9	26,2	13,3	14.571

Fonte: Elaboração própria a partir do DATASUS (2019) e ITB (2021a).

Pode-se notar o número expressivo de internações geradas por doenças de veiculação hídrica, fortalecendo a concepção de que o Brasil ainda enfrenta inúmeros problemas com relação aos serviços de saneamento. Evidencia-se que a região Nordeste é mais a impactada, em especial as faixas etárias com maior vulnerabilidade, sendo majoritariamente crianças e adolescentes, principalmente a faixa etária de 5 a 14 que corresponde a 49,6% das doenças de veiculação hídrica (Tabela 3).

Desse modo, o saneamento deve ser considerado parte integrante do planejamento das cidades, sendo capaz de identificar e compreender aspectos físicos, químicos e biológicos e de uso e ocupação do solo, assim como aspectos técnicos, de modo a tornar o planejamento parte da cultura do desenvolvimento (BRASIL, 2006; OLIVEIRA JÚNIOR, 2013).



Seguindo a linha da evolução do saneamento no Brasil, existiram inúmeros fatores que dificultaram o seu avanço de forma consistente. Os condicionantes não eram tratados de maneiras associadas de modo a resultar em falta de planejamento, além de investimentos insuficientes, ineficiência das companhias dos serviços de saneamento que dispõem de baixa qualidade técnica e baixo investimento (DÍAZ; NUNES, 2020).

Em meados dos anos 40 do século XX, em decorrência da baixa qualidade dos serviços prestados pelas empresas estrangeiras, inicia-se a comercialização dos serviços de saneamento básico, dando origem às autarquias e aos mecanismos de financiamento para o abastecimento de água; inicialmente realizado pelo Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), que a partir de 1991 passou a ser denominada Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (HELLER *et al.*, 2018).

Visando minimizar os impactos gerados ao longo dos anos em decorrência de um sistema deficitário, o saneamento no Brasil passa a contar com diretrizes, medidas, implementação e infraestrutura. Em 1971 entrou em vigor o Plano Nacional de Saneamento (Planasa), considerado um marco na história, para construir um sistema de prestação de serviços de saneamento, como abastecimento de água e esgotamento sanitário no cenário nacional (HELLER, 1998; HELLER *et al.*, 2018).

No início da década de 90 o saneamento ainda não era regulamentado e não contava com o apoio de políticas públicas, no governo do então presidente Fernando Collor de Melo com o financiamento do Banco Mundial, iniciaram-se estudos a fim de dar suporte à política de saneamento (HELLER *et al.*, 2018).

Consequente, após os processos da luta pela cidadania e sob o governo do então presidente Luís Inácio Lula da Silva, os municípios garantiram titularidade aos serviços de saneamento (DÍAZ; NUNES, 2020). No dia 5 de janeiro de 2007 foi sancionada a Lei Federal nº 11.445, passando a vigorar em 22 de fevereiro de 2007, tendo como premissa a saúde pública, desenvolvimento regional e urbano, proteção ao meio ambiente, segurança e combate à pobreza (BRASIL, 2007).

Tendo em vista a necessidade de melhorias no cenário sanitário brasileiro, é importante salientar a relação existente entre os marcos legais que respaldam o processo de saneamento no Brasil, como evidenciado no Quadro 2.

**Quadro 2.** Marcos legais relacionados ao saneamento.

Legislação	Descrição
Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)
Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990	Política Nacional da Promoção da Saúde (PNPS)
Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)
Lei nº 11445 de 5 de janeiro de 2007	Política Nacional do Saneamento Básico (PNSB)
Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)
Decreto nº 8.141 de 20 de novembro de 2013	Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)
Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020	Novo Marco Legal do Saneamento
Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022	Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares)

Fonte: Elaboração própria.

A PNMA (1981) exerce o papel de assegurar os aspectos de preservação dos recursos naturais e atua como fator de desenvolvimento da qualidade ambiental, promovendo um ambiente com condições sanitárias adequadas ao bem-estar social. Em consonância, a Política Nacional da Promoção da Saúde (PNPS), objetiva proteger a integridade da vida e saúde da população, responsável pela criação do SUS, incluindo atividades relacionadas ao saneamento. Em 2003 foi criada a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), que desde 1990 está sob responsabilidade da FUNASA (HELLER *et al.*, 2018).

Já PNRH (1997) é um instrumento norteador para a promover a integração entre as políticas públicas estaduais e federais sobre saneamento, preservação do meio ambiente, uso e ocupação do solo que abarcam os recursos hídricos brasileiros. Já no que concerne aos marcos legais que se referem exclusivamente ao saneamento, o Brasil possui forte aparato legislativo, e seu avanço pode ser notado pela inclusão da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual aprimora formas de efetivar o saneamento, assim como o marco regulatório do saneamento. Dessa forma, os desafios que a PNSB enfrenta devem ser tratados de forma integrada ao contexto dos direitos humanos, ambiental, saúde e gestão integrada das políticas públicas; de modo que o percurso percorrido com a construção e a implementação da PNSB, PNMA, PNRH, PNPS, Plansab e PNRS possuem trajetórias semelhantes (IPEA, 2020a).

À União compete estabelecer e assegurar as diretrizes de políticas no âmbito nacional para elaboração de programas de saneamento, assim como garantir fomento para investimentos no setor. Com relação aos estados, estabeleceram-se políticas estaduais, regulamentação e serviços; aos municípios ficaram a titularidade dos serviços assim como o papel de elaborar o Plano Municipal de Saneamento (PMSB) (CARCARÁ; SILVA; NETO, 2019). Sob esse prisma, o Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030 determina que (ARTIGO 19, 2019, p. 33):

É responsabilidade indelegável do Estado, em todos seus níveis de governo e instituições (inclusive as agências reguladoras dos serviços), garantir a melhoria

progressiva dos índices de saneamento básico, mas a realidade é de relativa estagnação dos principais indicadores ao longo das últimas três décadas, com incrementos muito tímidos frente aos impactos negativos que a falta de saneamento básico gera na saúde pública, na qualidade de vida, no desenvolvimento cognitivo das crianças e em outras áreas centrais da vida (ARTIGO 19, 2019, p. 33).

O Plansab (2013) preconiza estratégias que conduzam a atuação dos agentes do setor de saneamento, principalmente do Governo Federal. Ademais, o Plansab consiste no planejamento do saneamento considerando quatro eixos temáticos: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos e coleta de lixo, manejo e drenagem das águas pluviais urbanas. A efetividade da PNSB deve ser observada a partir de dados que evidenciem o acesso da população à água e ao saneamento. Na Tabela 4 são apresentados alguns dados sobre água e esgoto, segundo unidades federativas brasileiras para o ano de 2018.

**Tabela 4.** Rede e perdas de água, coleta e tratamento de esgoto, em 2018 (%).

Unidade Federativa	Rede de água	Perdas de água	Coleta de esgoto	Tratamento de esgoto
Acre	48,02	60,71	10,00	19,46
Alagoas	75,41	29,81	21,73	15,62
Amapá	34,40	73,57	7,04	16,51
Amazonas	87,58	68,01	14,95	31,03
Bahia	81,11	40,23	40,06	47,32
Distrito Federal	99,00	32,10	89,48	82,28
Ceará	58,62	43,90	25,63	35,90
Espírito Santo	81,32	37,25	55,89	42,52
Goiás	88,52	29,23	56,79	53,90
Maranhão	55,39	59,47	13,15	14,15
Mato Grosso	86,91	44,46	34,82	44,65
Mato Grosso do Sul	85,93	32,97	52,01	44,75
Minas Gerais	82,07	36,66	73,06	41,97
Pará	43,41	40,33	5,92	8,42
Paraíba	75,04	38,78	35,17	42,03
Paraná	94,66	34,72	73,30	74,62
Pernambuco	81,15	50,12	28,35	31,52
Piauí	77,15	48,41	16,78	16,56
Rio de Janeiro	90,69	37,82	64,36	39,79
Rio Grande do Norte	83,75	51,22	25,97	33,50
Rio Grande do Sul	86,73	41,94	32,29	25,87
Rondônia	46,93	60,79	5,93	9,51
Roraima	81,67	65,37	60,30	69,94
Santa Catarina	89,93	34,51	25,19	31,15
São Paulo	96,20	34,94	90,28	68,27
Sergipe	85,98	43,59	20,97	27,66
Tocantins	79,34	33,64	26,20	31,31

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ITB (2018b).

Os dados da Tabela 4 permitem observar que o estado do Amapá apresenta o menor percentual de atendimento de rede de água (34,4%) e precário atendimento de tratamento de esgoto (16, 51%) em relação às demais unidades federativas. Já na Tabela 5, apresentam-se os dados sobre a população com acesso à água e esgoto por região brasileira no ano de 2019.

**Tabela 5.** Parcela da população com acesso à água e esgoto por região em 2019.

Regiões	Água (%)		Esgoto (%)	
	População com acesso à água	População urbana com acesso à água	População com coleta de esgoto	População urbana com coleta de esgoto
Centro-oeste	89,7	96,3	57,7	62,8
Nordeste	73,9	96,3	57,7	62,8
Norte	57,4	62,9	12,3	14,1
Sudeste	91,1	95,4	79,5	83,3
Sul	90,5	98,1	46,3	52,8

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SNIS (2019) e ITB (2021a).

Os dados da Tabela 5 evidenciam que existem disparidades do acesso à água e coleta de esgoto entre as regiões brasileiras. As regiões Norte e Nordeste são as que apresentam percentuais significativamente menores, principalmente em relação à coleta de esgoto, quando comparadas às demais regiões.

Na região Norte apenas 24,77% do esgoto é coletado e 22,58% do esgoto gerado é tratado. Por outro lado, na região Nordeste o esgoto coletado corresponde a 37,95% e o esgoto tratado a 34,73% (ARTIGO 19, 2019), e com relação as perdas, o Brasil atingiu 37,06% para o ano de 2018. Esses dados demonstram a preeminência de transpor o desafio que consiste em alcançar níveis satisfatórios de distribuição, que só devem ser obtidos com ações de melhorias, estratégias de redução e ampliação de infraestruturas (ITB, 2020).

Esse cenário de desigualdades, principalmente nas regiões Norte e Nordeste deve-se aos altos níveis de vulnerabilidade socioeconômicas e que se refletem no acesso ao saneamento (GALVÃO JUNIOR; PAGANINI, 2009; HELLER *et al.*, 2018; ARTIGO 19, 2019; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; 2020). Somado a isso, as disparidades de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil atribuem-se ao pouco investimento direcionado ao setor, bem como a priorização de determinadas regiões, concentrando o *déficit* “nas regiões Norte e Nordeste e nas periferias das grandes cidades do território brasileiro” (SOUSA; GOMES, 2019, p. 37).

Essas diferenças podem ser justificadas considerando a priorização dos investimentos, em especial “na macrorregião Sudeste, com a presença das companhias estaduais que foram fomentadas historicamente no Brasil, pelos planos e políticas públicas governamentais, em

detrimento dos estados que compõem as macrorregiões Norte e Nordeste” (ROSSONI *et al.*, 2020, p. 401).

De 2007 a 2018, foi autorizado pelo Governo Federal um orçamento de cerca de 34 bilhões de reais para proteção fiscal e social das ações de saúde voltadas à utilização da cobertura. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi o maior programa de investimentos do setor desde o fim do Planasa 1991, e fornece recursos para projetos de saneamento em pequenas, médias e grandes cidades, no entanto, os resultados alcançados são tímidos. A média de execução orçamental é de cerca de 20%, a cobertura de água aumentou cerca de 5%; e esgotamento sanitário, apenas 10% até 2017. Os dados correspondem a 20 milhões de brasileiros sem acesso à água e mais de 100 milhões sem esgotamento sanitário (SOUSA; GOMES, 2019).

O estudo realizado anualmente pelo ITB evidenciou que as cidades que possuem melhores índices de acesso são as que investem cerca de quatro vezes mais que as cidades com baixos índices. Somado a isso, os resultados apontam que o País mostrou pouco avanço quanto à universalização das metas estipulados no ODS 6 (ITB, 2019).

O ITB (2019, s/p) identificou uma queda nos investimentos de modo geral. Para o presidente do ITB, chama atenção o fato de “de 50% dos investimentos estão concentrados em apenas 100 cidades. Ainda que nelas viva mais de 40% da população, é preocupante pensar que mais de 5.600 municípios, juntos, são responsáveis por menos de 50% do valor investido em saneamento básico”. De modo geral, esse cenário exemplifica porque cidades de pequeno e médio porte carecem desses serviços. Nessa perspectiva, o aumento de investimento em saneamento pode ser visto como parte de um conjunto de estratégias para o desenvolvimento econômico e social.

Não obstante, após mais uma década da promulgação da Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, percebe-se que os serviços de saneamento ainda não atendem toda a população. A teoria da Lei não se reflete nos percentuais de cobertura de esgoto e acesso à água, além da ineficiência no procedimento de distribuição de água no tocante aos altos índices de perdas (DÍAZ; NUNES, 2020).

Tendo em vista os desdobramentos do saneamento no País, o Governo Federal cede às grandes pressões e aprova o novo marco legal do saneamento alterando a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 a qual dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) e passa a instituir a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, atribuindo as competências de instituição de normas de referência para regulação dos serviços de saneamento, a ANA, passando a ser

responsável pelo gerenciamento do saneamento no Brasil e pela busca de investimentos para a universalização dos serviços (ANA, 2020).

Consoante à ANA (2020) o Brasil dispõe de 60 agências infranacionais atuantes no setor de saneamento. Esse montante se ramifica em 25 estaduais, 28 municipais, 6 intermunicipais e 1 distrital, vinculando cerca de 65% dos municípios brasileiros.

O Brasil apresenta uma distribuição irregular das águas em volume e disponibilidade dos recursos hídricos, “enquanto um habitante do Amazonas tem 700.000 m<sup>3</sup> de água por ano disponíveis, um habitante da Região Metropolitana de São Paulo tem 280 m<sup>3</sup> por ano disponíveis” (TUNDISI, 2008, p. 13). Esse cenário de desproporcionalidade na distribuição e acesso aos recursos hídricos traz inúmeros problemas de ordem social, econômica e ambiental.

Essa realidade é pauta de discussão para o avanço da gestão dos recursos hídricos e descentralização e governabilidade, com uma via de aproximação das Bacias Hidrográficas e do ciclo hidrossocial (TUNDISI, 2008; TUNDISI, 2014). Imbelloni e Felipe (2020) exemplificam que as interações existentes entre a disponibilidade (ou demanda) dos recursos hídricos com a população e as Bacias Hidrográficas propõem um olhar que consiga relacionar a disponibilidade e demanda, a fim de corroborar para o entendimento do caminho das águas desde as nascentes até uso social da água.

Sob esse prisma, pode-se perceber a inter-relação que existe entre o caminho instituído pela água com a promoção do bem-estar social. Nesse sentido, é relevante salientar que o ODS 3 deve cumprir este objetivo, pois busca garantir o acesso a uma vida saudável e promover bem-estar para todos, em todas as faixas etárias. Isso está evidente principalmente nas metas 3.3 que visa “Até 2030, acabar com as epidemias de Sida, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, “doenças transmitidas pela água” e outras “doenças transmissíveis”; e, “3.4 Até 2030, reduzir num terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis via prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar” (ONU, 2015, s/p). Assim, as metas do ODS 3 devem ser tratadas de forma associada ao ODS 1 que objetiva a erradicação da pobreza e o ODS 6, o qual visa a universalização do saneamento. Dessa forma, os ODS citados se inter-relacionam de forma abrangente, a fim de alcançar e minimizar os impactos sociais sofridos por grupos minoritários, os quais sofrem com dificuldade de acesso à água e bem-estar social.

Por mais que o Brasil seja signatário no que tange às resoluções da ONU, as quais reafirmam a gestão sustentável do acesso à água e ao esgotamento sanitário como direito humano, as projeções demonstram grandes dificuldades para alcançar o ODS 6 (ARTIGO 19, 2019). O processo de universalização do saneamento no cenário brasileiro enfrenta grandes

dificuldades, e será necessário o empenho de muito esforço na ampliação de infraestrutura, sobretudo, nas áreas rurais e afastadas dos centros coletores (MESQUITA *et al.*, 2021).

No cenário brasileiro, o ODS 6 tem grande relevância para a introdução das políticas públicas de abastecimento de água potável e saneamento básico, assim como norteador de ações de saúde e bem-estar social. Este objetivo fortalece a PNSB referente à Lei nº 11.445/2007, que possui ampla relação com a Lei nº 6.938/1981 – PNMA, e com a Lei nº 9.433/1997, que dispõem a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (IPEA, 2019).

É importante ressaltar que em 2019 cerca de 40 milhões de pessoas não possuíam acesso à água tratada e 100 milhões não possuíam rede coletora de esgoto no Brasil. Somado a isso, cerca de 100 litros captados para o tratamento, mais de 38 são perdidos nas tubulações no processo de distribuição (ARTIGO 19, 2019), ou seja, além das disparidades no acesso ao saneamento, deve-se considerar também os problemas com perdas de água (ITB, 2020).

Destaca-se as principais medidas no âmbito do saneamento com o propósito de fortalecer a agenda do setor.

I. Criar contratos com incentivos e foco na redução de perdas, como contratos de performance, parcerias pública-privadas e parcerias público-público; II. Direcionar maior financiamento para ações dessa natureza. Há uma necessidade de aumentar o financiamento para programas de redução de perdas no âmbito federal; III. Gerenciamento do controle de perdas: implementação de planos de gestão de perdas baseados no conhecimento do sistema, indicadores de desempenho e metas preestabelecidas; IV. Entender as dificuldades para a setorização dos sistemas de abastecimento, acompanhado de um plano de médio e longo prazo com ações, ara o controle das perdas na distribuição; V. Aumentar o índice de hidrometração dos diversos sistemas e utilizar hidrômetros de maior precisão; VI. Melhorar a macromedição nos sistemas de abastecimento de água para permitir uma melhor aferição dos indicadores de perdas; VII. Criação e monitoramento de programas de redução de perdas sociais com a participação dos atores envolvidos; e VIII. Replicar experiências exitosas de operadores públicos e privados nas regiões mais deficitárias, especialmente as Regiões Norte e Nordeste, onde se situam os maiores desafios (ITB, 2020, p. 84-85).

Com o intuito de combater as perdas, o Novo Marco Legal do Saneamento de 2020 busca minimizar e controlar as perdas de águas; estabelecer metas progressivas de redução; estabelecer metas quantitativas adequadas de redução; e em caso de não cumprimento das metas a aplicação de processo administrativo pela agência reguladora de modo a objetivar ações a serem adotadas a fim de erradicar as precariedades existentes (ITB, 2020).

A precariedade instaurada nos serviços de saneamento é vivenciada em sua maioria por regiões periurbanas e rurais, por apresentarem menor densidade demográfica ou até mesmo por se encontrarem distantes das redes coletoras de esgoto e/ou abastecimento de água, e como consequência esses pontos acarretam maiores dificuldades no emprego dos sistemas centralizados (TONETTI *et al.*, 2018).

Entende-se o sistema centralizado como sendo o método utilizado para tratar grandes demandas de águas residuais e industriais em localidades com expressivo nível de ocupação urbana. Devido às grandes demandas de tratamento de esgoto, o processo dispõe de expressivo alicerce fornecido pelas instalações tecnológicas, com técnicas altamente avançadas, que em sua maioria são administradas pelas esferas públicas (SURIYACHAN; NITIVATTANANON; AMIN, 2012). Apesar das vantagens do uso de sistema descentralizado em relação ao centralizado para a coleta e tratamento de esgoto, são necessários mais estudos para a implantação ser eficaz e viável em regiões isoladas (TONETTI *et al.*, 2018).

O relatório – Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas, – delinea o cenário do saneamento e considera a “bacia hidrográfica como unidade de planejamento” (ANA, 2017, p. 15), partindo do pressuposto da meta da universalização dos serviços de saneamento, objetivando a proteção dos recursos hídricos através dos objetivos de caracterização da situação do esgotamento sanitário das sedes municipais, assim como propõe ações com foco no tratamento e na proteção dos recursos hídricos. No mesmo relatório, a ANA disponibilizou informações do saneamento para as sedes brasileiras, as quais apresentaram resultados que indicam um panorama deficitário dos serviços de saneamento no Brasil, com lançamentos diários de cargas orgânicas, gerando cada vez mais impactos negativos nas multiplicidades dos usos dos recursos hídricos (ANA, 2017).

No que tange às práticas da gestão sustentável da água e do saneamento, o Brasil em suas diferentes regiões geográficas, enfrenta muitos problemas para assegurar o uso sustentável, embora considerando o sólido arcabouço de leis e políticas públicas (OCDE, 2015). Apesar de o Brasil estar entre os quatro países com maior potencial hídrico e consumo de água, o País padece com muitos desequilíbrios regionais, que em sua maioria são agravados pelos diferentes estágios de implementação e pela falta de execução da legislação (IPEA, 2019).

O maior impacto gerado pela ineficiência ou falta dos serviços de saneamento é o bem-estar social relacionado com a saúde e deve ser parte integrante do desenvolvimento sustentável (CARVALHEIRO, 2018). No tópico a seguir é abordada a condição do saneamento e sua relação com a Covid-19, discutindo o papel da água como fonte de patógenos de veiculação hídrica.

### **2.3. Saneamento e Covid-19**

O evento pandêmico em decorrência do vírus *Severe Acute Respiratory Syndrome - COrona VIRus* (SARS-CoV-2), causador da Covid-19, tem se mostrado como um grande e



desafiador problema que atinge diferentes esferas e setores públicos em níveis alarmantes, resultando em um cenário de incertezas e muita dificuldade.

Em dezembro de 2019, após alguns levantamentos, a China relatou o primeiro caso do novo coronavírus. Observou-se que os residentes de Wuhan começaram a apresentar sintomas de uma síndrome respiratória aguda grave, e seu crescimento exponencial acometeu milhares de pessoas em um curto período (BEM; RICHTER, 2020).

Segundo o relatório Missão conjunta WHO-China (2020), em meados de fevereiro de 2020 a China implementou medidas de isolamento social com o intuito de frear o avanço do novo coronavírus, pois se tratava de um patógeno altamente contagioso e desconhecido. Em decorrência do isolamento social, os indicadores começaram a apontar uma queda significativa nos casos de infecção.

Posteriormente, a cidade Bergamo na Itália se torna foco de infectados e mortos, e passa a vivenciar estado de emergência. No dia 11 de março de 2020, a WHO decreta a pandemia do novo coronavírus, em decorrência do vírus SARS-CoV-2. A partir disso, países como Espanha, França e Grã-Bretanha são atingidos pelo avanço do vírus. O epicentro da doença se deu no continente americano com os Estados Unidos e conseqüentemente o Brasil (BEM; RICHTER, 2020).

O cenário pandêmico instaurou uma crise sanitária, acarretando grande situação de vulnerabilidade econômica, social e ambiental. Bem e Richter (2020), enfatizam que as preocupações acerca do tema estão raramente assimiladas às questões de sustentabilidade. Contudo, seu surgimento está diretamente conectado ao comportamento insustentável da sociedade.

No início de agosto de 2020, o Brasil já era o segundo país em números de casos no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos. As condições precárias vivenciadas em algumas regiões do Brasil inibem o enfrentamento ao combate da pandemia pela Covid-19, como, por exemplo, o estado do Rio de Janeiro com 12 milhões de habitantes, e desse total um em cada quatro vive nas áreas periurbanas, com alta densidade populacional, e a maioria sem água potável (SPRONK, 2020).

Assim, a pandemia da Covid-19 deve ser compreendida através das lentes das disparidades estruturais da sociedade. A WHO instituiu medidas de profilaxia para reduzir a disseminação da Covid-19, uso de máscaras, distanciamento social e lavagem das mãos. Contudo, apesar de tais recomendações serem simples, tornaram-se quase impossíveis para as pessoas que não possuíam acesso à água potável e as instalações de saneamento adequado (SPRONK, 2020).

As recomendações supracitadas, em especial a lavagem das mãos com água e sabão, é a primeira medida de defesa da pandemia da Covid-19. Contudo, “as desigualdades abundam no acesso à *Water, Sanitation and Hygiene* (WASH), serviços e seguir o conselho de lavar as mãos com sabão regularmente não é tão fácil para alguns quanto pode parecer” (NATH; GOSLING, 2020, s/p, tradução nossa).

O panorama de crise global desvela as novas e existentes diferenças, e deve ser visto como tema central de discussão. Ao longo do período pandêmico, o acesso à água potável para higienização, saneamento adequado e princípios básicos de atenção à saúde se mostraram mais severas do que nunca. Dessa forma, atender as demandas de forma equânime é primordial (NATH; GOSLING, 2020).

No entanto, as desigualdades abundam no acesso à água, saneamento e higiene (WASH), serviços e seguir o conselho de lavar as mãos com sabão regularmente não é tão fácil para alguns quanto pode parecer (NATH; GOSLING, 2020, s/p, tradução nossa).

A conjuntura da pandemia Covid-19 tornou ainda mais visível os “privilégios e desvantagens” (SPRONK, 2020, p. 26, tradução nossa) instaurados na sociedade. Enquanto muitos gozavam de posições confortáveis de acesso a uma vida saudável, muitos eram colocados em situações de completa vulnerabilidade (SPRONK, 2020).

Para Albuquerque e Ribeiro (2020, p. 2) a “desigualdade como processo de seletividade espacial e de produção concomitante de abundância, riqueza e conforto de um lado, e de escassez, pobreza e vulnerabilização de outro”. O genocídio do vírus expôs os grupos com maior desigualdade baseados na classe socioeconômica, raça e gênero (SPRONK, 2020).

Aproximadamente, 29% das pessoas no mundo não possuem água encanada em suas residências, na África Subsaariana o percentual chega aos 73%. Com o aumento da demanda por água na pandemia, muitas pessoas precisavam se deslocar por longas viagens até as fontes de água, acarretando mais chances de contato com outras pessoas em postos de abastecimento e para uma parcela significativa da sociedade esse processo demanda investir os poucos recursos que dispõem (NATH; GOSLING, 2020).

Loftus e Farhana (2020) ressaltam que a pandemia conseguiu salienta a importância da água e do saneamento adequado, tanto para os países dos hemisférios Norte quanto para os do Sul, foi possível vivenciar a insegurança da água tornando ainda mais crítica o enfrentamento da Covid-19. Os autores reforçam os direitos humanos como sendo a “realização dos direitos econômicos e sociais, como o direito à água e o saneamento torna as populações muito mais resilientes e podem simultaneamente promover conversas sobre as complexidades de desafios

e injustiças que permanecem muitas vezes ocultos ou ignorados”. (LOFTUS; FARHARA, 2020, p. 49, tradução nossa).

O exercício de reconhecer os direitos humanos à água e ao saneamento deve ser visto como uma medida corretiva, haja vista o *déficit* de insegurança hídrica, abastecimento de água insuficiente e ineficiente nos países. A universalização dos direitos à água e ao saneamento deve estabelecer vias para a realização e manutenção desses direitos, a fim de atuar fortemente no combate a Covid-19 (LOFTUS; FARHANA, 2020). Aguiar e Moretti (2020, p. 23) elencam os critérios normativos da ONU sobre o direito à água e ao saneamento, sendo: “a) a disponibilidade desses serviços; (b) a qualidade e segurança; (c) sua aceitabilidade junto aos usuários; (d) a acessibilidade; (e) a modicidade de preços”.

O reconhecimento da ONU tem por finalidade minimizar as diferenças existentes, pois sabe-se que as disparidades sociais atuam como potencializador na transmissão de doenças de veiculação hídrica. Portanto, a relação estabelecida pelo saneamento e a propagação de patógenos deve ser tratada com prioridade. O cenário pandêmico potencializa a dispersão do vírus SARS-CoV-2. Destaca-se que até o momento já foi possível detectar a presença do RNA do vírus transmissor em esgoto doméstico, entretanto não há confirmação de contaminação pelo contato direto com os efluentes (FREITAS; KUWAJIMA; SANTOS, 2020).

Embora seja possível a persistência na água, não existem evidências que o vírus estejam presentes em águas superficiais ou subterrâneas, ou que sejam transmitidos por meio de água contaminada. De modo geral, “o vírus da Covid-19 é um vírus envelopado por uma membrana externa frágil. Geralmente, os vírus envelopados são menos estáveis no ambiente e são mais sensíveis a oxidantes, como o cloro” (WHO; UNICEF, 2020, p. 2). Apesar das evidências apontarem para existência do vírus na água e esgoto, é provável que o vírus se torne inativo mais rápido que os vírus não envelopados (WHO; UNICEF, 2020). Casanova *et al.* (2009) enfatizam que:

Os diferentes tipos de coronavírus sobreviveram e permaneceram infecciosas durante longos períodos em diferentes tipos de água, incluindo água de reagentes, água de superfície, e esgoto pasteurizado sedimentado. Ambos os vírus sobreviveram e permaneceram infecciosos a um nível baixo (4 C) e temperatura ambiente (25 C) (CASANOVA *et al.*, 2009, p. 1898, tradução nossa).

Casanova *et al.* (2009, p. 1898, tradução nossa) salientaram em seu estudo, que, o evento ocorrido em 2003 pelo vírus SARS-CoV poderia “reemergir em humanos e populações, a água contaminada com estes vírus podem continuar a representar um risco de exposição mesmo depois de os indivíduos infectados já não estarem presentes”.

Contudo, segundo os estudos realizados até o momento não foi possível detectar a presença do vírus da Covid-19 em água potável, e baseado nas evidências, o risco para contaminação de abastecimento de água é relativamente baixo. Em contrapartida, é possível tomar algumas medidas preventivas para melhor seguridade da água, com proteção das fontes de água, tratamento, distribuição, coleta e consumo, assegurando que a água tratada seja armazenada de forma adequada nas residências (WHO; UNICEF, 2020).

Os problemas sanitários no Brasil são datados desde a era Colonial e embora muitas medidas e políticas tenham sido empregadas ao longo dos anos, o atual cenário pandêmico aponta para a necessidade de atenção à saúde e uma abordagem interdisciplinar entre saúde e ambiente (HELLER, 1998; HELLER *et al.*, 2018). A adoção de medidas que priorizem a inter-relação entre a gestão dos recursos hídricos e do saneamento é uma ação emergente que visa a diminuição dos impactos causados pelo vírus SARS-CoV-2 (FREITAS; KUWAJIMA; SANTOS, 2020).

As medidas de gerenciamento do saneamento cumprem o papel de preservação de águas superficiais e subterrâneas, mais do que isso, evitam a disseminação de patógenos por meio da veiculação hídrica (SUGAHARA; FERREIRA; PRANCIC, 2021). Evidencia-se que os grandes desafios do século XXI, sobretudo no Brasil, refere-se à proteção de mananciais e fontes de abastecimento (TUNDISI, 2008; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020).

Para Tundisi e Matsumura-Tundisi (2020, p. 68) na “região Sudeste, os grandes desafios estão relacionados à recuperação de rios, lagos e represas, à redução dos custos do tratamento de água, à proteção dos mananciais, ao reúso de água e a proteção e recuperação dos aquíferos”. Os mesmos autores sinalizam que essa região possui os maiores impactos em recursos hídricos, bem como a menor disponibilidade *per capita*.

A pandemia de Covid-19 no Brasil tem gerado impactos sociais relevantes tendo em vista a precariedade do acesso à água e ao saneamento em algumas regiões brasileiras. Contudo, os problemas atrelados ao abastecimento de água adequada demandam maior atenção, os dados exprimem uma situação emergencial que coloca na linha de frente uma parcela significativa da sociedade, principalmente no enfrentamento da pandemia da Covid-19, pois sabe-se que a principal medida de profilaxia depende da água. Para Aguiar e Moretti (2021) a pandemia revisitou a importância das políticas públicas, que compreendem a necessidade de assegurar os serviços básicos de saneamento a todos.

Cooper (2020, p. 2) frisa que as pessoas “pobres tendem a ser desproporcionalmente afetadas por pandemias devido à falta de acesso à *Water, Sanitation and Hygiene* (WASH), saúde subjacente mais precária e vulnerabilidade aos impactos secundários na saúde, entre

outros fatores”. Segundo a autora, promover o acesso à água em qualidade e quantidade, pode contribuir para a minização dos gastos econômicos associados às epidemias.

Embora haja o desenvolvimento de novas formas de acessibilizar a aproximação dos serviços em saúde para os grupos minoritários, nem todas essas pessoas de fato, recebem a assistência garantida por Lei; a adoção de medidas de prevenção se mostra como o caminho mais eficaz contra a propagação do coronavírus, campanhas de conscientização da população como a higienização frequente das mãos, uso de máscaras e regras que visam conter aglomerações de pessoas, formam um conjunto de normas propagadas em larga escala, que visam diminuir o contágio do vírus (DUTRA; SMIDERLE, 2020). As medidas de prevenção aqui elencadas, infelizmente não podem ser uma realidade vivida por todos. Um país onde as desigualdades sociais ditam as regras de funcionamento das políticas públicas, Albuquerque e Ribeiro (2020, p. 3) relatam que:

A riqueza, material e imaterial, é produzida socialmente, mas é seletivamente distribuída, usada e apropriada segundo as classes, grupos e lugares. Trata-se da contradição fundamental do capitalismo que socializa riscos entre todos, mas privatiza recompensas e riqueza para alguns. Às desigualdades de renda e riqueza somam-se as de gênero, étnica, racial, educacional, entre outras. (ALBUQUERQUE; RIBEIRO, 2020, p. 3).

A crise financeira também vivenciada no País seja talvez hoje um impeditivo quanto à disseminação em massa de atenção à saúde no Brasil. Para driblar os problemas que existem em decorrência da Covid-19, instituições privadas unem forças, de modo a minimizar os impactos causados pelas desigualdades sociais. No setor público, iniciativas como auxílio emergencial e a inserção da tarifa social, ambos os projetos que visam a aproximação da população menos assistida do acesso à água e ao saneamento, pensar em cuidado integral a saúde é pensar numa perspectiva macro e no atendimento a demandas provenientes a deficiência em saúde pública (AGUIAR; MORETTI, 2021).

Pensar em atendimento à saúde integral é voltar o olhar para a perspectiva macro da população, a concepção de desenvolvimento sustentável se dá frente a resoluções de demandas que resultem em oportunidades de direitos igualitários (FUNASA, 2017). A eminência de transformar a relação com a natureza, reflete os perigos que vêm sendo negligenciados em meio ao enorme sofrimento infligido pela pandemia da Covid-19. Salvar vidas preciosas e meios de subsistência é a prioridade máxima. Ao expor a vulnerabilidade da humanidade, a pandemia também pode acometer desdobramentos que impulsionem a virada do setor do saneamento

A pandemia da “Covid-19 não é de forma alguma o grande nivelador” (SPRONK, 2020, p. 42, tradução nossa), os efeitos deletérios da pandemia expuseram a desigualdade estrutural

que sustenta a economia e, em simultâneo, assola a sociedade, correspondendo a grande complexidade acerca do tema. Independentemente de ser nível nacional ou internacional, as desigualdades tornaram todos e todas mais suscetíveis aos impactos da crise. Assim, a crise instaurada pela pandemia da Covid-19 é, portanto, uma maneira clara de chamar a atenção para os grupos de maior vulnerabilidade, especificamente em razão dos direitos humanos, injustiça social e na solidariedade humana (VIEIRA; MONTEIRO; SILVA, 2021). Baseado nisso, é perceptível a importância do saneamento como forma preventiva de doenças e qualidade de vida.

Segundo o estudo realizado por Sugahara, Ferreira e Pranic (2021), bem como as informações das Tabelas 2 e 3 da seção 2.2, no Brasil a carência nos serviços de saneamento afeta especialmente algumas populações, como o caso das regiões Norte e Nordeste, sinalizando para as desigualdades sócio-espaciais. Somado a isso, a precariedade instaurada na infraestrutura de saneamento alarga as disparidades sociais e econômicas, vitimizando os mais vulneráveis.

Para melhor compreensão do cenário sanitário, é possível elucidar a situação dos serviços de saneamento por meio da utilização de indicadores, com o intuito de mensurá-los de forma concisa e eficaz, assim no tópico a seguir é discutido a importância de indicadores para as dimensões do saneamento.

#### **2.4. Indicadores**

O termo “indicador” tem sua origem no latim “*indicare*”, significa descobrir, apontar, anunciar, estimar (HAMMOND *et al.*, 1995). Os indicadores desempenham o papel de informar ou comunicar o processo existente rumo a direção que se tem determinada, utilizado como ferramenta para deixar mais claro os fenômenos ou tendências que não são perceptíveis por dados isolados, apartados, excluídos (VAN BELLEN, 2006).

Tendo em vista as inquietações que o processo de desenvolvimento despertou no mundo contemporâneo, a *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) frisa que o uso de indicadores deve ser entendido para nortear, ou estabelecer um parâmetro a ser seguido (OECD, 1993). A terminologia da palavra indicador e as definições empregadas compilam diversos significados, o que intensifica os problemas concernentes ao arranjo metodológico quando se dispõem a utilizar ou construir novos indicadores para procedimentos de avaliação e/ou monitoramento (BRASIL, 2011a).

Inicialmente os indicadores foram elaborados com a finalidade de quantificar pessoas, recursos, equipamentos, dentre outros. Após a Segunda Guerra Mundial, a estatística dos indicadores foi reformulada migrando da exclusividade dos economistas e passando a ser reproduzida também por outros especialistas de diferentes áreas (SOLIGO, 2012).

O desenvolvimento de indicadores é uma tentativa de acompanhar e aferir os processos de políticas públicas aplicadas especialmente nas sociedades desenvolvidas, subdesenvolvidas e suas diferentes arenas. Nesse sentido, iniciou-se uma ação de desconstrução e construção acerca do volume de indícios de irregularidades entre o desenvolvimento econômico e o bem-estar social da população, especialmente nos países subdesenvolvidos (SOLIGO, 2012).

Veiga (2010) e Pinté *et al.* (2012) exemplificam a evidência existente no indicador Produto Interno Bruto (PIB), o qual alcançou aumento significativo entre os países, porém, percebeu-se a persistência nos níveis de pobreza intensificando as disparidades sociais. Portanto, essa abordagem falhou em mensurar e apresentar diferentes fatores que podem impactar a vida das pessoas. O emprego desse indicador era destinado a informar os índices de desenvolvimento socioeconômico, contudo, para Stiglitz, Sen e Fitoussi (2009) a utilização do PIB para esse fim era cada vez mais inapropriado.

O estudo realizado por Hammond *et al.* (1995) objetiva a construção do índice de sustentabilidade através das relações existentes entre os dados primários, dados analisados, indicadores e índice, com o intuito de fornecer uma base conceitual para elaboração de indicadores ambientais sustentáveis, o qual pode ser exemplificado na pirâmide de informações, a seguir.

**Figura 2.** Pirâmide de informações.



Fonte: Hammond *et al.* (1995, p. 1, tradução nossa).

Os indicadores são importantes instrumentos de monitoramento e gerenciamento no processo de desenvolvimento da sociedade, atuando como ferramenta na tomada de decisões dos principais atores. Além de fornecer informações para a elaboração de políticas, o uso de indicadores pode atingir um nível mais concreto a partir da interpretação de variáveis. A variável é conceituada por uma representação de um atributo, assim a variável não é o atributo real, mas um tipo de representação. O grau de importância e significância é baseado no quão próximo a variável se harmoniza ao atributo, e qual sua relevância no processo de tomada de decisão (VAN BELLEN, 2004).

Haja vista a importância dos indicadores, esses ainda podem repercutir negativamente, impactando na tomada de decisão. Nessa linha, Hammond *et al.* (1995) destacam aspectos dos indicadores relacionados a sua significância:

i) Indicadores dirigidos ao usuário – devem ser compatíveis com as necessidades do público-alvo, fornecendo informações que consigam atender a demanda no processo de tomada de decisão;

ii) Indicadores politicamente relevantes – devem atender as demandas das inquietações políticas, sendo tecnicamente aplicável e de fácil interpretação; e

iii) Indicadores com alta agregação – o processo de desenvolvimento e aplicação dos sistemas de indicadores possuem inúmeros componentes; contudo, para absorver os resultados no processo de tomada de decisão é importante que os indicadores apresentem poucos números. A agregação de indicadores dependerá da sua finalidade (HAMMOND *et al.*, 1995).

Para Van Bellen (2006, p. 78) “em qualquer projeto de avaliação uma das principais tarefas é a definição de um sistema com o objetivo de determinar e clarificar o que vai ser medido e o que se espera da medida”. O autor frisa que o sistema de avaliação consiste em “um modelo conceitual que ajuda a selecionar e organizar questões que vão definir o que vai ser medido pelos indicadores” (VAN BELLEN, 2006, p. 78).

Segundo Boulanger (2008) a busca por indicadores confiáveis e sensíveis às mudanças foi reconhecida na Conferência do Rio e reafirmada na Agenda 21, cujo capítulo 40 traz à luz a importância das informações na tomada de decisão. O autor salienta a necessidade de desenvolver indicadores que consigam exprimir a realidade, e sirvam como alicerce para a sustentabilidade autorregulada entre as esferas ambientais, sociais, econômicas, culturais, demográficas e políticas. O capítulo 40 da Agenda 21 ressalta a “a necessidade de melhorar a disponibilidade da informação assim como de reduzir as diferenças de acesso aos dados”. Além



disso, o desenvolvimento de estudos sobre indicadores foi fortalecido em 2015 a partir da Agenda 2030 (BRANCHI, 2022, p. 2).

A tomada de decisão, especialmente nas diferentes esferas de governo, deve se fundamentar em indicadores apropriados para mensurar os impactos econômicos, sociais e ambientais das ações realizadas. A crescente disponibilidade de informações e, conseqüentemente, de indicadores pode dificultar o processo. Por isso, fenômenos complexos se beneficiam do uso de índices compostos que conseguem sintetizar várias dimensões (SOLIGO, 2012).

Segundo a literatura existem diferentes tipos de indicadores categorizados como, por exemplo: indicadores econômicos (OECD, 1993); indicadores sociais (SOLIGO, 2012); indicadores ambientais (HAMMOND *et al.*, 1995); indicadores de sustentabilidade (VAN BELLEN, 2004, 2006; VEIGA, 2010; BEGA *et al.* 2021, BRANCHI, 2022), indicadores de desenvolvimento sustentável (FERREIRA, 2020) e indicadores de saneamento básico (VON SPERLING; VON SPERLING, 2013; NIRAZAWA, 2016; NIRAZAWA; OLIVEIRA, 2018; SALES *et al.*, 2019).

#### **2.4.1. Indicadores de Saneamento Básico**

O processo evolutivo da humanidade é marcado pela presença da água. Assim, a utilização da água para abastecimento é indivisível da história humana. A demanda por recursos estabeleceu mecanismos de localização das comunidades, desde que o homem desenvolveu aspectos de vida sedentária, abandonando a vida nômade, e passa a aderir à agricultura e caça como subsistência (HELLER; PÁDUA, 2006).

Os padrões de consumo da sociedade aliados aos processos de crescimento econômico promoveram um ritmo acelerado de utilização dos recursos naturais, acarretando um desenvolvimento insustentável. Distribuição de renda e geração de emprego deixa um cenário de desigualdade ainda mais preocupante, considerando que a falta de saneamento atinge especificamente as populações em situação de vulnerabilidade social, reforçando a necessidade do emprego de indicadores (SALES *et al.*, 2019).

Com a finalidade de promover um ambiente social adequado, instituições multilaterais como OCDE, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), Organização Internacional do Trabalho (OIT), Organização Mundial da Saúde (OMS) e UNICEF empenham seus esforços na elaboração e compreensão de indicadores (SOLIGO,

2012). Dessa forma, essas instituições reconheceram que muitos indicadores eram estritamente econômicos, assim começaram atuar numa nova percepção de mensuração do bem-estar social (STIGLITZ; SEN; FITOUSSI, 2009; SOLIGO, 2012). No Brasil, a Lei nº 11.445/2007 institucionalizou o uso e desempenho de indicadores na regulamentação do saneamento básico, fiscalização e planejamento, a qual foi atualizada por meio da Lei nº 14.026/2020.

Tendo em vista a necessidade de estabelecer novos parâmetros que atendessem o bem-estar social, no Brasil instituições como DATASUS, IBGE, ITB, SNIS, dentre outras, têm trabalhado na promoção de informações que avaliam o processo de universalização dos serviços promotores de melhoramento na qualidade de vida. Dessa maneira, entre os ODS estabelecidos pelo Pacto Global na Agenda 2030, os serviços de saneamento descritos no ODS 6 desempenham grande importância para a compreensão dos indicadores de saneamento.

Os indicadores de saneamento como, por exemplo, os indicadores de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são essenciais para garantir a universalização do saneamento. Para tanto, é necessário fornecer o acesso a esses serviços a toda população (YOSHII; CETRULO; MALHEIROS, 2019).

O abastecimento de água caracteriza-se como uma resposta aos anseios da população – , representa o processo de retirar a água da natureza adequada para os padrões de qualidade; transporte até os aglomerados humanos e fornecimento em qualidade e quantidade adequado, podendo atender pequenas comunidades até grandes cidades (HELLER; PÁDUA, 2006).

No âmbito nacional, o processo de implantação de sistemas de indicadores de saneamento, principalmente no que concerne aos sistemas de indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário demonstrou um cenário desafiador. O Brasil demonstra ser um país com um panorama esmorecido e instável mesmo após os marcos regulatórios (VON SPERLING; VON SPERLING, 2013).

Já no âmbito internacional o uso de indicadores para acompanhar e avaliar os serviços de saneamento é amplamente reconhecido. Na última década, foi possível identificar que algumas organizações realizaram estudos para o desenvolvimento de indicadores específicos, aplicáveis a determinados objetivos e prioridades (VON SPERLING; VON SPERLING, 2013). 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).

A utilização de indicadores de saneamento exerce o papel de nortear a administração pública e sociedade civil no processo de tomada de decisão. Sob esse aspecto é relevante a realização de estudos que busquem desenvolver e aprimorar instrumentos para a expansão dos

serviços de saneamento à população urbana e rural (BANDEIRA, 2003; RODRIGUES, 2010; YOSHII; CETRULO; MALHEIROS, 2019).

Sob a influência do período de crise hídrica, a qual o Brasil enfrentou no ano de 2015, especificamente o estado de São de Paulo, faz-se indispensável a universalização dos serviços de saneamento e os sistemas responsáveis pelo abastecimento de água e esgotamento sanitário (HAMDAN; LIBÂNIO; COSTA, 2019), de modo a fortalecer o gerenciamento da gestão hídrica, com a finalidade de “reconhecer, mensurar e expressar o valor da água, bem como incorporá-lo na tomada de decisões” (UNESCO, 2021, p. 2),

Conforme o Ministério das Cidades (2006), o estudo de indicadores envolve aspectos que tratam da recuperação e prevenção das águas, abastecimento de águas à população e demais atividades econômicas, proteção dos ecossistemas, minimização dos efeitos nocivos das cheias e poluições, e valorização dos recursos hídricos em geral; a princípio para a utilização dos indicadores é necessário realizar o diagnóstico e quantificá-los, para poderem ser aplicados. Dessa maneira, “a comparação dos valores assumidos pelos indicadores, ao longo do tempo, dará uma ideia da evolução do município no que diz respeito aos recursos hídricos e aos sistemas de saneamento” (BRASIL, 2006, p. 105).

Dentre os sistemas de indicadores de saneamento implantados no Brasil pode-se citar o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), desenvolvido pela Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, em seu Art. 53 tem os seguintes objetivos:

I - coletar e sistematizar dados relativos às condições da prestação dos serviços públicos de saneamento básico; II - Disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes para a caracterização da demanda e da oferta de serviços públicos de saneamento básico; III - Permitir e facilitar o monitoramento e avaliação da eficiência e da eficácia da prestação dos serviços de saneamento básico (BRASIL, 2007, s/p).

O SINISA estava previsto na Política PNSB para oferecer informações públicas e de fácil acesso pela *internet*. À vista disso, o SINISA ainda deveria incluir indicadores de monitoramento de impacto e resultados integrantes da PNSB e demais planos regionais.

Em 1994, foi desenvolvido o sistema de indicadores de saneamento do SNIS, que possui uma base de dados de saneamento com informações referentes aos serviços de água e esgoto, manejo de resíduos sólidos urbanos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

O SNIS dispõe de 185 categorias de informações, abastecidas através das empresas prestadoras dos serviços via questionário, como: quantidade de ligações; extensão de rede de água e rede coletora de esgoto; população atendida; economias ativas; volume e consumo para

abastecimento de água; empregos próprios; receitas e despesas, entre outras. O *site* disponibiliza informações para 84 indicadores, e através dessas informações objetiva-se estabelecer um panorama conciso para o planejamento do setor, desenvolvimento de políticas públicas, direcionamento das atividades regulatórias, fiscalização, orientação e aprimoramento da gestão, assim como a comparação do desempenho do setor (BRASIL, 2020). No próximo subtópico serão abordados para melhor compreensão os serviços de saneamento, assim como o processo de abastecimento de água.

#### **2.4.2. Serviços de Saneamento e Abastecimento de Água no Brasil**

Os indicadores aplicados aos serviços de saneamento e abastecimento de água no Brasil dependem da disponibilidade de dados de instituições responsáveis pela gestão do saneamento. O SNIS contempla os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos urbanos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. As informações com relação aos componentes são coletadas anualmente e provêm dos preenchimentos dos formulários dos prestadores de serviços ou dos órgãos municipais responsáveis pela gestão dos serviços.

Segundo Leal e Sampaio (2021, p. 11) o “não preenchimento ou o preenchimento incorreto dos dados no SNIS é um fator importante a ser observado. Os dados fornecidos são essenciais para o planejamento das políticas públicas voltadas para a área”. Além do mais, a falta de fornecimento de informações ao SNIS mascara a necessidade ou o direcionamento dos investimentos ao setor.

A metodologia empregada pelo SNIS para o fornecimento de dados considera três aspectos básicos:

- i) a abrangência de atuação, a qual diferencia os prestadores por qualidade e complexidade dos sistemas fornecedores do serviço, seja o sistema físico, político e/ou institucionais, e espaciais/geográficos;
- ii) natureza jurídico-administrativa, diferencia os prestadores de forma legal e administrativo e;
- iii) tipos de serviços de saneamento oferecidos, como água, água e esgoto, esgoto e resíduos sólidos urbanos (SNIS, 2020a).

A Secretária Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR) apresenta o vigésimo quinto Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, desenvolvido com base nos indicadores dos prestadores de serviços para o ano de 2019.

Segundo o diagnóstico, do total 5.570 municípios brasileiros, 5.191 municípios (93,2%) recebem algum tipo de serviço de abastecimento de água. Quanto ao oferecimento do serviço de esgotamento sanitário, 4.226 municípios foram atendidos, correspondendo a 75,9% do total de municípios brasileiros (SNIS, 2020a).

Ressalta-se que o SNIS apresenta um histórico de amostra desde o ano de 1995, até o último diagnóstico de 2019. Ao longo de vinte e cinco anos de serviço, percebe-se que o sistema cresceu significativamente (SNIS, 2020a); no entanto, conforme os dados apresentados pela ANA, as regiões com níveis satisfatórios de cobertura ainda são uma exceção mais do que propriamente uma regra (ANA, 2017). Sales *et al.* (2019) acentuam que o Brasil dispõe de um sistema de saneamento deficitário, impactando a promoção do bem-estar social, diferentemente nos países desenvolvidos, não há carência na prestação dos serviços de saneamento.

Um ponto relevante a se destacar, é o fato do SNIS não dispor de dados de alguns municípios pelo fato de não estarem integrados ao sistema de saneamento (NIRAZAWA; OLIVEIRA, 2018), ao ponto que a carência nos serviços em determinadas localidades não podem ser acompanhadas assiduamente.

O SNIS disponibiliza formulários completos e simplificados aos municípios e prestadores de serviços. Com base nos dados dos questionários é elaborado o diagnóstico do serviço de água e esgoto, os formulários completos são direcionados aos prestadores serviços que possuem um sistema público de água e esgoto. Já os formulários simplificados são aqueles que não recebem atendimento do sistema público, possuem apenas soluções alternativas, como nascente, poço, vala a céu aberto, lançamento em cursos d'água, fossa séptica ou rudimentar (SNIS, 2020a).

O número de prestadores de serviços participantes do SNIS (Tabela 6) são classificados de acordo com sua abrangência, sendo elas:

- Regional – atendimento de um elevado número de municípios, é normalmente efetuado por companhias estaduais;
- Microrregional – se atendimento de mais de um município, usualmente pela realização de consórcios públicos intermunicipais e
- Local – atendimento de apenas um município (SNIS, 2020b).

As distribuições dos prestadores que responderam ao formulário no ano de 2019 podem ser observados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019 que responderam aos formulários completos.

Prestadores de serviços		Quantidade de municípios atendidos		População urbana atendida dos municípios	
Abrangência	Quantidade	Água	Esgotos	Água	Esgotos
<b>Regional</b>	28	4.013	1.426	132.549.983	108.159.170
<b>Microrregional</b>	8	56	21	1.001.410	843.704
<b>Local</b>	1.604	1.138	1.157	43.608.084	51.336.063
<b>Brasil</b>	1.640	5.177	2.592	174.719.653	152.350.367

Fonte: SNIS (2020a, p. 31).

O Brasil possui 5.570 municípios, porém em 2019 só 3.280 responderam aos formulários completos. Conforme a Tabela 6, os prestadores de abrangência regional representam cerca de 77,5% do abastecimento de água e 55,0% de esgotamento sanitário. No tocante à população urbana, os percentuais são de 75,9% e 71%, respectivamente (SNIS, 2020a). Chama a atenção a desigualdade entre os atendimentos dos municípios com relação à água e esgoto. Os municípios por região brasileira que responderam ao formulário simplificado do SNIS em 2019 são destacados na Tabela 7.

**Tabela 7.** Distribuição dos municípios presentes no SNIS em 2019, que responderam aos formulários simplificados, segundo macrorregião geográfica e Brasil.

Macrorregiões	Total de municípios	Quantidade de municípios		População urbana dos municípios	
		Água	Esgotos	Água	Esgotos
<b>Centro-oeste</b>	467	1	185	1.772	1.189.87
<b>Nordeste</b>	1.794	9	536	21.758	4.627.802
<b>Norte</b>	450	2	185	23.175	2.711.768
<b>Sudeste</b>	1.668	0	82	0	522.682
<b>Sul</b>	1.191	2	654	5.576	4.112.459
<b>Brasil</b>	5.570	14	1.642	52.281	13.164.588

Fonte: Elaborado a partir dos dados da ANA (2017) e SNIS (2020a).

Com relação aos formulários simplificados, 14 municípios não responderam no ano de 2019. Esses municípios não recebem atendimento do sistema público, ou seja, cerca de 0,3% de todo país recorrem às práticas alternativas de abastecimento de água, e 1.642 (29,5% considerando o total do país) dos municípios são atendidos por recursos alternativos.

Observa-se que a aplicação de indicadores relacionados aos serviços de saneamento contribui para mapear e avaliar o cenário do setor. Acredita-se que o fornecimento de água em quantidade e qualidade depende de um sistema eficaz, capaz de suprir as demandas da sociedade. No tópico a seguir, são abordadas algumas questões sobre o acesso e o abastecimento de água no Brasil.

### 2.4.3. Abastecimento de Água Potável

O acesso à água potável é indispensável para assegurar a saúde da população, além de contribuir para a promoção de uma vida digna. A UNICEF e WHO apontam para a existência de cerca de 2 milhões de pessoas vivendo sem condições básicas de acesso à água (UNICEF; WHO, 2009). No cenário brasileiro, essa situação não difere, pois sabe-se que boa parte da população convive com a falta de acesso à água e ao abastecimento de água adequados (COSTA; MELLO, 2021).

A Agenda 21 reconhece no capítulo 18 a importância da proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos; não ter acesso à água impacta o desenvolvimento humano, econômico e ecológico. A Agenda propõe programas em diversas áreas com o intuito de estimular a gestão sustentável, o item 4 por exemplo, refere-se ao abastecimento de água potável e saneamento (AGENDA 21, 1992).

O abastecimento de água depende da disponibilidade de água em quantidade e qualidade de modo a atender a população. O mundo experiencia os efeitos revelados pela crise hídrica e suas consequências para o saneamento, a qualidade da água que integra todo sistema de abastecimento desde os mananciais até os sistemas aquáticos são importantes para a segurança hídrica e para o desenvolvimento dos serviços ecossistêmicos e aquáticos. A água de boa qualidade atende parâmetros de concentrações de substâncias orgânicas e inorgânica ao promover melhorias nas condições de salubridade para manutenção da vida humana (TUNDISI, 2018).

Com o intuito de promover o acesso à água, a PNSB (2007) expõe que o saneamento deve contemplar o abastecimento de água, abrangendo infraestruturas e instalações que concernem ao fornecimento de água potável para a população em geral, o que abrange desde a sua captação até o uso final do recurso. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a Norma Técnica Brasileira (NBR) 12.217:1994, mediante o projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, estabelece condições exigíveis para o processo de elaboração de projetos de abastecimento de água público, a fim de assegurar que as redes disponibilizem água em qualidade e quantidade para toda a população (ABNT, 1994).

O Ministério da Saúde, conforme a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, em seu Art. 5º dispõe as definições adotadas para toda infraestrutura de disponibilização de água em qualidade e quantidade. Ademais, o Ministério da Saúde expõe conceitos e finalidades da água, como aproveitamento da água potável, utilização no preparo de refeições e uso pessoal,

além de trazer à luz o padrão estabelecido de potabilidade (BRASIL, 2011b), de modo a prover um ambiente salubre através do suprimento de água potável para a população.

Compreende-se como sistema de abastecimento de água o conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços voltados para o fornecimento adequado de água às comunidades e usos múltiplos (TSUTIYA, 2006). Na PNSB (2007) no Art. 3º-A, consideram-se os serviços de abastecimento de água e distribuição por ligação predial, inserindo eventuais instrumentos para medição, como atividades vinculadas a: “i - reservação de água bruta; ii - captação de água bruta; iii - adução de água bruta; iv - tratamento de água bruta; v - adução de água tratada; e vi - reservação de água tratada” (BRASIL, 2007, s/p).

A confecção dos projetos de abastecimento de água depende de um grande conhecimento técnico-científico. Nesse sentido, é realizado um estudo preliminar de indicadores para coletar informações sobre a população atendida, taxa de crescimento, atividades industriais, comerciais e agrícolas que serão cobertas pelo futuro sistema de abastecimento de água. Em seguida, o projeto é iniciado considerando os fatores de custo da mão-de-obra, flexibilização e expansão e evolução da demanda de água (TSUTIYA, 2006).

Assim, o percurso da água até chegar ao seu uso final depende do sistema de abastecimento de água, cuja finalidade é coletar, tratar, armazenar e distribuir ao consumidor. O sistema independe da finalidade do uso, contudo, respeita as exigências da legislação vigente com relação à potabilidade (PILOTTO, 2015).

O sistema de abastecimento de água é composto pelas etapas de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição como evidenciado no Quadro 3.

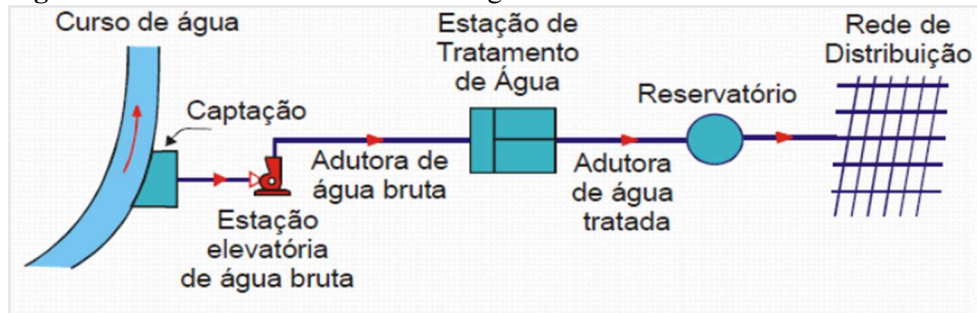
**Quadro 3.** Etapas do abastecimento de água.

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
<b>Captação</b>	Refere-se à água bruta captada de mananciais superficiais (barragens, lagos, represas), e/ou subterrâneos (poços).
<b>Adução</b>	Refere-se ao bombeamento da água captada até as Estações de Tratamento de Água (ETA) para ser fornecido o tratamento adequado.
<b>Tratamento</b>	Refere-se à realização de processos físicos e químicos para a água atender aos critérios de potabilidade.
<b>Reservação</b>	Refere-se ao bombeamento da água já tratada até os reservatórios.
<b>Distribuição</b>	Refere-se à etapa final do Sistema, a efetividade da entrega da água ao consumidor.

Fonte: Elaborado com base em Tsutiya (2006) e Pilotto (2015).

O diagrama esquemático das etapas que compõem o sistema de abastecimento de água é apresentado na Figura 3.



**Figura 3.** Sistema de abastecimento de água.

Fonte: Tsutiya (2006, p. 16).

O sistema de abastecimento de água envolve desde a captação até a rede de distribuição, que é posteriormente destinado à população (Quadro 3). Segundo Tsutiya (2006) e Pilotto (2015) o bom funcionamento do sistema de abastecimento depende do dimensionamento do conhecimento correto de todas as etapas do processo.

Visando mensurar o atendimento das regiões brasileiras com relação aos domicílios que recebem abastecimento de água, o Plansab acompanha o progresso por meio dos indicadores de saneamento. Dessa forma, é possível observar na Tabela 8 o percentual de domicílios urbanos e rurais abastecidos com água oriunda do sistema de abastecimento, bem como por poços e nascentes.

**Tabela 8.** Percentual de domicílios urbanos e rurais abastecidos com água, segundo macrorregiões e metas do Plansab.

<b>A1. % de domicílios urbanos e rurais abastecidos com água por rede de distribuição ou por poço ou nascente</b>								
<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>	<b>Ano</b>	<b>Brasil</b>	<b>Norte</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Sul</b>	<b>Centro-Oeste</b>
A1	Censo* <sup>1</sup>	2010	92,6	76,5	83,3	97,8	98,6	96,1
		2018	94,5	84,1	87,3	98,3	99,2	97,3
		2019	94,6	83,9	87,4	98,4	99,1	97,3
	Metas do Plansab	2023	96,1	90,7	91,0	98,6	99,5	98,2
		2033	99,0	94,0	97,0	100	100	100
<b>A2. % de domicílios urbanos abastecidos com água por rede de distribuição ou por poço ou nascente</b>								
A2	Censo*	2010	97,1	87,6	94,8	98,5	99,2	97,9
		2018	97,7	92,1	95,8	98,7	99,5	98,5
		2019	97,8	91,9	95,7	98,8	99,4	98,5
	Metas do Plansab	2023	98,2	96,1	96,9	96,7	99,7	99
		2033	100	100	100	100	100	100
<b>A3. % de domicílios rurais abastecidos com água por rede de distribuição ou por poço ou nascente</b>								
A3	Censo*	2010	64,6	41,7	46,3	86,2	94,1	80,9
		2018	71,4	52	56,6	90,3	96,1	85,6
		2019	71,3	51,4	56,7	90,4	95,8	84,9
	Metas do Plansab	2023	77,3	61,2	65,4	94,0	97,3	89,9
		2033	87,1	76,2	80,0	100	100	100

Fonte: BRASIL (2021, p. 24-25).

<sup>1</sup> \*Segundo Brasil (2021) os valores obtidos a partir dos dados do Censo 2010, foram atualizados com base nas variações anuais da PNAD e PNAD-Contínua.

Ao analisar a Tabela 8 é possível observar que dentre as metas estipuladas pelo Plansab para os indicadores citados, existe um desequilíbrio regional e a clara dominância na projeção da universalização, com exceção das áreas rurais. As regiões Norte e Nordeste destacam-se com metas mais expressivas tendo em vista o cenário apresentado em 2010, em contrapartida, as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul projetam alcançar o nível da universalização.

Outro ponto a ser considerado é a localização geográfica do *déficit* com relação à cobertura dos serviços de água e esgoto. As regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste expõem um cenário próximo da universalização nos serviços de abastecimento de água. Já as regiões Norte e Nordeste ainda estão distantes das metas de universalização do ODS 6 (IPEA, 2019).

A baixa capacitação de pessoal, infraestrutura, assim como a falta de investimentos por parte dos municípios são os fatores limitantes para a universalização dos serviços de abastecimento de água (IPEA, 2019). Outro fator que pode dificultar o processo de universalização diz respeito a distribuição heterogênea dos recursos hídricos. Para Tundisi e Matsumura-Tundisi (2020) o Brasil possui expressivo potencial hídrico, porém a disponibilidade e oferta de água estão concentrados em localidades distintas, observa-se maior demanda onde há menor disponibilidade.

Segundo o IPEA (2019) a região Nordeste enfrenta uma crise crônica de escassez hídrica, e essa situação já pode ser experienciada na região Sudeste e no Distrito Federal. A incapacidade de lidar com essa realidade nessas localidades ressaltou a deficiência instaurada na “ausência ou a inadequação de planejamento e de gestão integrada, voltada para a sustentabilidade” (IPEA, 2019, p. 20). Tais crises atingem três elementos fundamentais dos recursos hídricos, críticos para a qualidade de vida e sobrevivência humana: “a vulnerabilidade a desastres (secas e enchentes); a acessibilidade à água; e a segurança hídrica” (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2015, p. 23).

Em razão dos períodos de seca e escassez hídrica, é necessário aumentar a eficiência no uso da água, assim como estipulados nas metas do ODS 6. O setor produtivo atinge mais de 30% de perdas nos sistemas de saneamento, e mais de 50% dos sistemas agrícolas. Essa situação aumenta os conflitos entres setores pelo uso e acesso à água, tornando-se uma realidade em todo o Brasil (IPEA, 2019).

Adicionalmente, o uso e ocupação do solo, alta densidade populacional e atividades econômicas estão localizadas em sua maioria nos grandes centros urbanos, os quais exigem maior oferta hídrica. Outro ponto, é quando a qualidade da água e o abastecimento são

comprometidos pelos impactos da degradação ambiental, inviabilizando a disposição final do recurso (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020).

Na Região de São de Paulo, a situação não difere, em decorrência do grande contingente populacional que reside nas zonas urbanas das regiões metropolitanas, a qualidade precária da água fornecida pelo sistema de abastecimento pode gerar sérias consequências para a segurança hídrica. Além das “atividades humanas que afetam e são afetadas pela qualidade da água” (TUNDISI, 2018, p. 41), impactando o desenvolvimento socioeconômico, dentre os processos oriundos da degradação da qualidade da Terra, o mais relevante e importante é o efeito das crises hídricas e como isso se reflete na qualidade da água (TUNDISI, 2018).

As crises hídricas, resultantes de longos períodos de estiagem ou de enchentes, promovem deterioração na qualidade das águas superficiais e/ou subterrâneas (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2015). Desde a metade do século XIX é possível identificar uma deterioração contínua na qualidade das águas. A redução dos reservatórios, rios e lagos, com aumento das substâncias tóxicas acentua ainda mais os riscos para a população (TUNDISI *et al.*, 2015).

Outro fator que afeta o cenário de crise hídrica e de qualidade da água é o esgotamento sanitário. Segundo Galvão Júnior e Paganini (2009) a face do esgotamento sanitário apresenta um *déficit* substancial, principalmente nas áreas periféricas dos grandes centros urbanos e nas áreas rurais, onde existe maior concentração de pessoas em situação de vulnerabilidade.

#### **2.4.4. Esgotamento Sanitário**

O esgotamento sanitário compreende os serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos, de modo a proporcionar bem-estar a toda população. No entanto, para isso ocorrer é importante que as normas, leis e decretos sejam atendidos e respeitados por todos os setores da sociedade. A Lei nº 14.026/2020 define esgotamento sanitário como sendo:

constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente (BRASIL, 2020, s/p).

Nesse sentido, percebe-se a existência de um longo processo acerca do serviço de esgotamento sanitário, o qual percorre desde instalações hidrossanitárias, coleta, tratamento e disposição final pelos prestadores de serviços (NIRAZAWA, 2016). A NBR-9648 (ABNT, 1986, p. 1), define esgotamento sanitário como sendo o “conjunto de condutos, instalações e

equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”.

De acordo com a Lei nº 14.026/2020, consideram-se os serviços de esgotamento sanitário aqueles que abrangem um ou mais das seguintes atividades:

I - coleta, incluída ligação predial, dos esgotos sanitários; II - transporte dos esgotos sanitários; III - tratamento dos esgotos sanitários; e IV - disposição final dos esgotos sanitários e dos lodos originários da operação de unidades de tratamento coletivas ou individuais de forma ambientalmente adequada, incluídas fossas sépticas (BRASIL, 2020, s/p).

O esgotamento sanitário tem como características o despejo de esgoto doméstico, industrial, água de infiltração e contribuição pluvial parasitária (TONETTI *et al.*, 2018).

Segundo a ABNT (1986) entende-se por:

- Esgoto doméstico: despejos líquidos resultados do uso da água para atividades de higiene e necessidades fisiológicas;
- Esgoto industrial: despejo líquido proveniente das atividades industriais, as quais devem respeitar os padrões de lançamento estabelecidos pelos órgãos regulamentadores;
- Água de infiltração: toda água indesejável ao sistema separador oriunda do subsolo, e
- Contribuição pluvial parasitária: deflúvio superficial, inevitavelmente absorvida pelo sistema da rede coletora (Quadro 4).

**Quadro 4.** Esgotamento sanitário e suas características de despejo.

Tipos de esgotos	Comentário
<b>Esgoto doméstico</b>	Refere-se ao esgoto gerado a partir das atividades domésticas, composto pelo conjunto de misturas entre as águas de vaso sanitário <sup>2</sup> e águas cinzas <sup>3</sup> (TONETTI <i>et al.</i> , 2018). A água utilizada nas atividades domésticas converte-se em resíduos líquidos, efluente ou esgoto. Dessa forma, a destinação indiscriminada desses resíduos, sem qualquer tipo de tratamento gera impactos ambientais, como danos aos recursos hídricos e ao solo, e impactos sanitários, os quais causam problemas de saúde provenientes das doenças de veiculação hídrica (CALGADO; FILHO, 2020).
<b>Esgoto industrial</b>	Refere-se ao esgoto resultante das atividades industriais como águas de refrigeração e águas pluviais poluídas. Sua composição depende da atividade produtiva da indústria (NUVOLARI <i>et al.</i> , 2011). A disposição inadequada desses resíduos pode acarretar contaminação por substâncias químicas e físicas alterando a qualidade das águas (TUNDISI <i>et al.</i> , 2015).

<sup>2</sup> Águas de vaso sanitário: esgoto gerado a partir da descarga de fezes e urina, conhecido também como águas negras ou fecais (TONETTI *et al.*, 2018).

<sup>3</sup> Águas cinzas: esgoto ou águas geradas dentro de casa, exclui-se o esgoto gerado a partir do vaso sanitário. Inclui as águas da pia do banheiro e da cozinha, águas do chuveiro e lavanderia (TONETTI *et al.*, 2018).

<b>Água e infiltração</b>	Refere-se a toda água originária do subsolo, a qual é indesejável ao sistema separado e que por algum motivo adentra nas canalizações (NUVOLARI <i>et al.</i> , 2011). As águas infiltram através das trincas, fissuras, irregularidades dimensionais. Essas infiltrações decorrem das diferentes (categorias) de processos e qualidades empregadas nas obras, conservação e condições das tubulações, consideram-se aspectos como: nível do lençol freático, vegetação, permeabilidade, composição do solo e estrutura (DIAS; ROSSO; GIORDANO, 2012).
<b>Contribuição pluvial parasitária</b>	Refere-se ao escoamento das águas pluviais por meio dos tampões de poços, ligações abandonadas e/ou entradas, acondicionadas ao regime pluviométrico. Considera-se que as estações de tratamento são projetadas apenas para receber as vazões sanitárias (DIAS; ROSSO; GIORDANO, 2012).

Fonte: Elaborado a partir dos autores citados no Quadro.

No ano de 2019, o Brasil dispunha de baixos percentuais com relação aos serviços de coleta e tratamento de esgoto. A falta de investimentos direcionados à coleta e ao tratamento de esgoto adequado geram efeitos negativos como, a poluição dos rios e elevação dos custos de captação e tratamento de água; em razão disso, ocorre um aumento expressivo nas chances de contágio e transmissão de doenças de veiculação hídrica, além de gerar passivo às futuras gerações (IPEA, 2019).

Mais de 100 milhões de pessoas não possuem esgotamento sanitário adequado. Desse total, cerca de 21,6 milhões dependem de instalações sanitárias inadequadas, ao passo que 2,3 milhões defecam ao ar livre (IPEA, 2020a). Para o IPEA (2019, p. 20) “a indústria e as empresas de saneamento têm, ainda, um histórico de lançamentos de esgotos sem o devido tratamento nos leitos de rios e lagos que, mesmo com avanços nos últimos vinte anos, continua poluindo a água”, contribuindo para a precariedade do esgotamento sanitário do país.

No Brasil as maiores desigualdades de acesso ao serviço de esgotamento sanitário estão concentradas nas regiões Norte e Nordeste. As áreas periféricas dos grandes centros urbanos e os pequenos municípios são os mais afetados pela interrupção ou falta desses serviços (IPEA, 2020a).

Objetivando o atendimento de todas as regiões e esferas da sociedade, o Plansab (2021) analisou a evolução temporal dos indicadores de esgotamento sanitário. Para tanto, a avaliação do esgotamento sanitário nas regiões brasileiras é realizada com base em seis indicadores principais e dois auxiliares (BRASIL, 2021). Dentre os indicadores disponibilizados no Plansab, destaca-se os indicadores que trazem percentual de domicílios urbanos e rurais com esgotamento sanitário por macrorregiões (Tabela 9).

**Tabela 9.** Percentual de domicílios urbanos e rurais com com esgotamento sanitário, segundo macrorregiões e metas do Plansab.

<b>E1. % de domicílios urbanos e rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários</b>								
<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>	<b>Ano</b>	<b>Brasil</b>	<b>Norte</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Sul</b>	<b>Centro-Oeste</b>
E1	Censo* <sup>4</sup>	2010	67,0	33,5	45,2	86,9	72,0	52,1
		2018	74,3	35,7	55,6	90,8	78,1	79,2
		2019	75,9	37,4	58,3	91,3	79,2	83,5
	Metas do Plansab	2023	80,5	55,1	65,8	92,6	86,0	78,3
		2033	92,0	87,0	85,0	96,0	99,0	84,0
<b>E2. % de domicílios urbanos servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários</b>								
E2	Censo*	2010	74,9	41,3	56,9	90,9	77,6	55,7
		2018	80,2	42,3	64,9	93,8	81,6	80
		2019	81,2	44	66,7	94	82,4	83,8
	Metas do Plansab	2023	84,8	59,3	73,8	95,2	87,1	82,1
		2033	93,0	86,0	89,0	98,0	96,0	92,0
<b>E3. % de domicílios rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários</b>								
E3	Censo*	2010	17,1	8,1	11,3	26,8	31,2	13,4
		2018	27,7	10,9	25,5	35,9	40,0	44,6
		2019	30,7	11,7	29,6	38,3	42,7	59,5
	Metas do Plansab	2023	41,9	26,8	36,7	56,8	53,3	47,5
		2033	69,0	55,0	61,0	93,0	75,0	74,0

Fonte: BRASIL (2021, p. 34-36).

Observa-se que ambos os indicadores apresentam as metas do Plansab muito próximas para o ano de 2033. Contudo, chama atenção que a região Norte teve 37,4% para o indicador E1 no ano de 2019, e a meta do Plansab para esse indicador para 2033 é de 87%, uma projeção de 49,6%. Observa-se o mesmo para o indicador E2, a região Norte apresentou 44% em 2019, e almeja aumentar em 42% em 2033 (Tabela 9).

Segundos estudos realizados pela Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2017), o Plansab estabeleceu uma meta de universalização até 2033, contudo, é possível que essa meta seja alcançada quase 20 anos depois, em 2052. A CNI salienta que no contexto brasileiro, seria necessário maior participação do setor privado, assim como nos países analisados no estudo: Alemanha, Canadá, Chile, Estados Unidos, Japão, México e Inglaterra. No caso do Chile, o país apresenta 94% de eficiência das companhias privadas e 98,5% com atendimento de rede coletora de esgoto e tratamento. Em contrapartida, o Brasil apresenta 5% de companhias privadas, refletindo-se em 49% apenas de atendimento aos serviços de esgotamento sanitário (CNI, 2017). Assim, o esgotamento sanitário apresenta desafios para a sua universalização, evidenciando a necessidade de fomento e melhorias nesta área. Em termos gerais, Heller *et al.*

<sup>4</sup> \*Segundo Brasil (2021) os valores obtidos a partir dos dados do Censo 2010, foram atualizados com base nas variações anuais da PNAD e PNAD-Contínua.

(2018) enfatizam que dentre as faces do saneamento, o esgotamento sanitário requer maior atenção, dado que os efeitos provenientes da falta de coleta e tratamento adequados podem resultar em consequências indelévels para a população.

São inúmeras as fontes de propagação e contaminação oriundas dos resíduos de esgotos domésticos, industriais e agrícolas que trazem riscos à população. Dentre eles pode-se destacar a poluição térmica ocasionada pelo lançamento de fluidos de refrigeração das indústrias, o qual intensifica a geração de patógenos, desencadeando uma série de anomalias no ecossistema ambiental e humano. Outro aspecto relevante é a contaminação por substâncias tóxicas, como pesticidas e herbicidas, hormônios, remédios e cosméticos, os quais podem acometer em efeitos indelévels, diretos ou indiretos para a população (TUNDISI *et al.*, 2015).

Dessa maneira, o atendimento de esgotamento sanitário pode contribuir para o bem-estar social e, em contrapartida, com a erradicação de vetores de doenças como: malária, diarreias, verminoses, teníase, cisticercose e esquistossomose. Os processos de melhorias nas condições sanitárias domiciliares estão ligados à minimização das doenças de Chagas, conjuntivites, escabioses e tracoma (FUNASA, 2017).

As melhorias nas condições sanitárias envolvem, por exemplo, a projeção das redes coletoras para evitar a contaminação das águas pluviais. No Brasil o esgoto não coletado recebe diversos fins, desde o encaminhamento para fossas sépticas até o lançamento em águas pluviais, disposição em solo ou corpos d'água. Quando efetuada de forma correta, as fossas sépticas proporcionam qualidade de vida e minimizam os impactos ao ambiente. Destaca-se que a coleta e tratamento dos esgotos objetivam reduzir os índices de matéria orgânica, microrganismos patogênicos e resíduos tóxicos (ANA, 2017; TONETTI *et al.*, 2018).

Os processos de tratamento de esgotos estão atrelados ao aspecto do corpo receptor da legislação vigente. O processo de lançamento deve atender aos padrões de qualidade, de forma que os efluentes possam ser direcionados sem nenhum risco à saúde da população e ao meio ambiente (ANA, 2017). Para isso, a Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) dispõe sobre as condições exigíveis para o lançamento de efluentes em corpos d'água.

Além disso, o Decreto de nº 7.217, de 21 de junho de 2010, no capítulo V no Art. 22 estabelece que o licenciamento ambiental deve considerar as etapas de eficiências “a fim de alcançar progressivamente os padrões definidos pela legislação ambiental e os das classes dos corpos hídricos receptores” (BRASIL, 2010, s/p).

Segundo a ANA (2017) as regiões Sul, Nordeste e Centro-Oeste possuem percentuais semelhantes de coleta de esgoto e atendem a metade da população urbana destas regiões; a

região Centro-Oeste possui um melhor nível de tratamento de esgoto, conforme pode ser observado na Tabela 9 a região Sudeste comparada às demais regiões possui melhor percentual de coleta e tratamento de esgoto, em contrapartida, a região Norte é carente nos mesmos serviços. Para Paz *et al.* (2021) a precariedade nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos é resultado da falta de investimentos. Ressalta-se que o Plansab tem investido prioritariamente nos serviços de abastecimento de água, desfavorecendo os serviços de esgotamento sanitário.

Na Tabela 10 são apresentados dados da parcela da população que dispõe dos serviços de saneamento com relação ao atendimento de água e coleta de esgoto.

**Tabela 10.** Índices de cobertura de esgoto no Brasil por Unidade Federativa, no ano de 2019.

Unidade Federativa	Parcela da população sem acesso à água (%)	Parcela da população sem coleta de esgoto (%)	Índice de esgoto tratado referido à água consumida (%)	Esgoto não tratado (mil m <sup>3</sup> )
Acre	52,00	90,00	19,50	18.513,82
Amapá	65,60	93,00	16,50	14.523,45
Amazonas	12,40	85,10	31,00	66.733,26
Pará	56,40	94,20	8,40	148.481,35
Rondônia	53,10	94,10	9,50	40.353,93
Roraima	18,30	39,70	69,90	5.795,26
Tocantins	16,50	70,50	31,30	52.957,98
<b>Região Norte</b>	<b>32,49</b>	<b>78,07</b>	<b>40,35</b>	<b>347.359,05</b>
Alagoas	24,60	78,30	15,60	115.035,51
Bahia	18,90	59,90	47,30	266.679,76
Ceará	41,40	74,40	35,90	172.834,31
Maranhão	44,60	86,90	14,20	160.585,20
Paraíba	25,00	64,80	42,00	69.178,12
Pernambuco	18,90	71,70	31,50	191.113,04
Piauí	22,90	83,20	16,60	91.442,82
Rio Grande do Norte	13,30	67,70	25,90	390.457,96
Sergipe	14,00	79,00	27,70	69.690,56
<b>Região Nordeste</b>	<b>22,90</b>	<b>73,51</b>	<b>26,25</b>	<b>1.527.017,28</b>
Espírito Santo	18,70	44,10	42,50	116.409,61
Minas Gerais	17,90	26,90	42,00	559.141,22
Rio de Janeiro	9,30	35,60	39,80	754.980,12
São Paulo	3,80	9,70	68,30	1.044.622,64
<b>Região Sudeste</b>	<b>10,43</b>	<b>25,30</b>	<b>46,93</b>	<b>2.475.153,59</b>
Paraná	5,30	26,60	74,60	145.354,70
Rio Grande do Sul	13,30	67,70	25,90	390.457,96
Santa Catarina	10,00	74,70	31,20	298.224,36
<b>Região Sul</b>	<b>8,90</b>	<b>51,24</b>	<b>39,21</b>	<b>834.037,02</b>
Distrito Federal	1,00	10,50	82,30	28.277,00
Goiás	11,50	43,20	53,90	157.018,46
Mato Grosso	13,10	65,20	44,70	116.247,69
Mato Grosso do Sul	14,10	48,00	44,80	75.805,65
<b>Região Centro-Oeste</b>	<b>6,79</b>	<b>34,52</b>	<b>54,59</b>	<b>377.348,80</b>

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do ITB (2019a).

A coleta de esgoto ainda é precária em boa parte dos estados brasileiros. O estado do Pará apresenta o pior percentual (8,40%) com relação ao Índice de esgoto tratado referido à



água consumida, contrapondo o cenário do Distrito Federal que apresenta 82,30% de atendimento (Tabela 10).

As regiões Nordeste e Sul apresentam um cenário muito próximo com relação à parcela da população sem coleta de esgoto. Este serviço nas regiões Norte e Nordeste também é inadequado, visto que cerca de 75% da população não dispõe de coleta de esgoto

Assim como a importância dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos exigem periodicidade em sua prestação, e serão abordados no subtópico a seguir.

#### **2.4.5. Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (LUMRS)**

A gestão dos resíduos sólidos é uma preocupação das organizações públicas e privadas, tendo em vista os impactos da disposição inadequada nos depósitos de resíduos. O descarte muitas vezes é realizado sem nenhum resquício de preocupação com o meio ambiente, acentuando os problemas sociais, econômicos e ambientais já existentes; em termos ambientais, o descarte a céu aberto além de acarretar danos irreparáveis, modifica a paisagem das cidades.

As consequências do aumento da geração de resíduos sólidos urbanos são alarmantes, pois segundo Silva *et al.* (2016, p. 2) trata-se de um problema associado aos aspectos ambientais e de saúde pública, “principalmente pelo crescimento desordenado da sociedade com hábitos grandiosos e desordenados de consumo além das mudanças de costumes sociais, tais como o aumento no consumo de produtos industrializados e descartáveis”. Somado aos problemas do aumento populacional, existem as tentativas de o homem suprir as novas demandas de consumo. Dessa maneira, reconhece-se que o novo padrão de consumo tem impactado negativamente a geração de resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos são classificados como sendo o resto de qualquer categoria de atividade industrial ou doméstica, comumente reconhecido por lixo; contudo é necessário distinguir que a ação humana gera resíduos e não lixo. Nesse mesmo sentido, a ABNT NBR 10004 (2004) define os

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p. 1).

A Lei nº 14.026/2020 que atualiza o marco legal do saneamento básico considera a Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (LUMRS) como sendo:

constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana (BRASIL, 2020, s/p).

As definições apresentadas na ABNT NBR 10004 (2004) e na Lei nº 14.026/2020 sobre as atividades de LUMRS revelam uma relação muito próxima quanto aos aspectos de classificação. A FUNASA apresenta uma classificação dos resíduos sólidos como explicitado no Quadro 5.

**Quadro 5.** Classificação dos resíduos sólidos em relação à sua origem.

<b>Classes de resíduos</b>	<b>Origem</b>
<b>Domiciliar</b>	Resíduos originados nas atividades domésticas, composto por: restos de alimentos, papel, embalagens, resíduos contaminados como papel higiênico e fraldas, e, resíduos tóxicos, tais como esmaltes e tintas.
<b>Comercial</b>	Resíduos originados nas atividades comerciais como: supermercados, bancos, lojas, bares, etc.
<b>Serviços públicos</b>	Resíduos originados nas atividades de limpeza urbana, como: varrição das vias públicas, resto de podas, limpeza de córregos, praias, assim como limpeza de feiras.
<b>Serviços de saúde</b>	Resíduos originados nas atividades de saúde como os materiais descartados por hospitais, clínicas veterinárias ou clínicas odontológicas. Tendo em vista as características dos resíduos (seringas, agulhas, luvas, curativos, dentre outros) deve-se tratamento especial quanto ao acondicionamento, manipulação e disposição final.
<b>Industrial</b>	Resíduos originados nos diferentes tipos de atividades industriais, tais como: metalúrgicos, químicos, alimentícia, petroquímico. Nesta classificação existe grande potencial de resíduos tóxicos, que necessitam de tratamento especial.
<b>Agrícola</b>	Resíduos originados das atividades agrícolas e/ou pecuária, tais como defensivos agrícolas, resto de colheitas e embalagens em geral. Os resíduos oriundos dos pesticidas são classificados como tóxicos e necessitam de tratamento especial.
<b>Entulho</b>	Resíduos originados da construção civil, tais como: restos de obras e demolições. Normalmente é um material inerte e passível de reaproveitamento.

Fonte: Elaborado própria a partir de FUNASA (2013).

Em geral, a composição dos resíduos inclui restos de alimentos, plástico, metal, podas, papel, varrição, madeiras, dentre outros. A diversidade dos resíduos requer medidas de manuseio e disposição adequados, tendo em vista que a inadequabilidade dessas medidas podem gerar potenciais riscos à população e ao meio ambiente (FUNASA, 2013).

Os potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde relacionados aos resíduos sólidos são classificados, segundo a NBR 10004 como: Classe I – Perigosos; Classe II – Não Perigosos,

além subclassificação em Resíduos Classe II A – Não inertes e Resíduos classe II B – Inertes (Quadro 6).

**Quadro 6.** Classificação dos resíduos sólidos.

Classe		Descrição
<b>Resíduos Classe I – Perigosos</b>		Refere-se aos resíduos que apresentam especificidades físicas, químicas e/ou infectocontagiosas. As quais possuem natureza de inflamabilidade; corrosividade; toxicidade, reatividade e/ou patogenicidade.
<b>Resíduos Classe II – Não perigosos</b>	<b>Resíduos Classe II A – Não inertes</b>	Refere-se aos resíduos que não se enquadram à Classe I ou na Classe II B – Inertes. Podem apresentar propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
	<b>Resíduos Classe II B – Inertes</b>	Refere-se a qualquer resíduo que, quando amostrados a determinados ensaios não ocasionam alterações nocivas aos padrões de potabilidade da água.

Fonte: Elaborado própria a partir da ABNT (2004).

Em relação aos potenciais riscos ambientais relacionados à disposição inadequada dos resíduos sólidos, pode-se citar a contaminação do solo, possibilitando alterar as características físico-químicas e ocasionar sérios problemas à saúde pública, proporcionando um ambiente insalubre. A contaminação dos corpos d'água e do lençol freático gera mudança nas características do ambiente aquático por meio dos líquidos percolados (chorume), formado pela decomposição de matéria orgânica presente nos resíduos domésticos e industriais. Além da contaminação do ar, que ocorre por um processo natural de formação de gases, gerando riscos às doenças respiratórias, e até mesmo explosões (FERREIRA; JOCA; BROETTO, 2019).

Segundo a PNRS, Lei nº 12.305/2010, o Art. 1º dispõe os princípios norteadores, objetivos e instrumentos, que preveem mecanismos para minimizar os impactos maléficos ocasionados pela geração de resíduos sólidos, com exceção dos resíduos radioativos, que possuem legislação específica (BRASIL, 2010).

No Art. 6º da PNRS (2010) é destacado “a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considera as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública”, e para o inciso IV que inclui o “desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010, s/p).

Outrossim, recentemente a Lei nº 12.305/2010 foi regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022, a qual institui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares). No entanto, o Planares representa a estratégia de prazo em nível nacional para implementar as disposições legais, princípios, objetivos e diretrizes da convenção política. O Planares estabelece

inicialmente um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos do País, seguido de uma proposta de cenários com tendências macroeconômicas e (inter)nacionais (BRASIL, 2022).

A temática “resíduos sólidos” envolve outras questões como: o processo de produção e o consumo, comportamento e hábitos da sociedade como parte do contexto mais amplo da higiene básica. Além disso, segundo a Lei nº 12.305/2010, Art. 9º deve-se priorizar ações como a “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”, reconhecendo a possibilidade de adoção de tecnologias destinadas à recuperação energética a partir de Resíduos Sólido Urbano (RSU) (BRASIL, 2022, p. 12).

Com a marca de mais de 200 milhões de habitantes, o Brasil é mundialmente responsável pela maior geração de resíduos sólidos descartados de forma inadequada, cuja destinação poderia receber o tratamento economicamente viável e adequado, segundo a legislação pertinente. Dentre os diversos tipos de resíduos, alguns apresentam maior complexidade, como os resíduos das atividades domésticas, construção civil, hospitalares, agrícolas, radioativos, industriais e mineração, além dos resíduos classificados como RSU, os quais são provenientes de limpeza urbana, varrição, limpeza dos logradouros e vias públicas (IPEA, 2020b).

A necessidade de compreensão acerca dos resíduos sólidos evidencia-se com o aumento do crescimento populacional e pela falta de planejamento urbano e investimento no setor. Com isso é preciso minimizar os impactos oriundos do descarte inadequado, assim, o emprego da gestão dos resíduos sólidos exerce a função de compreender as diversas etapas ligadas aos procedimentos de coleta, transporte, tratamento e disposição, a fim de implantar alternativas sustentáveis municipais (KHAN *et al.*, 2016).

Nos municípios brasileiros, o aumento na geração de resíduos sólidos alinhado às práticas de descarte, resulta em crescentes problemas de ordem ambiental e de saúde pública (IPEA, 2020b). Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2019), em 2018 o Brasil gerou 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos, com cerca de 1% de aumento com relação ao ano de 2017. Considerando esse montante, cerca de 72,7 milhões de toneladas foi coletado, dos quais 43,3 milhões (59,5% coletado) foi destinado a aterros sanitários, o que representa um aumento de 1,66% (ABRELPE, 2019).

Embora o Brasil possua todo legislativo para o atendimento da PNRS (2010), os altos custos atrelados à falta de integração na gestão do RSU são os maiores desafios. Em um cenário comparativo, existem países que já solucionaram ou estão solucionando os problemas relacionados aos RSU, não apenas com relação aos aterros, mas também com relação às

alternativas eficientes e sustentáveis de biodigestores e incineradores para geração de energia. No entanto, o Brasil destaca-se com a ausência de uma gestão unificada de RSU, de modo que os desafios anteriores à PNRS permanecem presentes (IPEA, 2020b).

Dessa forma, considerando a situação da geração de resíduos sólidos, o Plansab (2021) dispõe de elementos que possibilitam identificar o cenário dos indicadores de resíduos sólidos nos anos de 2023 e 2033. A seção de resíduos sólidos do Plansab dispõe de oito indicadores principais e dois auxiliares, os quais objetivam acompanhar os indicadores, a evolução, e metas de curto e longo prazos (BRASIL, 2021).

**Tabela 11.** Percentual de domicílios urbanos e rurais atendidos por coleta, segundo macrorregiões do Plansab.

<b>R1. % de domicílios urbanos e rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos</b>								
<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>	<b>Ano</b>	<b>Brasil</b>	<b>Norte</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Sul</b>	<b>Centro-Oeste</b>
R1	Censo* <sup>5</sup>	2010	87,4	74,3	75,0	95	91,6	89,7
		2018	89,9	76,5	80,3	96,1	94,8	92,5
		2019	90,3	76,9	81,2	96,2	95,0	92,6
	Metas do Plansab	2023	90,6	78,5	82,0	97,4	95,8	93,6
			95,4	88,1	89,4	99,4	98,7	96,9
<b>R2. % de domicílios urbanos atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos</b>								
R2	Censo*	2010	97,3	93,6	93,7	98,8	99,3	98,4
		2018	97,8	94,7	95,4	98,9	98,2	99,0
		2019	97,9	94,8	95,5	99,0	99,8	99,0
	Metas do Plansab	2023	98,7	96,6	97,0	100	100	100
		2033	100	100	100	100	100	100
<b>R3. % de domicílios rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos</b>								
R3	Censo*	2010	26,9	13,8	18,7	40,5	46,0	18,9
		2018	34,2	11,6	31,4	46,4	58,4	24,7
		2019	35,3	11,0	33,9	47,6	58,8	24,1
	Metas do Plansab	2023	46,8	28,1	40,4	62,9	71,4	42,1
		2033	70,0	55,0	60,0	92,0	91,0	72,0

Fonte: BRASIL (2021, p. 43-45).

Para 2019, o Brasil apresentou 90,3% de domicílios urbanos e rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos. Para 2033 estima-se um aumento de 4,1%, tal meta é expressiva, tendo em vista que desde 2010 o indicador R1 apresentou um aumento muito tímido, em alguns casos não atingiu 1% (Tabela 11). Isso demonstra, que as regiões brasileiras terão um desafio a ser enfrentado nos próximos anos, contudo o País conta com a Lei nº 14.026/2020, que está articulada com a PNRS (2010), a qual dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos para melhor desenvolvimento e acompanhamento.

<sup>5</sup> \*Segundo Brasil (2021) os valores obtidos a partir dos dados do Censo 2010, foram atualizados com base nas variações anuais da PNAD e PNAD-Contínua.

Dentre as quatro dimensões do saneamento básico, a Drenagem e Manejo das Águas Pluviais (DMAPU) exerce função especial no controle de eventos hidrológicos. Tratar de eventos naturais, torna a dimensão da DMAPU ainda mais complexa, pois mesmo com um sistema eficiente de drenagem isso não garante que as áreas de maior suscetibilidade estejam livres de alagamentos e/ou inundações.

#### **2.4.6. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (DMAPU)**

O processo de urbanização que as cidades enfrentam, são oriundos da transformação dos espaços rurais em espaços urbanos, acometidos pela transição do setor primário para os setores industriais, comerciais e de serviços. Essa transição intensifica os eventos extremos, como secas, inundações e desastres naturais em áreas urbanas, de modo que ações de manejo de áreas suscetíveis tornam-se cada vez mais necessárias.

No Brasil, o processo de urbanização ocorreu entre o final de 1960 até 1990, com aumento de aproximadamente 21% da população urbana (TUCCI, 2003). Aproximadamente 55% da população reside em áreas urbanas, e a tendência é que esse número chegue a 70% em 2070 (ONU, 2019).

A concentração populacional se dá em especial nas Regiões Metropolitanas (RM), e nas cidades que vieram a se tornar polos regionais. As RM são dadas como a área central com várias cidades circunvizinhas. O crescimento populacional nas RM é relativamente pequeno, em contrapartida, o crescimento nas áreas periféricas é muito alto. Esse cenário reforça a importância das medidas de planejamento e gestão do uso do solo; infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte, e gestão socioambiental (TUCCI, 2008).

Para Tucci (2008) algumas consequências geradas pela falta de planejamento urbano são:

- grande concentração populacional em pequena área, a qual possui um sistema deficiente de transporte, falta de saneamento, ar, inundações e água poluída;
- aumento descontrolado da periferia, ocorrida pela migração da zona rural para zonas urbanas sem condições adequadas, e
- urbanização espontânea, o planejamento ocorre apenas para a população de renda média e alta (cidade formal), enquanto as áreas ilegais e públicas são desprovidas de planejamento (cidade informal). Dessa forma, entende-se que existe a cidade formal e a informal. Contudo, a gestão urbana normalmente atinge somente a cidade formal (TUCCI, 2008).

O processo de urbanização acompanhou a modernização da sociedade de forma geral, trazendo consigo inúmeros problemas com relação ao ciclo hidrológico e drenagem de águas pluviais (OLIVAL *et al.*, 2017). As alterações do ciclo hidrológico nas áreas urbanas são decorrentes de transformações na superfície, canalização do escoamento, aumento da população, e dos resíduos dispostos pela população (TUCCI, 2003).

Comumente esses problemas são efeitos das alterações acometidas pela concentração de construções em pequenos espaços. Dentre os problemas mais comuns no meio urbano, destacam-se: os eventos de erosão e assoreamento dos rios; desmatamento de vegetação natural; ocupação de várzeas e impermeabilização do solo (OLIVAL *et al.*, 2017).

Em complemento, Tucci (2016) destaca outras consequências do processo de urbanização: i) aumento da erosão ocasionada pela velocidade do escoamento superficial; e ii) deterioração da qualidade da água por poluentes, os quais são transportados por sedimentos e resíduos sólidos. Além da contaminação aérea das atividades industriais e das emissões geradas pelo transporte urbano associado a lavagens superficiais e aos sedimentos.

Ademais, a falta de planejamento no processo de urbanização resulta em: “inundações, qualidade da água ruim, áreas degradadas com erosão e deposição de resíduos, proliferação de doenças e rios urbanos secos na estiagem devido à redução da recarga dos aquíferos” (TUCCI, p. 30).

Para mitigar os efeitos da urbanização, o processo de DMAPU orientado pela Lei nº 14.026/2020 deve ser integralizado às demais dimensões do saneamento. Segundo Tasca, Assunção e Finotti (2018) o saneamento no Brasil ainda está diretamente ligado aos processos de tratamento de esgoto, desconsiderando por vezes a drenagem das águas pluviais. Além disso, para Monteiro e Mendes (2019), a drenagem é importante para a qualidade de vida da população, apesar de geralmente ser desvalorizada.

Conforme a Lei nº 14.026/2020 a DMAPU são:

constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes (BRASIL, 2020, s/p).

De modo geral, o sistema de drenagem urbana integra um conjunto de infraestrutura do saneamento, utilizado como ferramenta na prevenção de doenças provenientes das catástrofes vinculadas às enchentes e inundações, assim como o balaço hídrico da região a qual está inserida (MONTEIRO; MENDES, 2019). Para Dal-Prá (2016) a falta de um sistema de drenagem eficiente pode acarretar sérios danos às cidades e à população.

Nesse sentido, os eventos naturais como enchentes e inundações, ocorrem periodicamente nos fluxos de águas, agravando-se com chuvas de longa duração e/ou chuvas rápidas e de alta intensidade. A gravidade e a frequência com qual as inundações ocorrem em função de aspectos específicos, como a intensa distribuição da precipitação, “da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem” (AMARAL; RIBEIRO, 2015, p. 41).

Para tratar dos eventos hidrológicos, o SNIS adota as seguintes definições do Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres (CASTRO, 1998):

**Enxurrada** – Volume de água que escoar na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas.

**Alagamento** – Água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes.

**Inundação** - Transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas.

**Enchente** - Elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal. Termo normalmente utilizado como sinônimo de inundação (CASTRO, 1998, p. 13-97, grifo nosso).

O SNIS vinculado a SNS/MDR acompanha a avaliação e evolução da DMAPU desde 2002. Em 2019 consolidou o 4º diagnóstico de DMAPU, com informações fornecidas pelos municípios. O diagnóstico contém dados sobre enxurradas, alagamentos, inundações e enchentes que são eventos hidrológicos com características específicas (SNIS, 2019).

Em 2015 o SNIS começou a coletar dados dos órgãos gestores para os serviços de DMUPA. Esses dados servem para subsidiar a elaboração dos diagnósticos, com o objetivo de apresentar um panorama sobre os serviços (SNIS, 2019). Chama a atenção o fato de o SNIS não ter realizado o diagnóstico para os serviços de DMAPU para o ano de 2016. Encontra-se disponível apenas os diagnósticos para os anos de 2015, 2017, 2018 e 2019.

Segundo o SNIS (2019) a DMAPU deve prevenir e atenuar os impactos humanos, sociais, econômicos e ambientais provenientes dos eventos hidrológicos. Para Dal-Prá (2016) a DMAPU visa controlar as cheias e com isso combater a erosão urbana, a fim de promover bem-estar à população.

Olival *et al.* (2017) destacam que os sistemas de drenagem desempenham a função de munir alternativas de canalização das águas superficiais, objetivando minimizar as inundações, assim como a melhoria na qualidade da água e maximizar a comodidade e a biodiversidade ambiental.

A partir de dados sobre o percentual de municípios com eventos naturais em áreas urbanas do SNIS e Plansab, na Tabela 12 são apresentadas as metas para os anos de 2023 e 2033 das regiões brasileiras.



**Tabela 12.** Percentual de municípios com eventos naturais em áreas urbanas, segundo macrorregiões do Plansab.

<b>D1. % de municípios com enxurradas, inundações ou alagamentos ocorridos na área urbana, nos últimos cinco anos</b>								
<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>	<b>Ano</b>	<b>Brasil</b>	<b>Norte</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Sul</b>	<b>Centro-Oeste</b>
D1	SNIS	2015	56,5	46,8	30,0	56,5	75,0	55,4
		2018	46,8	56,1	32,3	42,4	66,7	34,3
		2019	45,3	52,7	34,3	39,3	64,2	34,4
	Metas do Plansab	2023	14,9	27,2	4,3	21,3	21,2	8,2
		2033	11,0	20,0	4,3	15,0	17,0	5,0
<b>D2. % de domicílios não sujeitos a risco de inundações na área urbana</b>								
D2	SNIS	2015	95,8	92,0	96,5	97,0	95,8	88,3
		2018	96,7	96,4	97,3	96,3	96,4	97,6
		2019	96,5	95,8	97,5	96,4	96,2	96,0
	Metas do Plansab	2023	97,0	96,5	98,0	96,5	96,5	98,0
		2033	97,9	98,2	98,7	97,3	97,2	98,7

Fonte: BRASIL (2021, p. 53-54).

Verifica-se que 45,3% dos municípios foram impactados com enxurradas, inundações no Brasil nos últimos cinco anos, conforme o indicador D1. Entretanto, as metas estipuladas pelo Plansab para 2023 é de 14,9% e para 2033 é de 11% (Tabela 12). As metas apontam para um cenário desafiador para a DMUPA, tendo em vista que a eficiência e o atendimento das metas do Plansab dependem de planos das esferas públicas específicos para a gestão da drenagem e águas pluviais urbanas.

Por se tratar de eventos naturais, isso não impede as áreas de suscetibilidade passarem por eventos extremos, mas auxilia o modo de enfrentar o problema, visando minimizar qualquer tipo de impacto. Considerando o dado consolidado de 2019, vale ressaltar que a meta do Plansab é reduzir o número de municípios impactados com enxurradas em 30% na Região Nordeste no período de 2023 a 2033. Enquanto na Região Sul, a meta de redução é de 47,2% para o ano de 2033 (BRASIL, 2021).

De acordo com Caprario e Fenotti (2019) a gestão do saneamento e a gestão das águas pluviais urbanas dependem do planejamento e do monitoramento dos eventos hidrológicos. Nos países em desenvolvimento, a falta de programas correspondentes e o subinvestimento agravam esses problemas, tornando a gestão do saneamento incerta. Assim como os países desenvolvidos, o Brasil carece de ferramentas para mapear a vulnerabilidade a inundações. Isso se deve principalmente à resistência da administração pública ao uso dessas ferramentas, bem como à falta de investimento em infraestrutura e conhecimento. Os autores chamam a atenção para a lacuna entre a popularidade e a socialização de ferramentas sensíveis ao contexto. Com base nisso, sua utilização potencializa o conhecimento científico e técnico, permitindo o intercâmbio entre os órgãos públicos e a gestão participativa dos municípios.

O mapeamento e avaliação dos serviços de saneamento básico podem ser efetuados considerando um conjunto de indicadores. Contudo, a condição do saneamento básico dos municípios pode ser observada a partir das características expressas em um *Ranking* de saneamento. A pesquisa realizada por Nirazawa (2016) apresenta uma proposta de *Ranking* de saneamento básico dos municípios do Estado de São Paulo. No estudo, foram analisados os serviços de saneamento básico considerando o conceito definido na Lei nº 11.445/2007. Dentre as lacunas apresentadas, destaca-se a questão da falta de disponibilidade de dados dos municípios, bem como o desafio de integrar informações de várias fontes que possibilite comparar os municípios segundo o perfil e as características peculiares.

## 2.5. *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* – 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 apresentarem mais informações para os cálculos dos indicadores, serão 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, 2021b).

O *Ranking* do Trata Brasil considera os cem maiores municípios brasileiros, considerando a estimativa do IBGE (ITB, 2021b). A elaboração do *Ranking* segue uma

metodologia semelhante a 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 nos 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) incentivo da 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). É importante salientar que apesar do foco na gestão ambiental, o *Ranking* proposto pela PMVA abrange os seguintes temas alinhados ao saneamento:

**Esgoto Tratado** – Ampliar os índices de coleta, transporte, tratamento e disposição, de forma adequada, dos esgotos urbanos. Gestão das Águas – Fortalecer a gestão municipal sobre a qualidade da água, especialmente a destinada a abastecimento público.

**Resíduos Sólidos** – Fortalecer a gestão dos resíduos sólidos domiciliares e da construção civil, de programas ou ações de coleta seletiva e da responsabilidade pós-consumo (PMVA, 2016, p. 5, grifo nosso).

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).

Segundo Wankhade (2015), 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.

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 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).

A proposta desenvolvida pela NUSP objetiva:

- comparar os dados intra e intermunicipais sobre o saneamento;
- acompanhar e avaliar as melhorias nas cidades em relação aos indicadores;
- conscientizar sobre a importância e a necessidade do saneamento nas cidades;
- fornecer informações para o Estado e cidades, a fim de identificar as cidades com baixo desempenho;
- promover um planejamento inteligente, consiga gerar melhorias para o saneamento do país;
- suscitar o senso de competição saudável entre as cidades indianas e;
- reconhecer melhorias consideráveis nas normas públicas relacionadas à saúde pública e meio ambiente, a fim de gerar motivação e reconhecimento àquelas cidades com bom desempenho via premiação (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). Inspiradas no estudo de Nirazawa (2016) as iniciativas citadas estão sintetizadas no Quadro 7.

**Quadro 7.** Iniciativas de Ranking que abordam a temática saneamento.

<b>Aspectos dos Rankings</b>	<b>Rank of cities (NUSP, 2011)</b>	<b>Município VerdeAzul (PMVA, 2016)</b>	<b>Ranking de saneamento (NIRAZAWA, 2016)</b>	<b>Environmental Performance Index (WENDLING et al., 2020)</b>	<b>Ranking ABES da universalização do Saneamento (ABES, 2021)</b>	<b>Ranking do Saneamento – Trata Brasil (ITB, 2021b)</b>
<b>Fatores analisados</b>	1. Abastecimento de Água 2. Esgotamento Sanitário 3. Resíduos Sólidos 4. Drenagem urbana	1. Esgoto Tratado 2. Gestão das Águas 3. Resíduos Sólidos 4. Cidade Sustentável 5. Biodiversidade 6. Arborização Urbana 7. Educação Ambiental 8. Qualidade do Ar 9. Estrutura Ambiental 10. Conselho Ambiental	1. Abastecimento de Água 2. Esgotamento Sanitário 3. Resíduos Sólidos 4. Drenagem urbana	1. Qualidade do ar 2. Saneamento e água potável 3. Metais pesados 4. Gestão de resíduos 5. Biodiversidade e habitat 6. Serviços ecossistêmicos 7. Pesca 8. Alterações Climáticas 9. Emissões 10. Agricultura 11. Recursos Hídricos	1. Abastecimento de Água 2. Esgotamento Sanitário 3. Resíduos Sólidos	1. Abastecimento de Água 2. Esgotamento Sanitário
<b>Quantidade de Indicadores</b>	22 indicadores	Aproximadamente 70 índices (indicadores)	92 variáveis (indicadores)	32 Indicadores	5 Indicadores	12 Indicadores
<b>Escala / recorte geográfico</b>	423 municípios (com população superior a 100.000)	Municípios paulistas que aderiram ao programa (caráter voluntário)	490 municípios paulistas	180 países	1.670 municípios brasileiros	100 maiores municípios brasileiros
<b>Objetivo</b>	Estimular o saneamento urbano e reconhecer as melhores performances.	Incentivar a variável ambiental na agenda do município; fortalecer o planejamento ambiental, e apoiar a eficiência da gestão ambiental.	Propor um <i>Ranking</i> dos municípios paulista com base no conceito de saneamento proposto pela Lei nº 11.445/2007	Classificar os países sobre saúde ambiental e vitalidade dos ecossistemas	Identificar o quão próximos os municípios estão da universalização.	Acompanhar e avaliar o saneamento dos 100 maiores municípios brasileiros.
<b>Resultados</b>	Avaliação dos indicadores; <i>Ranking</i> dos municípios; análise dos dados e futuras recomendações	<i>Ranking</i> Ambiental; Classificação por faixa populacional e UGRHI; certificação Município VerdeAzul e prêmio Governador André Franco Montoro	<i>Ranking</i> dos municípios paulistas e a respectiva classificação (ano - 2013).	<i>Ranking</i> de quão próximos os países estão das metas de Política Ambiental	Ranquear os municípios seguindo as categorias: Rumo a universalização; compromisso com a universalização; empenho para a universalização e primeiros passos para a universalização	<i>Ranking</i> dos 100 maiores municípios (a atualização do <i>Ranking</i> ocorre desde 2007) e disponibilizar o relatório final.

Fonte: Inspirado em Nirazawa (2016), elaborado a partir das iniciativas citadas no Quadro.

A partir do Quadro 7 percebe-se que todas as iniciativas estabelecem a priori os fatores que serão analisados no estudo, a definição dos indicadores, a escala ou participação (podendo ser: distrital; municipal; estadual; regional ou nacional); o que se almeja com o estudo, e por fim, os resultados alcançados. 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 completos (MEIJERINGA; KERNB; TOBI, 2014).

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*” (HCCI) da OCDE (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 HCCI 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 nas áreas 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),

Meijeringa, Kernb e Tobi (2014) e Nirazawa (2016) ressaltam que todas as classificações baseadas em um sistema de indicadores compostos, são passíveis de apresentar problemas semelhantes na metodologia. Os estudos destacados revelam que a elaboração de *Rankings* é uma forma eficiente de apresentar os resultados, independente do eixo temático. Neste estudo, todavia, optou-se em analisar os indicadores de saneamento, assim como a

elaboração de um ISB para os municípios das Bacias PCJ, e posteriormente a classificação por *Ranking*. No item a seguir será discutido aspectos conceituais de BH.

## 2.6. Bacias Hidrográficas

As Ciências Geográficas são identificadas por intermédio da metodologia usada para empregar várias abordagens na análise geoespacial. As técnicas e métodos aplicados envolvem diferentes áreas de conhecimento e pesquisa, que exigem uma abordagem integrada permitindo o desenvolvimento de um diagnóstico integrado para o planejamento ambiental (GORAYEB; PEREIRA, 2014).

Para Teodoro *et al.* (2007, p. 137) a “caracterização morfométrica de uma Bacia Hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais”, e visa esclarecer questões para a compreensão das dinâmicas ambientais locais e regionais. Conforme Gorayeb e Pereira (2014, p. 7) as “Bacias Hidrográficas apresentam-se como unidades geográficas fundamentais para o gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e para o planejamento ambiental, mostrando-se extremamente vulneráveis às atividades antrópicas”.

Já para Porto e Porto (2008, p. 45) “o território definido como bacia hidrográfica é que se desenvolvem as atividades humanas”, isto é, as áreas urbanas, agrícolas e industriais se inserem de alguma forma no contexto das Bacias Hidrográficas. Para os autores, isso quer dizer que todos os processos que integram o sistema da bacia serão representados por seu exutório, como consequência do processo de uso e ocupação do território e das águas que ali afluem.

Bacia Hidrográfica é uma área de captação natural para precipitação que converge o escoamento para um ponto de saída, ou seja, a Bacia Hidrográfica consiste em um conjunto de superfícies e de um sistema de drenagem formado por canais que convergem para formar um leito de rio único no exutório. A Bacia Hidrográfica pode então ser vista como uma entidade do sistema. É onde se consegue o equilíbrio entre a entrada de água da chuva e a saída de água. Através da saída, podem ser delineadas bacias e sub-bacias, que conectados entre si por um sistema de água (PORTO; PORTO, 2008), ou seja, a entrada de água na Bacia Hidrográfica é o volume de precipitação, e a saída o volume escoado para a saída da Bacia.

As Bacias Hidrográficas são unidades geográficas e geológicas indispensáveis para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Do ponto de vista físico, a caracterização de uma Bacia se dá pela extensão de escoamento de um ou mais rios centrais e seus respectivos afluentes. Já as sub-bacias compreendem como sendo um conjunto de superfícies vertentes e

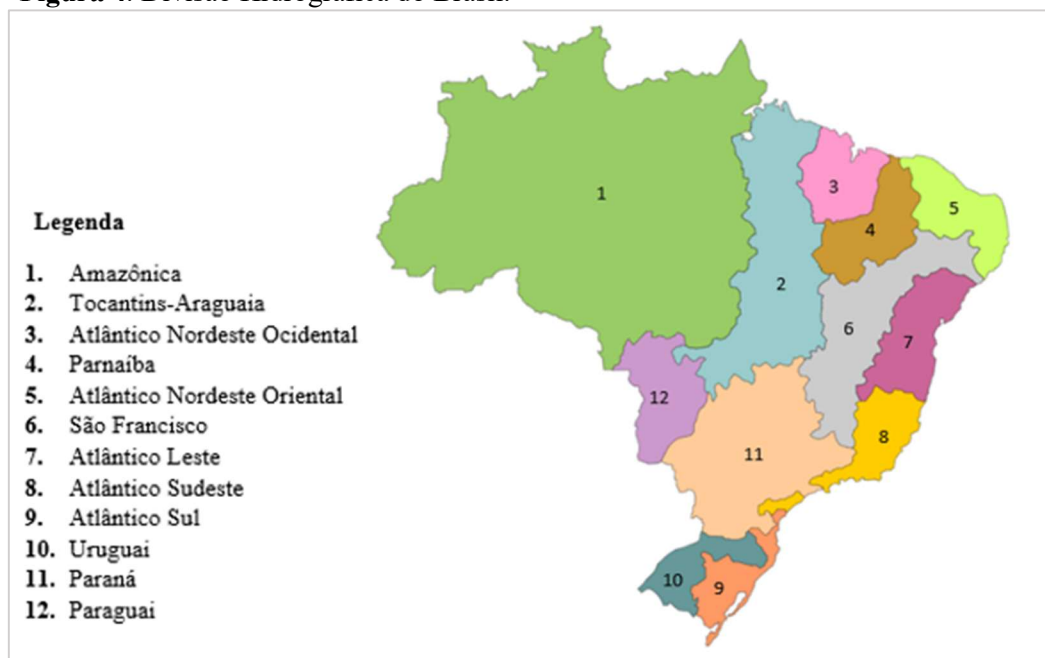


de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que afluem em um leito superior (GORAYEB; PEREIRA, 2014).

Há diversas definições de Bacias Hidrográficas, e muitas delas são baseadas no recorte espacial, onde se concentra a área de drenagem. Contudo, as subdivisões (Sub-bacias e Microbacias) das Bacias apresentam uma ramificação de definições que perpassam os fatores físicos e ecológicos (TEODORO *et al.*, 2007).

Nesse sentido, o Brasil é o País com mais recursos hídricos do mundo, concentra-se cerca de 13% da capacidade disponível na Terra, sendo parte dessa água encontrada em aquíferos subterrâneos, outras partes estão em constante mudança na vasta rede de rios, córregos, riachos em toda extensão do território brasileiro. A água da chuva se deposita e flui através da superfície para os canais dos rios, infiltrando-se no solo e as rochas, que formam o lençol freático, por sua vez, também abastecem o rio. São dessas Bacias Hidrográficas que a sociedade extrai água para a maior parte de sua atividade humana, isso engloba os serviços de abastecimento de água para consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e demais atividades e serviços industriais (IBGE, 2021). O Brasil possui 12 regiões hidrográficas, como podem ser observadas na Figura 4.

**Figura 4.** Divisão Hidrográfica do Brasil.



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

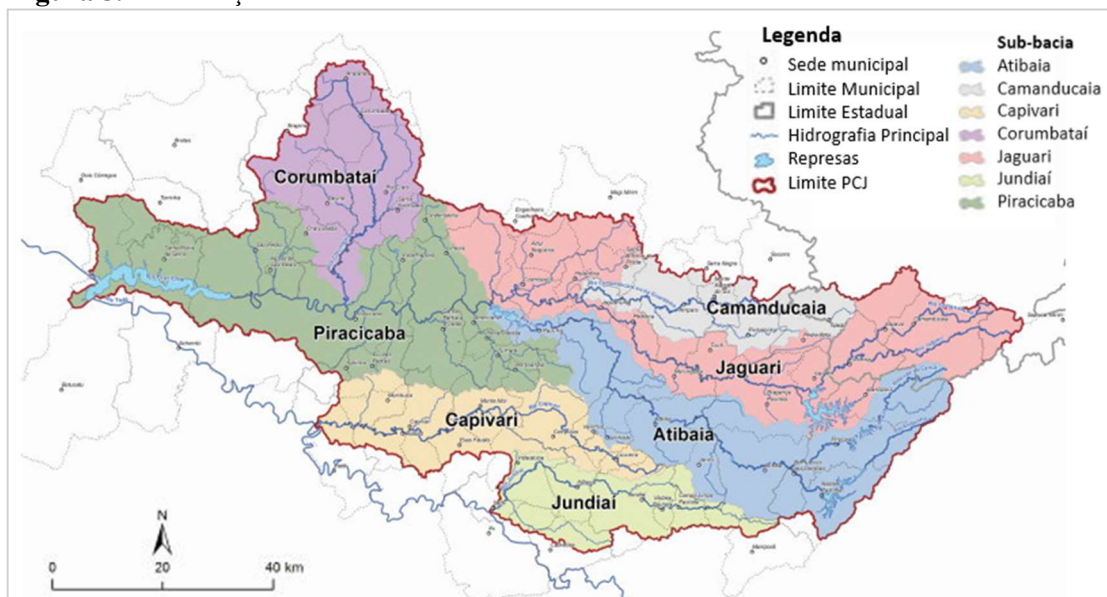
Essa divisão ocorre pelas disparidades existentes no País, ao que se refere aos eixos econômico, social, cultural e ecossistêmico, algumas dessas diferenças podem ser categorizadas como vazão média, densidade demográfica e taxa de urbanização. No território brasileiro essa

divisão ocorre visando a gestão, baseando-se em diferentes tipos de critérios. Isto é, o fato relacionado é que se pode reiterar que tais divisões objetivam alinhar as necessidades de gestão dos recursos hídricos, assim como a configuração física e das características locais (PORTO; PORTO, 2008). No próximo tópico são descritas as características das Bacias PCJ.

### 2.6.1. Caracterização das Bacias PCJ

No contexto hidrológico do País, as Bacias PCJ integram a Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, que, diretamente pertence à Região Hidrográfica Paraná (COMITÊS PCJ, 2020). As Bacias PCJ estão localizadas geograficamente entre os meridianos 46° e 49° Oeste e latitudes 22° e 23,5° Sul, possui cerca de 300 km de extensão sentido Leste-Oeste e cerca de 100 km sentido Norte-Sul (Figura 5). Nesta área, as Bacias PCJ abarcam 76 municípios, sendo 71 pertencentes ao Estado de São Paulo (corresponde a 92,45%), e 5 ao Estado de Minas Gerais (corresponde a 7,55%), onde se localizam as cabeceiras dos Rios Atibaia, Camanducaia e Jaguari (AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ, 2019).

**Figura 5.** Localização das Bacias PCJ.



Fonte: Agências das Bacias PCJ (2019).

À vista disso, as Bacias PCJ possuem uma área de drenagem de cerca 15.377 km<sup>2</sup>. Esta área corresponde ao Rio Piracicaba (12.655 km<sup>2</sup>), Rio Capivari (1.568 km<sup>2</sup>) e ao Rio Jundiá (1.154 km<sup>2</sup>) (COMITÊS PCJ, 2020). Além disso, a região está subdividida em sete Sub-bacias (Quadro 8).

**Quadro 8.** Subdivisão das Bacias PCJ.

Bacia	Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )
Capivari	Capivari	1.568,34
Jundiaí	Jundiaí	1.154,46
Piracicaba	Atibaia	2.816,11
	Camanducaia	1.040,00
	Corumbataí	1.719,46
	Jaguari	3.303,96
	Piracicaba	3.775,48
<b>Total das Bacias PCJ</b>		<b>15.377,81</b>

Fonte: Elaborado a partir do Comitês PCJ (2020)

A Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba abrange cinco Sub-bacias, em termos hidrológicos, representa 82% da área total de drenagem, além de abarcar cerca de 66% da população residente nas Bacias PCJ (COMITÊS PCJ, 2020). Destacam-se a Sub-bacia Piracicaba (3.377,48 km<sup>2</sup>) e a Sub-bacia Jaguari (3.303,96 km<sup>2</sup>) sendo as maiores da região. As sub-bacias das Bacias PCJ segundo os municípios atendidos são apresentadas no Quadro 9.

**Quadro 9.** Sub-bacias das Bacias PCJ segundo os municípios atendidos.

Sub-bacias	Municípios
Capivari	Campinas, Capivari, Elias Fausto, Hortolândia, Indaiatuba, Itupeva, Jundiaí, Louveira, Mombuca, Monte Mor, Rafard, Rio das Pedras, Tietê, Valinhos, Vinhedo.
Jundiaí	Atibaia, Cabreúva, Campo Limpo Paulista, Indaiatuba, Itu, Itupeva, Jarinu, Jundiaí, Mairiporã, Salto, Várzea Paulista.
Atibaia	Americana, Atibaia, Bragança Paulista, Camanducaia* <sup>6</sup> , Campinas, Cordeirópolis, Cosmópolis, Extrema*, Itatiba, Jaguariúna, Jarinu, Joanópolis, Jundiaí, Louveira, Morungaba, Nazaré Paulista, Nova Odessa, Paulínia, Piracaia, Valinhos, Vinhedo.
Camanducaia	Amparo, Holambra, Jaguariúna, Monte Alegre do Sul, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Santo Antônio de Posse, Serra Negra, Socorro, Toledo*.
Corumbataí	Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes.
Jaguari	Americana, Amparo, Artur Nogueira, Bragança Paulista, Camanducaia*, Campinas, Cordeirópolis, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Extrema*, Holambra, Itapeva*, Jaguariúna, Joanópolis, Limeira, Mogi-Mirim, Morungaba, Paulínia, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Piracaia, Santo Antônio de Posse, Sapucaí-Mirim, Tuiuti, Vargem.
Piracicaba	Águas de São Pedro, Americana, Anhembi, Botucatu, Brotas, Campinas, Capivari, Charqueada, Cordeirópolis, Dois Córregos, Hortolândia, Iracemápolis, Itirapina, Limeira, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Piracicaba, Rio das Pedras, Saltinho, Santa Bárbara d'Oeste, Santa Maria da Serra, São Pedro e Sumaré, Torrinha.

Fonte: Comitês PCJ (2020).

<sup>6</sup> (\*) Municípios localizados no Estado de Minas Gerais.

Percebe-se ao analisar o Quadro 9 que alguns municípios estão inteiramente inseridos em uma Sub-bacia específica, já outros estão parcialmente inseridos em uma ou mais, como o município de Campinas atendido pelas Sub-bacias Piracicaba, Jaguari, Atibaia e Capivari.

No Quadro 10 foi realizado o agrupamento dos municípios das Bacias PCJ seguindo a proposta teórica do IBGE (2010) sendo as seguintes tipologias: A (Até 20.000 hab.), B (20.001 a 50.000 hab.), C (50.001 a 100.000 hab) e D (Mais de 100.000 hab.).

**Quadro 10.** Categorização dos municípios segundo a população em 2019<sup>7</sup>.

Tipologia	Faixa populacional	Municípios	População total	Representatividade nas Bacias PCJ
<b>A</b>	Até 20.000 hab.	Águas de São Pedro; Analândia; Anhembi; Charqueada; Corumbataí; Elias Fausto; Holambra; Ipeúna; Itapeva*; Itirapina; Joanópolis; Mombuca; Monte Alegre do Sul; Morungaba; Nazaré Paulista; Pedra Bela; Pinhalzinho; Rafard; Saltinho; Santa Maria da Serra; Sapucaí-Mirim*; Tietê; Toledo*; Torrinha; Tuiuti e Vargem.	274.581	4,17%
<b>B</b>	20.001 a 50.000 hab.	Bom Jesus dos Perdões; Brotas; Cabreúva; Camanducaia*; Cordeirópolis; Dois Córregos; Engenheiro Coelho; Extrema*; Iracemápolis; Jarinu; Louveira; Pedreira; Piracaia; Rio das Pedras; Santa Gertrudes; Santo Antônio de Posse; São Pedro; Serra Negra e Socorro.	599.878	9,11%
<b>C</b>	50.001 a 100.000 hab.	Amparo; Artur Nogueira; Campo Limpo Paulista; Capivari; Cosmópolis; Itupeva; Jaguariúna; Mogi Mirim; Monte Mor; Nova Odessa e Vinhedo.	810.873	12,32%
<b>D</b>	Mais de 100.000 hab.	Americana; Atibaia; Botucatu; Bragança Paulista; Campinas; Hortolândia; Indaiatuba; Itatiba, Itu; Jundiá; Limeira; Mairiporã; Paulínia; Piracicaba; Rio Claro; Salto; Santa Bárbara d'Oeste; Sumaré; Valinhos; Várzea Paulista	4.895.787	74,39%

Fonte: Elaboração própria a partir do dados do SNIS (2019).

Vale destacar que os municípios da tipologia D abrangem 20 municípios, que juntamente representam 74,39% da população total das Bacias PCJ. Em contrapartida, os municípios da tipologia A incorporam 26 municípios, os quais possuem população até 20.000 hab. (corresponde a 4,17%). A população estimada para o ano de 2019 para as Bacias PCJ foi de 6.581.119 habitantes.

No que tange ao uso e ocupação do solo, a região das Bacias PCJ apresentam o percentual dominante de i) áreas com campo (25,30%); ii) áreas de mata nativa (20,35%); iii)

<sup>7</sup> Os dados foram coletados na Série Histórica do SNIS para o indicador POP\_TOT - População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE) referente ao ano de 2019.

áreas agrícolas (19,02%), iv) áreas urbanizadas (12,11%), v) lavoura temporária (6,95) e, vi) silvicultura (6,43%) (EMPLASA, 2015). Além disso, da preponderância nas atividades agropecuárias e de produção industrial, pode-se destacar as seguintes atividades: no município de Paulínia – o pólo petroquímico; em Americana, Nova Odessa e Santa Bárbara d’Oeste se sobressaem o parque têxtil; em Campinas e Hortolândia o pólo científico e tecnológico; em Rio Claro as indústrias sucroalcooleiras; em Piracicaba destacam-se as indústrias sucroalcooleiras e o setor metal-mecânico; em Jundiaí, o centro industrial de diversos setores; em Limeira a produção de folheados e Santa Gertrudes e Cordeirópolis o pólo cerâmico (COMITÊS PCJ, 2021).

As boas condições da região das Bacias PCJ é refletida no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), 90% dos municípios são enquadrados na faixa de alto desenvolvimento (COMITÊS PCJ, 2021). Ao estabelecer um cenário comparativo entre os municípios das Bacias PCJ com o Estado de São Paulo percebe-se que cerca de 67,1% dos municípios apresentam crescimento semelhante ou superior ao do Estado de São Paulo que possui o IDH de 0,783 (COMITÊS PCJ, 2020).

No capítulo a seguir, são apresentados os procedimentos metodológicos desta pesquisa.

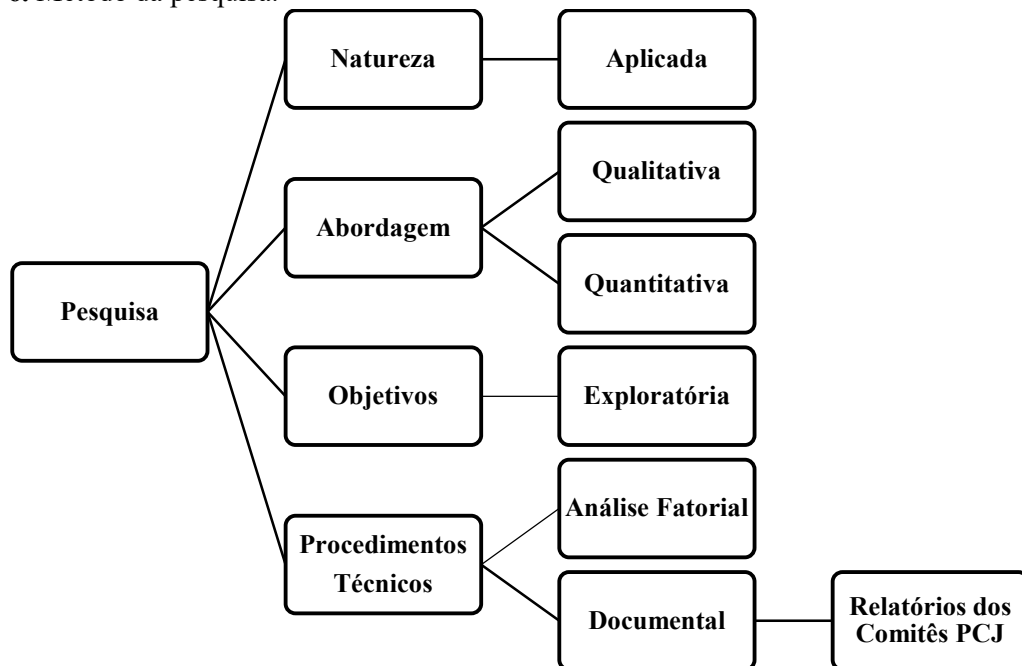
### 3. MÉTODO

Neste capítulo são apresentados o método e os procedimentos da pesquisa, além da técnica de coleta e análise dos resultados que subsidiaram a proposição do ISB e classificação dos municípios das Bacias PCJ em relação ao saneamento básico.

#### 3.1. Caracterização da Pesquisa

Nessa pesquisa é proposto um ISB para os municípios das Bacias PCJ, a partir da seleção de indicadores relacionados com as dimensões do saneamento básico. O método e procedimentos da pesquisa estão ilustrados na Figura 6.

Figura 6. Método da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

Quanto à natureza, é uma pesquisa aplicada e do ponto de vista dos objetivos exploratória com abordagem quantitativa e qualitativa. De acordo com Richardson (2017, p. 27), a pesquisa exploratória tem “o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato”, esse tipo de pesquisa é empregado em especial quando o tema é pouco explorado. O mesmo autor define os métodos mistos, como sendo “uma abordagem da investigação que combina ou associa as abordagens qualitativa e quantitativa” (RICHARDSON, 2017, p. 70).

A pesquisa documental “vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa” (GIL,

2008, p. 51). Já a abordagem quantitativa caracteriza-se pela quantificação tanto pelo emprego de coleta de dados e informações, quanto pelo tratamento por meio de técnicas estatísticas (RICHARDSON, 2017). Nesta pesquisa os dados foram analisados a partir da técnica Análise Fatorial.

A abordagem quantitativa com o uso da Análise Fatorial visa subsidiar a elaboração de um ISB dos municípios das Bacias PCJ, apresentado em um *Ranking* conforme as condições do saneamento básico dos municípios estudados.

Segundo Minayo, Deslandes e Gomes (2016, p. 20) a abordagem qualitativa trabalha “com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes”. Isso corresponde a um espaço mais profundo de relações, processos e fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis, ou seja, métodos qualitativos permitem a análise e interpretação de problemas mais complexos.

### **3.2. Coleta e Tratamento dos Dados**

As fontes de coleta de dados da pesquisa são artigos científicos, dissertações e teses, e documentos técnicos dos Comitês PCJ: o Relatório Síntese: Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - 2020 a 2035, e do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2020 (ano base 2019) contribuíram para o referencial teórico e análise dos dados qualitativos.

Os dados qualitativos foram discutidos com base nos relatórios dos Comitês PCJ. Considerando que os relatórios abrangem o ano de 2019, além da análise a partir do referencial teórico. Isso permitirá uma discussão entrelaçando os resultados obtidos a partir da Análise Fatorial com os relatórios. Nesse caso, será analisado o quão próximos os municípios das Bacias PCJ estão da universalização, bem como, se as metas dos relatórios se aproximam das metas 6.1 e 6.2 do ODS e dos resultados da Análise Fatorial.

Os dados quantitativos de saneamento básico foram coletados a partir das bases de dados do SNIS, 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 processo de coleta dos dados ocorreu entre os meses de maio e julho de 2021 – durante a pandemia de Covid-19.

O recorte temporal deve-se ao fato de que o SNIS não disponibilizar dados mais recentes até o momento da coleta. Os dados foram coletados para todos os 76 municípios das Bacias PCJ.

O tratamento estatístico adotado nesta pesquisa foi a Análise Multivariada, utilizada para conhecer a estrutura de relacionamento entre os indicadores para as quatro dimensões do saneamento básico proposto pela Lei nº 14.026/20.

A validação dos dados coletados foi realizada a partir do tratamento estatístico com a aplicação da Análise Fatorial. Essa técnica foi escolhida para construção do Índice de Saneamento Básico, tendo em vista que permite reduzir um expressivo número de variáveis em um número menor de fatores.

Conforme abordado no referencial teórico, a elaboração de um índice a partir de indicadores pode contribuir para a gestão das cidades. Os indicadores foram analisados tendo como base as quatro dimensões do saneamento básico.

A seleção dos indicadores utilizados nessa pesquisa se deu através de três etapas:

- Etapa 1: identificação dos indicadores disponíveis na base do SNIS que possuíam 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 (Apêndice A).
- 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 Análise Fatorial de Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010). A partir da seleção dos indicadores foi aplicada a Análise Fatorial através do *Software Statistical Package for the Social Science* (SPSS), a fim de verificar a adequabilidade do conjunto de indicadores, e se, esse conjunto seria apropriado para aplicação da técnica. Isso foi averiguado a partir das correlações, testes de adequação amostral, fatores gerados, variância explicada e da análise das comunalidades, até que atingisse resultados aceitáveis para a pesquisa. Após essas etapas foi possível chegar ao conjunto final de 15 indicadores (Quadro 11).



**Quadro 11.** Descrição dos indicadores coletados para o Saneamento Básico<sup>8</sup>.

Dimensão	Indicador	Descrição	Código no SNIS
Abastecimento de água	A1 Proporção da população total atendida com abastecimento de água	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. <b>Unidade de medida:</b> Habitantes.	AG001
	A2 Proporção do volume de água produzido	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. <b>Unidade de medida:</b> 1.000 m <sup>3</sup> /ano.	AG006
	A3 Proporção do volume de água consumido	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. <b>Unidade de medida:</b> 1.000 m <sup>3</sup> /ano.	AG010
	A4 Proporção do volume de água faturado	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. <b>Unidade de medida:</b> 1.000 m <sup>3</sup> /ano.	AG011
	A5 Consumo médio <i>per capita</i> de água	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. <b>Unidade de medida:</b> 1.000 m <sup>3</sup> /ano.	IN022_AE
	A6 Índice de atendimento urbano de água	População urbana atendida com abastecimento de água, dividido pela população urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água, multiplicando por 100. <b>Unidade de medida:</b> Percentual.	IN023_AE
Esgotamento sanitário	E1 Índice de coleta de esgoto	Volume de esgotos coletado, dividido pelo resultado da subtração do volume de água consumido e volume de água tratada exportado, multiplicando por 100. <b>Unidade de medida:</b> Percentual.	IN015_AE
	E2 Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto	População urbana atendida com esgotamento sanitário, dividido pela população urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água, multiplicando por 100. <b>Unidade de medida:</b> Percentual.	IN047_AE

<sup>8</sup> Nas variáveis A1, A2, A3, A4 e E4 foram feitas as proporções considerando a variável POP\_TOT: População total do município. Na variável R1 foi realizada a proporção considerando a variável CO164: População total atendida no município, e na variável R2 foram agrupadas as variáveis CO112 e CO113, e feita a proporção considerando a variável CO164: População total atendida no município.

	<b>E3</b> Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	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. <b>Unidade de medida:</b> Percentual.	IN056_AE
	<b>E4</b> Proporção da população total atendida com esgotamento sanitário	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. <b>Unidade de medida:</b> Habitantes.	ES001
<b>Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos</b>	<b>R1</b> Proporção da quantidade total de RDO coletada por todos os agentes	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. <b>Unidade de medida:</b> Tonelada/ano.	CO111
	<b>R2</b> Proporção da quantidade de RPU coletada pelos agentes públicos e privados	Quantidade anual de RPU coletada por serviço executado diretamente pelos agentes públicos e privados. Não inclui quantidade de RDO coletada. <b>Unidade de medida:</b> Tonelada/ano.	CO112 CO113
	<b>R3</b> Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município	Avaliar a cobertura regular do serviço de RDO da população total atendida com relação à população total do município. <b>Unidade de medida:</b> Percentual	IN015_RS
	<b>R4</b> Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	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. <b>Unidade de medida:</b> Percentual	IN016_RS
<b>Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas</b>	<b>D1</b> Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	Avaliar a quantidade de domicílios urbanos sujeitos a riscos de inundação em relação à quantidade total de domicílios urbanos do município. <b>Unidade de medida:</b> Percentual	IN040

Fonte: Elaborado a partir do SNIS (2020c), SNIS (2020d) e SNIS (2020e).

Para o tratamento dos dados foi elaborada uma matriz, objetivando mostrar as relações existentes entre os indicadores (variáveis). Sobre isso, Hair *et al.* (2009) sinalizam que para iniciar o procedimento de análise multivariada é necessário possuir uma matriz sem dados faltantes, o que, segundo Figueiredo (2012), pode levar à perda de resultados estatísticos.

Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010) alertam sobre a importância de relatar os procedimentos e documentar as estatísticas corretamente para que terceiros possam analisar criticamente o nível de confiabilidade dos resultados obtidos. Uma amostra válida deve ter menos de 10% de variáveis com dados faltantes (HAIR *et al.*, 2009).

Em geral, tem-se como premissa o procedimento de verificar a adequabilidade da base de dados, de modo a 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 FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010, p. 165).

### **3.3. Análise Fatorial**

Para elaborar o ISB dos municípios atendidos pelas Bacias PCJ foi aplicada a Análise Fatorial. Essa técnica é empregada para explicar a variabilidade existente entre as variáveis correlacionadas.

Com o avanço tecnológico, as técnicas multivariadas puderam contar com o uso de computadores para a análise das variáveis. A técnica multivariada Análise Fatorial é uma das mais antigas e importantes. Com o emprego da Análise Fatorial, busca-se mensurar fenômenos não observáveis (variáveis latentes ou construtos) a partir de dados inter-relacionados (HONGYU, 2018). Democracia, vulnerabilidade social e nível socioeconômico são exemplos de variáveis latentes. Estas variáveis são deduzidas de forma clara por intermédio de um modelo estatístico, a partir de outras variáveis observadas (MATOS; RODRIGUES, 2019).

Em meados do século XX, Spearman (1904) desenvolveu o método para criação do índice de inteligência denominado fator “g”, a partir das correlações entre diferentes tipos de testes. Contudo, foi o estatístico matemático Harold Hotelling (1933) que trouxe importantes contribuições com a aplicação da Análise Fatorial por Componente Principal, cujo objetivo é determinar os componentes pela maximização da variância dos dados originais (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

A técnica estatística ACP tem por objetivo alterar linearmente um conjunto de variáveis originais, a princípio correlacionadas entre si, em um conjunto menor de variáveis as quais não são correlacionadas. A ACP está diretamente ligada a minimização da massa de dados, sem perdas significativas de informações. A abordagem para estabelecer as dimensões subjacentes por ACP gera combinações lineares capazes de capturar um grande percentual de variância das variáveis observadas (MATOS; RODRIGUES, 2019).

Além disso, a ACP é fortemente utilizada para a construção de índices e agrupamentos. Esta análise condensa as informações segundo sua variação, ou seja, agrupa de acordo com seu comportamento dentro do conjunto de variáveis e características (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2015). Devido à clareza na análise e interpretação de um expressivo número de variáveis, o uso de técnicas multivariadas se tornou comumente utilizada por

diversas áreas de conhecimento, tais como: psicologia, medicina, ecologia, engenharia, economia, bioestatística, entre outros (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

Segundo King (2001, p. 682) “no modelo da análise fatorial, há muitas variáveis observadas cujo objetivo é gerar fatores subjacentes (não observados)”. Para Hair *et al.* (2009) a Análise Fatorial permite reduzir o número de variáveis a partir do agrupamento de variáveis que apresentem correlação entre si, a fim de diminuir o número de perda de informações.

Considerando que a Análise Fatorial é uma técnica de interdependência, busca-se identificar um pequeno número de fatores que consigam representar o comportamento de um conjunto de variáveis originais (HAIR *et al.*, 2009). Neste sentido, “a análise fatorial utiliza coeficientes de correlação para agrupar variáveis e gerar fatores” (FÁVERO; BELFIORE, 2017, p. 379). Em síntese, o fator é uma dimensão comum entre as variáveis (KING, 2001; HAIR *et al.*, 2009).

É relevante destacar que a Análise Fatorial pode alcançar seu objetivo através de duas modalidades principais de análise: Exploratória e Confirmatória. Ao que se refere a Análise Fatorial Exploratória (AFE), a técnica é normalmente utilizada em estágios iniciais para exploração de dados para a pesquisa, nesse caso, os dados observados estabelecem o modelo fatorial *posteriori* (modelo fatorial a partir do raciocínio indutivo). A AFE objetiva constatar a relação existente entre o grupo de variáveis, conhecendo os padrões de correção. Por sua vez, a Análise Fatorial Confirmatória (AFC) visa testar hipóteses, derivando um modelo fatorial a *priori* (cria uma estrutura antecipada a partir de hipóteses – raciocínio dedutivo) (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010; MATOS; RODRIGUES, 2019). Essa pesquisa deteve-se a utilizar a AFE.

Para Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010) existem três estágios para o planejamento da Análise Fatorial:

- i) Verificar a adequabilidade da base de dados;
- ii) Determinar a técnica de extração e o número de fatores a serem extraídos, e,
- iii) Decidir o tipo de rotação dos fatores.

Já no processo de realização e interpretação dos resultados da Análise Fatorial, Hair *et al.* (2009), Fávero e Belfiore (2017) e Hongyu (2018) sugerem as seguintes etapas:

- Verificação dos pressupostos;
- Cálculo da Matriz de Correlação;
- Aplicação dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) – Adequação amostral e teste de esfericidade de Bartlett;

- Extração dos Fatores;
- Rotação dos Fatores; e
- Interpretação dos Fatores.

No que se refere à verificação dos pressupostos da Análise Fatorial, a adequação da base de dados é um dos pontos fundamentais para aplicação desta técnica. Além disso, é relevante que os procedimentos sejam apropriadamente reportados e as estatísticas registradas, de modo que o leitor possa ter acesso aos dados e analisar a confiabilidade dos resultados apresentados (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010).

No que tange ao tamanho da amostra, Hair *et al.* (2009) destacam a importância de contemplar pelo menos 50 observações para a aplicação da Análise Fatorial. Como via de regra, é necessário ter no mínimo cinco vezes mais observações do que variáveis analisadas, sendo a proporção aceitável de dez para um (10:1) e mínimo de cinco para um (5:1). Matos e Rodrigues (2019) salientam que não existe uma regra única quanto ao tamanho da amostra, contudo, consideram importante trabalhar com grandes amostras e que a razão entre as variáveis e casos seja a maior possível.

A verificação dos pressupostos da Análise Fatorial baseia-se em averiguar a validade do conjunto de variáveis selecionadas. Os coeficientes (matriz de correlação) devem apresentar valores superiores a 0,30. Como forma de avaliação são utilizados dois testes: KMO e o teste esfericidade de Bartlett (HAIR *et al.*, 2009).

O teste de KMO também denominado adequação amostral, é um teste estatístico que define a variância existente entre as variáveis selecionadas que pode ser explicada por meio de uma variável latente, ou seja, o KMO sugere a adequabilidade da Análise Fatorial para a seleção de dados (HAIR *et al.*, 2009). Neste teste, os valores próximos de 1 demonstram que existe alta correlação entre as variáveis, sinalizando que a Análise Fatorial é adequada, entretanto, o valor 0,5 é considerável aceitável para a aplicação desta técnica (HAIR *et al.*, 2009; MATOS; RODRIGUES, 2019).

Já o teste de esfericidade de Bartlett consiste em avaliar se a matriz de correlações é igual ou não à matriz identidade, procurando verificar a existência de correlações entre as variáveis significativas em termos estatísticos (HAIR *et al.*, 2009; FÁVERO; BELFIORE, 2017). O teste de Bartlett, também avalia o nível de significância (em geral, 5%) das correlações da matriz original de dados (HONGYU, 2018). Desse modo, se o p-valor do teste for menor que o nível de significância, pode-se rejeitar a hipótese nula e a aplicação da Análise Fatorial é adequada (MATOS; RODRIGUES, 2019). Em suma, tanto o teste de KMO quanto o teste de Bartlett são utilizados para verificar a adequação da extração dos fatores.

Após a verificação da adequabilidade da Análise Fatorial, inicia-se o estágio de extração dos fatores. Neste estudo, optou-se pelo método de extração por Componentes Principais, pois é o método mais utilizado quando o interesse é definir a classificação por meio de um *Ranking* de observações. Para Figueiredo Filho *et al.* (2014, p. 191) a Análise Fatorial “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).

A literatura não define um método único para a extração de fatores, contudo, o teste de *scree* é facilmente utilizado para identificar o número ideal de fatores que podem ser extraídos. Tal teste demonstra por meio de um gráfico as variáveis latentes (Componentes Principais) com relação aos fatores conforme a ordem de extração (HAIR *et al.*, 2009). Para tanto, deve-se avaliar a dispersão dos fatores até que a curva de variância de cada fator sofra uma queda ou fique na horizontal (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010).

Após a definição dos fatores é realizado o cálculo das cargas fatoriais, que correspondem às correlações Pearson existentes entre os fatores extraídos e as variáveis originais (HAIR *et al.*, 2009). É importante observar que quando a carga fatorial apresenta valor positivo, significa que a variável está correlacionada positivamente com o fator. Por outro lado, quando a carga fatorial tem valor negativo a correlação é negativa (MATOS; RODRIGUES, 2019).

As cargas fatoriais explicam a correlação entre as variáveis originais e os fatores, ou seja, “as cargas fatoriais ao quadrado indicam qual percentual da variância em uma variável original é explicado por um fator” (HAIR *et al.* 2009, p. 116). Alinhado a isso, a soma dos quadrados das cargas fatoriais relacionadas às variáveis originais é denominada de comunalidades, que corresponde à variância total que uma variável original compartilha com os fatores extraídos (HAIR *et al.*, 2009; FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010).

A próxima etapa refere-se à escolha do método de rotação de fatores. A rotação de fatores facilita a interpretação dos fatores (HONGYU, 2018). Em suma, a rotação de fatores objetiva tornar os resultados empíricos encontrados passíveis de interpretação, preservando as características estatísticas (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010; MATOS; RODRIGUES, 2019).

Há duas categorias principais de rotação: ortogonal e oblíqua. Dentre os métodos de rotação destacam-se: Quartimax; Equimax e Varimax. Os métodos Quartimax e Equimax são pouco utilizados, já o método ortogonal de fatores Varimax é comumente utilizado e de fácil de interpretação, com a tendência de ser menos invariante. Na rotação ortogonal, o objetivo é correlacionar fortemente entre si as variáveis que integram os fatores, ao passo que aumente também o grau de independência em relação a variáveis, isto é, nesse tipo de rotação toda orientação original é preservada (HAIR *et al.*, 2009).

Em vista disto, pode-se calcular o índice final para estabelecer a posição das observações. Para essa pesquisa, procurou-se criar o ISB dos municípios das Bacias PCJ com base no conjunto de indicadores selecionados, com a aplicação da Análise Fatorial.

Para construir o ISB a partir da Análise Fatorial, como explicitado no método desta pesquisa, a amostra e seleção dos indicadores analisados atendeu aos critérios de Hair *et al.* (2009). Dessa forma, foi possível comparar a condição do saneamento básico entre os municípios abrangidos pelas Bacias PCJ.

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são abordados os resultados da pesquisa. Inicialmente são apresentados os resultados estatísticos obtidos com a Análise Fatorial, a partir do *Software* SPSS (versão 20), e as características dos indicadores de saneamento observados na pesquisa. Para melhor apresentação dos resultados, apresenta-se o ISB com o intuito de analisar os indicadores de saneamento dos municípios abrigados pelas Bacias PCJ.

### 4.1. Análise Fatorial do Saneamento Básico

Nesta pesquisa, para a aplicação da Análise Fatorial foram selecionados os indicadores (variáveis), que atendem as dimensões do saneamento básico. Os critérios para a inclusão ou exclusão dos indicadores foram baseados na relação entre as variáveis, fator extraído e valor de comunalidade propostos por Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010).

Em seguida, foi analisada o tamanho da amostra da pesquisa. Hair *et al.* (2009) aconselham uma amostra de no mínimo cinco vezes mais observações comparadas aos indicadores. Nesta pesquisa, a amostra é composta por 76 observações (quantidade de municípios analisados) e 15 variáveis (indicadores), equivalente a razão de 5:1. Com base nesta amostra foi elaborada uma matriz de correlação para a razão de 76:15 (Tabela 13).

**Tabela 13.** Matriz de correlações.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	E1	E2	E3	E4	D1	R1	R2	R3	R4
A1	1,00														
A2	,595	1,00													
A3	,563	,853	1,000												
A4	,586	,870	,965	1,000											
A5	,019	,581	,778	,733	1,000										
A6	,517	,373	,365	,340	-,004	1,000									
E1	-,112	-,145	-,133	-,156	-,107	,054	1,000								
E2	,652	,469	,451	,466	-,035	,549	-,366	1,000							
E3	,755	,545	,532	,515	,011	,551	,059	,690	1,000						
E4	,798	,578	,559	,556	,008	,524	-,094	,821	,965	1,000					
D1	-,182	-,142	-,149	-,133	-,062	,062	-,034	-,083	-,218	-,204	1,000				
R1	-,029	,048	,000	,030	,048	-,070	-,080	-,112	-,128	-,097	-,015	1,000			
R2	,103	,097	,107	,091	,048	,067	-,016	,071	,104	,108	,027	,037	1,000		
R3	,399	,335	,344	,327	,079	,334	,069	,280	,439	,399	,091	-,585	,073	1,000	
R4	,325	,261	,286	,263	,043	,359	,053	,318	,389	,358	,067	-,629	,053	,955	1,000

Fonte: Elaborado a partir do *Software* SPSS.

Considerando o padrão de correlações das variáveis, Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010) destacam que a matriz de correlações deve expor o maior número possível de



coeficientes com valores acima de 0,30 como comentado anteriormente (valores grifados na Tabela 13).

Observa-se a partir dos resultados da Tabela 13 que embora os indicadores D1 e R2 não apresentem significativa correlação, os resultados obtidos nos testes de KMO e Bartlett justificam e validam a amostra selecionada (Tabela 14).

**Tabela 14.** Estatística KMO e teste de Bartlett.

<b>Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem</b>		0,729
<b>Teste de esfericidade de Bartlett</b>	Aprox. Qui-quadrado	1251,099
	gl	105
	Significância	<,000

Fonte: Elaboração própria com o *Software* SPSS.

A estatística KMO obteve índice de 0,729, revelando uma adequação amostral para a extração de fatores. O resultado do teste de Bartlett apresenta o nível de significância próximo a zero, o que possibilita rejeitar a hipótese nula que a matriz de correlações tem valores fora da diagonal principal estatisticamente iguais a zero. Em síntese, os testes aplicados à matriz de dados mostraram correlações adequadas no conjunto de dados, possibilitando a aplicação da Análise Fatorial.

Após essa etapa, seguiu-se para a análise das comunalidades, ou seja, a soma das cargas ao quadrado. Apenas as variáveis com comunalidade acima de 0,5 devem ser consideradas na amostra, assim as comunalidades com valor inferior a 0,5 não estão correlacionadas com as outras variáveis (HAIR *et al.*, 2009). Na Tabela 15 estão dispostas as comunalidades relacionadas às variáveis.

**Tabela 15.** Comunalidades.

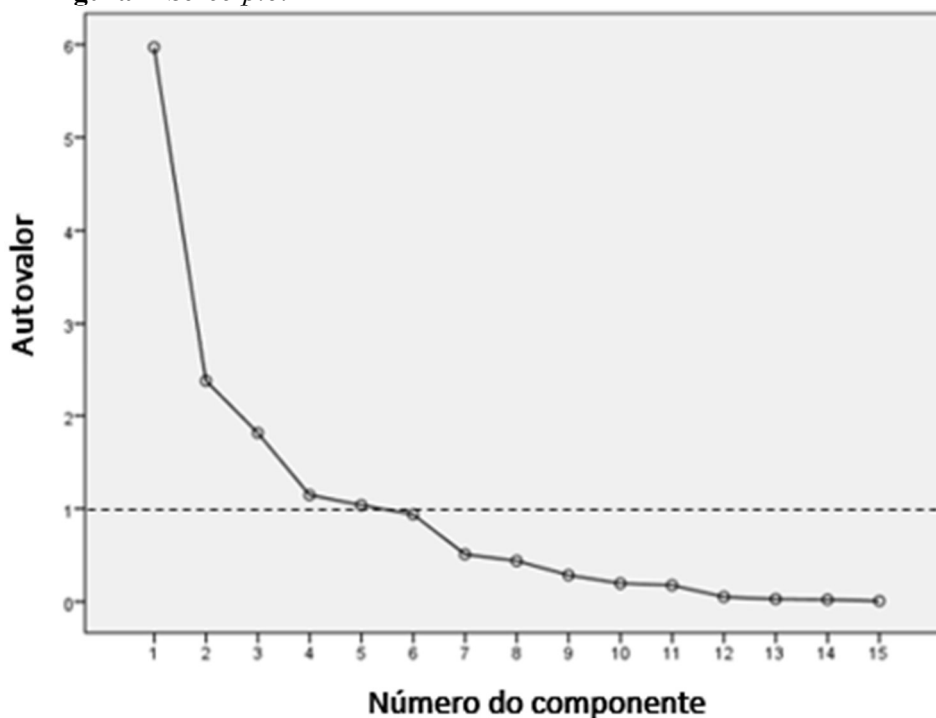
Variáveis	Inicial	Extração
A1	1,000	0,774
A6	1,000	0,550
E2	1,000	0,859
E3	1,000	0,891
E4	1,000	0,928
A2	1,000	0,837
A3	1,000	0,972
A4	1,000	0,955
A5	1,000	0,933
R1	1,000	0,737
R3	1,000	0,906
R4	1,000	0,915
E1	1,000	0,928
D1	1,000	0,526
R2	1,000	0,682

Fonte: Elaborado a partir do *Software* SPSS.

É possível que as comunalidades de todas as variáveis apresentem valor acima de 0,5 (Tabela 15). Apesar de as variáveis D1 e R2 não terem correlação maior que 0,3 (Tabela 13), isso não influenciou na formação dos fatores e nas comunalidades. Em suma, os resultados evidenciam que o componente (fator) foi extraído corretamente.

A próxima etapa da Análise Fatorial corresponde à análise da variância total de cada componente (Fator). A Figura 7 e a Tabela 16 apresentam essas informações.

**Figura 7. Scree-plot.**



Fonte: Elaboração própria com o *Software* SPSS.

O *Scree-plot* (Figura 7) demonstra via um diagrama de sedimentação as Componentes Principais (variáveis latentes) com relação à ordem da extração dos fatores. Como resultados, obteve-se cinco Componentes Principais (Fatores), segundo o critério de Kaiser, ou seja, autovalor maior que 1 (linha pontilhada). Na aplicação por AFPCP, o primeiro fator explica o maior percentual de variância dos dados, o segundo fator explica o segundo maior percentual e assim por diante (Tabela 16).

**Tabela 16.** Variância Total Explicada<sup>9</sup>.

Componente	Autovalores iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas de rotação de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	5,969	39,796	39,796	5,969	39,796	39,796	4,309	28,729	28,729
2	2,377	15,846	55,643	2,377	15,846	55,643	3,332	22,216	50,945
3	1,816	12,108	67,751	1,816	12,108	67,751	2,459	16,396	67,341
4	1,147	7,650	75,401	1,147	7,650	75,401	1,166	7,775	75,116
5	1,038	6,918	82,319	1,038	6,918	82,319	1,080	7,203	82,319
6	,938	6,252	88,571						
7	,510	3,397	91,968						
8	,439	2,925	94,893						
9	,285	1,899	96,792						
10	,197	1,314	98,106						
11	,176	1,177	99,283						
12	,051	,341	99,624						
13	,028	,186	99,810						
14	,021	,142	99,952						
15	,007	,048	100,000						

Fonte: Elaboração própria com o *Software* SPSS.

A Tabela 16 mostra que é oportuno extrair cinco fatores (cujos autovalores são maiores de 1 de acordo com a regra de Kaiser). As últimas colunas da Tabela 16 mostram os autovalores e as variâncias explicadas pelos cinco fatores rotacionados, com o primeiro que explica 28,7% da variância total e o segundo 22,2%. Ou seja, os primeiros dois fatores explicam mais da metade da variância total dos dados. Cumulativamente, às cinco primeiras Componentes explicam 82,3% da variância total da amostra (Tabela 16, coluna 6). No campo das Ciências Sociais é possível considerar satisfatório uma solução que explique 60% da variância total (HAIR *et al.*, 2009).

Para melhorar as correlações entre os fatores extraídos e as variáveis originais, é necessário realizar a rotação dos fatores. Nesta pesquisa, optou-se pela rotação ortogonal Varimax, pois como comentado anteriormente é de fácil interpretação e tem menos variabilidade, pois a rotação ortogonal visa correlacionar entre si as variáveis que integram os fatores.

Os resultados gerados foram agrupados de maneira mais equilibrada, o que facilitou a visualização da carga fatorial de cada variável. As cargas fatoriais com valor absoluto maior que 0,5 foram destacadas e agrupadas (Tabela 17).

<sup>9</sup> Método de Extração: Análise de Componente Principal.

**Tabela 17.** Cargas fatoriais dos fatores rotacionados<sup>10</sup>.

Variáveis	Fatores				
	1	2	3	4	5
A1	0,837	0,250	0,094	-0,028	-0,036
A6	0,667	0,083	0,167	0,064	0,258
E2	0,826	0,101	0,108	-0,393	-0,005
E3	0,896	0,184	0,168	0,141	-0,08
E4	0,931	0,194	0,123	-0,032	-0,080
A2	0,467	0,783	0,055	-0,051	0,004
A3	0,394	0,898	0,095	-0,034	0,000
A4	0,404	0,884	0,069	-0,070	-0,003
A5	-0,206	0,943	0,002	-0,028	0,006
R1	0,020	0,092	-0,844	-0,004	0,125
R3	0,292	0,181	0,878	0,067	0,114
R4	0,270	0,116	0,906	0,031	0,089
E1	-0,071	-0,107	0,095	0,926	0,010
D1	-0,212	-0,123	0,164	-0,266	0,724
R2	0,160	0,092	-0,106	0,206	0,662

Fonte: Elaboração própria com o *Software* SPSS.

Na Tabela 21 estão dispostas as cargas fatoriais, ou seja, a correlação entre o fator e as variáveis originais. Nesse caso, quanto maior o valor absoluto da carga fatorial, maior a correlação do fator com as respectivas variáveis (HAIR *et al.*, 2009). A partir dos resultados, é possível analisar as características dos fatores e o que revelam para os municípios atendidos pelas Bacias PCJ. No Quadro 12 é apresentado a composição do Fator 1.

**Quadro 12.** Fator 1 - Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário.

Fator 1	Variáveis	Carga Fatorial
		<b>A1</b> Proporção da população total atendida com abastecimento de água
	<b>A6</b> Índice de atendimento urbano de água	0,667
	<b>E2</b> Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto	0,826
	<b>E3</b> Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	0,896
	<b>E4</b> Proporção da população total atendida com esgotamento sanitário	0,931

Fonte: Elaboração própria.

<sup>10</sup> Método de Extração: Análise de Componente Principal.  
Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.  
a. Rotação convergida em 6 iterações.

O Fator 1 é responsável por 28,72% da variância total explicada, e as variáveis que o compõem possuem cargas fatoriais com valores elevados. Tomando como exemplo as cargas fatoriais elencadas no Fator 1, observa-se que a variável A1 expõe carga de 0,837, revelando uma correlação fortemente positiva entre o Fator 1 e a variável 1. Isto é, nos municípios abarcados pelas Bacias PCJ nos quais o Fator 1 prevalece, entende-se que boa parte da população é atendida com abastecimento de água.

Observa-se também que as cinco variáveis estão todas correlacionadas positivamente com o Fator 1, além disso, pela categoria das variáveis, pode-se inferir que o Fator 1 é o Fator de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Acrescido a isso, as significativas cargas fatoriais do Fator 1 estabelecem influência positiva dentro desse componente. O Quadro 13 mostra a composição do Fator 2.

**Quadro 13.** Fator 2 - Disponibilidade e consumo de água.

	Variáveis	Carga fatorial
<b>Fator 2</b>	<b>A2</b> Proporção do volume de água produzido	0,783
	<b>A3</b> Proporção do volume de água consumido	0,898
	<b>A4</b> Proporção do volume de água faturado	0,884
	<b>A5</b> Consumo médio <i>per capita</i> de água	0,943

Fonte: Elaboração própria.

As variáveis que compõem o Fator 2 explicam cerca de 22,21% da variância total dos dados, e todas variáveis estão fortemente correlacionais com o Fator 2. Somado a isso, pelo perfil das variáveis é possível inferir que esse Fator 2 refere-se ao Abastecimento de água. O Quadro 14 apresenta o Fator 3.

**Quadro 14.** Fator 3 - Cobertura do serviço de coleta de RDO.

	Variáveis	Carga Fatorial
<b>Fator 3</b>	<b>R1</b> Proporção da quantidade total de RDO coletada por todos os agentes	-0,844
	<b>R3</b> Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município	0,878
	<b>R4</b> Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	0,906

Fonte: Elaboração própria.

As variáveis elencadas no Fator 3 explicam cerca de 16,39% da variância total dos dados, e é denominado de Cobertura do serviço de coleta de RDO. Especificamente nesse Fator, nota-se que a variável R1 apresenta correlação fortemente inversa, e as variáveis R3 e R4 estão positivamente correlacionadas com o Fator 3. Em relação à variável R1, os dados revelam que haver uma correlação inversa entre esta variável e o terceiro fator (-0,884). Este resultado pode ser explicado como um indicativo para o atendimento da população em relação ao serviço, considerando que o índice é bastante baixo, o que está possivelmente relacionado com a cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população rural. Já no Quadro 15 é apresentado o Fator 4.

**Quadro 15.** Fator 4 - Cobertura de coleta de esgoto.

Fator 4	Variável	Carga Fatorial
	E1 Índice de coleta de esgoto	0,926

Fonte: Elaboração própria.

No Fator 4, a variável E1 (0,926) consegue explicar sozinha cerca de 7,77% da variância total dos dados. O fato de ter uma correlação positiva com o índice de coleta de esgoto, significa que é o fator de Cobertura da coleta de esgoto. Por fim, é apresentado o Fator 5 (Quadro 16).

**Quadro 16.** Fator 5 - Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes

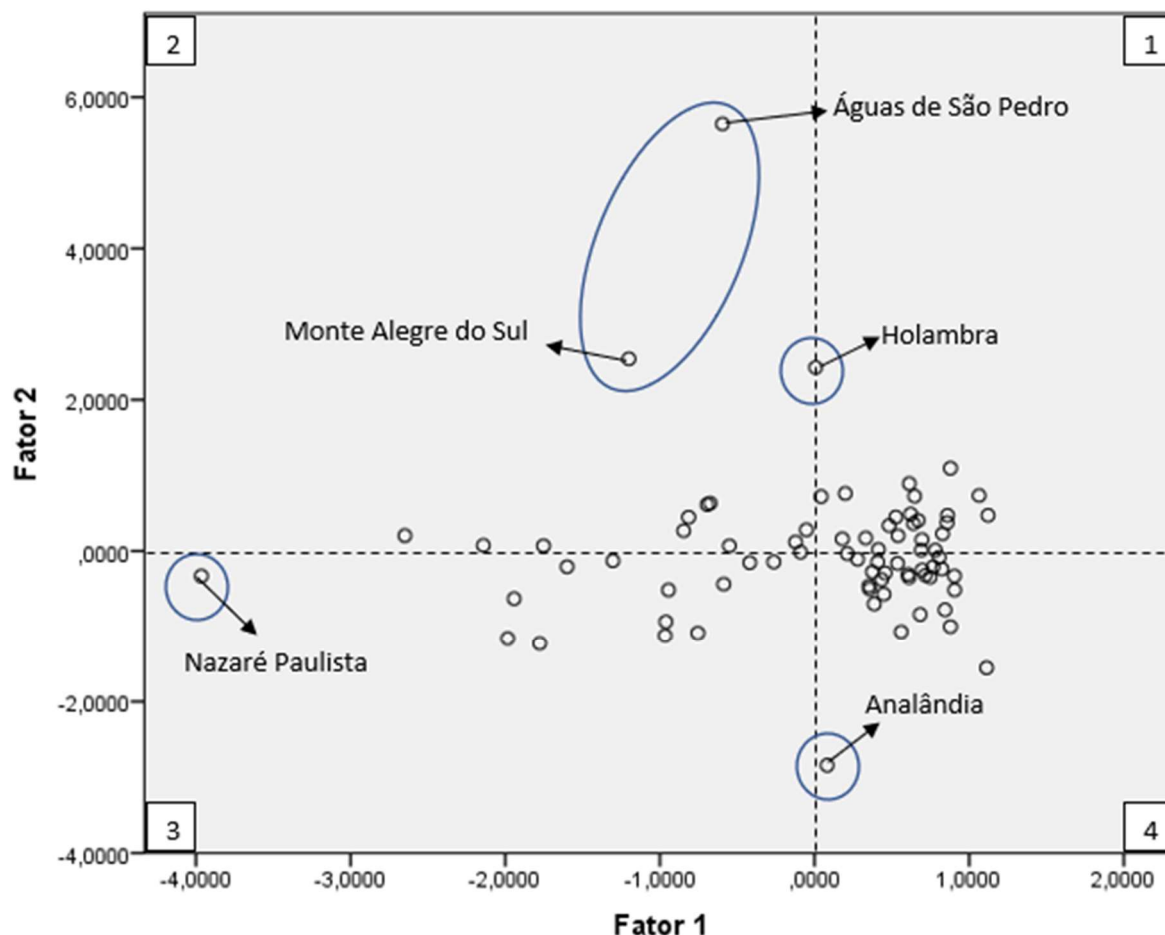
Fator 5	Variáveis	Carga Fatorial
	D1 Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	0,724
	R2 Proporção da quantidade de RPU coletada pelos agentes públicos e privados	0,662

Fonte: Elaboração própria.

O Fator 5 é denominado de Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes e congrega variáveis que caracterizam aspectos distintos, e juntas explicam cerca 7,20% da variância total dos dados, além de ambas as variáveis terem carga fatorial positiva. A carga positiva dessas variáveis sinaliza que este fator eleva à medida que aumenta a Quantidade de RPU coletada pelos agentes públicos e privados, bem como aumenta o número de domicílios em situação de risco.

Na Figura 8 é ilustrado a distribuição dos municípios das Bacias PCJ a partir da interação entre os Fatores e 1 e 2.

**Figura 8.** Diagrama de dispersão dos Fatores 1 e 2.



Fonte: Elaboração própria com o *Software* SPSS.

Para a interpretação do Figura 8 seguiu-se a orientação de Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010, p. 180), os autores enfatizam que “os valores são padronizados de tal forma que a média é zero e a distância entre os escores é medida em termos de desvio padrão”. Ademais, observar-se na Figura 8 a presença de quatro *outliers*.

No primeiro quadrante (superior-direita) estão localizados os municípios das Bacias PCJ que apresentam valores acima da média para ambos os Fatores. O município de Holambra (*outlier*) aparece no ponto de intersecção entre os quadrantes 1 e 2. No segundo quadrante (superior-esquerda) estão localizados os municípios acima da média, e com elevado grau de desenvolvimento do Fator 2, destaca-se nesse quadrante o *outlier* dos municípios de Águas de São Pedro e Monte Alegre do Sul.

Já no terceiro quadrante (inferior-esquerda) estão localizados os municípios que estão abaixo da média, com contribuição negativa, neste caso, existem poucos municípios e que estão dispersos em ambos os fatores, esse comportamento se sobressai no município de Nazaré Paulista.

Por fim, no quarto quadrante (inferior-direita) percebe-se uma concentração maior dos municípios, o Fator 1 está acima da média, enquanto o Fator 2 está abaixo da média, como no caso do município de Anãndia. A maioria dos municípios tem comportamento próximo ao valor médio do Fator 2, com exceção de Águas de São Pedro, Monte Alegre do Sul e Holambra (acima do eixo horizontal), e Analândia e Nazaré Paulista (abaixo do eixo horizontal).

A partir do nível de associação das variáveis com seus respectivos fatores foi possível definir novas dimensões de saneamento básico para os municípios abrigados pelas Bacias PCJ, e as novas dimensão foram denominadas conforme as especificidades de cada fator (Quadro 17).

**Quadro 17.** Dimensões do saneamento básico das Bacias PCJ.

<b>Fator</b>	<b>Dimensão</b>	<b>Descrição</b>
<b>1</b>	<b>Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário</b>	Refere-se ao atendimento da população residente nos municípios das Bacias PCJ com relação ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.
<b>2</b>	<b>Disponibilidade e consumo de água</b>	Refere-se à proporção dos volumes de água produzido, faturado e consumido, bem como consumo <i>per capita</i> dos municípios das Bacias PCJ.
<b>3</b>	<b>Cobertura do serviço de coleta de RDO</b>	Refere-se à quantidade anual de RDO e cobertura regular do serviço de RDO da população total e da população urbana dos municípios das Bacias PCJ.
<b>4</b>	<b>Cobertura de coleta de esgoto</b>	Refere-se ao volume de esgoto tratado dos municípios das Bacias PCJ.
<b>5</b>	<b>Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes</b>	Refere-se à quantidade anual de RPU coletada por serviço e a quantidade de domicílios urbanos sujeitos a riscos de inundação em relação à quantidade total de domicílios urbanos dos municípios nas Bacias PCJ.

Fonte: Elaboração própria.

Posteriormente, o Índice de Saneamento Básico (ISB) de cada município das Bacias PCJ foi calculado somando os valores dos fatores extraídos considerando os seus respectivos percentuais de variância compartilhada, a partir das somas de rotação de carregamentos ao quadrado.

#### **4.2. Índice de Saneamento Básico dos municípios das Bacias PCJ**

A partir dos fatores com a aplicação da AFCP, foi possível calcular o Índice de Saneamento Básico (ISB) para os municípios das Bacias PCJ (Equação 1).

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



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 RDO;

F4 = Cobertura de coleta de esgoto;

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

Os valores dos fatores, bem como do ISB foram normalizados a fim de minimizar cenários destoantes. A normalização apresenta valores que variam de 0 a 1, quanto mais próximo de 1 melhor o ISB para os municípios das Bacias PCJ. Ferreira (2020) frisa que a Análise Fatorial é uma análise comparativa. Isto é, o município que apresentar ISB próximo ou igual a 1 não indica incisivamente que o município tem um ISB ótimo, apenas que obteve destaque em relação aos demais. Os valores normalizados foram obtidos através da Equação (2).

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

O ISB e a respectiva classificação em ordem decrescente dos municípios das Bacias PCJ estão dispostos na Tabela 18.

**Tabela 18.** ISB dos municípios das Bacias PCJ.

<i>Ranking</i>	Municípios	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	ISB
1	Águas de São Pedro	0,662	1,000	0,689	0,230	0,187	<b>1,000</b>
2	Campinas	1,000	0,390	0,543	0,386	0,935	<b>0,904</b>
3	Piracicaba	0,952	0,464	0,674	0,259	0,453	<b>0,831</b>
4	Holambra	0,781	0,621	0,746	0,214	0,196	<b>0,803</b>
5	Jundiaí	0,900	0,440	0,745	0,219	0,176	<b>0,736</b>
6	Americana	0,948	0,379	0,730	0,228	0,214	<b>0,725</b>
7	Salto	0,911	0,383	0,834	0,211	0,155	<b>0,719</b>
8	Santa Bárbara d'Oeste	0,942	0,362	0,825	0,211	0,155	<b>0,718</b>
9	Paulínia	0,905	0,378	0,837	0,211	0,150	<b>0,712</b>
10	Brotas	0,907	0,420	0,698	0,217	0,177	<b>0,711</b>
11	Monte Alegre do Sul	0,544	0,634	0,876	0,186	0,203	<b>0,708</b>
12	São Pedro	0,948	0,390	0,682	0,214	0,174	<b>0,707</b>
13	Jaguariúna	0,902	0,392	0,745	0,216	0,187	<b>0,703</b>
14	Botucatu	0,916	0,352	0,836	0,210	0,153	<b>0,700</b>

15	Sapucaí-Mirim*	0,591	0,224	0,916	1,000	0,214	<b>0,699</b>
16	Cosmópolis	0,818	0,424	0,832	0,207	0,145	<b>0,693</b>
17	Mogi Mirim	0,874	0,375	0,830	0,208	0,156	<b>0,690</b>
18	Nova Odessa	0,915	0,336	0,840	0,213	0,153	<b>0,689</b>
19	Indaiatuba	0,883	0,388	0,754	0,216	0,170	<b>0,689</b>
20	Limeira	0,885	0,359	0,837	0,208	0,151	<b>0,686</b>
21	Pedreira	0,930	0,310	0,787	0,181	0,267	<b>0,677</b>
22	Cordeirópolis	0,938	0,325	0,739	0,218	0,172	<b>0,671</b>
23	Sumaré	0,926	0,294	0,847	0,197	0,194	<b>0,670</b>
24	Hortolândia	0,957	0,296	0,763	0,215	0,168	<b>0,666</b>
25	Valinhos	0,845	0,355	0,850	0,209	0,154	<b>0,665</b>
26	Itu	0,941	0,307	0,743	0,213	0,180	<b>0,661</b>
27	Monte Mor	0,885	0,316	0,831	0,204	0,161	<b>0,653</b>
28	Vinhedo	0,788	0,420	0,718	0,220	0,181	<b>0,651</b>
29	Capivari	0,860	0,318	0,855	0,205	0,172	<b>0,650</b>
30	Mombuca	0,898	0,299	0,828	0,199	0,175	<b>0,649</b>
31	Santa Gertrudes	0,957	0,274	0,758	0,212	0,173	<b>0,648</b>
32	Rio das Pedras	0,899	0,294	0,843	0,209	0,145	<b>0,648</b>
33	Louveira	0,834	0,322	0,861	0,201	0,208	<b>0,647</b>
34	Dois Córregos	0,920	0,297	0,768	0,212	0,169	<b>0,646</b>
35	Santo Antônio de Posse	0,916	0,305	0,745	0,212	0,180	<b>0,645</b>
36	Tietê	0,815	0,354	0,832	0,208	0,165	<b>0,644</b>
37	Corumbataí	0,933	0,336	0,626	0,212	0,160	<b>0,640</b>
38	Torrinha	0,869	0,301	0,849	0,204	0,160	<b>0,639</b>
39	Charqueada	0,861	0,337	0,733	0,214	0,194	<b>0,637</b>
40	Bragança Paulista	0,853	0,302	0,855	0,209	0,162	<b>0,634</b>
41	Saltinho	0,865	0,290	0,856	0,204	0,161	<b>0,631</b>
42	Rafard	0,952	0,217	0,845	0,207	0,161	<b>0,625</b>
43	Amparo	0,755	0,349	0,875	0,187	0,212	<b>0,622</b>
44	Ipeúna	0,821	0,331	0,747	0,209	0,199	<b>0,614</b>
45	Artur Nogueira	0,849	0,275	0,858	0,200	0,156	<b>0,610</b>
46	Itatiba	0,848	0,280	0,819	0,195	0,172	<b>0,603</b>
47	Atibaia	0,762	0,333	0,779	0,211	0,239	<b>0,600</b>
48	Elias Fausto	0,855	0,252	0,858	0,201	0,163	<b>0,598</b>
49	Extrema*	0,643	0,407	0,882	0,208	0,152	<b>0,597</b>
50	Itirapina	0,769	0,368	0,709	0,216	0,162	<b>0,595</b>
51	Iracemópolis	0,998	0,152	0,773	0,215	0,164	<b>0,585</b>
52	Itupeva	0,671	0,343	0,902	0,172	0,270	<b>0,585</b>
53	Serra Negra	0,647	0,409	0,805	0,210	0,168	<b>0,583</b>
54	Várzea Paulista	0,945	0,243	0,553	0,230	0,217	<b>0,575</b>
55	Rio Claro	0,989	0,421	0,000	0,222	0,198	<b>0,566</b>
56	Bom Jesus dos Perdões	0,619	0,387	0,877	0,183	0,174	<b>0,565</b>
57	Santa Maria da Serra	0,728	0,318	0,820	0,191	0,132	<b>0,553</b>
58	Camanducaia*	0,613	0,366	0,800	0,238	0,216	<b>0,550</b>
59	Cabreúva	0,664	0,283	0,852	0,198	0,138	<b>0,504</b>
60	Itapeva*	0,465	0,310	0,932	0,308	0,198	<b>0,481</b>
61	Morungaba	0,914	0,236	0,323	0,190	0,130	<b>0,457</b>
62	Socorro	0,594	0,274	0,811	0,183	0,202	<b>0,455</b>
63	Joanópolis	0,523	0,320	0,911	0,196	0,074	<b>0,454</b>
64	Vargem	0,389	0,198	1,000	0,000	1,000	<b>0,443</b>
65	Piracaia	0,435	0,343	0,923	0,199	0,079	<b>0,427</b>
66	Tuiuti	0,590	0,203	0,898	0,190	0,198	<b>0,427</b>
67	Pinhalzinho	0,631	0,207	0,821	0,166	0,194	<b>0,423</b>
68	Jarinu	0,359	0,344	0,938	0,219	0,171	<b>0,413</b>

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: Elaboração própria.

É possível verificar a colocação dos municípios das Bacias PCJ e o respectivo ISB – classificação coroplética (Tabela 18). Na classificação, segundo o ISB, os municípios que apresentam melhores condições de saneamento básico nas Bacias PCJ estão em cor verde, ou seja, que ocupam as primeiras posições: Águas de São Pedro (1,000), Campinas (0,904) e Piracicaba (0,831). Já os municípios mais vulneráveis com relação ao saneamento básico estão entre as posições 74 a 76 – Toledo (0,175), Mairiporã (0,131) e Nazaré Paulista (0,000).

Conforme os cinco fatores extraídos, é possível concluir que os municípios que possuem as melhores classificações, não necessariamente conseguem obter boa colocação individualmente para determinados fatores (dimensões). 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. De forma geral, é possível observar 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 um comportamento semelhante dentre a maioria dos municípios. Isso pode estar relacionado ao fato de os municípios possuírem níveis de serviços similares (valores próximos de 1). No entanto, nas dimensões de 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.

Outrossim, o *Ranking* de saneamento básico classifica os municípios das Bacias PCJ de forma quantitativa, e possibilita comparar os municípios que possuem características semelhantes, além de possibilitar a visualização dos dados por dimensão (Fatores). Somado a isso, a variação coroplética facilita identificar os municípios com melhor e pior desempenho, onde a cor verde mostra boa situação das dimensões de saneamento básico, e a cor vermelha evidencia que o município tem muitos pontos a melhorar.

Cabe salientar que, consoante o estudo do ITB (2021b), 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. Como citado anteriormente no referencial teórico, o *Ranking* do ITB (2021b) analisou um grupo de indicadores referentes às dimensões de (i) abastecimento de água e (ii) esgotamento sanitário para as 100 maiores cidades brasileiras, e logo após o ranqueamento, onde os municípios que ocupam 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 os 1.670 municípios brasileiros estão da universalização com relação às dimensões de (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 quantitativamente 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). Lopes *et al.* (2021) frisam que o monitoramento dos recursos hídricos é importante para fornecer dados no recorte geográfico de BH. Além disso, o monitoramento das informações possibilita a detecção de determinadas alterações espaço-temporais a fim de auxiliar no processo de tomada de decisão concernente a gestão da água. Dessa forma, sugere-

se também a classificação dos municípios das Bacias PCJ segundo as tipologias abordadas pelo IBGE (2010).

**Quadro 18.** 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: Elaboração própria.

Como resultados, a Tabela 19 apresenta o *Ranking* da Tipologia A, similarmente a Tabela 20 a Tipologia B, Tabela 21 Tipologia C e por fim a Tabela 22 da Tipologia D. O agrupamento dos municípios segundo as Tipologias evita comparar condições diferentes existentes entre os municípios.

**Tabela 19.** ISB dos municípios das Bacias PCJ – Tipologia A.

Ranking	Municípios	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	ISB
1	Águas de São Pedro	0,662	1,000	0,689	0,230	0,187	<b>1,000</b>
2	Holambra	0,781	0,621	0,746	0,214	0,196	<b>0,803</b>
3	Monte Alegre do Sul	0,544	0,634	0,876	0,186	0,203	<b>0,708</b>
4	Sapucaí-Mirim*	0,591	0,224	0,916	1,000	0,214	<b>0,699</b>
5	Mombuca	0,898	0,299	0,828	0,199	0,175	<b>0,649</b>
6	Tietê	0,815	0,354	0,832	0,208	0,165	<b>0,644</b>
7	Corumbataí	0,933	0,336	0,626	0,212	0,160	<b>0,640</b>
8	Torrinha	0,869	0,301	0,849	0,204	0,160	<b>0,639</b>
9	Charqueada	0,861	0,337	0,733	0,214	0,194	<b>0,637</b>
10	Saltinho	0,865	0,290	0,856	0,204	0,161	<b>0,631</b>
11	Rafard	0,952	0,217	0,845	0,207	0,161	<b>0,625</b>
12	Ipeúna	0,821	0,331	0,747	0,209	0,199	<b>0,614</b>
13	Elias Fausto	0,855	0,252	0,858	0,201	0,163	<b>0,598</b>
14	Itirapina	0,769	0,368	0,709	0,216	0,162	<b>0,595</b>
15	Santa Maria da Serra	0,728	0,318	0,820	0,191	0,132	<b>0,553</b>
16	Itapeva*	0,465	0,310	0,932	0,308	0,198	<b>0,481</b>
17	Morungaba	0,914	0,236	0,323	0,190	0,130	<b>0,457</b>
18	Joanópolis	0,523	0,320	0,911	0,196	0,074	<b>0,454</b>
19	Vargem	0,389	0,198	1,000	0,000	1,000	<b>0,443</b>
20	Tuiuti	0,590	0,203	0,898	0,190	0,198	<b>0,427</b>
21	Pinhalzinho	0,631	0,207	0,821	0,166	0,194	<b>0,423</b>
22	Anhembi	0,868	0,267	0,041	0,207	0,212	<b>0,395</b>
23	Analândia	0,796	0,000	0,843	0,188	0,127	<b>0,364</b>
24	Pedra Bela	0,430	0,190	0,826	0,156	0,210	<b>0,299</b>
25	Toledo*	0,259	0,359	0,145	0,253	0,280	<b>0,175</b>
26	Nazaré Paulista	0,000	0,296	0,484	0,178	0,000	<b>0,000</b>

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 20.** ISB dos municípios das Bacias PCJ – Tipologia B.

<b>Ranking</b>	<b>Municípios</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>ISB</b>
1	<b>Brotas</b>	0,907	0,420	0,698	0,217	0,177	<b>0,711</b>
2	<b>São Pedro</b>	0,948	0,390	0,682	0,214	0,174	<b>0,707</b>
3	<b>Pedreira</b>	0,930	0,310	0,787	0,181	0,267	<b>0,677</b>
4	<b>Cosmópolis</b>	0,818	0,424	0,832	0,207	0,145	<b>0,693</b>
5	<b>Santa Gertrudes</b>	0,957	0,274	0,758	0,212	0,173	<b>0,648</b>
6	<b>Rio das Pedras</b>	0,899	0,294	0,843	0,209	0,145	<b>0,648</b>
7	<b>Louveira</b>	0,834	0,322	0,861	0,201	0,208	<b>0,647</b>
8	<b>Dois Córregos</b>	0,920	0,297	0,768	0,212	0,169	<b>0,646</b>
9	<b>Santo Antônio de Posse</b>	0,916	0,305	0,745	0,212	0,180	<b>0,645</b>
10	<b>Extrema*</b>	0,643	0,407	0,882	0,208	0,152	<b>0,597</b>
11	<b>Iracemópolis</b>	0,998	0,152	0,773	0,215	0,164	<b>0,585</b>
12	<b>Serra Negra</b>	0,647	0,409	0,805	0,210	0,168	<b>0,583</b>
13	<b>Bom Jesus dos Perdões</b>	0,619	0,387	0,877	0,183	0,174	<b>0,565</b>
14	<b>Camanducaia*</b>	0,613	0,366	0,800	0,238	0,216	<b>0,550</b>
15	<b>Cabreúva</b>	0,664	0,283	0,852	0,198	0,138	<b>0,504</b>
16	<b>Socorro</b>	0,594	0,274	0,811	0,183	0,202	<b>0,455</b>
17	<b>Piracaiá</b>	0,435	0,343	0,923	0,199	0,079	<b>0,427</b>
18	<b>Jarinu</b>	0,359	0,344	0,938	0,219	0,171	<b>0,413</b>
19	<b>Engenheiro Coelho</b>	0,890	0,209	0,043	0,201	0,211	<b>0,364</b>

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 21.** ISB dos municípios das Bacias PCJ – Tipologia C.

<b>Ranking</b>	<b>Municípios</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>ISB</b>
1	<b>Jaguariúna</b>	0,902	0,392	0,745	0,216	0,187	<b>0,703</b>
2	<b>Cordeirópolis</b>	0,938	0,325	0,739	0,218	0,172	<b>0,671</b>
3	<b>Mogi Mirim</b>	0,874	0,375	0,830	0,208	0,156	<b>0,690</b>
4	<b>Nova Odessa</b>	0,915	0,336	0,840	0,213	0,153	<b>0,689</b>
5	<b>Monte Mor</b>	0,885	0,316	0,831	0,204	0,161	<b>0,653</b>
6	<b>Vinhedo</b>	0,788	0,420	0,718	0,220	0,181	<b>0,651</b>
7	<b>Capivari</b>	0,860	0,318	0,855	0,205	0,172	<b>0,650</b>
8	<b>Amparo</b>	0,755	0,349	0,875	0,187	0,212	<b>0,622</b>
9	<b>Artur Nogueira</b>	0,849	0,275	0,858	0,200	0,156	<b>0,610</b>
10	<b>Itupeva</b>	0,671	0,343	0,902	0,172	0,270	<b>0,585</b>
11	<b>Campo Limpo Paulista</b>	0,697	0,317	0,059	0,218	0,144	<b>0,329</b>

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 22.** ISB dos municípios das Bacias PCJ – Tipologia D.

<b>Ranking</b>	<b>Municípios</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>ISB</b>
1	<b>Campinas</b>	1,000	0,390	0,543	0,386	0,935	<b>0,904</b>
2	<b>Piracicaba</b>	0,952	0,464	0,674	0,259	0,453	<b>0,831</b>
3	<b>Jundiaí</b>	0,900	0,440	0,745	0,219	0,176	<b>0,736</b>
4	<b>Americana</b>	0,948	0,379	0,730	0,228	0,214	<b>0,725</b>
5	<b>Salto</b>	0,911	0,383	0,834	0,211	0,155	<b>0,719</b>
6	<b>Santa Bárbara d'Oeste</b>	0,942	0,362	0,825	0,211	0,155	<b>0,718</b>
7	<b>Paulínia</b>	0,905	0,378	0,837	0,211	0,150	<b>0,712</b>
8	<b>Botucatu</b>	0,916	0,352	0,836	0,210	0,153	<b>0,700</b>
9	<b>Indaiatuba</b>	0,883	0,388	0,754	0,216	0,170	<b>0,689</b>
10	<b>Limeira</b>	0,885	0,359	0,837	0,208	0,151	<b>0,686</b>

<b>11</b>	<b>Sumaré</b>	0,926	0,294	0,847	0,197	0,194	<b>0,670</b>
<b>12</b>	<b>Hortolândia</b>	0,957	0,296	0,763	0,215	0,168	<b>0,666</b>
<b>13</b>	<b>Valinhos</b>	0,845	0,355	0,850	0,209	0,154	<b>0,665</b>
<b>14</b>	<b>Itu</b>	0,941	0,307	0,743	0,213	0,180	<b>0,661</b>
<b>15</b>	<b>Bragança Paulista</b>	0,853	0,302	0,855	0,209	0,162	<b>0,634</b>
<b>16</b>	<b>Itatiba</b>	0,848	0,280	0,819	0,195	0,172	<b>0,603</b>
<b>17</b>	<b>Atibaia</b>	0,762	0,333	0,779	0,211	0,239	<b>0,600</b>
<b>18</b>	<b>Várzea Paulista</b>	0,945	0,243	0,553	0,230	0,217	<b>0,575</b>
<b>19</b>	<b>Rio Claro</b>	0,989	0,421	0,000	0,222	0,198	<b>0,566</b>
<b>20</b>	<b>Mairiporã</b>	0,398	0,260	0,118	0,210	0,130	<b>0,131</b>

Fonte: Elaboração própria.

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.

Por mais que existem 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.

### 4.3. Distribuição do ISB e dos Fatores

A fim de melhorar a compreensão das condições dos serviços de saneamento básico nas Bacias PCJ foram confeccionados os mapas a partir do *Software* Philcarto (versão x86) para cada Fator, visando facilitar o processo de interpretação no mapeamento dos recortes geográficos estudados.

Nessa pesquisa a classificação ocorre segundo os quartis, isolando as duas classes extremas. As classes definidas são: mínimo; 5º percentil; 1º quartil; média; 3º quartil; 95º

percentil e máximo. Em síntese, essa classificação possibilita apartar os 5% das unidades espaciais dos menores valores e dos maiores valores (GIRARD, 2007).

Com base nas estatísticas descritivas, os fatores e o ISB final permitem determinar a classificação do saneamento básico para cada município das Bacias PCJ. As classes escolhidas são baseadas naquelas usadas para representação gráfica do *Software* Philcarto (Figura 9).

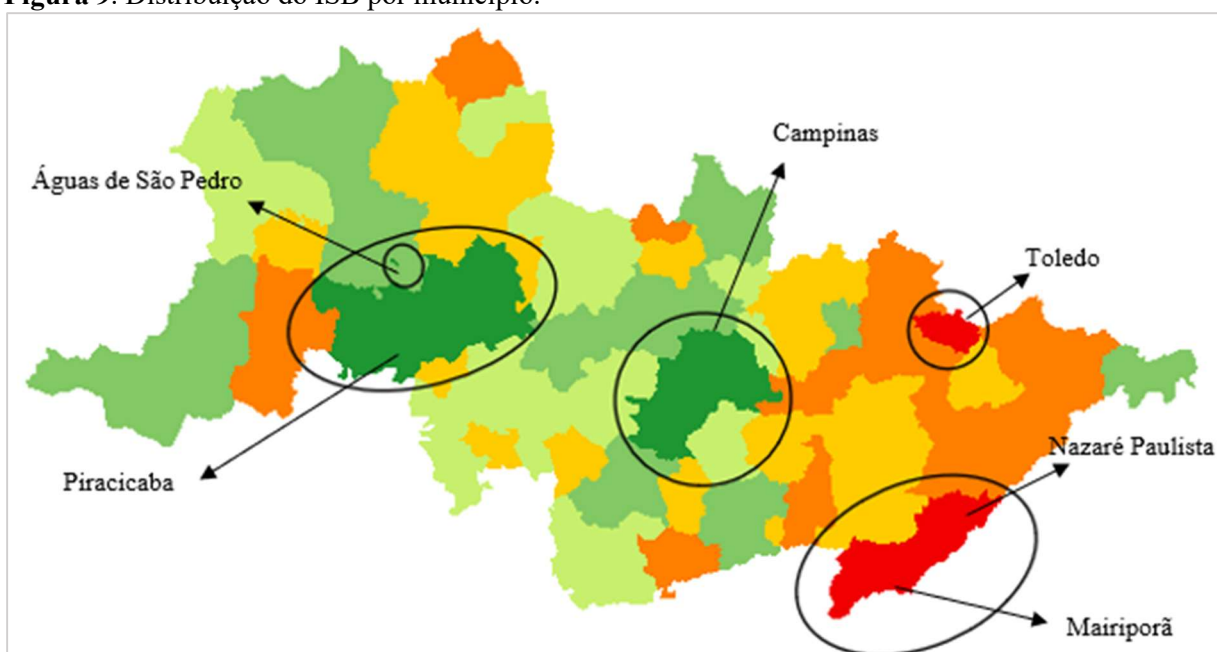
A apresentação dos limites de classificação, bem como os limites inferiores (inf.) e superiores (sup.) de cada classe estão descritos na Tabela 23. A frequência de municípios para cada classe são: Muito Alto (3); Alto (16); Mediano (19); Baixo (19); Muito Baixo (16), e Extremamente Baixo (3).

**Tabela 23.** Valores de referência para os Fatores e para o ISB.

Classificação	Limites											
	Fator 1		Fator 2		Fator 3		Fator 4		Fator 5		ISB	
	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
<b>Muito Alto</b>	0,989	1,000	0,621	1,000	0,932	1,000	0,308	1,000	0,453	1,000	0,831	1,000
<b>Alto</b>	0,916	0,957	0,378	0,464	0,852	0,923	0,216	0,259	0,199	0,280	0,689	0,803
<b>Mediano</b>	0,860	0,915	0,325	0,375	0,821	0,850	0,210	0,215	0,173	0,198	0,639	0,686
<b>Baixo</b>	0,664	0,855	0,290	0,322	0,739	0,820	0,199	0,209	0,156	0,172	0,553	0,637
<b>Muito Baixo</b>	0,389	0,662	0,198	0,283	0,059	0,733	0,172	0,198	0,127	0,155	0,299	0,550
<b>Extremamente Baixo</b>	0,000	0,359	0,000	0,190	0,000	0,043	0,000	0,166	0,000	0,079	0,000	0,175

Fonte: Elaboração própria a partir do *Software* Philcarto.

**Figura 9.** Distribuição do ISB por município.



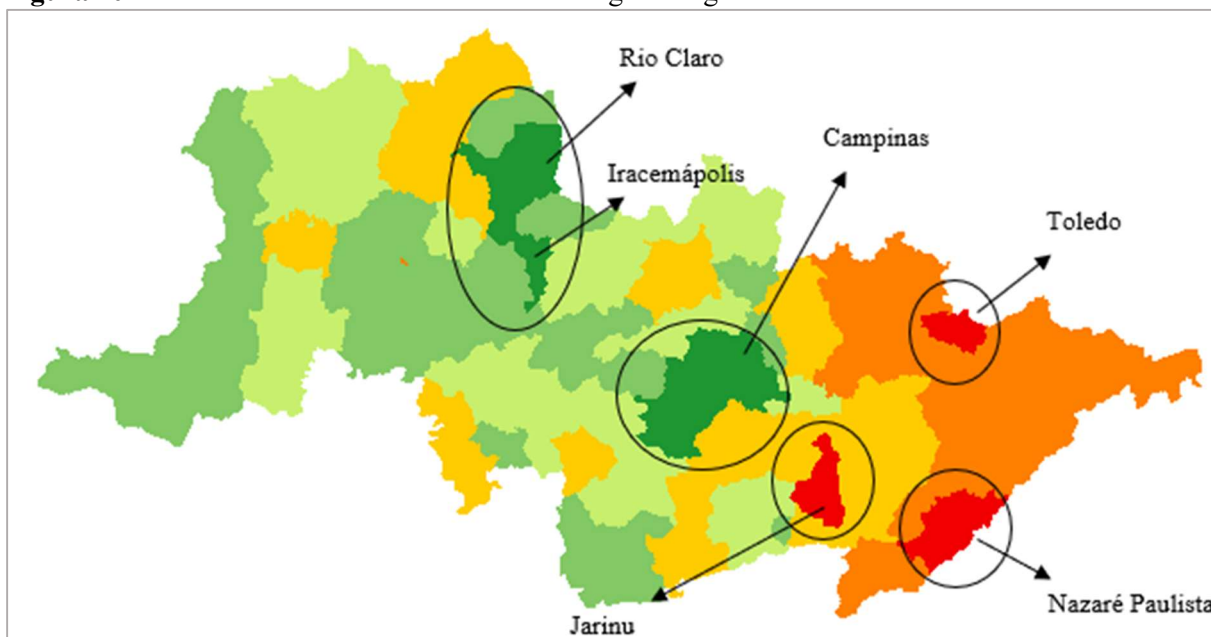
Fonte: Elaboração própria a partir do *Software* Philcarto.



A Figura 9 mostra o ISB de forma espacializada e ilustra a situação dos municípios das Bacias PCJ de acordo com sua respectiva classificação. Percebe-se que há um expressivo número de municípios entre as classificações Mediano, Alto e Muito Alto. Os municípios de Águas de São Pedro (1,000), Campinas (0,904) e Piracicaba (0,831) são os que possuem classificação “Muito Alto”. Contudo, os municípios de Toledo (0,175), Mairiporã (0,131) e Nazaré Paulista (0,000) possuem as piores condições do saneamento básico, enquadrados como “Extremamente Baixo”, mostrando-se como os municípios das Bacias PCJ mais vulneráveis em termos de saneamento básico.

Segundo Sugahara, Guedes e Ferreira (2023) o município de Campinas ocupante da segunda posição apresentou ritmo constante de melhora para todas as dimensões do saneamento básico durante o período de 2015 a 2019. Para os autores, as diretrizes e ações alinhadas ao plano diretor municipal acrescidas das metas do Plansab podem ter fomentado esse resultado. Nas Figuras 10 a 14, apresenta-se a distribuição por Fator.

**Figura 10.** Fator 1 - Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário.



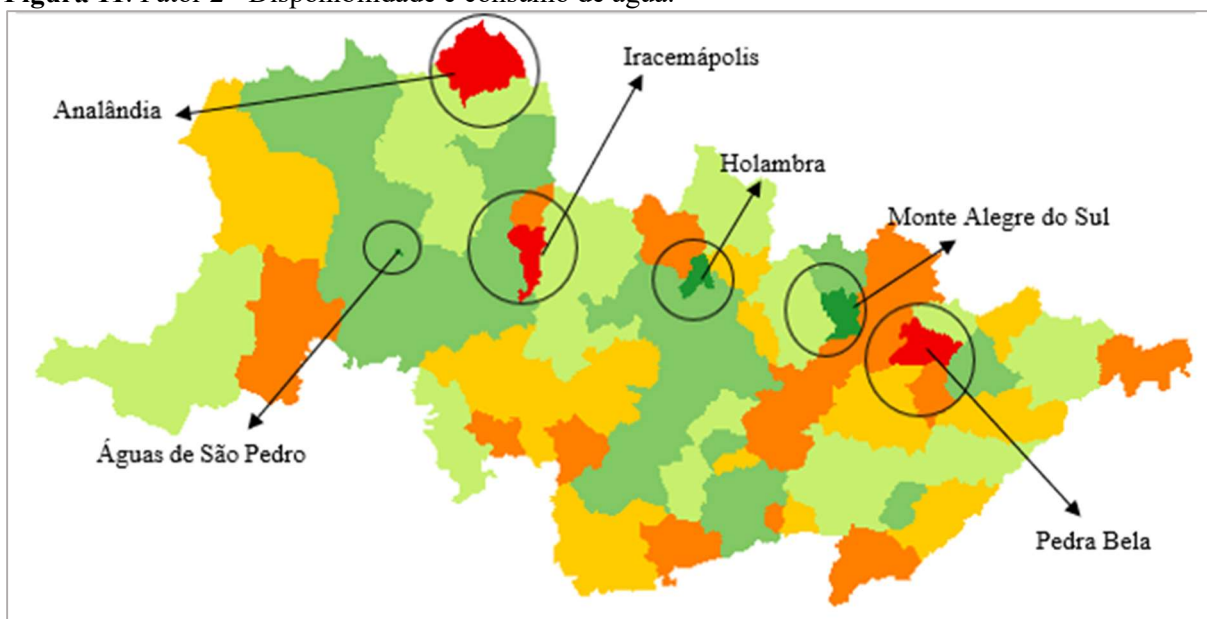
Fonte: Elaboração própria a partir do *Software* Philcarto.

Os municípios de Campinas (1,000), Iracemápolis (0,998) e Rio Claro (0,989) apresentaram as melhores condições de Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário para o Fator 1 (Figura 10). É possível observar que os municípios classificados como “Baixo”, “Muito Baixo” e “Extremamente Baixo” estão entre 0,000 (limite inferior) e 0,855 (limite superior). Além disso, é perceptível que os municípios mais vulneráveis estão concentrados ao Sudeste das Bacias PCJ e demonstram um comportamento que destoam dos

demais. Dentre os municípios atendidos pelas Bacias PCJ, Nazaré Paulista (0,000), Toledo (0,256) e Jarinu (0,359) têm mais pontos a melhorar em comparação aos demais.

Cabe destacar que o Fator 1 é o que captura o maior número de informações na amostra, e por isso, o Fator 1 que consegue explicar o maior percentual da variância total dos dados, isto é, o Fator 1 engloba a maioria dos municípios das Bacias PCJ em relação aos aspectos do saneamento básico.

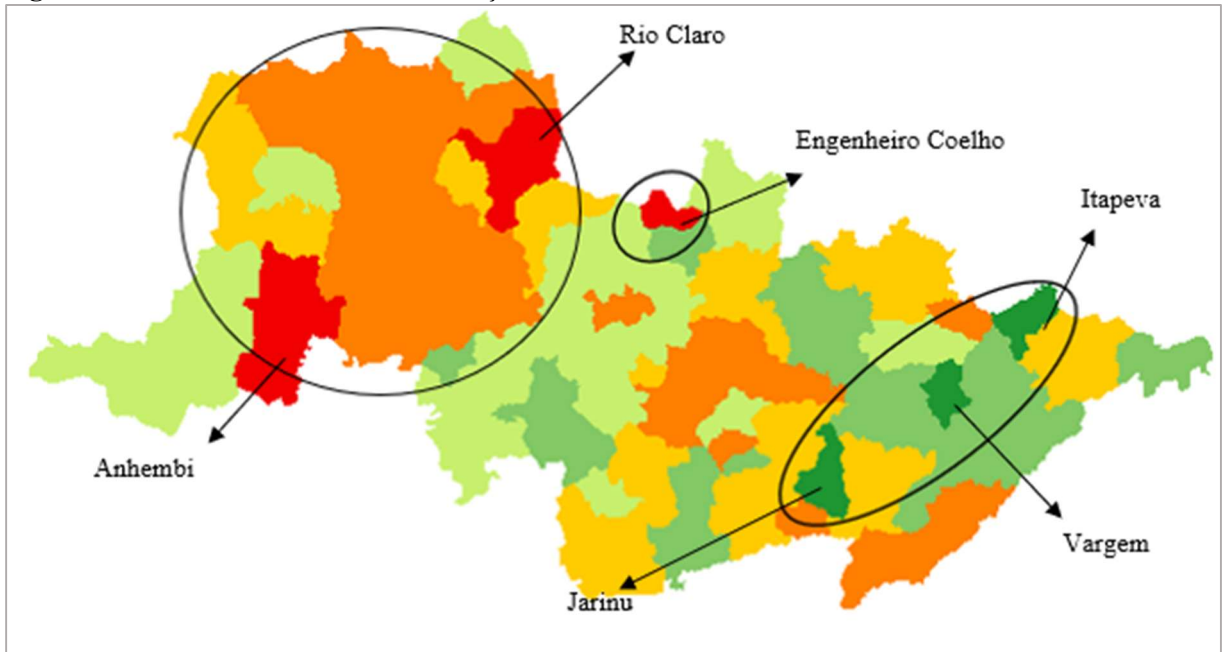
**Figura 11.** Fator 2 - Disponibilidade e consumo de água.



Fonte: Elaboração própria a partir do *Software Philcarto*.

O Fator 2 congrega especificamente variáveis relacionadas ao abastecimento de água: Proporção do volume de água produzido; Proporção do volume de água consumido; Proporção do volume de água faturado e Consumo médio *per capita* de água. Os municípios que apresentaram valores entre os limites 0,000 e 0,190 (Extremamente Baixo) são Analândia (0,000), Iracemápolis (0,152) e Pedra Bela (0,190), ou seja, dentre os municípios elencados no Fator 2, esses são os que merecem maior atenção no tocante à Disponibilidade e consumo de água. Já os municípios de Águas de São Pedro (1,000), Monte Alegre do Sul (0,634) e Holambra (0,621) mostraram melhor desempenho (Muito Alto). Observa-se ao Noroeste das Bacias PCJ a existência de municípios com melhores condições nesse fator (Figura 11).

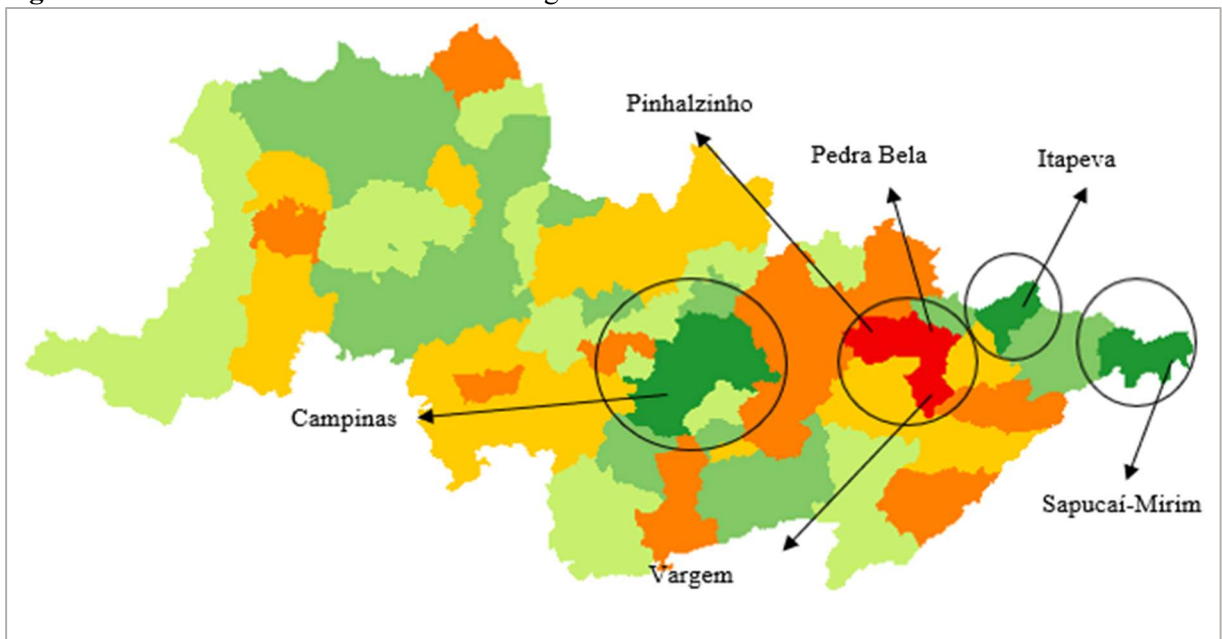
**Figura 12.** Fator 3 - Cobertura do serviço de coleta de RDO.



Fonte: Elaboração própria a partir do *Software* Philcarto.

Quanto ao Fator 3 (Figura 12), nota-se na marcação circular uma concentração de municípios classificados como Baixo e Muito Baixo. Os municípios de Rio Claro (0,000), Anhembi (0,041) e Engenheiro Coelho (0,043) apresentaram valores mais baixos nesse Fator. Em contrapartida, Vargem (1,000), Jarinu (0,938) e Itapeva (0,932) mostraram situação inversa, demonstrando melhores condições para a Cobertura do serviço de coleta de RDO dentre os municípios atendidos pelas Bacias PCJ.

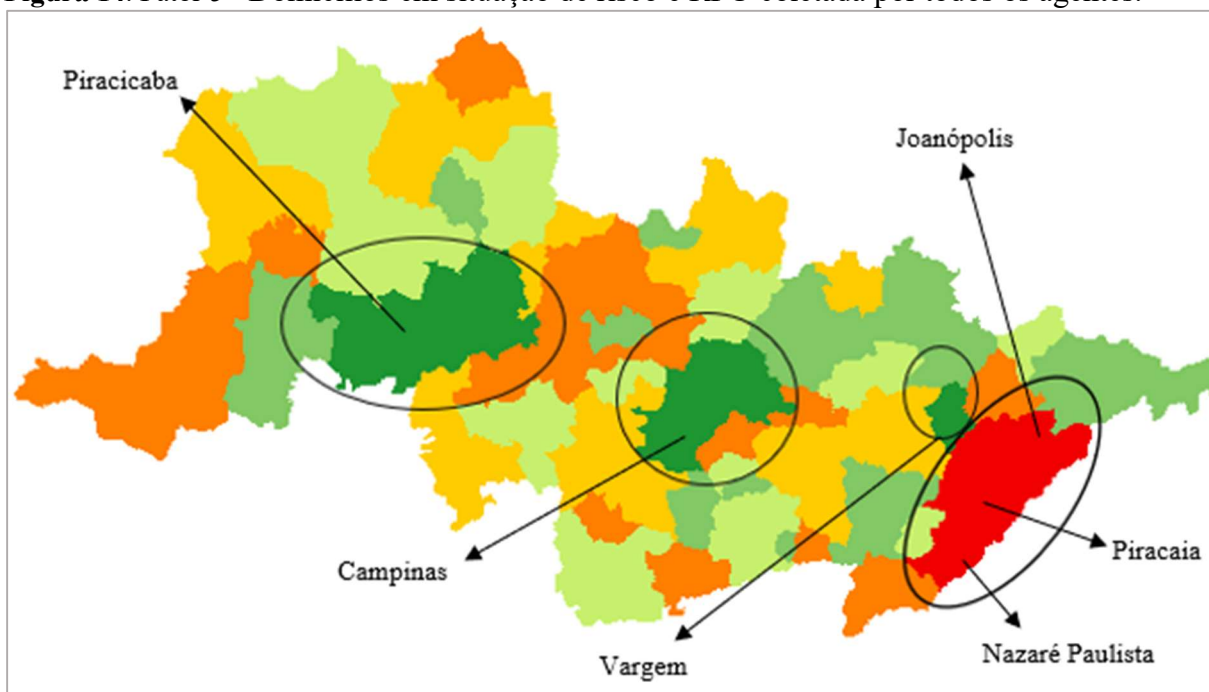
**Figura 13.** Fator 4 - Cobertura de coleta de esgoto.



Fonte: Elaboração própria a partir do *Software* Philcarto.

O Fator 4 (Figura 13) abrange apenas a variável de Índice de coleta de esgoto. Nesse sentido, nota-se que os municípios que apresentaram os piores índices estão concentrados na área central das Bacias PCJ (vermelho): Vargem (0,000), Pedra Bela (0,156) e Pinhalzinho (0,166). Os melhores índices para o Fator foram obtidos para os municípios de Sapucaí-Mirim (1,000), Campinas (0,386) e Itapeva (0,308).

**Figura 14.** Fator 5 - Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes.



Fonte: Elaboração a partir do *Software Philcarto*.

Os municípios com os melhores índices para o Fator 5 são Vargem (1,000) Campinas (0,935) e Piracicaba (0,453). Já os municípios que necessitam direcionar esforços para os Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes são Nazaré Paulista (0,000), Joanópolis (0,074) e Piracaia (0,079).

#### 4.4. Saneamento Básico nas Bacias PCJ

Em termos de abastecimento de água nas Bacias PCJ, cerca de 51% dos sistemas são operados pelos municípios das Bacias PCJ, sendo 43% por companhias estaduais e 6% por empresas privadas (COMITÊS PCJ, 2020). A Tabela 24 mostra a evolução do abastecimento de água dos municípios inseridos nas Bacias PCJ no período 2014 a 2018.

**Tabela 24.** Evolução do abastecimento de água dos municípios inseridos nas Bacias PCJ entre 2014 e 2018, e classificação de referência.

Ano	Índice de atendimento urbano de água (%)
2014	97,7
2015	97,8
2016	98,0
2017	98,3
2018	98,4
Classificação	
Ruim	< 80%
Regular	≥ 80% e < 95%
Bom	≥ 95%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Comitês PCJ (2021).

Observa-se que no período de 2014 a 2018 os municípios inseridos nas Bacias PCJ apresentaram um cenário considerado “Bom”, com incremento de 0,7% no ano de 2018 em relação ao de 2014. No entanto, uma pequena parte dos municípios apresenta nível considerado “Ruim” de atendimento, como no caso de Campo Limpo Paulista (79,4%), Nazaré Paulista (46,2%) e Piracaia (67,4%). Por outro lado, Várzea Paulista (94%), Jarinu (85,2%) e Santa Maria da Serra (92,1%) mostram nível “Regular” de atendimento (COMITÊ PCJ, 2021).

É importante destacar que cerca de 33 municípios apresentaram índice de perda maior que 30%. A maioria dos municípios das Bacias PCJ apresentam perdas de água “Regular” e/ou “Ruim”. Segundo os Comitês PCJ (2021) do total (30%), 15% apresentam perdas superiores a 40%, como, por exemplo: Rio das Pedras (60,3%), Tuiuti (57,2%), Piracicaba (49,6%) e Sumaré (41,2%). Nota-se que apesar de o índice de atendimento urbano ser consideravelmente “Bom”, os índices de perdas possuem níveis extremamente altos.

Apesar de os índices de abastecimento de água serem relativamente confortáveis na região das Bacias PCJ, essa situação não se repete quanto à disponibilidade *per capita* (Tabela 25).

**Tabela 25.** Disponibilidade das águas dos municípios inseridos nas Bacias PCJ entre 2015 e 2019, e classificação de referência.

Ano	Disponibilidade <i>per capita</i> – Vazão média em relação à população total (m <sup>3</sup> /hab.ano)
2015	1.000,97
2016	990,92
2017	980,96
2018	971,08
2019	961,29
Classificação	
Ruim	≥ 1.500 m <sup>3</sup> /hab.ano
Regular	entre 1.500 e 2.500 m <sup>3</sup> /hab.ano
Bom	>2.500 m <sup>3</sup> /hab.ano

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Comitês PCJ (2021).

Embora a região das Bacias PCJ possuam um significativo número de mananciais superficiais, percebe-se que persiste uma redução de disponibilidade *per capita*, em 2015 a disponibilidade era de 1.000,97 m<sup>3</sup>/hab.ano passando para 961,29 m<sup>3</sup>/hab.ano em 2019, expondo uma redução de 39,68 m<sup>3</sup>/hab.ano, tipificando essa situação como crítica, haja vista, que o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo adota o limite de 1.500 m<sup>3</sup>/hab.ano de disponibilidade *per capita* (COMITÊS PCJ, 2021).

Nas Bacias PCJ, 45% dos sistemas de esgotamento sanitário são operados pelos municípios. Nesse caso, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) são responsáveis por 41% desses serviços, e o restante é operado por empresas privadas e mistas (COMITÊ PCJ, 2020). A evolução do esgotamento sanitário pode ser observada no Tabela 26.

**Tabela 26.** Evolução do esgotamento sanitário dos municípios inseridos nas Bacias PCJ, entre 2015 e 2019, e respectiva classificação.

Ano	Esgoto coletado (%)	Esgoto tratado (%)	Esgoto reduzido (%)
2015	93,0	72,6	64,6
2016	91,0	73,1	64,9
2017	92,2	76,1	67,9
2018	93,3	76,8	67,0
2019	93,3	77,8	66,6
Classificação – Esgoto coletado e Tratado			
<b>Ruim</b>	< 50 %		
<b>Regular</b>	≥ 50% e < 90%		
<b>Bom</b>	≥ 80%		
Eficiência – Esgoto reduzido			
<b>Ruim</b>	< 50 %		
<b>Regular</b>	≥ 50% e < 80%		
<b>Bom</b>	≥ 80%		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Comitês PCJ (2021).

O índice de esgoto coletado apresentou média de 92,5%, com destaque para o ano de 2019 que alcançou o patamar de 93,3%, considerado “Bom”. No entanto, esse cenário não se reflete quanto ao tratamento de esgoto. No ano de 2015 foi apresentado 72,6%, e para o ano de 2019 constatou um acréscimo de 5,2%, alcançando 77,8%, considerado “Regular”. A evolução mais expressiva ocorreu entre o ano de 2016 e 2017, que passou de 73,1% para 76,1%, respectivamente para o tratamento de esgoto. Além disso, cabe salientar que as Bacias PCJ ainda não alcançaram o índice de 80% para se enquadrar no nível “Bom”.

Com um cenário semelhante, a eficiência dos sistemas de esgotamento sanitário também está classificado como “Regular”. O Índice de eficiência apresentou decréscimo de 0,4% de 2018 para 2019. Apenas 21 municípios das Bacias PCJ conquistaram o nível “Bom”, ou seja, alcançaram eficiência acima de 80%, como Saltinho (97%), Nova Odessa (94,5%), Rio Claro (89,9%) e Jundiaí (87,4%). No que lhe concerne, os municípios de São Pedro (9,2%), Nazaré Paulista (11,6%), Jarinu (17,9%) e Sumaré (20%) são os que apresentam os piores índices para eficiência dos sistemas de esgotamento sanitário (COMITÊS PCJ, 2021). Segundo o estudo realizado por Bega *et al.* (2021) a expansão da rede de esgotamento sanitário não acompanha o crescimento populacional da região das Bacias PCJ, contudo, existem melhorias do tratamento.

Com relação à LUMRS nas Bacias PCJ, a Tabela 26 traz a evolução do indicador considerando a disposição dos resíduos.

**Tabela 27.** Evolução do manejo de resíduos sólidos dos municípios inseridos nas Bacias PCJ, entre 2015 e 2019, e classificação de referência.

Ano	Resíduo sólido urbano disposto em aterro enquadrado como adequado (%)
2015	99,7
2016	96,4
2017	100,0
2018	96,5
2019	96,6
Classificação	
Ruim	< 50%
Regular	≥ 50% e < 90%
Bom	≥ 90%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Comitês PCJ (2021).

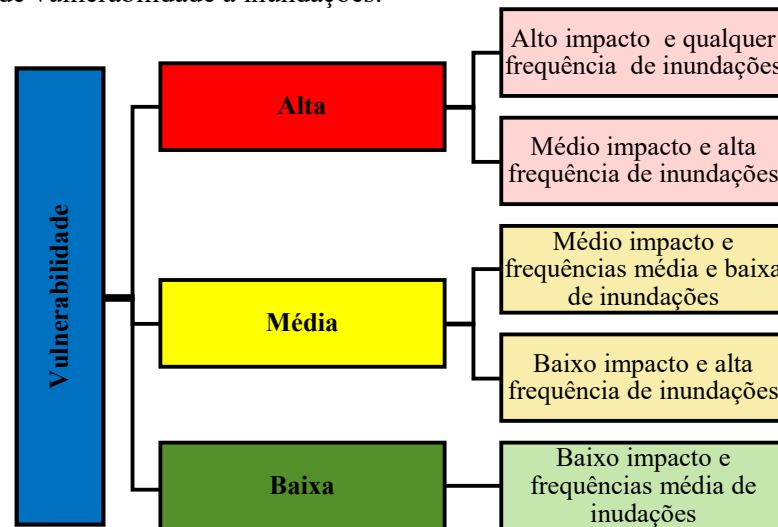
É possível notar (Tabela 27) que o índice de disposição adequada dos resíduos sólidos permaneceu acima dos 90% “Bom” para o período de 2015 a 2019. Em 2017, atingiu o patamar de 100%, entretanto, no ano de 2018 e 2019 pode-se perceber um decréscimo de 3,5% e 3,6, respectivamente. O indicador resíduos sólidos apresenta melhor desempenho comparado aos indicadores das demais dimensões de saneamento descritas no relatório dos Comitês PCJ (2021).

Do ponto de vista da LUMRS, a Sub-bacia Piracicaba concentra a maior geração de resíduos sólidos, os municípios de Campinas, Piracicaba e Sumaré são os maiores responsáveis por essa geração (COMITÊS PCJ, 2020). O município de Campinas, por exemplo, é apontado pela Abrelpe (2021) como produtor diário de 862,49 toneladas de resíduos e geração média *per capita* de 0,732 kg/dia.hab., remetendo-se o expressivo volume às densas atividades econômicas e demográficas.

Contudo, apesar da Sub-bacia Piracicaba ser detentora dos maiores índices de geração de resíduo sólido, a maioria dos resíduos gerados nas Bacias PCJ é destinado à Sub-bacia Atibaia, devido ao aterro sanitário do município de Paulínia (COMITÊS PCJ, 2020).

Ao que concerne ao manejo e drenagem das águas pluviais urbanas, a Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos (SUM) da ANA desenvolveu o Atlas de Vulnerabilidade a Inundação (ANA, 2014a), a ferramenta tem por objetivo identificar as ocorrências e os possíveis impactos em Bacias Hidrográficas no cenário brasileiro. No mencionado documento foi elaborada uma matriz de vulnerabilidade a partir dos dados das frequências das ocorrências em formato *geodatabase* para os Estados de São Paulo e Minas Gerais, como descrito na Figura 15.

**Figura 15.** Matriz de vulnerabilidade a inundações.



Fonte: Elaborado a partir da ANA (2014a).

A matriz de vulnerabilidade a inundações (Figura 15) aponta que os principais problemas exacerbados pelo processo de urbanização na região das Bacias PCJ estão vinculados às enchentes, inundações e alagamentos.

Com base nos dados da ANA (2014b) foram identificados 39 trechos em 27 cursos de água que estavam em situação de vulnerabilidade a inundações, onde dois encontravam-se em situação de alta vulnerabilidade, 19 em média e 18 em baixa vulnerabilidade (COMITÊS PCJ, 2020).

Dentre os trechos com maior vulnerabilidade estão as Sub-bacias Camanducaia e Jaguari. Na parcela mineira das Bacias PCJ o impacto é médio, porém com alta frequência de inundações, como no caso da Sub-bacia Atibaia. Os municípios que tiveram maior frequência de alagamentos, inundações e enchentes foram: Atibaia (Rio Atibaia e Rio Jundiáí), Campinas



(Ribeirão Anhumas), Capivari (Rio Capivari), Bragança Paulista (Ribeirão Lava Pés), Rio Claro (Ribeirão Claro) e Sumaré (Ribeirão Quilombo e Ribeirão Jacaba). Considerando os dados apresentados na Matriz de vulnerabilidade a inundações, acredita-se que o processo de urbanização tenha contribuído para fomentar esses problemas.

Diante desse contexto, no próximo tópico é apresentado as especificidades dos municípios de Águas de São Pedro e Nazaré Paulista, a fim de exemplificar os aspectos que contribuíram para o saneamento básico desses municípios.

#### **4.5. Águas de São Pedro**

O município de Águas de São Pedro é o segundo menor município do Brasil com cerca de 3,6 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 974,81hab/km<sup>2</sup> localizado no centro do Estado de São Paulo (IBGE, 2010). Possui cerca de 3.451 habitantes – vide Apêndice B, e apresenta o maior IDH das Bacias PCJ (0,854) segundo os Comitês PCJ (2020). De acordo o Instituto Água e Saneamento (IAS) a prestação dos serviços de saneamento básico (abastecimento de água e esgotamento sanitário) do município é realizada pela SABESP (IAS, 2022a).

O município é conhecido como “lugar das águas”, às águas termais. De modo geral, o município possui bons indicadores sociais e boa qualidade de vida para os que ali decidem morar (PEREIRA, 2016). Águas de São Pedro foi a primeira cidade brasileira a ser projetada, antes mesmo do Plano Piloto de Brasília, a cidade foi construída no estilo jardim em 1930 com rede sanitária (LOPES, 2006). Pereira (2016) corrobora que os projetos de saneamento básico em Águas de São Pedro caracterizam-se como duradouros, posto que, a rede sanitária e urbanística se encontra em bom estado de conservação.

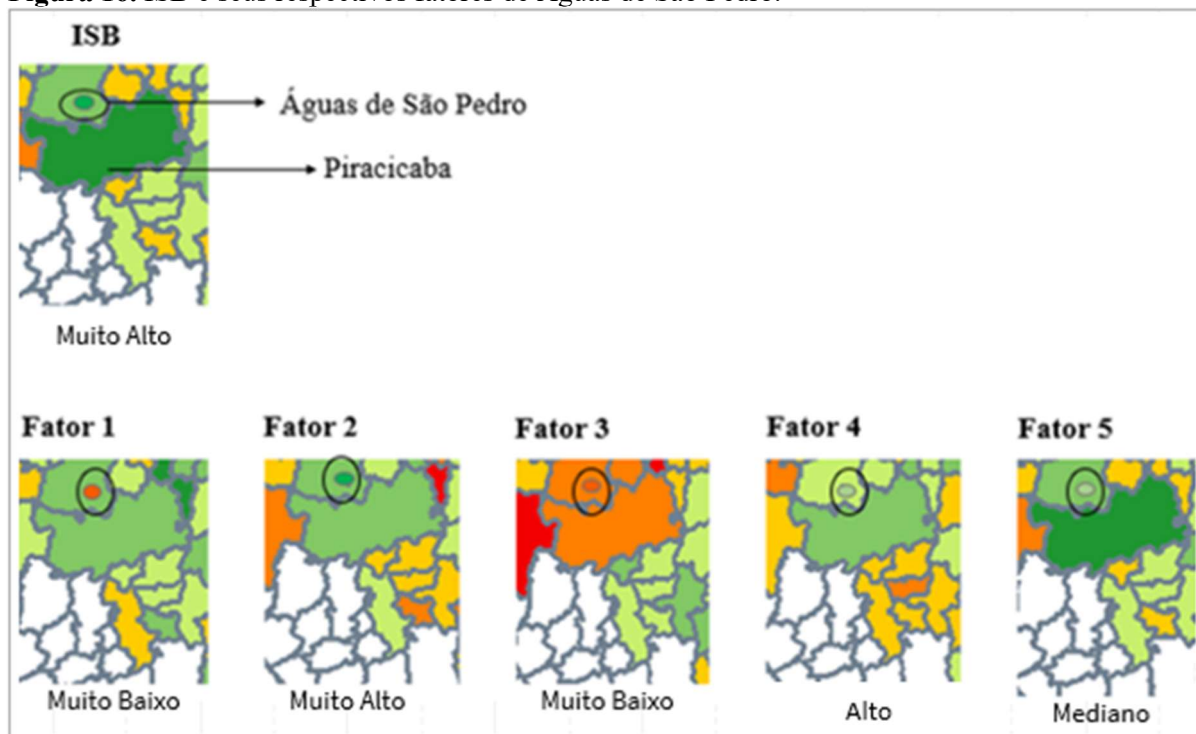
Sua população é majoritariamente urbana, com 100% residente nas Bacias PCJ, e está inserido na Sub-bacia Piracicaba. O município possui bom atendimento ao que concerne aos serviços de saneamento, com 100% de atendimento urbano de água, 97% de coleta e 100% de tratamento em relação ao coletado, e 97%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

Consoante a ABES (2021) 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).

Com o melhor ISB dentre os municípios das Bacias PCJ, Águas de São Pedro alcançou a primeira posição no *Ranking* (Tabela 18), nenhum outro município atingiu o mesmo ISB. Dado o intuito de mensurar o nível de atendimento dos serviços de saneamento básico para os

municípios das Bacias PCJ, a Figura 16 mostra a distribuição dos Fatores comparado ao ISB de Águas de São Pedro.

**Figura 16.** ISB e seus respectivos fatores de Águas de São Pedro.



Fonte: Inspirado em Ferreira (2020), elaborado a partir do *Software* Philcarto.

Ao analisar o ISB e a distribuição dos fatores obtidos através da Análise Fatorial, é possível averiguar que Águas de São Pedro teve resultado “Muito Alto” para 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 (cor laranja), 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 – “Muito Baixo”. Além disso, no Fator 3 – Cobertura do serviço de coleta de RDO também apresentou nível “Muito Baixo” (0,689). A análise separadamente 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 alta disponibilidade e consumo de água 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, o município obteve a classificação de “Alto” (0,230), e por fim, o Fator 5 “Mediano” (0,187). Em suma, os resultados obtidos para

esses Fatores demonstram que a prestação desses serviços é relativamente boa, se comparados aos demais municípios das Bacias PCJ.

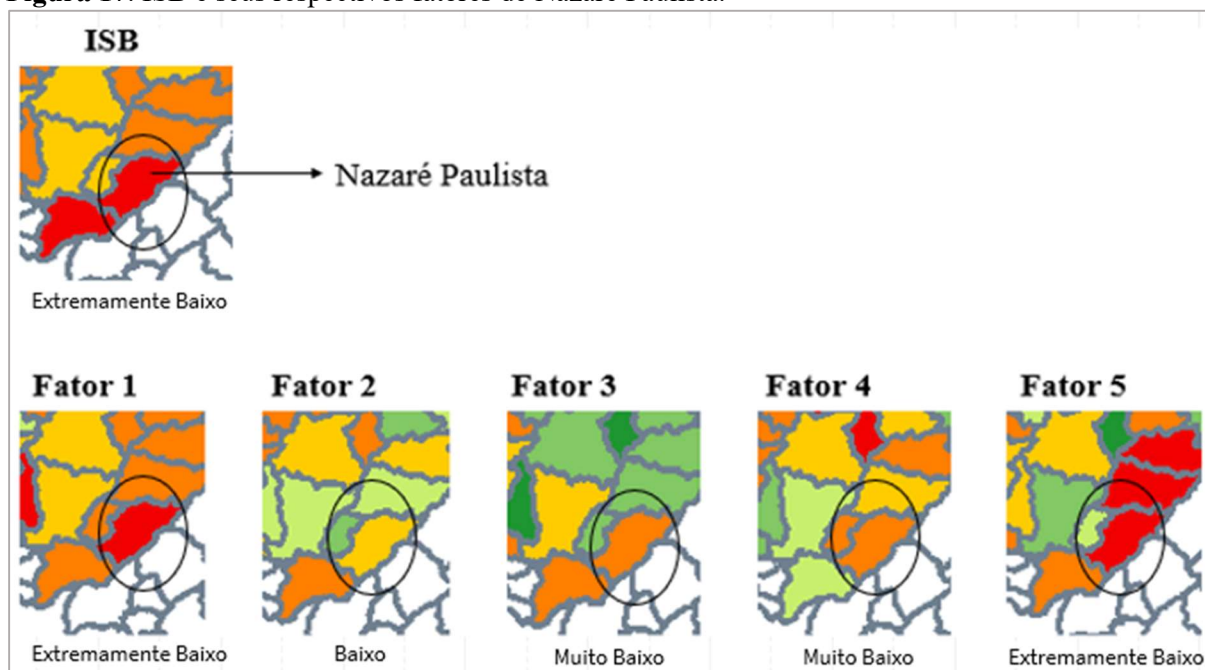
De modo geral, Águas de São Pedro apresentou resultados bons para a maioria dos fatores, demonstrando a razão pela qual alcançou a primeira posição no *Ranking*. Em consonância, o município de Águas de São Pedro apresenta boa colocação entre os municípios que estão rumo à universalização de acordo o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

#### **4.6. Nazaré Paulista**

Nazaré Paulista possui cerca de 326.254 km<sup>2</sup>, densidade demográfica de 50,31 hab/km<sup>2</sup> e IDH de 0,678 (IBGE, 2010), possui população estimada de 18.524 habitantes para o ano de 2019 – vide Apêndice B. Segundo o IAS (2022b), cerca de 84,75% da população reside em áreas urbanas e 15,25% em áreas rurais. No município a prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário é realizada pela SABESP.

O município de Nazaré Paulista está inserido na Sub-bacia Atibaia (COMITÊS PCJ, 2021), e cerca de 89% reside 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, e cerca de 100% é tratado em relação ao coletado. Contudo, de todo o volume gerado apenas 14% é tratado (COMITÊS PCJ, 2020). Segundo a ABES (2021), 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. A Figura 17 destaca o ISB e os fatores separados para o município Nazaré Paulista.

**Figura 17.** ISB e seus respectivos fatores de Nazaré Paulista.



Fonte: Inspirado em Ferreira (2020), elaborado a partir do *Software* Philcarto.

A Figura 17 ilustra a distribuição dos fatores da Análise Fatorial, sendo possível observar que o ISB é enquadrado como “Extremamente Baixo”. Ao analisar separadamente cada Fator, nota-se que o município apresenta baixos níveis (vermelho) para os Fatores 1 – Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário (0,000) e Fator 5 – Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes (0,000), sendo assim, as dimensões que merecem maior atenção dos esforços do setor.

O Fator 3 – Cobertura do serviço de coleta de RDO (0,484) e Fator 4 – Cobertura de coleta de esgoto (0,178) apresentam níveis ruins quando comparado aos demais municípios das Bacias PCJ, classificados como “Muito Baixo”. Já o Fator 2 – Disponibilidade e consumo de água foi o melhor fator do município (0,296), contudo, é classificado como “Mediano”.

Considerando cada Fator e suas características por meio da Análise Fatorial 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.

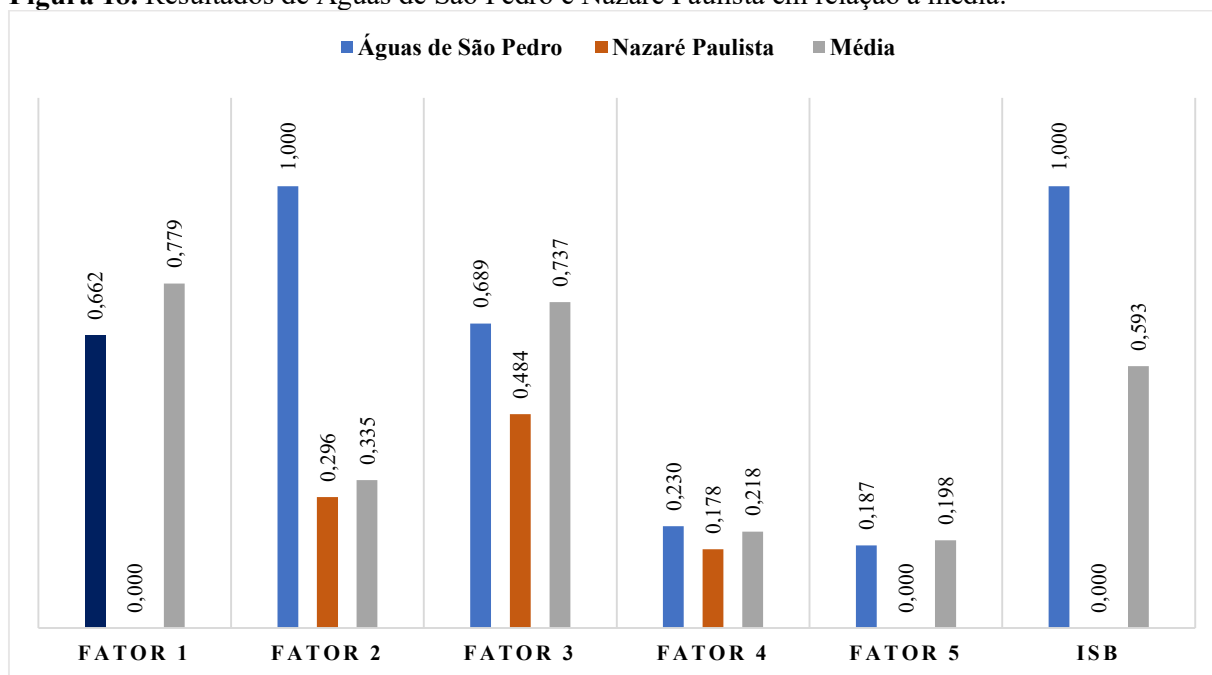
Em suma, Nazaré Paulista teve resultados ruins e com isso a pior colocação no *Ranking*, o que parece condizente, tendo em vista que para a ABES (2021) Nazaré Paulista está entre os

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.

#### 4.7. Águas de São Pedro *versus* Nazaré Paulista

Os resultados da média aritmética dos Fatores e do ISB, bem como os valores de cada Fator de Águas de São Pedro e Nazaré Paulista são evidenciados na Figura 18. Em relação ao ISB, Águas de São Pedro foi classificada na 1ª colocação e Nazaré Paulista em 76ª.

**Figura 18.** Resultados de Águas de São Pedro e Nazaré Paulista em relação à média.



Fonte: Elaboração própria.

O ISB de Águas de São Pedro corresponde a 1,000, sendo que, o município apresentou resultados superiores ao da média para o Fator 2 e Fator 4. E para os Fatores 1, 2 e 3 teve resultados muito próximos da média. Já Nazaré Paulista ficou abaixo da média para todos os fatores, além do ISB. Cabe destacar, que ambos municípios são classificados como Tipologia A (Até 20.000 hab.), portanto, deveriam apresentar certa similaridade nos resultados. Contudo, o que se percebe é uma discrepância significativa na análise dessas observações.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa objetivou propor um índice composto sobre a temática saneamento, bem como realizar um ranqueamento dos municípios das Bacias PCJ, considerando o conceito de saneamento básico definido pela Lei nº 14.026/20. Seu desenvolvimento possibilitou identificar um conjunto de variáveis que retratam a condição do saneamento básico dos municípios das Bacias PCJ.

Dessa forma, os resultados alcançados permitiram atingir os objetivos da proposta metodológica do índice de saneamento, e construir o *Ranking* para os municípios das Bacias PCJ com base nas condições do saneamento dessas Bacias. Esses resultados contribuem para fomentar discussões sobre o planejamento e acompanhamento da política pública de saneamento básico.

A pesquisa permitiu diagnosticar, a partir dos indicadores de saneamento básico dos municípios das Bacias PCJ, as cargas fatoriais e a correlação das variáveis com o Fator correspondente. Acrescido a isso, a aplicação da Análise Fatorial possibilitou analisar as quatro dimensões do saneamento básico dos municípios: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Ao analisar as características das variáveis de cada Fator foi possível agrupá-las em novas dimensões:

- Fator 1 – Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário;
- Fator 2 – Disponibilidade e consumo de água;
- Fator 3 – Cobertura do serviço de coleta de RDO;
- Fator 4 – Cobertura de coleta de esgoto; e
- Fator 5 – Domicílios em situação de risco e RPU coletada por todos os agentes.

As novas dimensões de saneamento básico possibilitam ir além das dimensões apontadas na Lei nº 14.026/20, permitindo que diferentes segmentos integrem uma mesma dimensão.

É possível inferir que a correlação das variáveis que integram as dimensões do Fator 1 – Cobertura de atendimento de água e esgotamento sanitário e do Fator 2 – Disponibilidade e consumo de água são as que capturam o maior número de informações da amostra, além de serem responsáveis pelo maior percentual de explicação da variância total dos dados. Cabe destacar, que em ambas as dimensões as variáveis são exclusivamente de abastecimento de água e esgotamento sanitário e, portanto, as demais dimensões (limpeza urbana e manejo de resíduos

sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas) devem ter maior comprometimento na divulgação de informações junto ao SNIS, pois a coleta dessas informações são importantes para a apresentação dos resultados.

Adicionalmente, 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 as metas 6.1 e 6.2 do ODS 6, que se referem aos segmentos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, deve-se considerar que os demais segmentos também não foram universalizados.

Diante desse corolário, o ISB aplica-se às realidades das Bacias Hidrográficas 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 Bacias Hidrográficas. Recomenda-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.

O *Ranking* proposto a partir do ISB, evidenciou-se que os municípios da Tipologia D (mais de 100.000 hab.) apresentaram comportamento relativamente semelhante, 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.

Os resultados mostraram que a prestação desses serviços atende de forma suficiente boa parte dos municípios, principalmente para a dimensão de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos. Somado a isso, os municípios que apresentaram os melhores resultados para os indicadores de saneamento básico tendem a permanecer nessa condição, tendo em vista que os Relatórios dos Comitês PCJ apontam que a maioria dos municípios apresentara ritmo de melhora contínuo para essa dimensão. Contudo, vale destacar que mesmo com um índice de atendimento urbano de água elevado, nos municípios das Bacias PCJ, o desafio de garantir a Disponibilidade *per capita* deve persistir, principalmente com a intensificação dos eventos climáticos extremos.

Inicialmente, a pesquisa identificou como limitação a dificuldade de selecionar as variáveis que dispunham de dados na base do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), principalmente para a dimensão de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, pois trata-se de uma dimensão diretamente ligada aos eventos naturais, e por isso existe a dificuldade de integração desses dados na base do SNIS. Outro ponto a se destacar é a confiabilidade no processo de coleta dos dados, pois o fornecimento dessas informações acontece de forma voluntária por parte dos municípios.

Uma importante contribuição desta pesquisa é a proposta metodológica empregada que pode ser replicada em outros contextos de Bacias Hidrográficas, de modo a fomentar a discussão sobre a utilização de indicadores sintéticos no processo de tomada de decisão e mensurar os resultados rumo à universalização, o que pode favorecer o cumprimento dos prazos estabelecidos para alcançar as metas do Pacto Global da ONU – Agenda 2030, e as metas do Plansab, bem como associar os níveis de atendimento dos serviços de saneamento com as Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). No caso da pandemia da Covid-19, as estratégias para controlar a propagação de doenças infecciosas dependem da gestão ambiental dos vetores e exigem uma cobertura efetiva dos serviços de saneamento, por exemplo, por meio da expansão da infraestrutura, pois quanto melhores as condições de saneamento, menor a probabilidade de contágio pela Covid-19.

Sugere-se para pesquisas futuras a elaboração de índices que incluam a dimensão social e considerem variáveis relacionadas as DRSAI, além das taxas e óbitos por Covid-19, tendo em vista que as disparidades no acesso aos serviços de saneamento básico, bem como os efeitos da pandemia são endereçadas especialmente às comunidades em vulnerabilidade social. Embora seja entendido como um problema que abarca toda a esfera social, é socialmente velado. Por isso, é importante estimular constantemente a discussão sobre o tema para rever sua importância.



Com a aproximação do prazo estabelecido pelo Pacto Global da ONU, aconselha-se fortemente englobar indicadores correlatos as metas dos ODS 5 – Igualdade de gênero e ODS 10 – Redução das Desigualdades, especialmente a meta 5.1 “Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, de forma a reduzir as desigualdades, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, nacionalidade, religião, condição econômica ou outra” e meta 10.2 “Eliminar todas as formas de discriminação de gênero, nas suas intersecções com raça, etnia, idade, deficiência, orientação sexual, identidade de gênero, territorialidade, cultura, religião e nacionalidade, em especial para as meninas e mulheres do campo, da floresta, das águas e das periferias urbanas”. O atendimento desses ODS permitirá identificar e atuar nas principais lacunas no acesso aos serviços de saneamento, pois tendo em vista a heterogeneidade do território brasileiro, não há soluções únicas para problemas relacionados ao saneamento.

## 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](https://abesdn.org.br/?page_id=41939)>. Acesso em: 22 out. 2021.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9.648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.217**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ABRAHÃO, K. C. F. J.; SOUZA, R. V. G. What has driven the growth of Brazil's residential electricity consumption during the last 19 years? An index decomposition analysis. **Ambiente Construído**, v. 21, n. 2, p. 7-39, 2021. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000200513>
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2019.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica-financeira e Jurídico-Institucional**, volume 1. 2021.
- AGÊNCIA BRASIL. **Biólogo Mário Moscatelli teme que esgoto sem tratamento gere nova crise de água no Rio**. 2020. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-11/biologo-teme-que-esgoto-sem-tratamento-gere-nova-crise-de-agua-no-rio>>. Acesso em: 15 mai. 2021
- AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Localização**. 2019. Disponível em: <<https://agencia.baciaspcj.org.br/bacias-pcj/localizacao/>>. Acesso em: 21 dez. 2021.
- AGENDA 21 - Rio 92. **Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos**: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos. 1992. Disponível em: <[http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao\\_urbanismo\\_e\\_meio\\_ambiente/legislacao/leg\\_federal/leg\\_fed\\_agenda21\\_rio92/18%20H%C3%ADricos.htm](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_agenda21_rio92/18%20H%C3%ADricos.htm)>. Acesso em: 12 mai. 2021.
- AGUIAR, A. M. S.; MORETTI, R. S. **Introdução**: a tarifa social e o direito humano à água e ao saneamento. *In*: Água como Direito: Tarifa Social como Estratégia para a Acessibilidade Econômica. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital. 2021.
- ALBUQUERQUE, M.; RIBEIRO, L. Desigualdade, situação geográfica e sentidos da ação na pandemia da COVID-19 no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 12, p. 1-14, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00208720>
- ALMEIDA, J. **A problemática do desenvolvimento ambiental**. *In*: BECKER, Fermiano Dinizar. Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?. 4. ed. Santa Cruz do

Sul: EDUNISC, 2002.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. **Inundações e enchentes**. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas de vulnerabilidade a inundações**. Brasília: ANA, 2014a.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Vulnerabilidade a inundações do Brasil**. Brasília: ANA, 2014b. Disponível em: <<https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/>>. Acesso em: 22 dez. 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas** / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama do saneamento no Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/a-ana-e-osaneamento/panorama-do-saneamento-no-brasil-1>>. Acesso em: 13 mai. 2021.

ARTIGO 19. Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030 - GTSC A2030. **III Relatório luz da agenda 2030 de desenvolvimento sustentável**. 2019.

BANDEIRA, L. H. **Indicadores de ações de saneamento e seus impactos sobre a saúde pública articulados com as políticas de saúde, meio ambiente e recursos hídricos**. 2003. 78p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências na área de Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/5238/2/858.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

BEGA, J. M. M. *et al.* Avaliação da Sustentabilidade dos Indicadores de Saneamento do Plano das Bacias PCJ 2020-2035. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 24, p. 1-19, 2021. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200247vu2021L4DE>

BEM, A.; RICHTER, M. F. Sustainability in times of pandemic (Covid-19). **RECIMA21**, v. 1, n. 2, p. 264-279. 2020. <https://doi.org/10.47820/recima21.v1i2.25>

BOFF, L. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.

BOULANGER, P. M. Sustainable development indicators: a scientific challenge, a democratic issue. **Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society**, v. 1, n. 1, p. 45-59, 2008. <https://doi.org/10.5194/sapiens-1-59-2008>

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

BRASIL. **Constituição da república federativa do Brasil de 1988**. Brasília-DF: Senado, 1988.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 31 de agosto de 1981. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 08 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em: 06 mai. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Consumo sustentável**: manual de educação. Brasília-DF, 2005. Disponível em: <<https://idec.org.br/publicacao/manual-de-educacao-para-o-consumo-sustentavel-2a-ed-2005>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Guia para elaboração de planos municipais de saneamento**. Brasília: Mcidades, 2006.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União. Brasília, 5 de janeiro de 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)>. Acesso em: 05 mai. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm)>. Acesso em: 29 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde ambiental**: guia para construção de indicadores. Brasília: Ministério da Saúde, 2011a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Portaria nº 2.914, 12 de dezembro de 2011**. 2011b. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 09 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. 2020. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm#view](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm#view)>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Relatório de avaliação anual do Plansab 2018**. Nota técnica 2021. Brasília: SNS/MDR, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares**, coordenação de André Luiz Felisberto França *et. al.* – Brasília, DF: MMA, 2022. Disponível em: <<https://crq12.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/Plano-Nacional-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Consulta-P%C3%BAblica-2.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

CALGARO, H. F.; FILHO, J. B. **Esgoto doméstico no meio rural**: Tratamento e Implicações para a Saúde Humana. Campinas: CDRS, 2020.

CAPRARIO, J.; FINOTTI, A. R. Socio-technological tool for mapping susceptibility to urban flooding. **Journal of Hydrology**, v. 574, p. 1152-1163, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.05.005>

CARCARÁ, M. S. M.; SILVA, E. A.; NETO, J. M. M. Saneamento básico como dignidade humana: entre o mínimo existencial e a reserva do possível. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 3, p. 493-500, 2019. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019183905>

CARVALHEIRO, J. R. **Água, saúde e desenvolvimento sustentável**. In: BUCKERIDGE, M.; RIBEIRO, W. C. Livro branco da água. A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015: Origens, impactos e soluções. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018.

CASANOVA, L. *et al.* Survival of surrogate coronaviruses in water. **Water Research, Dübendorf**, v. 43, n. 7, p. 1893-1898, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.02.002>

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres**. Brasília, DF: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria Especial de Políticas Regionais, Departamento de Defesa Civil, 2. ed. 1998.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico**: fonte de saúde e bem-estar. São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

CLIMATEMPO. **Escassez hídrica ameaça hidrelétricas**. 2021. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/noticia/2021/05/15/escassez-hidrica-ameaca-hidreletricas-9808>>. Acesso em 15 mai. 2021.

CMMAD. Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991. p. 46-71. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod\\_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2021.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Comparações internacionais**: uma agenda de soluções para os desafios do saneamento brasileiro. Confederação Nacional da Indústria. Brasília: CNI, 2017.

COOPER, R. Water security beyond Covid-19. **K4D Helpdesk Report 803**. Brighton, UK: Institute of Development Studies, p. 1-24, 2020.

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.

COSTA, I. G.; MELLO, C. G. O direito fundamental de acesso à água e a interrupção do serviço

de abastecimento de água potável ao consumidor inadimplente. **Quaestio Iuris**, v.14, n.2, p. 949-974, 2021. <https://doi.org/10.12957/rqi.2021.41278>

COSTANZA, R. Ecological Economics: A Research Agenda. **Structural change and economic dynamics**, v. 2, n. 2, p. 335-357. 1991. [https://doi.org/10.1016/S0954-349X\(05\)80007-4](https://doi.org/10.1016/S0954-349X(05)80007-4)

DAL-PRÁ, L. L. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. **Drenagem urbana**. CREA-PR, 2016.

DATASUS. **Internações por doenças gastrointestinais infecciosas – Internações totais**. 2019. Disponível em: <<https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id>>. Acesso em: 24 mai. 2021.

DALY, H. E. Desenvolvimento sustentável: definições, princípios, políticas. **Cadernos de Estudos Sociais**, v. 18, n. 2, p. 171-184. 2002.

DALY, H. E. Crescimento sustentável? Não, obrigado. **Ambiente e Sociedade**, v.7, n. 2, p.197-202. 2004. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2004000200012>

DIÁRIO DE PETRÓPOLIS. **Mortalidade por covid-19 é maior em capitais onde serviços de saneamento básico são piores, aponta Ministério da Economia**. 2020. Disponível em: <<https://www.diariodepetropolis.com.br/integra/mortalidade-por-covid-19-e-maior-emcapitais-onde-servicos-de-saneamento-basico-sao-piores-aponta-ministerio-da-economia-181576>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

DIAS, A. P.; ROSSO, T. C. A.; GIORDANO, G. **Os sistemas de saneamento na cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: COAMB/ FEN/ UERJ, 2012.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DÍAZ, R. R. L.; NUNES, L. R. N. A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, v. 7, n. 2, p. 1-23, 2020. <https://doi.org/10.29293/rdfg.v7i02.292>

DUTRA, J.; SMIDERLE, J. Água e saneamento na pandemia da Covid-19 – desafio e oportunidade. **Conjuntura Econômica**, p. 50-51, 2020. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rce/article/view/81593>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994. <http://doi/10.2307/41165746>

ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca**. São Paulo: Makron Books, 2001.

EMPLASA. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. **Projeto mapeia São Paulo: projeto de atualização cartográfica do Estado de São Paulo**. Base de dados: 2010/2011. São Paulo, 2015.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados: Estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2017.

FERREIRA, A. L. **As dimensões do desenvolvimento rural sustentável no Brasil: Um estudo das microrregiões brasileiras**. 2020. 98p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Sustentabilidade, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2020.

FERREIRA, T. C.; JOCA, T. A. C., BROETTO, F. **Impactos ambientais da disposição dos resíduos sólidos urbanos**. In: Zabotto, Alessandro Reinaldo. Estudos sobre impactos ambientais: uma abordagem contemporânea. Botucatu: FEPAF. 2019.

FIGUEIREDO, S. B. **Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Rio Cuiabá-MT aplicando análise multivariada**. 2012. 141p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

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>

FIGUEIREDO FILHO, D. B. *et al.* 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>

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Febre amarela: sintomas, transmissão e prevenção**. 2020. Disponível em: <<https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/febre-amarela-sintomas-transmissao-e-prevencao>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

FONSECA, A.; PRADO FILHO, J. F. Um esquecido marco do saneamento no Brasil: o sistema de águas e esgotos de Ouro Preto (1887- 1890). **História, Ciências e Saúde**, v. 17, n. 1, p. 51-66, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702010000100004>

FREITAS, D. A. F.; KUWAJIMA, J. I.; SANTOS, G. R. Water resources, public policies and the COVID-19 pandemic. **Ambiente & Água**, v. 15 n. 5, p. 1-15, 2020. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2540>

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. **Cronologia histórica da saúde pública: uma visão histórica da saúde brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde. 2017. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/cronologia-historica-da-saude-publica>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. **Resíduos sólidos e a saúde da comunidade: informações técnicas sobre a interrelação saúde, meio ambiente e resíduos sólidos**. Brasília: Funasa, 2013.

GALVÃO JÚNIOR, A. C.; PAGANINI, W. S. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 79-88, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000100009>

GAMA, R. G. **Usos da água, gestão de recursos hídricos e complexidades históricas no Brasil: estudo sobre a bacia hidrográfica do rio paraíba do sul**. 2009. 188p. Dissertação

(Mestrado) Curso de Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais, Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIRARDI, E. P. **Manual de utilização do programa: Philcarto versão 4.xx para Windows**. 2007.

GOMES, E. C. S. **Conceitos e ferramentas da epidemiologia**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2015.

GORAYEB, A.; PEREIRA, L. C. C. **Análise integrada das paisagens de bacias hidrográficas na Amazônia Oriental**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

GRACIE, R.; XAVIER, D. R.; MEDRONHO, R. Inundações e leptospirose nos municípios brasileiros no período de 2003 a 2013: utilização de técnicas de mineração de dados. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 5, p. 1-15, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00100119>

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento básico**. 2007. Disponível em: <<http://ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2021.

HAIR, J. F. *et al.* **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. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 6, p. 1183-1194, 2019. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019185444>

HAMMOND, A. *et al.* **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington: World Resources Institute, 1995.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciências & Saúde Coletiva**, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998. <https://doi.org/10.1590/S1413-81231998000200007>

HELLER, L.; CASTRO, J. E. Política pública de saneamento: apontamentos teóricos conceituais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 284-295, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522007000300008>

HELLER, L. *et al.* **Saneamento como política: um olhar a partir dos desafios do SUS**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2018.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG; 1. ed. 2006.

HERNANDEZ, R.; BROWN, D. T.; PAREDES, A. Structural differences observed in arboviruses of the alphavirus and flavivirus genera. **Advances in virology**, p. 1-24, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/259382>



HOCHMAN, G. **A era do saneamento**: as bases da política de saúde pública no Brasil. São Paulo: Hucitec, 1998.

HONGYU, K.. Análise fatorial exploratória: resumo teórico, aplicação e interpretação. **Engineering and Science**, v. 4, n. 7, p. 88-103. 2018. <https://doi.org/10.18607/ES201877599>

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; OLIVEIRA JUNIOR, G. J. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **Engineering and Science**, v. 1, n. 5, p. 83-90, 2015. <https://doi.org/10.18607/ES201653398>

IAS. Instituto Água e Saneamento. Municípios e Saneamento. **Águas de São Pedro**. 2022a. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/aguas-de-sao-pedro>>. Acesso em: 07 out. 2022.

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

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

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\\_domicilios.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/96/cd_2010_entorno_domicilios.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em 02 abr. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bacias e divisões hidrográficas do Brasil**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

IMBELLONI, A. C. P.; FELIPPE, M. F. Ciclo hidrossocial e o reabastecimento social das águas: uma experiência na comunidade quilombola da Tapera (RJ). **GEOgraphia**, v. 22, n. 48, p. 260-271. 2020. <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2020.v22i48.a28630>

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos – ODS 6**. Brasília: Ipea, 2019.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Nota técnica do Ipea**: Apontamentos sobre a dimensão territorial da pandemia da COVID-19 e os fatores que contribuem para aumentar a vulnerabilidade socioespacial nas unidades de desenvolvimento humano de áreas metropolitanas brasileiras. 2020a. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9985>>. Acesso em: 29 ago. 2021.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil**: desafios tecnológicos, políticos e econômicos, 2020b. Disponível em:

<<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>. Acesso em: 12 set. 2021.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil**. EX ANTE Consultoria Econômica. 2018a.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Dados regionais**. 2018b. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/pt/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/dados-regionais>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Novo ranking do saneamento básico evidencia: melhores cidades em saneamento investem 4 vezes mais que as piores cidades no Brasil**. 2019. Disponível em: <[https://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2019/PRESS\\_RELEASE\\_\\_\\_Ranking\\_do\\_Saneamento\\_\\_\\_NOVO.pdf](https://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2019/PRESS_RELEASE___Ranking_do_Saneamento___NOVO.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2021.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Perdas de água 2020 (SNIS 2018): Desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico**. 2020.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Painel saneamento Brasil**. 2021a. Disponível em: <<https://www.painelsaneamento.org.br/>>. Acesso em: 09 mai. 2021.

ITB. Instituto Trata Brasil. Ranking do saneamento instituto Trata Brasil 2021 (SNIS 2019). GO Associados. 2021b. Disponível em: [https://tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking\\_saneamento\\_2021/Relat%C3%B3rio\\_-\\_Ranking\\_Trata\\_Brasil\\_2021\\_v2.pdf](https://tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking_saneamento_2021/Relat%C3%B3rio_-_Ranking_Trata_Brasil_2021_v2.pdf). Acesso em: 15 jul. 2022.

JANNUZZI, C. A. S. C. *et al.* Olhar interdisciplinar da sustentabilidade na busca de fontes de informação sobre a água no Brasil. **Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares**. v. 1, e205162, 2020. <https://doi.org/10.24220/2675-7885v1e2020a5162>

KHAN, Md. M. *et al.* Development of a decision model for the techno-economic assessment of municipal solid waste utilization pathways. **Waste Management**, v. 48, p. 548-564, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.10.016>

KING, G. How not to lie with statistics. **New York University**. p. 666-687. 2001. Disponível em: <<https://gking.harvard.edu/files/mist.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2021.

LEAL, T. L. M. C.; SAMPAIO, R. J. Gestão dos resíduos sólidos: o caso do consórcio de desenvolvimento sustentável do alto sertão na Bahia. **urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, p. 1-13. e20190309, 2021. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20180123>

LOFTUS, A.; FARHANA, S. **Are we all in this together? Covid-19 and the human rights to water and sanitation**. *In: Public Water and Covid-19: Dark clouds and silver linings*. McDONALD, David. A.; SPRONK, Susan; CHAVEZ, Daniel, 2020.

LOMBARDO, M. **Oficial da Unesco no Brasil Massimiliano Lombardo fala sobre o tema do dia da água "Não deixar ninguém para trás"** [áudio na internet]. Empresa Brasil de Comunicação – EBC, Brasil rural; 2019. Disponível em: <<https://radios.ebc.com.br/brasil-rural/2019/03/nao-deixar-ninguem-para-tras-tema-da-onu-faz-referencia>>. Acesso em: 20 abr.

2021.

LOPES, M. L. S. **Mudar a Cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanas. 4. ed. Rio de Janeiro: Berthand, 2006.

LOPES, M. S. *et al.* Sistema de suporte a decisões aplicado ao gerenciamento de recursos hídricos: estudo de caso Bacias PCJ. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS**, São Paulo, v. 10, n.1, p. 1-28, e19876, 2021. <https://doi.org/10.5585/geas.v10i1.19876>

MACHADO, D. Q.; MATOS, F. R. N. Reflexões sobre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade: categorias polissêmicas. **REUNIR - Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 10, n. 3, p. 14-26, 2020. <https://doi.org/10.18696/reunir.v10i3.771>

MATOS, D. A. S.; RODRIGUES, E. C. **Análise Fatorial**. Brasília: Enap, 2019.

MEIJERING, J. V.; KERN, K.; TOBI, H. Identifying the methodological characteristics of European green city rankings. **Ecological Indicators**, v. 43, p. 132–142, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.026>

MELO, J. A. B. *et al.* Caracterización sociodemográfica y clínica de pacientes diagnosticados con dengue y chikungunya en Nariño, Colombia. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 73, n. 1, p. 1-15, 2021.

MESQUITA, T. C. R. *et al.* Gestão descentralizada de soluções de esgotamento sanitário no Brasil: aspectos conceituais, normativos e alternativas tecnológicas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 56, p. 46-66, 2021. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v56i0.72908>

MEADOWS, D. **Indicators and information system for sustainable development**. The Sustainability Institute, Hartland, EUA, 1998.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, n. 16, p. 22-41, 2004. <https://doi.org/10.5902/141465093442>

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.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2016.

MONTEIRO, P. R. A.; MENDES, T. A. Avaliação e diagnóstico de sistema de drenagem urbana consolidado. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-36, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6516>

MURTHA, N. A.; CASTRO, J. E.; HELLER, L. Uma perspectiva histórica das primeiras políticas públicas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 193-210, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1047V1832015>

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

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100005>

NATH, P.; GOSLING, L. **Putting equality, inclusion and rights at the centre of a COVID-19 water, sanitation and hygiene response.** 2020. Water Aid. Disponível em: <<https://washmatters.wateraid.org/blog/putting-equality-inclusion-and-rights-at-centre-of-covid-19-water-sanitation-and-hygiene-response>>. Acesso em 22 ago. 2020.

NIRAZAWA, A. N. **Saneamento básico dos municípios paulistas: proposta de ranking** com base na Lei nº 11.445/2007. 2016. 151p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Administração de organizações, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

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, n. 4, p.753-763, 2018. <https://doi.org/10.1590/0034-7612168118>

NOVAES, W.; RIBAS, O. T.; NOVAES, P. C. **Agenda 21 brasileira - bases para discussão.** Brasília: MMA/PNUD, 2000.

NUVOLARI, A. *et al.* **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola.** Blucher, 2. ed., 2011.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil.** OECD Publishing, Paris, 2015.

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.

OLIVAL, C. A. *et al.* **Sistemas de drenagem sustentáveis.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2017.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. L. Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social. *In*: LIRA, W. S., and CÂNDIDO, G. A., orgs. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa.** Campina Grande: EDUEPB, 2013.

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

ONU. Organização das Nações Unidas. **ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050.** ONU News. Perspectiva Global Reportagens Humanas. 2019. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>>. Acesso em: 20 out. 2021.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Sintomas da Esquistossomose, Profilaxia, Transmissão, Causa e Mais**. 2018. Disponível em: <<https://opas.org.br/sintomas-da-esquistossomose-profilaxia-transmissao-causa-e-mais/>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

PAZ, M. G. A. *et al.* Os conflitos das políticas da água e do esgotamento sanitário: que universalização buscamos? **Estudos Avançados**, v. 35, n. 102, p. 193-208, 2021. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.012>

PEREIRA, T. H. A. A. **Estância Hidromineral de Águas de São Pedro (SP) e a construção de um espaço voltado ao termalismo**. 2016. 234p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-05072016-182745/pt-br.php>>. Acesso em: 27 jul. 2022.

PILOTTO, I. R. **Características do consumo de Água em uma propriedade rural: Estudo de caso no município de Orleans/Sc**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2015.

PÍNTER L. *et al.* Bellagio STAMP: Principles for sustainability assessment and measurement. **Ecological Indicators**, v. 17, p. 20-28, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.07.001>

PLANSAB. **Plano Nacional de Saneamento Básico: Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania**. Brasília. 2013.

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

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>

QUEIROZ, J. T. M.; SILVA, P. N.; HELLER, L. Novos pressupostos para o saneamento no controle de arboviroses no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 5, p. 1-5, 2020.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 4. ed. 2017.

RODRIGUES, Z. M. R. **Sistema de indicadores e desigualdade socioambiental intraurbana de São Luís-MA**. 2010. 208p. Tese (Doutorado) – Curso de Geografia Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ROSSONI, H. A. V. *et al.* Aspectos socioeconômicos e de desenvolvimento humano municipal determinantes na ausência de prestadores de serviços de esgotamento sanitário no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 393-402, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522020183887>

SACHS, I. **Prefácio**. *In*. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. VEIGA, José Eli da. Garamond, p. 09-12. 2005.

SACHS, I. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond,

2008.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SACHS, J. **The age of sustainable development**. New York: Columbia University Press, 2015.

SALES, W. T. *et al.* Análise dos indicadores de água e esgoto na sub-bacia do rio do peixe no sertão paraibano. **REGEAS**, v. 1, n. 1, p. 30-52, 2019. Recuperado de: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/Regeas/article/view/6743>>.

SILVA, F. F. *et al.* Análise de riscos os trabalhadores da coleta de resíduos sólidos urbanos. **ENESEP**, p. 1-14. 2016.

SILVA, P. N. *et al.* **Saneamento e Saúde**: saneamento: entre os direitos humanos, a justiça ambiental e a promoção da saúde. Rio de Janeiro: FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2018.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **4º Diagnóstico de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**. Brasília: SNS/MDR, 2019. Disponível em: <<http://snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais/diagnostico-do-servico-de-aguas-pluviais-2019>>. Acesso em: 15 set. 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. 2020a. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – (ano-base 2019)**. Disponível em: <[http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico%20SNIS%20AE\\_2019\\_Republicacao\\_04022021.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico%20SNIS%20AE_2019_Republicacao_04022021.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. 2020b. **Informações para o planejar o saneamento básico**. Disponível em: <[http://www.snis.gov.br/downloads/cadernos/2019/DO\\_SNIS\\_AO\\_SINISA\\_SANEAMENTO\\_BASIC\\_O\\_BASIC\\_O\\_SNIS\\_2019.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/cadernos/2019/DO_SNIS_AO_SINISA_SANEAMENTO_BASIC_O_BASIC_O_SNIS_2019.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Glossário de indicadores: Água e Esgotos Indicadores econômico-financeiros e administrativos**. 2020c.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Glossário de indicadores: Resíduos Sólidos Indicadores sobre despesas e trabalhadores**. 2020d.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Glossário de indicadores: Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. 2020e.

SOLIGO, V. Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 23, n. 52, p. 12-25. 2012. <https://doi.org/10.18222/ae235220121926>

SOLOW, R. M. **Growth theory: an exposition**. Oxford University Press, 2000.

SOUSA, A. C. A.; GOMES, J. P. Desafios para o investimento público em saneamento no Brasil. **Saúde em Debate**, v. 43, n. 7, p. 36-49, 2019. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019S703>

SPEARMAN, C. General intelligence, objectively determined and measured. **American Journal of Psychology**, v.15, n. 2, p. 201-293, 1904. <https://doi.org/10.2307/1412107>

SPRONK, Susan. **Covid-19 and structural inequalities**: Class, gender, race and water justice *In*: Public Water and Covid-19: Dark Clouds and Silver Linings. McDONALD, David A.; SPRONK, Susan; CHAVEZ, Daniel, 2020.

STIGLITZ, J. E.; SEN, A.; FITOUSSI, JP. **Report by the commission on the measurement of economic performance and social progress**. 2009.

SUGAHARA, C. R.; RODRIGUES, E. L. Desenvolvimento sustentável: um discurso em disputa. **Desenvolvimento em Questão**, v. 17, n. 49, p. 30-43, 2019. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2019.49.30-43>

SUGAHARA, C. R.; FERREIRA, D. H. L.; PRANCIC, E. Saneamento básico em tempos de pandemia de Covid-19 no Brasil. **Geoambiente On-Line**, n. 41, p. 22-36, 2021. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.i41.68723>

SUGAHARA, C. R. *et al.* Avaliação da sustentabilidade do Plano das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2020-2035: análise dos indicadores de disponibilidade e demandas hídricas. **Gestão & Regionalidade**, v. 37, n. 112, p. 301-318, 2021. <https://doi.org/10.13037/gr.vol37n112.7505>

SUGAHARA, C. R.; GUEDES, W. P.; FERREIRA, D. H. L. Indicadores e saneamento básico no município de Campinas. **Revista Grifos**, v. 32, n. 58, p. 1-23, 2023. <https://doi.org/10.22295/grifos.v32i58.6839>

SURIYACHAN, C.; NITIVATTANANON, V.; AMIN, A. T. M. Potential of decentralized wastewater management for urban development: Case of Bangkok. **Habitat International**. v. 36, n. 1, p. 85-92, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.06.001>

TASCA, F. A., ASSUNÇÃO, L. B.; FINOTTI, A. R. International experiences in stormwater fee. **Water Science & Technology**, p. 287–299, 2018. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.112>

TEIXEIRA, J. C. *et al.* Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 87-96, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014000100010>

TEODORO, V. L. L. *et al.* O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista UNIARA**, n. 20, p. 137-155, 2007. <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>

TONETTI, A. L. *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas**: referencial para a escolha de soluções. Campinas: Biblioteca/Unicamp, 2018.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003. Recuperado de <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000400020](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020)>.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>

TUCCI, C. E. M. Regulamentação da drenagem urbana no Brasil. **REGA**, v. 13, n. 01, p. 29-42, 2016. <https://10.21168/rega.v13n1.p29-42>

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22 n. 63, p. 7-16. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil**: problemas, desafios e estratégias para o futuro. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

TUNDISI, J. G. **A crise hídrica e a qualidade da água na Região Metropolitana de São Paulo**. In: Livro branco da água. A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015: Origens, impactos e soluções. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018.

TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T. As múltiplas dimensões da crise hídrica. **Revista USP**, n. 106, p. 21-30, 2015. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p21-30>

TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T. **A água**. São Carlos: Scienza, 2020.

TUNDISI, J. G. *et al.* Water Availability, Water Quality, Water Governance: the Way Ahead. **Hydrological Sciences and Water Security**: Past, Present and Future. PIAHS, v. 366, p. 75-79, 2015. <https://doi.org/10.5194/piahs-366-75-2015>

UMPIÉRREZ, M. I. *et al.* Malaria importada en niños: primer caso en Uruguay. **Archivos de Pediatría del Uruguay**, v. 92, n. 1, p. 1-7, 2021. <https://doi.org/10.31134/ap.92.1.7>

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento Dos Recursos Hídricos. **O valor da água**: fontes e dados. 2021.

UNICEF. The United Nations Children's Fund / WHO. World Health Organization. **Diarrhoea**: Why children are still dying and what can be done, 2009. Disponível em: <[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44174/9789241598415\\_eng.pdf;jsessionid=696B4129D214C5EC19FCB9D2FC462D95?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44174/9789241598415_eng.pdf;jsessionid=696B4129D214C5EC19FCB9D2FC462D95?sequence=1)>. Acesso em 11 abr. 2021.

UNICEF. The United Nations Children's Fund / WHO. World Health Organization. **25 years**: Progress on sanitation and drinking water. UNICEF and World Health Organization. 2015.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, v.2, n.1, p. 1-14, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512004000100002>

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de



Janeiro: FGV, 2006.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável o desafio do século XXI**. 1. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VEIGA, J. E. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 39-52, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100006>

VEIGA, J. E. A Ciência da sustentabilidade. **Cadernos Cebrap Sustentabilidade**, v. 1 n. 1, p. 1-20, 2021.

VERONESI, R. **Doenças infecciosas e parasitárias**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

VIEIRA, A. B. D.; MONTEIRO, P. S.; SILVA, A. L. Iniquidades sociais em tempos de pandemia de covid-19: uma reflexão. **Revista Bioética**, v. 29, n. 3, p. 459-465. 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-80422021293481>

VON SPERLING, T. L.; VON SPERLING, M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 313-322, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000400003>

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.

WHO. World Health Organization. **Constitution of the World Health Organization 1946**. Disponível em: <[apps.who.int/gb/gov/assets/constitution-en.pdf](https://apps.who.int/gb/gov/assets/constitution-en.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2021

WHO. World Health Organization. **Report of the WHO-China joint mission on coronavirus disease 2019 (COVID-19)**. 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

WHO. World Health Organization / UNICEF. The United Nations Children's Fund. **Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus**. 2020. Disponível em: <[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331499/WHO-2019-nCoV-IPC\\_WASH-2020.2-eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331499/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.2-eng.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

YOSHII, M. P. C.; CETRULO, T. B.; MALHEIROS, T. F. Boas práticas para a universalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário: estudo de caso no município de Piracicaba – SP. **Revista DAE**, v. 67, n. 219, p. 115-127, 2019. <https://doi.org/10.4322/dae.2019.049>

**APÊNDICE A – Indicadores pré-selecionados no SNIS<sup>11</sup>.**

<b>Saneamento</b>	<b>Código</b>	<b>Indicador</b>
<b>Abastecimento de água</b>	AG001	População total atendida com abastecimento de água (por municípios)
	AG006	Volume de água produzido
	AG010	Volume de água consumida
	AG011	Volume de água faturado
	AG013	Quantidade de economias residenciais ativas de água
	AG026	População urbana atendida com abastecimento de água
	IN022	Consumo médio <i>per capita</i> de água
	IN023	Índice de atendimento urbano de água
	IN028	Índice de faturamento de água
	IN049	Índice de perdas na distribuição
	IN051	Índice de perdas por ligação
	IN052	Índice de consumo de água
	IN053	Consumo médio de água por economia
	IN055	Índice de atendimento total de água
<b>Esgotamento Sanitário</b>	IN047	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto
	IN056	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água
	POP_TOT	População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes/por município) segundo o IBGE
	G06B	População urbana residente do município com esgotamento sanitário
	G12A	População total residente do município com abastecimento de água, segundo o IBGE
	G12B	População total residente do município com esgotamento sanitário, segundo o IBGE
	ES001	População total atendida com esgotamento sanitário
	ES026	População urbana atendida com esgotamento sanitário
	ES005	Volume de esgotos coletados (1.000 m <sup>3</sup> /ano)
	ES006	Volume de esgotos tratado (1.000 m <sup>3</sup> /ano)
	ES007	Volume de esgotos faturados
	IN015_AE	Índice de coleta de esgoto
IN016_AE	Índice de tratamento de esgoto	
<b>Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos</b>	IN015_RS	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município
	IN016_RS	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana
	IN017_RS	Taxa de terceirização do serviço de coleta de (RDO+RDU) em relação à quantidade coletada
	CO014	População urbana atendida com serviço de coleta de RDO
	CO019	Os resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados são enviados para outro município? (Sim ou Não)
	CO108	Quantidade de RDO coletada pelo agente público
	CO109	Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados

<sup>11</sup> Para mais informações, ver: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>

	CO111	Quantidade total de resíduos sólidos domiciliares e urbanos coletados por todos os agentes (tonelada/ano).
	CO112	Quantidade de RPU coletada pelo agente público
	CO113	Quantidade de RPU coletada pelos agentes privados
	CO164	População total atendida no município
<b>Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas</b>	IN001	Participação do Pessoal Próprio Sobre o Total de Pessoal Alocado nos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas
	IN040	Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação
	IN041	Parcela da População Impactada por Eventos Hidrológicos
	RIO005	Existem sistemas de alerta de riscos hidrológicos (alagamentos, enxurradas, inundações)? (Sim ou Não)
	RIO009	Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos? (Sim ou Não)
	RIO013	Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação (Domicílio)
	RIO022	Nos últimos cinco anos, registradas no S2ID (enxurrada)
	RIO023	No ano de referência, registradas no S2ID (enxurrada)
	RIO064	No ano de referência, não registradas no S2ID (enxurrada)
	RIO024	Nos últimos cinco anos, registrados no S2ID (alagamento)
	RIO025	No ano de referência, registrados no S2ID (alagamento)
	RIO065	No ano de referência, não registrados no S2ID (alagamento)
	RIO026	Nos últimos cinco anos, registradas no S2ID (inundações)
	RIO027	No ano de referência, registradas no S2ID (inundações)
	RIO066	No ano de referência, não registradas no S2ID (inundações)
RIO069	Quantidade de enxurradas, alagamentos e inundações nos últimos 5 anos (Ocorrências)	

Fonte: Elaboração própria com base no SNIS.

## APÊNDICE B – População dos municípios das Bacias PCJ de 2019<sup>12</sup>

População dos municípios das Bacias PCJ.

Município	Estado	POP_TOT - População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE)
Águas de São Pedro	SP	3.451
Americana	SP	239.597
Amparo	SP	72.195
Analândia	SP	4.995
Anhembi	SP	6.724
Artur Nogueira	SP	54.408
Atibaia	SP	142.761
Bom Jesus dos Perdões	SP	25.448
Botucatu	SP	146.497
Bragança Paulista	SP	168.668
Brotas	SP	24.403
Cabreúva	SP	49.707
Camanducaia	MG	21.770

<sup>12</sup> Para mais informações, ver: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#> (indicador POP\_TOT).

<b>Campinas</b>	SP	1.204.073
<b>Campo Limpo Paulista</b>	SP	84.650
<b>Capivari</b>	SP	55.768
<b>Charqueada</b>	SP	17.190
<b>Cordeirópolis</b>	SP	24.528
<b>Corumbataí</b>	SP	4.055
<b>Cosmópolis</b>	SP	72.252
<b>Dois Córregos</b>	SP	27.315
<b>Elias Fausto</b>	SP	17.772
<b>Engenheiro Coelho</b>	SP	20.773
<b>Extrema</b>	MG	36.225
<b>Holambra</b>	SP	14.930
<b>Hortolândia</b>	SP	230.851
<b>Indaiatuba</b>	SP	251.627
<b>Ipeúna</b>	SP	7.546
<b>Iracemópolis</b>	SP	24.235
<b>Itapeva</b>	MG	9.783
<b>Itatiba</b>	SP	120.858
<b>Itirapina</b>	SP	18.157
<b>Itu</b>	SP	175.568
<b>Itupeva</b>	SP	61.252
<b>Jaguariúna</b>	SP	57.488
<b>Jarinu</b>	SP	30.044
<b>Joanópolis</b>	SP	13.220
<b>Jundiaí</b>	SP	418.962
<b>Limeira</b>	SP	306.114
<b>Louveira</b>	SP	48.885
<b>Mairiporã</b>	SP	100.179
<b>Mogi Mirim</b>	SP	93.189
<b>Mombuca</b>	SP	3.493
<b>Monte Alegre do Sul</b>	SP	8.038
<b>Monte Mor</b>	SP	59.772
<b>Morungaba</b>	SP	13.622
<b>Nazaré Paulista</b>	SP	18.524
<b>Nova Odessa</b>	SP	60.174
<b>Paulínia</b>	SP	109.424
<b>Pedra Bela</b>	SP	6.093
<b>Pedreira</b>	SP	47.919
<b>Pinhalzinho</b>	SP	15.207
<b>Piracaia</b>	SP	27.303
<b>Piracicaba</b>	SP	404.142
<b>Rafard</b>	SP	9.076
<b>Rio Claro</b>	SP	206.424
<b>Rio das Pedras</b>	SP	35.228
<b>Saltinho</b>	SP	8.286
<b>Salto</b>	SP	118.663
<b>Santa Bárbara D Oeste</b>	SP	193.475
<b>Santa Gertrudes</b>	SP	26.898
<b>Santa Maria da Serra</b>	SP	6.173
<b>Santo Antônio de Posse</b>	SP	23.310
<b>São Pedro</b>	SP	35.653

<b>Sapucaí-Mirim</b>	MG	6.930
<b>Serra Negra</b>	SP	29.229
<b>Socorro</b>	SP	41.005
<b>Sumaré</b>	SP	282.441
<b>Tietê</b>	SP	42.076
<b>Toledo</b>	MG	6.258
<b>Torrinha</b>	SP	10.010
<b>Tuiuti</b>	SP	6.894
<b>Valinhos</b>	SP	129.193
<b>Vargem</b>	SP	10.537
<b>Várzea Paulista</b>	SP	121.838
<b>Vinhedo</b>	SP	78.728
<b>Total</b>		6.710.149

Fonte: Elaboração própria com base no SNIS.