

## **SANEAMENTO E GÊNERO: UMA LEITURA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ, SÃO PAULO**

*Sanitation and gender: a reading of the Alto Tietê Watershed, São Paulo*

Walef Pena Guedes<sup>1</sup>, Cibele Roberta Sugahara<sup>2</sup>, Denise Helena Lombardo Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center for Environmental Studies and Research, State University of Campinas (UNICAMP),

<sup>2</sup>Center for Economy and Administration, Pontifical Catholic University of Campinas (PUC-Campinas).

Email: w257375@dac.unicamp.br, cibelesu@puc-campinas.edu.br, lombardo@puc-campinas.edu.br

### **RESUMO**

O adensamento populacional associado à demanda de água impõe desafios de alcançar níveis satisfatórios de eficiência no acesso à água e saneamento equânime. Justifica-se essa pesquisa tendo como base a necessidade de estabelecer medidas que permitam associar o saneamento às novas demandas e contextos da sociedade. Portanto, o objetivo é analisar o saneamento segundo gênero, dos municípios da Bacia do Alto Tietê, a fim de retratar as condições de desigualdade de gênero. Trata-se de uma pesquisa exploratória e quantitativa, com procedimento de coleta de dados realizado nas bases públicas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento e do Painel do Saneamento Brasil, para o ano de 2020. As oito variáveis selecionadas são relacionadas às dimensões de saneamento, eficiência e gênero. A partir das técnicas multivariadas de Análise Fatorial por Componentes Principais e, foi possível condensar as variáveis em fatores (novas dimensões) para os municípios da Bacia do Alto Tietê. A Análise de Cluster permitiu verificar o nível de similaridade dos municípios. Observou-se que os parâmetros mais expressivos com relação ao saneamento e gênero dos municípios da Bacia do Alto Tietê estão associados à Cobertura de água e esgoto e Internações por gênero (Fator 1). Por outro lado, a Análise de Cluster permitiu verificar que os municípios que integram o Grupo 3 enfrentam os maiores desafios do saneamento considerados nesse estudo, e no Grupo 2 concentram os municípios onde o número de internações de mulheres se sobressai em relação aos homens.

**Palavras-chave:** Saneamento. Gênero. Abastecimento de água. Esgotamento sanitário.

**ACEITO EM: 20/04/2023**

**PUBLICADO: 31/05/2023**



## SANITATION AND GENDER: A READING OF THE ALTO TIETÊ WATERSHED, SÃO PAULO

*Saneamento e gênero: uma leitura da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, São Paulo*

Walef Pena Guedes<sup>1</sup>, Cibele Roberta Sugahara<sup>2</sup>, Denise Helena Lombardo Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center for Environmental Studies and Research, State University of Campinas (UNICAMP), <sup>2</sup>Center for Economy and Administration, Pontifical Catholic University of Campinas (PUC-Campinas).

Email: w257375@dac.unicamp.br, cibelesu@puc-campinas.edu.br, lombardo@puc-campinas.edu.br

### ABSTRACT

Population densification associated with water demand imposes the challenge of achieving satisfactory levels of efficiency in access to water and equitable sanitation. This research is justified based on the need to establish measures that make it possible to associate sanitation with the new demands and contexts of society. Therefore, the objective is to analyze sanitation according to gender, in the municipalities of the Alto Tietê Basin, in order to portray the conditions of gender inequality. This is an exploratory and quantitative research, with a data collection procedure carried out in the public databases of the National Sanitation Information System and the Sanitation Panel Brazil, for the year 2020. The eight selected variables are related to the dimensions of sanitation, efficiency and gender. From the multivariate techniques of Factor Analysis by Principal Components, it was possible to condense the variables into factors (new dimensions) for the municipalities of the Alto Tietê Basin. The Cluster Analysis made it possible to verify the level of similarity of the municipalities. It was observed that the most expressive parameters with regard to sanitation and gender in the municipalities of the Upper Tietê basin are associated with Water and sewage coverage and Hospitalizations by gender (Factor 1). On the other hand, the Cluster Analysis made it possible to verify that the municipalities that are part of Group 3 face the greatest sanitation challenges considered in this study, and in Group 2 concentrate the municipalities where the number of hospitalizations of women stands out in relation to men.

**Keywords:** Sanitation; Gender; Water supply; Sanitary sewage.

## INTRODUÇÃO

A água é um vetor estratégico para a humanidade e desenvolvimento econômico e cultural. No planeta, cerca de 98% da água encontra-se nos oceanos (109 mil km<sup>3</sup>), mas as águas doces e adequadas ao consumo são relativamente escassas. Portanto, a falta desse recurso em quantidade e qualidade afeta o desenvolvimento econômico-social, além de comprometer a saúde da população (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2020)

Questões relacionadas à qualidade e quantidade da água são as que mais impactam os diversos setores da sociedade. Nesse caso, a democratização e o reconhecimento das desigualdades no acesso à água tornam-se imperativos das políticas públicas. As complexidades acerca do tema devem reconhecer as assimetrias e conflitos existentes para a gestão da água, por isso é necessário promover ações de saúde pública através do provimento dos serviços de saneamento e higiene observadas nas expressões de disparidade de gênero (Nogueira & Soares, 2022).

Nessa pesquisa, evidencia-se a necessidade de discutir o saneamento sob diferentes óticas, a tomar como exemplo a desigualdade de gênero, que assola em sua maioria as mulheres. Para reforçar a importância da relação entre saneamento e desigualdade de gênero vale destacar outros trabalhos com recorte de análise semelhante, como os desenvolvidos por Pommells *et al.* (2018), Kayser *et al.* (2019), Dickin *et al.* (2021) e Carrard *et al.* (2022).

Na presença de fenômenos complexos, sistemas de informação ou estruturas de controle são necessários para orientar a seleção de indicadores. A utilização de indicadores pode auxiliar no processo de compreensão e identificação das condições do saneamento, tal como expressar a criticidade na tomada de decisão, sinalizando mudanças e restrições necessárias (Branchi, 2022).

Os estudos realizados por Figueiredo (2012), Finkler *et al.* (2015), Rocha & Pereira (2016) Nirazawa & Oliveira (2018), Aydos & Neto (2019), Ferreira (2020), Ferreira, Silva & Figueiredo Filho (2021) e Mendes (2022) fortalecem o uso de indicadores, bem como a aplicação da análise multivariada em diferentes contextos e recortes geográficos, seja para a elaboração de índices ou para verificar a qualidade de um conjunto de variáveis.

Nesse contexto, o objetivo da presente pesquisa é analisar o saneamento segundo gênero, dos municípios da Bacia do Alto Tietê (BAT). Para tanto, foram coletados dados e indicadores de saneamento do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e do Painel do Saneamento Brasil (PNB), referente ao ano de 2020.

## 1 MATERIAL E METÓDOS

### 1.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo com desenho metodológico exploratório com abordagem quantitativa. A pesquisa exploratória objetiva levantar informações sobre determinado objeto de estudo (Severino, 2017). Já a pesquisa quantitativa tem por finalidade tratar os fatos a partir de um raciocínio que seja possível ser testado matematicamente, a partir da aplicação de tratamentos estatísticos e quantificação do objeto de estudo (Proetti, 2017).

Para o desenvolvimento dessa pesquisa foram definidas duas etapas. Na primeira etapa foi realizada a aplicação da Análise Fatorial (AF) por Componentes Principais, a fim de verificar o nível de relacionamento/correlações dos indicadores (variáveis). Já na segunda etapa foi realizada a Análise de *Cluster*, objetivando agrupar os municípios, segundo grau de semelhança.

### 1.2 Cenário do estudo

A BAT pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-06) e conta com o apoio técnico e administrativo do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT) para a governança da água. A sua delimitação legal está definida para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e envolve mais de 21 milhões de habitantes (Pollachi, 2021).

Segundo a Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT, 2019a), a BAT possui extensão territorial de cerca de 5.775,12 km<sup>2</sup>, sendo 50% ocupada por áreas de Bacias Hidrográficas, além de abranger aproximadamente 21 milhões de habitantes. A BAT representa a UGRHI-06, confluindo com cerca de 70% da área da RMSP (FABHAT, 2019b).

A UGRHI-06 abrange, total ou parcialmente, a área de 40 municípios (FABHAT, 2019b), e devido a BAT pertencer à RMSP, a área apresenta notoriamente complexidade tendo em vista os arranjos econômicos expressivos, tornando a gestão da região e de seus recursos hídricos um desafio eminente e permanente (FABHAT, 2019a).

Para Kelman (2015) o significativo desenvolvimento econômico na RMSP aumenta a demanda por água, e devido à insuficiência dos serviços de tratamento de esgoto e os períodos de crises sem precedentes, as fontes de águas locais não conseguem suprir a demanda da região.

A BAT está localizada em áreas de cabeceira onde as fontes de água são naturalmente reduzidas. Além disso, a segurança hídrica na região é continuamente afetada pela associação entre baixa disponibilidade hídrica, alta demanda hídrica e poluição da água. Sob esse prisma, a crise hídrica dos anos de 2013 e 2015 forneceu sólido respaldo sobre a importância de ações de gestão dos recursos hídricos (FABHAT, 2019a).

Ademais, os períodos de crise afetam severamente a população humana, além de impactar os serviços dos ecossistemas, em geral. Na RMSP, nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, além dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, têm se tornado recorrente a contaminação dos ecossistemas aquáticos, comprometendo os diversos usos da água e como consequência potencializando riscos à saúde da população (Bicudo *et al.*, 2015).

Dada a complexidade dos caminhos e mecanismos pelos quais os determinantes sociais da saúde constituem a desigualdade em saúde, estudar essa desigualdade tem se mostrado um importante desafio (Yoshino, 2018), a tomar como exemplo a expressividade dos municípios que compõe a BAT em termos culturais, espaciais, econômicos, sociais e ambientais.

### 1.3 Base de informações

Nessa pesquisa, optou-se pelas bases de informações do SNIS e do PNB compostas por dados secundários sobre saneamento básico. Tendo em vista a disponibilidade de dados, considerou-se o ano de 2020. No processo de coleta dos dados foi verificado quais variáveis atendiam ao propósito da pesquisa, e quais combinações (variáveis) possuíam correlações suficientes entre si e, portanto, esse comportamento sinaliza que é possível a utilização do modelo aplicado. Nesse sentido, chegou-se ao conjunto de oito variáveis para os quarenta municípios da BAT (Quadro 1).

**Quadro 1 – Variáveis selecionadas**

Dimensão	Código	Descrição das variáveis	Base de dados
Saneamento	V1	População urbana atendida com abastecimento de água	SNIS
	V2	População urbana atendida com esgotamento sanitário	SNIS
	V3	Índice de atendimento total de água	SNIS
	V4	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	SNIS
Eficiência	V5	Volume de água fluoretada	SNIS
	V6	Índice de perdas na distribuição	SNIS
Gênero	V7	Internações por doenças associadas à falta de saneamento na população feminina	PNB
	V8	Internações por doenças associadas à falta de saneamento na população masculina	PNB

Fonte: Os autores (2022).

Cabe destacar que o saneamento básico nessa pesquisa compreende: (i) abastecimento de água e (ii) esgotamento sanitário. Buscou-se no processo de coleta de dados, identificar as variáveis que possuem inter-relação entre o saneamento, eficiência e gênero.

A fim de reduzir as dimensões das variáveis de saneamento estudadas com a menor perda de informações possíveis, optou-se pela aplicação da técnica estatística multivariada de Análise Fatorial (AF) por Componentes Principais.

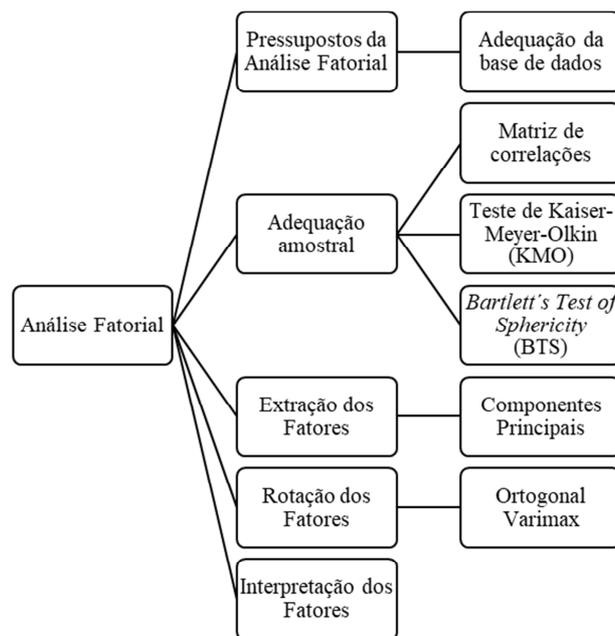
#### 1.4 Análise Fatorial por Componentes Principais

A técnica multivariada de ACP tem por finalidade transformar determinado conjunto de variáveis em um novo sistema de variáveis. O cenário padrão para aplicação da ACP como um sistema de análise exploratória engloba um conjunto de dados com observações (Jolliffe & Cadima, 2016).

A ACP visa a redução da dimensionalidade do conjunto de dados, maximizando a capacidade de interpretação dos dados, e conseqüentemente minimiza a perda de informações (Jolliffe & Cadima, 2016), isto é, as variáveis são agrupadas segundo o nível de similaridade, associando as variáveis em fatores. Essa condensação de informações reduz o número de variáveis e aumenta o nível de explicação dos fatores (Giuliani, 2017).

Comumente duas abordagens são utilizadas para encontrar as dimensões subjacentes dos dados – ACP e AF. Ambas as técnicas partem do pressuposto de gerar combinações lineares das variáveis que consigam capturar o maior percentual de variância explicada das observações, a diferença entre ambas é que na AF só a variância compartilhada é utilizada, por outro lado, na ACP toda variância é utilizada (Hair *et al.*, 2009; Matos & Rodrigues, 2019). Para a aplicação da AF sugere-se as etapas elencadas na Figura 1.

Figura 1 – Etapas da AF



Fonte: Os autores (2022).

A verificação dos pressupostos da AF, bem como a adequação das bases de dados, é essencial para aplicação desta técnica. Além disso, para aplicação da técnica é necessário o enquadramento em dois testes, os quais devem ser realizados previamente a fim de verificar a adequação amostral – teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o *Bartlett's Test of Sphericity* (BTS) (Hair *et al.*, 2009; Fávero & Belfiore, 2017).

O teste de KMO tem por objetivo comprovar se o emprego da técnica é adequado para analisar o conjunto de dados, cujo resultado pode variar de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1 o resultado, mais adequado é o conjunto de dados, em contrapartida, o resultado abaixo de 0,5 demonstra que a técnica não é adequada. O BTS “estatisticamente significativa (sign. < 0,05) indica que correlações suficientes existem entre as variáveis para se continuar a análise” (Hair *et al.*, 2009, p. 110).

No processo de extração dos fatores, é fortemente utilizado o método de Componentes Principais, o qual objetiva explicar a estrutura de variância-covariância de um determinado valor aleatório (Hair *et al.*, 2009; Fávero

& Belfiore, 2017). Após a extração por Componentes Principais, pode-se calcular o grau de adaptação das variáveis com relação aos fatores. Nesse caso, a técnica de rotação consegue reduzir a distribuição de informações, perfazendo melhor a distinção dos fatores, que, traz mais coesão aos resultados.

Conforme sugere Kaiser (1958), a seleção dos Componentes Principais deve incluir apenas os componentes com *Eigenvalue* (autovalores) > 1. Hair *et al.* (2009) consideram satisfatória uma solução que sintetize cerca de 60% da variância total dos dados. Já as cargas fatoriais referem-se ao valor absoluto dos Componentes Principais, sendo: de  $\pm 0,30$  a  $\pm 0,40$  (atende ao mínimo de interpretação da estrutura),  $\pm 0,50$  ou maior (praticamente significante), e excedendo  $+ 0,70$  (estrutura bem definida).

Na “rotação fatorial ortogonal, cada fator é independente (ortogonal) em relação a todos os outros (a correlação entre eles é assumida como sendo zero)” (Matos & Rodrigues, 2019, p. 35). Para alcançar tal objetivo, optou-se pelo método ortogonal Varimax (Kaiser, 1958), que segundo Hair *et al.* (2009) trata-se de um método comumente utilizado, eficiente e de fácil interpretação.

## 1.5 Análise de Cluster

A Análise e Cluster é conhecida como uma categoria de análise de agrupamentos, classificação ou até mesmo conglomerados (Mingoti, 2005; Hair *et al.*, 2009; Guimarães, Asmus & Bardof, 2013). A Análise de Cluster objetiva classificar os dados em grupos homogêneos dentro do intragrupo, mas que sejam heterogêneos entre si. Desta forma, vários grupos são criados entre si, e dados semelhantes são agregados para facilitar a interpretação e, portanto, reduzindo a subjetividade (Guimarães, Asmus & Bardof, 2013). Nessa pesquisa, decidiu-se pelo método de Classificação Hierárquica Ascendente (CHA). De acordo com Girardi (2007, p.77): A CHA agrupa as unidades espaciais de acordo com suas semelhanças e é muito útil na elaboração de tipologias para a análise regional. Quando é realizada a CHA o *Philcarto* analisa todas as variáveis selecionadas e agrupa as unidades espaciais em *n* grupos. Nesses grupos as unidades geográficas incluídas apresentam mais semelhança entre si do que com qualquer outra unidade de qualquer outro grupo estabelecido (Girardi, 2007, p.77).

Na CHA, as unidades de um mesmo grupo não precisam ser idênticas em termos das variáveis analisadas, mas possuir mais elementos semelhantes em comparação aos que as distinguem.

## 2 RESULTADOS

A estatística KMO obteve resultado de 0,697, e o BTS foi de  $X^2 (28) = 977,596$ , e *p-valor* < 0,001, tornando a técnica apropriada ao conjunto de dados. O emprego da técnica para todos os municípios da BAT agrupou as variáveis em três fatores, sendo o primeiro fator responsável por explicar 62,170% da variância total dos dados, e cumulativamente os três fatores explicam 96,621% da variância total dos dados (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros da Análise Fatorial

Variáveis	Fatores		
	1	2	3
V1	<b>0,995</b>	-0,090	0,022
V2	<b>0,995</b>	-0,089	0,016
V3	<b>0,995</b>	-0,090	0,027
V4	0,216	<b>0,908</b>	0,062
V5	0,330	<b>0,866</b>	-0,091
V6	-0,066	0,030	<b>0,996</b>
V7	<b>0,993</b>	-0,107	0,014
V8	<b>0,993</b>	-0,107	0,004
<b>% Variância</b>	62,170	21,815	12,636
<b>% Variância Acumulativa</b>	62,170	83,985	96,621
<b>KMO</b>	0,697		
<b>BTS</b>	Aprox. Qui-quadrado 977,596 gl. 28 (p-valor < 0,001)		

Fonte: Os autores (2022).

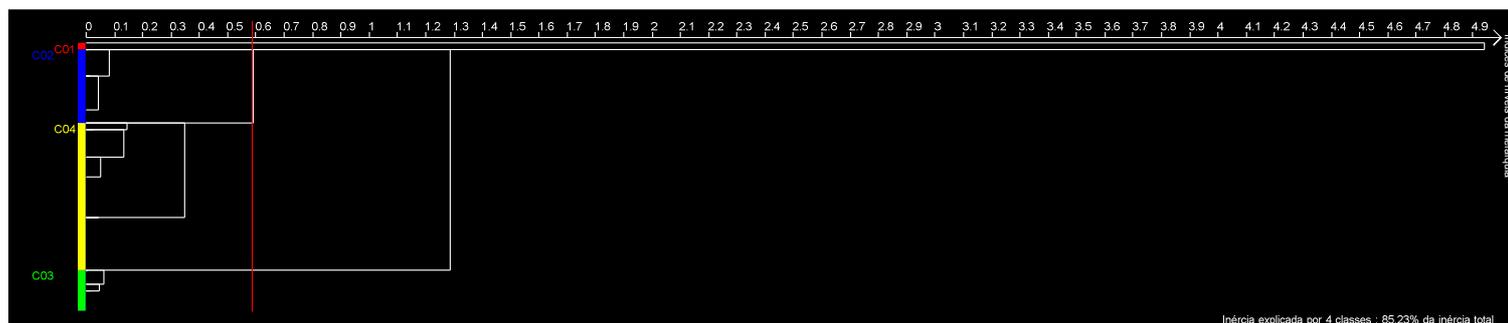
O Fator 1 – Cobertura de água e esgoto e interações por gênero explica uma variação total de 62,170%, e está associado às variáveis V1, V2, V3, V7 e V8. Isto é, essas variáveis estão associadas aos serviços de atendimento de água e esgoto total e urbano, além das interações ocasionadas pela falta de saneamento de homens e mulheres.

O Fator 2 – Atendimento e tratamento de esgoto é responsável por explicar 21,815% da variância total dos dados, e compreende o agrupamento das variáveis V4 e V5.

Por fim, o Fator 3 – Perdas na distribuição de água explica 12,636% da variância total dos dados, composto unicamente pela variável V6.

Para a Análise de *Cluster* foi utilizado um conjunto de dados composto pelas oito variáveis do estudo (Quadro 1) para os quarenta municípios da BAT. Ressalta-se que a Análise de *Cluster* e a confecção do dendrograma foi feita por meio do *Software* Philcarto versão x86 (Figura 2).

Figura 2 – Dendrograma obtido a partir do conjunto de variáveis



Fonte: Os autores a partir do Software Philcarto (2022).

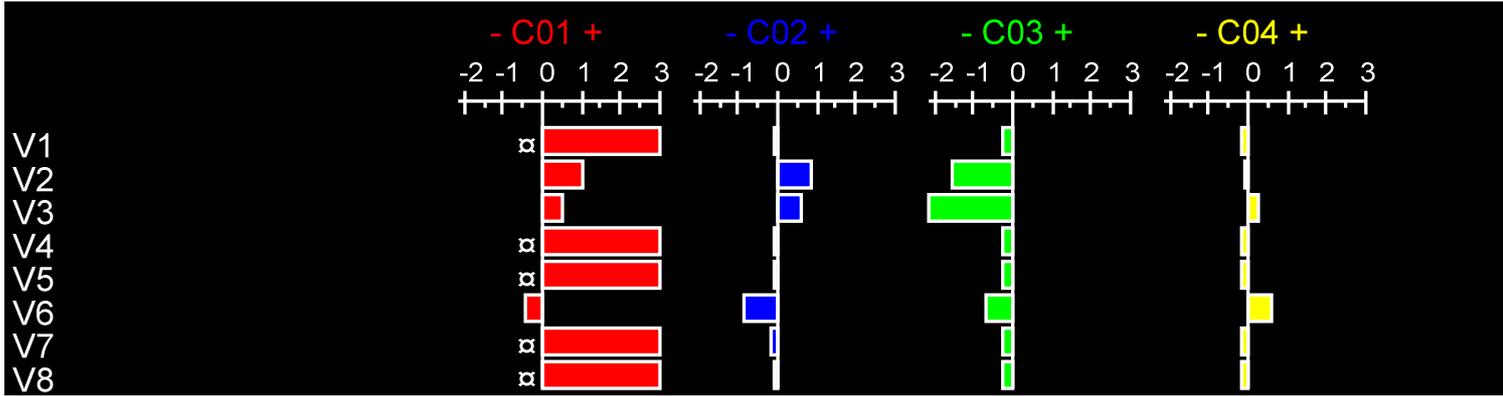
No dendrograma, o eixo superior (horizontal) demonstra o grau de semelhança, e no eixo esquerdo (vertical) constam os municípios da BAT. As linhas do eixo vertical seguem o nível de semelhança com as variáveis (Figura 2). É possível observar dois grandes espaçamentos entre os *Clusters*. Isso demonstra que posteriormente eles serão mais distantes, logo o número recomendado de *Clusters* deve ocorrer antes do grande espaçamento.

Desse modo, os quarenta municípios da BAT foram aglutinados em quatro grupos e explicam 85,23% da variância total dos dados. As distâncias são medidas por desvio-padrão da média, o ponto à frente da barra indica que ela se sobressai dentre as possibilidades de representação e por isso é cortada. Ademais, os municípios de cada grupo são sintetizados a seguir:

- Grupo 1 - Vermelho: São Paulo.
- Grupo 2 - Azul: Arujá; Barueri; Caieiras; Diadema; Ferraz de Vasconcelos; Osasco; Poá; São Bernardo do Campo; São Caetano do Sul; Suzano e Taboão da Serra.
- Grupo 3 - Verde: Biritiba-Mirim; Juquitiba; Mairiporã; Nazaré Paulista; São Lourenço da Serra; e Salesópolis.
- Grupo 4 - Amarelo: Cajamar; Carapicuíba; Cotia; Embu das Artes; Embu-Guaçu; Francisco Morato; Franco da Rocha; Guarulhos; Itapeverica da Serra; Itapevi; Itaquaquecetuba; Jandira; Mauá; Mogi das Cruzes; Paraibuna; Pirapora do Bom Jesus; Ribeirão Pires; Rio Grande da Serra; Santana de Parnaíba; Santo André; São Roque e Vargem Grande Paulista.

O processo de análise de perfil permite duas observações principais: “a) quais variáveis se repelem ou se atraem e; b) quais variáveis apresentam predominância em cada grupo” (Girardi, 2007, p. 79). Assim, é possível estabelecer as características de cada grupo, e com isso criar agrupamentos (Figura 3).

Figura 3 – Desvio-padrão da média de cada variável referente aos quatro *Clusters* selecionados



Fonte: Os autores a partir do Software Philcarto (2022).

A Figura 3 permite verificar a distância média de cada variável do eixo vertical, e conseqüentemente a contribuição negativa ou positiva de cada variável.

No Grupo 1 nota-se a contribuição positiva de todas as variáveis, com exceção da variável V6 que apresentou contribuição negativa. Porém, cabe salientar que a contribuição positiva das variáveis V7 e V8 impactam negativamente a situação do município.

No Grupo 2 estão os municípios que se destacam com relação às variáveis e V3, as demais variáveis possuem relativamente um comportamento negativamente semelhante. Já no Grupo 3 estão os municípios que apresentaram contribuição negativa para todas as variáveis, ou seja, os municípios que compõem esse grupo são os com maior *déficit* de abastecimento de água e esgotamento sanitário, e volume de água fluoretada. Porém, chama a atenção que nesse grupo os municípios apresentem baixos níveis de perda na distribuição e internações de homens e mulheres, tendo em vista a contribuição inversa das variáveis V6, V7 e V8.

Por fim, no Grupo 4 estão os municípios que apresentam maior homogeneidade nos resultados. As variáveis V3 e V6 apresentam contribuição positiva. Portanto, os municípios possuem bom atendimento de água, mas também possuem perdas na distribuição, isto é, à medida que aumenta o atendimento de água conseqüente aumentam-se os índices de perdas.

### 3 DISCUSSÃO

Em geral, as variáveis população total e urbana atendidas com abastecimento de água e esgotamento sanitário refletem os principais cenários do saneamento básico. Mundialmente, o saneamento básico é essencial para o bem-estar da sociedade, e nesse contexto, em 2010 a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu o acesso à água e ao saneamento como direito humano, além de definir a utilização de indicadores como uma das principais medidas para atingir tais direitos. Posteriormente, em 2015 esse direito foi ampliado e, com isso o esgotamento sanitário foi definido como direito humano (UN, 2015a) e, portanto, a Agenda 2030 por meio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) fortalece essas medidas (UN, 2015b).

Porém, os direitos supracitados são constantemente negados e/ou negligenciados. As condições e serviços de saneamento básico mundiais no período de 2000 a 2017 foram avaliadas pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2019 resultando no Relatório – *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: Special focus on inequalities*. Conforme o Relatório, aproximadamente 2,2 bilhões de pessoas no mundo não possuem acesso à água tratada (livre de contaminação), e cerca 3 bilhões não dispõem de instalações adequadas para a higienização das mãos. Com relação aos serviços de saneamento adequado, os números são críticos chegando a 4,2 bilhões de pessoas com carência desse atendimento (UNICEF, WHO, 2019).

Ferreira, Silva & Figueiredo Filho (2021) frisam que comumente os indicadores são utilizados para realizar o monitoramento e mensuração dos serviços de saneamento. Contudo, a abordagem através de indicadores tem suas limitações quando se resume demais a realidade (Branchi, 2022).

A Agenda 2030 fornece um aparato importante com relação aos indicadores de *Water, Sanitation and Hygiene* (WASH) com o gênero, através do ODS 5 (Igualdade de gênero) e ODS 6 (Água potável e saneamento) (Kayser *et al.*, 2019; Carrard *et al.*, 2022). Contudo, existem limitações para mensurar as necessidades intrínsecas das mulheres e meninas. Apesar das constantes narrativas destacarem a necessidade de implantação dos serviços de WASH para potencializar o empoderamento feminino e minimizar as desigualdades de gênero, existe uma carência nos indicadores que possam medir esses aspectos (Kayser *et al.*, 2019).

As mulheres, em sua maioria, possuem relação direta com a água, isso porque seu papel é moldado pelo uso deste recurso, enquanto suportam desproporcionalmente com os impactos pela sua falta. Portanto, existe inequivocamente uma relação entre a infraestrutura de água potável com os papéis de gênero na sociedade, de modo a criar um perfil que expõe a desigualdade de gênero e vulnerabilidade social das mulheres e meninas (Pommells *et al.*, 2018).

De modo geral, existe uma concentração maior de ferramentas de monitoramento de WASH direcionadas às normas técnicas que utilizam dados de saúde pública, contudo, na grande maioria das vezes ignoram-se aspectos relacionados ao bem-estar e relações de gênero (Dickin *et al.*, 2021).

Dickin *et al.* (2021) e Carrard *et al.* (2022) ao identificarem as lacunas na intersecção entre os ODS 5 e ODS 6, e a necessidade de mensuração das contribuições dos programas de WASH, desenvolveram uma medida quantitativa relacionando as medidas de WASH com a igualdade de gênero, a fim de delinear as tensões acerca do tema.

As múltiplas conexões entre o saneamento e gênero são destacadas no estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil (ITB). No referido estudo, a falta de saneamento prejudica a saúde das mulheres com impacto em suas vidas. Essa carência contribui para o desenvolvimento de doenças de origem hídrica e, dependendo da gravidade, incapacitam as mulheres de realizarem as atividades diárias, podendo ser acamadas ou hospitalizadas (ITB, 2022a).

Em outro estudo, Dutra & Lange (2021) construíram uma proposta metodológica para calcular os benefícios do saneamento no Brasil considerando diferentes aspectos. Os autores concluíram que a “cada R\$ 1,00 investido em saneamento em áreas de alta vulnerabilidade social e ambiental gera R\$ 29,19 em resultados sociais” (Dutra & Lange, 2021, p. 90). Os resultados apontam que o investimento em saneamento pode minimizar a disparidade de gênero, de populações marginalizadas e vulneráveis.

Em 2019, foram identificados 26,364 milhões de casos de absenteísmo por doenças de origem hídrica e 54,360 milhões de casos de afastamento por doenças respiratórias, com um total de 80,684 milhões de casos de atestado médico. Desse total, 32,521 milhões de mulheres ficaram acamadas por pelo menos um dia devido a essas doenças. No mesmo ano, 458.884 mulheres ingressaram no Sistema Único de Saúde (SUS) e cerca de 30.871 morreram por doenças relacionadas à falta de saneamento, segundo o SUS (ITB, 2022a).

Um dos problemas que intensifica o acesso das mulheres aos serviços de WASH são as perdas na distribuição. Os sistemas de distribuição de água são geralmente projetados para operar continuamente, no entanto, em muitos municípios esses sistemas operam de forma intermitente (Simukonda, Farmani & Butler, 2018).

No Brasil, cerca de 93% da população recebe abastecimento de água, o que revela a busca pela universalização, conforme preconiza as Nações Unidas. Contudo, os sistemas de abastecimento de água carecem de investimentos em infraestrutura de modo a minimizar os altos índices de perdas na distribuição, que atingem em média 39%. Além desses desafios, segmento de esgotamento sanitário merece atenção se comparada às demais, cerca de 61,9% dos brasileiros possuem coleta de esgoto, desse total apenas 78,5% recebem tratamento (Borges *et al.*, 2022).

À vista disso, as técnicas empregadas nesta pesquisa suprem a lacuna de estabelecer novas formas de mensurar e avaliar a gestão e os serviços de saneamento, no contexto do saneamento e gênero. O saneamento possui estreita relação com a saúde humana e gênero. Nos países em desenvolvimento as infecções parasitárias vitimizam em sua maioria crianças e mulheres (Calderón-Villarreal, Schweitzer & Kayser, 2022). Em 2016, aproximadamente 829.000 pessoas morreram por doenças diarreicas no mundo em decorrência da falta ou precariedade nos serviços de WASH (Prüss-Ustün *et al.*, 2019).

Ao analisar o número de internações de doenças associadas à falta de saneamento no período de 2010 a 2020 para os municípios da BAT, observa-se que o total de internações do gênero feminino (42.031) é maior em

relação ao masculino (36.915), diferentemente do que ocorreu no ano de 2020. No período de 2010 a 2020 o município de Vargem Grande Paulista se destaca com o número de internações bastante superior em relação aos demais municípios da BAT (ITB, 2022b).

Os resultados observados revelam que as variáveis que integram a dimensão de Cobertura de água e esgoto e internações por gênero (Fator 1) possuem forte correlação entre si. As cargas fatoriais fortemente positivas dessas variáveis indicam que, esse fator cresce à medida que aumenta a população atendida com abastecimento de água e esgotamento sanitário e aumenta o número de internações de homens e mulheres por doenças associadas à falta de saneamento.

Cabe destacar que as variáveis V7 e V8 que integram esse fator possuem contribuição relativamente inversa, ou seja, quanto mais forte a correlação maior o nível de associação do saneamento com as internações. Dessa forma, pode-se inferir que as internações de homens e mulheres estão diretamente associadas aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Os resultados obtidos com a análise multivariada mostram-se coerentes com a realidade (inter)nacional, tendo em vista que a prestação dos serviços de saneamento básico de forma adequada é uma medida eficaz de profilaxia para a disseminação de doenças transmissíveis pela água.

Além disso, a Análise de *Cluster* permitiu identificar os Grupos mais vulneráveis com relação ao conjunto de variáveis. Isto posto, é possível concluir que os municípios que integram o Grupo 3 (Verde) sofrem com os maiores inconvenientes relacionados à falta dos serviços de saneamento. Apesar de São Paulo ser apontado como um dos melhores estados do Brasil quanto ao *ranking* do ITB (2021), isto é, possuir os melhores índices de atendimento dos serviços de saneamento e internações, essa não é uma realidade para toda a extensão territorial.

Outro estudo encontrou uma forte relação inversa entre falta de acesso ao saneamento básico e maiores taxas de hospitalização por doenças de veiculação hídrica em regiões do Brasil, sugerindo que a melhoria do saneamento pode reduzir as hospitalizações (Paiva & Souza, 2018).

Apesar de os municípios da BAT possuírem relativamente bons índices de atendimento urbano de água, alguns necessitam de mais investimentos, como é o caso de Biritiba-Mirim e Mairiporã. Na BAT uns dos grandes desafios referem-se aos serviços de esgotamento sanitário e aos altos índices de perdas, que demandam investimentos para suprir a expressiva demanda populacional (FABHAT, 2019b). Embora a região da BAT possua taxas relativamente boas de covariáveis selecionadas e tendências positivas na tecnologia usada, entende-se que o engajamento com as questões sociais e de gênero relacionadas à saúde é necessário nos municípios atendidos pela BAT.

## CONCLUSÃO

Buscou-se nesse estudo retratar os aspectos de gênero com relação aos principais serviços de saneamento nos municípios da BAT, com a aplicação das técnicas multivariadas que possibilitaram observar as similaridades entre os municípios.

A aplicação Análise Fatorial evidenciou as correlações, que foram agrupadas em três fatores: Cobertura de água e esgoto e internações por gênero; Atendimento e tratamento de esgoto e Perdas na distribuição, dado as características que compõem cada fator. Pode-se verificar também que os parâmetros mais expressivos com relação ao saneamento e gênero dos municípios da BAT estão associados ao fator de Cobertura de água e esgoto e internações por gênero. Esse fator é predominantemente responsável por explicar 62,170% da variância total dos dados, e juntamente os três fatores explicam 96,621% da variância total dos dados.

Com base na análise de *Cluster* é possível inferir que o Grupo 3 – Verde (Biritiba-Mirim; Juquitiba; Mairiporã; Nazaré Paulista; São Lourenço da Serra; e Salesópolis) possui os maiores desafios com relação serviços de saneamento considerados nesse estudo, portanto, necessita de maior atenção da gestão pública.

Relativamente os números de internações por doenças associadas à falta de saneamento na população feminina e masculina são próximos, com exceção do Grupo 2 – Azul (Arujá; Barueri; Caieiras; Diadema; Ferraz de Vasconcelos; Osasco; Poá; São Bernardo do Campo; São Caetano do Sul; Suzano e Taboão da Serra) onde o número de internações de mulheres se sobressai em relação ao homem.

Em geral, as iniciativas no setor de água e saneamento não abordam as desigualdades de gênero. No entanto, a infraestrutura de água e saneamento pode ser uma ferramenta valiosa para promover a igualdade de gênero e o empoderamento feminino. Ademais, foram destacadas as limitações de desenvolver pesquisas onde

dados desagregados pudessem ser fornecidos respondendo melhor à dimensão de gênero, como renda, escolaridade, etnia/raça, a fim de identificar a interseccionalidade acerca do tema.

## AGRADECIMENTO

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

## REFERÊNCIAS

- Aydos, L. R. & Netos, L. F. F. (2019). Índice bruto de sustentabilidade dos municípios de Mato Grosso do Sul. *Interações*, (20)1, 35-49, 2019. <https://doi.org/10.20435/inter.v0i0.1681>
- Bicudo, C. E. M. *et al.* (2015). Carta de São Paulo Recursos hídricos no Sudeste: segurança, soluções, impactos e riscos. *Revista USP*, (106), 11-20. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p11-20>
- Borges, M. C. P. *et al.* (2022). The Brazilian National System for Water and Sanitation Data (SNIS): Providing information on a municipal level on water and sanitation services. *Journal of Urban Management*, 1-13, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2022.08.002>
- Branchi, B. A. (2022). Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas e Índices Compostos: Aplicação e Desafios. *Sociedade & Natureza*, (34), e63868, 2022. <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-63868>
- Calderón-Villarreal, A.; Schweitze, R. & Kayser, G. (2022). Social and geographic inequalities in water, sanitation and hygiene access in 21 refugee camps and settlements in Bangladesh, Kenya, Uganda, South Sudan, and Zimbabwe. *International Journal for Equity in Health*, (21)27, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12939-022-01626-3>
- Carrard, N. *et al.* (2022). The water, sanitation and hygiene gender equality measure (WASH-GEM): Conceptual foundations and domains of change. *Women's Studies International Forum*, (91), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.wsif.2022.102563>
- Dickin, S. *et al.* (2021). Empowerment in water, sanitation and hygiene index. *World Development*, (137), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105158>
- Dutra, J. A. & Lange, R. S. (2021). *Quanto vale cada real investido em saneamento no Brasil?* 1. ed. São Paulo: ABES-SP.
- FABHAT. Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. (2019a). *Resumo Executivo: Plano de Bacias Hidrográficas do Alto Tietê*. Consórcio Cobrape. JNS. Engenharia, Consultoria e Gerenciamento LTDA. Disponível em: < <https://comiteat.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Resumo-Executivo-PBH-AT-2018.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2022.
- FABHAT. Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. (2019b). *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos: Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - UGRHI-06 (ano base 2018)*. disponível em: < <https://comiteat.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/Relat%C3%B3rio-de-Situa%C3%A7%C3%A3o-Bacia-do-Alto-Tiet%C3%AA.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2022.
- Fávero, L. P. & Belfiore, P. (2017). *Manual de análise de dados: Estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata*. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Ferreira, A. L. (2020). *As dimensões do desenvolvimento rural sustentável no Brasil: Um estudo das microrregiões brasileiras*. 2020. 98p. (Mestrado em Sustentabilidade) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas.
- Ferreira, D.; Silva, L & Figueiredo Filho, D. B. (2021). Saneamento importa? Uma análise da relação entre condições sanitárias e COVID-19 nas capitais brasileiras. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, (26)6, 1079-1084. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200355>
- Figueiredo, S. B. (2012). *Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Rio Cuiabá-MT aplicando análise multivariada*. 141p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.
- Finkler, N. R. *et al.* (2015). Qualidade da água superficial por meio de análise do componente principal. *Revista Ambiente & Água*, (10)4, 782-792. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1468>

- Girardi, E. P. (2007). *Manual de utilização do programa: Philcarto versão 4.xx para Windows*.
- Giuliani, A. (2017). The application of principal component analysis to drug discovery and biomedical data. *Drug Discovery Today*, (22)7, 1069-1076. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drudis.2017.01.005>
- Guimarães, R. M.; Asmus, C. I. R. F. & Burdorf, A. (2013). Caracterização da exposição de população a organoclorados: uma aplicação da análise de cluster. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, (16)2, 231-9. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2013000200001>
- Hair, J. F. *et al.* (2009). *Análise multivariada de dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman.
- ITB. Instituto Trata Brasil. (2021). *Ranking do saneamento instituto Trata Brasil 2021 (SNIS 2019)*. GO Associados. 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: 17 set. 2022.
- ITB. Instituto Trata Brasil. (2022a). *Mulheres e Saneamento*. Global Compact Network Brazil: EX ANTE.
- ITB. Instituto Trata Brasil. (2022b). *Painel Saneamento Brasil*. Disponível em: < <https://www.painelsaneamento.org.br/>>. Acesso em: 24 set. 2022.
- Jolliffe, I. T. & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical Transactions Royal Society*, (374)2065, 1-16. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
- Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, (23)03, 187-200. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02289233>
- Kayser, G. L. *et al.* (2019). Water, sanitation and hygiene: measuring gender equality and empowerment. *Bull World Health Organ*, (97), 438–440. <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.18.223305>
- Kelman, J. (2015). Water supply to the two largest Brazilian metropolitan regions. *Aquatic Procedia*, (5), 13-21, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.10.004>
- Matos, D. A. S. & Rodrigues, E. C. (2019). *Análise fatorial*. Brasília: Enap.
- Mendes, J. P. (2022). *Indicadores de sustentabilidade para a gestão da segurança hídrica nas bacias hidrográficas PCJ: estudos de caso das sub-bacias dos Rios Atibaia e Piracicaba*. 136p. (Mestrado em Sustentabilidade) - Pontifca Universidade Católica de Campinas, Campinas.
- Mingoti, S. A. (2005). *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: UFMG.
- Nirazawa, A. N. & Oliveira, S. V. W. B. (2018). Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais. *Revista de Administração Pública*, (52)4, 753-763. <https://doi.org/10.1590/0034-7612168118>
- Nogueira, D. & Soares, D. (2022). A transversalização da questão de gênero na Agenda 2030: uma real oportunidade de democratizar o acesso à água e não deixar ninguém para trás? In: *Água e gênero: perspectivas e experiências*. 1. ed. Ituiutaba, MG: Editora Barlavento. 15-48.
- Paiva, R. F. P. S. & Souza, M. F. P. (2018). Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, (34)1, e00017316. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00017316>
- Pollachi, A. (2021). Gestão integrada e adaptativa da água: A governança da Bacia do Alto Tietê em face da escassez hídrica. *Revista Cadernos de Campo*, (31), 43-69. <http://doi.org/10.47284/2359-2419.2021.31.4369>
- Pommells, M. *et al.* (2018). Gender Violence as a Water, Sanitation, and Hygiene Risk: Uncovering Violence Against Women and Girls as It Pertains to Poor WaSH Access. *Violence Against Women*, (24)15, 1851-1862. <https://doi.org/10.1177/1077801218754410>
- Proetti, S. (2017). As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo. *Revista Lumen*, (2)4, 1-23. <http://dx.doi.org/10.32459/revistalumen.v2i4.60>
- Prüss-Ustün, A. *et al.* (2019). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, (222), 765-777. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.05.004>

- Rocha, C. H. B. & Pereira, A. M. (2016). Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Revista Ambiente & Água*, (11)1, 176-187. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1590>
- Severino, A. J. (2017). *Metodologia do trabalho científico*. 23. ed. São Paulo: Cortez.
- Simukonda, K.; Farmani, R. & Butler, D. (2018). Causes of intermittent water supply in Lusaka City, Zambia. *Water Practice & Technology*, (13)2, 335-345. <https://doi.org/10.2166/wpt.2018.046>
- Yoshino, C. (2018). Desigualdades em saúde e bem-estar na cidade de São Paulo. In: *Desigualdades na Cidade de São Paulo*. Revista Parlamento e Sociedade, São Paulo: CMSP, (6)10, 101-119.
- Tundisi, J. G. & Matsumura-Tundisi, T. (2020). *A Água*. São Carlos: SCIENZA.
- UN. United Nations. (2015a). General Assembly of the United Nations. *Resolution adopted by the General Assembly on 17 December 2015*. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/442/72/PDF/N1544272.pdf?OpenElement>. Acesso em: 17 mar. 2022.
- UN. United Nations. (2015b). *The Sustainable Development Agenda*. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>. Acesso em: 16 set. 2022.
- UNICEF. United Nations Children's Fund / (WHO) World Health Organization. (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: Special focus on inequalities*. Division of Communication, United Nations Plaza, New York: Division of Communication, United Nations Plaza. Disponível em: [file:///C:/Users/walef/Downloads/JMP-2019-FINAL-high-res\\_compressed%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/walef/Downloads/JMP-2019-FINAL-high-res_compressed%20(1).pdf). Acesso em: 15 set. 2022.