

Esgotamento Sanitário no Território da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - Trecho Paulista

Sanitation in the territory of Paraíba do Sul watershed – paulista portion

Saneamiento en el territorio paulista de la Cuenca Hidrográfica del Río Paraíba do Sul

Maria Auxiliadora Machado

LADIS – Lab Análises e
Desenv. de Indicadores para
a Sustentabilidade da DIIAV,
CGCT – INPE
Fac. Tec de Jacareí Prof.
Francisco de Moura
dorinhamaxhado@gmail.com

Mariana Gutierrez Arteiro da Paz

LADIS – Lab Análises e
Desenv. de Indicadores para
a Sustentabilidade da DIIAV,
CGCT – INPE
pazmga@gmail.com

Jocilene Dantas Barros

LADIS – Lab Análises e
Desenv. de Indicadores para
a Sustentabilidade da DIIAV,
CGCT – INPE
jocilene.barros@inpe.br

Evandro Albiach Branco

LADIS – Lab Análises e
Desenv. de Indicadores para
a Sustentabilidade da DIIAV,
CGCT – INPE
evandro.albiach@inpe.br

RESUMO

Este estudo tem por objetivo interpretar o território paulista da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul a partir dos índices de saneamento básico e qualidade das águas dos corpos hídricos. Para isso, se utiliza dos critérios de “luminosidades” definidos por Santos e Silveira (2005) e dados sobre o esgotamento sanitário do SNIS e do IBGE, e os explica à luz dos contrastes demográficos e sanitários existentes no território. Esses contrastes ficam mais evidentes quando apresentados os índices de atendimento em saneamento básico e os volumes de esgotamento sanitário, tratados ou não, que atingem os corpos hídricos da Bacia Hidrográfica. Aspectos estes que são indicativos de forte desalinhamento entre as políticas públicas adotadas e a real necessidade de investimento na infraestrutura sanitária, considerando as peculiaridades em cada localidade. Por fim, traça um paralelo entre o cumprimento da Agenda 2030, neste caso representada pela ODS 6, e os municípios que se encontram mais vulneráveis em relação à qualidade da água de seus corpos hídricos, propondo um realinhamento nos investimentos àquelas localidades que estão aquém das metas estabelecidas pela Agenda.

Palavras-chave: Saneamento Básico; Qualidade da água; BHPS-SP; Vale do Paraíba.

ABSTRACT

This study aims to read the Paraíba do Sul Watershed – State of São Paulo territory by its water and sanitation access and water quality numbers. For this, it uses the criteria of “luminosities” defined by Santos and Silveira (2005) and data on the sanitary depletion of SNIS and IBGE and explains them in the light of the demographic and sanitary contrasts existing in the territory. These contrasts are more evident when the rates of basic sanitation and the volumes of sanitary sewage, treated or not, affect the water bodies of the water resources of Paraíba do Sul Watershed. These aspects indicate a strong misalignment between the public policies adopted and the real need for investment in each location. Finally, it draws a parallel between the fulfillment of the 2030 Agenda, in this case represented by SDG 6, and the municipalities that are most vulnerable in relation to the water quality of their water bodies, proposing a realignment in investments to those locations that are beyond goals established by the agenda.

Keywords: Basic Sanitation; Water quality; BHPS-SP; Paraíba Valley.

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo interpretar el territorio paulista de la Cuenca Hidrográfica del Río Paraíba do Sul a partir de los índices de saneamiento básico y calidad de los cuerpos de agua. Para ello, se utilizan los criterios de “luminosidad” definidos por Santos y Silveira (2005) y datos sobre alcantarillado sanitario del SNIS y del IBGE, y son explicados a la luz de los contrastes demográficos y sanitarios existentes en el territorio. Estos contrastes se hacen más evidentes cuando son presentados los índices de prestación del servicio de saneamiento básico y los volúmenes de alcantarillado sanitario, tratados o no, que llegan a los cuerpos de agua de la Cuenca Hidrográfica. Estos aspectos son indicativos de un fuerte desajuste entre las políticas públicas adoptadas y la necesidad real de inversión en infraestructura sanitaria, considerando las peculiaridades de cada localidad. Finalmente, se traza un paralelo entre el cumplimiento de la Agenda 2030, en este caso representado por el ODS 6, y los municipios más vulnerables

en relación a la calidad de sus cuerpos de agua, proponiendo un reajuste de inversiones para aquellas localidades que se encuentran por debajo de las metas establecidas por la Agenda.

Palabras-clave: Saneamiento básico; Calidad del agua; BHPS-SP; Valle de Paraíba.

1. INTRODUÇÃO

Muitas das cidades do Vale do Paraíba Paulista surgiram dos diversos pontos de paradas dos Bandeirantes em busca de ouro e depois dos tropeiros, que guarneciam os vilarejos nascidos ao longo dos caminhos que levavam às minas de ouro (DEVIDE, 2013 e 2014). Seriam esses os fatores históricos que contribuíram para o início de uma onda migratória, que atrairia muitos dos trabalhadores das zonas rurais daqueles estados para a região do Vale do Paraíba. Como resultado, milhares de famílias transpuseram a Serra da Mantiqueira e se estabeleceram no Vale do Paraíba provocando um crescimento desordenado nas pequenas cidades do território, o que resultou em um adensamento populacional não-uniforme, dando forma à atual configuração espacial da região (SILVA, 2014). Esse adensamento populacional se expressa também no aumento do percentual de áreas construídas em relação aos outros tipos de uso e cobertura da terra no Vale do Paraíba paulista, de 2,8% em 1985 para 4,6% em 2015 (RONQUIM et al., 2016). No entanto, tal adensamento se deu de forma diferenciada dentro do Vale (SILVA, 2004; SANTOS e SILVEIRA, 2005).

O crescimento da população urbana no Vale do Paraíba não teve o adequado acompanhamento de planejamento, equipamentos urbanos e de infraestrutura urbana (SILVA, 2014; DEVIDE, 2013 e 2014), assim como em outras metrópoles brasileiras (MARICATO, 2003 e 2011). Nos anos 70, as áreas centrais e urbanas brasileiras

foram contempladas com redes de abastecimento público de água, com o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), publicado em 1967 pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BND) e executado entre 1971 e 1986. No entanto, essa política apresentou algumas falhas no sentido de não integração dos serviços e de exclusão, as quais, dentre outras: i) as populações fora do ambiente urbano não foram contempladas; ii) o investimento foi direcionado de maneira mais expressiva no abastecimento de água, em detrimento do esgotamento sanitário (coleta, afastamento e tratamento de esgotos); e iii) com o aumento da oferta de água, ocorreu um consequente aumento da produção de esgotos, contribuindo com a poluição hídrica em corpos hídricos urbanos (TUCCI, 2009; MARICATO, 2003 e 2011; BARRAQUÉ, 2013; HALL e LOBINA, 2013; LEÃO, PAZ e CIBIM, 2016).

Após o PLANASA nos anos 70-80, apenas em 2007 surge no Brasil um marco legal para o setor do saneamento básico, marco este que passou por alterações no ano de 2020. Essa morosidade na definição da agenda para o setor coloca o Brasil numa posição insatisfatória em relação aos serviços de saneamento básico¹. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2019 83,7% da população brasileira tinham acesso à água tratada; e apenas 54,1% dos brasileiros tinham acesso à rede de coleta e afastamento de esgotos; e dos esgotos produzidos no país 49,1% eram tratados (SNIS, 2018),

1 Segundo a Lei 11.445/2007 alterada pela Lei 14026/2020, os quatro componentes do saneamento básico são o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

2 Para esses dados, trabalhamos com o último Censo do IBGE, dado oficial que permite verificar os serviços nas áreas urbanas e rural

sendo que o restante é lançado no ambiente. Além da falta de integralidade entre os serviços de água e esgoto, observa-se também uma desigualdade no atendimento às populações rural e urbana. Em 2010, 75,8% dos brasileiros tinham acesso ao abastecimento de água por rede geral, sendo 89,1% da população urbana e 17,8% da população rural; e apenas 44,4% da população brasileira era atendida pela coleta e afastamento dos esgotos domiciliares, sendo 54,0% da população urbana e apenas 3,1% da população rural (IBGE, 2010²). Apesar da importância das tecnologias adequadas para o saneamento rural, destaca-se que apenas em 2019 o Brasil publicou um Programa Nacional para o Saneamento Rural, após 5 anos de articulação liderada pela Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) (BRASIL, 2019), mesmo com a diferença significativa entre o acesso à água e ao saneamento em áreas urbanas e rurais.

Quanto à agenda global para o acesso aos serviços de saneamento básico, foi após eventos importantes como a Conferência de Estocolmo em 1972 e a Eco 92 no Rio de Janeiro, que essa passou a ser considerada e colocada em pauta, junto com outras questões socioambientais. E, finalmente em 2000 se estruturou a Conferência em que os chefes de governo adotaram a Declaração do Milênio da ONU com suas 8 metas até 2015. Em 2015 as oito metas da ODM se transformaram nas 17 ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com horizontes até 2030 para que as metas fossem alcançadas. Dentre as 17 ODS encontra-se a ODS 6, com metas comprometidas em: “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e

todos” (BRASIL, s.d.).

Este estudo pretende interpretar o território da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul em seu trecho Paulista a partir dos índices de saneamento e da classificação dos corpos hídricos, nos dois eixos de luminosidade proposto por Santos e Silveira (2005). Dessa forma,, pretende contribuir para a análise e revisão de políticas públicas que venham realmente propiciar o pleno atendimento das necessidades de saneamento básico à população do território. Para isso, considera os espaços de luminosidade do Vale do Paraíba, e o passivo em investimentos em políticas de saneamento rural, com o objetivo de avaliar comparativamente os índices relacionados ao sistema de esgotamento sanitário dos municípios, em duas regiões do Vale do Paraíba: aquela em que se situam as 22 cidades de maior adensamento demográfico (Eixo Estruturante) e a de menor adensamento demográfico, onde se encontram as outras 13 cidades (Eixo Alto Paraíba).

2. METODOLOGIA

2.1. O VALE DO PARAÍBA E OS EIXOS DE LUMINOSIDADE

Considerando os diferentes perfis de produção do espaço do Vale do Paraíba, Santos e Silveira (2014) propuseram uma divisão espacial em dois “eixos de luminosidade” dos espaços. Silva (2014) se apropria deste conceito para diferenciar o adensamento populacional das regiões do Vale do Paraíba. A região mais densamente povoada, que agrega 22 municípios e concentra 95,0% da população do Vale, e, portanto, mais luminosa, intitula de “Eixo Estruturante” (Tabela 1). A região de luminosidade mais opaca

por possuir menor adensamento humano, e que inclui outros 13 municípios com baixo dinamismo econômico, cuja população representa 5,0% da população de todo o Vale do Paraíba, é denominada como "Eixo Alto Paraíba" (Tabela 1).

Tabela 1 - Eixos dos Espaços de Luminosidade com adensamento de municípios

Municípios	Eixo Estruturante			Eixo Alto Paraíba			
	Habitantes - 2018			Municípios	Habitantes - 2018		
	Total	Urbano (%)	Rural (%)		Total	Urbano (%)	Rural (%)
Aparecida	36.129	98,5	1,5	Arapeí	2.478	75,2	24,8
Arujá	88.455	96,0	4,0	Areias	3.876	67,0	33,0
Caçapava	93.488	85,6	14,4	Bananal	10.896	79,8	20,2
Cachoeira Paulista	33.067	81,7	18,3	Cunha	21.639	55,6	44,4
Canas	5.071	92,8	7,2	Jambeiro	6.485	47,9	52,1
Cruzeiro	81.895	97,5	2,5	Lagoinha	4.903	64,8	35,2
Guararema	29.451	86,0	14,0	Natividade da Serra	6.681	41,7	58,3
Guaratinguetá	121.073	95,3	4,74	Paraibuna	18.180	30,1	69,9
Igaratá	9.483	79,2	20,8	Redenção da Serra	3.863	57,1	42,9
Jacarei	231.863	98,6	1,4	Santa Branca	14.717	88,2	11,8
Lavrinhas	7.207	91,8	8,2	São José do Barreiro	4.151	70,1	29,9
Lorena	88.276	97,1	2,9	São Luiz do Paraitinga	10.684	59,5	40,6
Monteiro Lobato	4.608	43,4	56,6	Silveiras	6.264	49,7	50,3
Pindamonhangaba	166.475	96,4	3,6	-	-	-	-
Piquete	13.742	93,7	6,3	-	-	-	-
Potim	24.143	75,8	24,2	-	-	-	-
Queluz	13.228	82,0	18,0	-	-	-	-
Roseira	10.621	95,0	5,0	-	-	-	-
Santa Isabel	56.792	78,5	21,5	-	-	-	-
São José dos Campos	713.943	99,0	1,0	-	-	-	-
Taubaté	311.854	97,8	2,2	-	-	-	-
Tremembé	46.642	90,1	9,9	-	-	-	-
Total	2.187.506	95,0%	5,0%	Total	114.817	59,0%	41,0%

Fonte: Tabela construída pela autora de acordo com os Eixos de Luminosidade de Santos e Silveira (2005) e dados obtidos no SNIS (2018)

A escolha da divisão do território em Eixos de Luminosidade utilizando critérios definidos por Santos e Silveira (2005) e Silva (2014) se deu considerando os contrastes existentes entre as duas regiões da Bacia. O que os autores chamam de Eixo Estruturante é uma área de 7.537,393 Km² (IBGE, 2018), que representa 52,3% da área total da Bacia, enquanto o Eixo Alto Paraíba possui 47,3% dessa área, com 6.753,103 Km² (Figura 1). Apesar da pequena diferença entre os territórios de cada eixo, as diferenças mais significativas se encontram no adensamento majoritário do Eixo Estruturante (95,0% da população total da Bacia) em relação ao outro Eixo que possui 5,0% da população total.

Estruturante, enquanto o “espaço opaco” do Alto Paraíba continuou sem luminosidade (SILVA, 2014). Para Devede (2014, p. 15), o Alto Paraíba atualmente “é a região mais vulnerável do Vale do Paraíba às mudanças climáticas devido aos aumentos nos teores médios de umidade e da temperatura do ar”.

2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo, de caráter exploratório, consiste em pesquisa

bibliográfica e documental, de caráter quantitativo. A pesquisa documental foi realizada nas bases de dados do IBGE/Sidra – Censo 2010; IBGE – Censo 2017 e SNIS 2018 (Quadro 1). Os dados foram tabulados e sistematizados em função das regiões da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul – Trecho paulista (BHPS-SP) considerando seu adensamento, tomando por base o referencial de Santos e Silveira (2005) e Silva (2014) (Tabela 1).

Quadro 1. Dados de saneamento e qualidade das águas

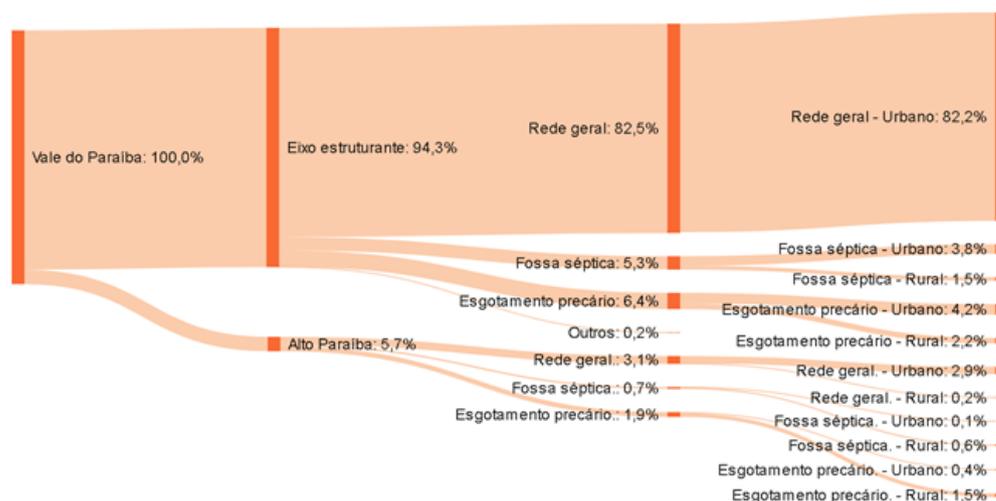
Indicador	Fonte	Descrição/Cálculo
Esgotamento sanitário por unidade domiciliar	Censo IBGE 2010	“Esgotamento precário” é a soma dos destinos para os esgotos domiciliares “fossa rudimentar”, “vala” e “rios, lagos e mar”.
Índices de esgotamento sanitário por áreas urbana e rural	IBGE/Sidra - Censo 2010	Percentual de unidades domiciliares atendidas com rede de esgoto sanitário, em áreas urbana e rural
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referidos aos municípios atendidos com água (%)	SNIS 2018	$IN056 = \frac{ES001}{GE12b} \times 100$ ES001 – População total atendida com esgotamento sanitário. GE12b - População total residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário, segundo o IBGE.
IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	SNIS 2018	$IN015 = \frac{ES005}{AG010 - AG019} \times 100$ ES005 – Volume de esgoto coletado (m³/a). AG010 – Volume de água consumido (m³/a). AG019 – Volume de água tratada exportado (m³/a).
ES005 - Volume de esgoto coletado (x10³ m³/ano)	SNIS 2018	Volume de esgotos coletado (x10³ m³/ano)
ES006 - Volume de esgoto tratado (x10³ m³/ano)	SNIS 2018	ES006 = E005 x IN016 ES005 – Volume de esgoto coletado (10³ m³/a). IN016 – Índice de tratamento de esgotos (%).
IN016-Índice Tratamento de Esgotos (%)	SNIS 2018	$IN016 = \frac{ES006 + ES014 + ES015}{ES005 + ES013} \times 100$ ES005 – Volume de esgoto coletado (m³/a). ES006 – Volume de esgoto tratado (m³/a). ES013 – Volume de esgoto bruto importado. ES014 - Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador (m³/a). ES015 – Volume de esgotos bruto exportado tratado nas instalações do importador (m³/a).
Volume total de esgoto produzido pelos municípios atendidos com água (10³ m³/ano)	Cálculo a partir de SNIS 2018	$= \frac{ES005}{IN056} \times 100$ ES005 – Volume de esgoto coletado (m³/a). IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referidos aos municípios atendidos com água (%)
Volume total de esgoto não tratado lançado nos rios, lagos e mar (x10³ m³/ano)	Cálculo a partir de SNIS 2018	$(((Vol.tot.esg.produzido - ES005) + (ES005 - ES006)))$ ES005 = Volume de esgoto coletado (m³/a). IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referentes aos municípios atendidos com água (%). ES006 = Volume de esgotos tratado (x10³ m³/ano).
Índice de descarte em corpos hídricos efluente não tratado (%)	Cálculo a partir de SNIS 2018	$Índice = \frac{Vol. esgoto não trat. Descartado}{Vol. total esgoto produzido} \times 100$ ES005 = Volume de esgoto coletado (m³/a). IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referidos aos municípios atendidos com água IN015 = Índice de coleta de esgoto (%).

Tais regiões – ou eixos - foram utilizados para análise da situação atual de atendimento pelos municípios em relação às metas assumidas pelo governo brasileiro junto à Agenda 2030.

3. RESULTADOS

O Eixo Estruturante representa a área mais urbanizada da região estudada e, em 2010 apresentou um índice de 82,5% de unidades domiciliares atendidas por rede geral de coleta de esgotos (Figura 2).

Figura 2. Esgotamento sanitário por unidade domiciliar, em percentual de unidades domiciliares, nos eixos Estruturante e Alto Paraíba, por área urbana e rural



Fonte: elaborado pelos autores, com base em SIDRA, IBGE, 2010.

Ao detalhar esses índices para os municípios em cada eixo, observa-se que as proporções de atendimento aos índices de coleta e afastamento de esgotos considerados satisfatórios (rede geral e fossa séptica) e outros tipos, considerados insatisfatórios (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Índices de esgotamento sanitário por áreas urbana e rural, no Eixo Estruturante

Municípios	Urbano		Rural	
	Uso de Rede Geral ou Fossa Séptica	Outros Tipos de Esgotamento	Uso de Rede Geral ou Fossa Séptica	Outros Tipos de Esgotamento
Aparecida	97,5%	2,5%	59,0%	39,8%
Arujá	87,0%	11,0%	69,0%	30,0%
Caçapava	87,2%	12,8%	34,8%	65,0%
Cachoeira Paulista	95,4%	4,6%	68,7%	31,4%
Canas	87,8%	12,2%	67,9%	27,2%
Cruzeiro	97,4%	2,6%	62,5%	36,8%
Guararema	90,0%	11,0%	60,0%	40,0%
Guaratinguetá	94,0%	6,0%	40,7%	58,8%
Igaratá	83,6%	16,4%	91,3%	9,2%
Jacareí	96,0%	4,0%	47,7%	51,1%
Lavrinhas	82,8%	17,2%	52,0%	47,7%
Lorena	98,7%	1,3%	49,9%	49,7%
Monteiro Lobato	82,3%	17,7%	26,9%	72,8%

Pindamonhangaba	98,2%	1,8%	36,9%	62,4%
Piquete	79,9%	20,1%	37,5%	61,8%
Potim	98,2%	1,8%	95,0%	5,0%
Queluz	75,7%	24,3%	59,0%	40,7%
Roseira	95,7%	4,3%	12,3%	87,8%
Santa Isabel	89,0%	10,0%	52,0%	48,0%
São José dos Campos	95,8%	4,2%	37,4%	62,4%
Taubaté	98,1%	1,9%	27,9%	72,0%
Tremembé	92,4%	7,6%	25,8%	72,2%
Total	95,3%	4,7%	48,8%	51,2%

Fonte: IBGE/Sidra - Censo 2010.

Tabela 3. Índices de esgotamento sanitário por áreas urbana e rural, no Alto Paraíba

Municípios	Urbano		Rural	
	Uso de Rede Geral ou Fossa Séptica	Outros Tipos de Esgotamento	Uso de Rede Geral ou Fossa Séptica	Outros Tipos de Esgotamento
Arapeí	64,2%	35,8%	50,8%	49,2%
Areias	87,1%	12,9%	21,7%	78,3%
Bananal	95,7%	4,3%	44,6%	55,4%
Cunha	91,6%	8,4%	5,1%	94,9%
Jambeiro	95,6%	4,4%	36,1%	63,9%
Lagoinha	95,6%	4,4%	17,3%	82,7%
Natividade da Serra	98,5%	1,5%	46,9%	53,1%
Paraibuna	89,3%	10,7%	53,7%	46,3%
Redenção da Serra	65,8%	34,2%	16,8%	83,2%
Santa Branca	85,3%	14,7%	14,8%	85,2%
São José do Barreiro	91,2%	8,8%	35,8%	64,2%
São Luiz do Paraitinga	85,0%	15,0%	39,2%	60,8%
Silveiras	97,5%	2,5%	46,2%	53,8%
Total	89,2%	10,8%	34,1%	65,9%

Fonte: IBGE/Sidra - Censo 2010.

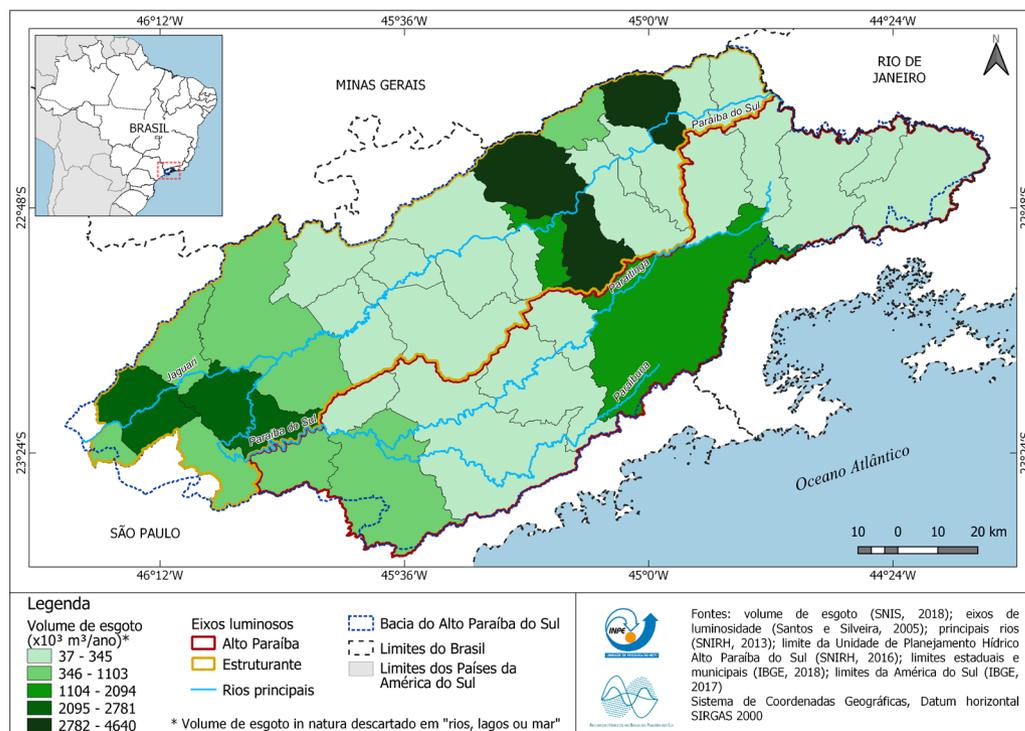
Dados oficiais recentes (SNIS, 2018) mostram que 93,4% da população do Eixo Estruturante possui acesso à rede coletora de esgotos, enquanto no Alto Paraíba esse índice cai para 42,8% (Tabela 4). Da mesma forma, o volume de esgotos tratado é maior no Eixo Estruturante (Tabela 4). O índice de descarte em corpos hídricos é maior no Alto Paraíba, em proporção, porém, em volume é maior no Eixo Estruturante (Tabela 4; Figura 3).

Tabela 4 - Volumes de efluentes produzidos nos Eixos Estruturante e Alto Paraíba

EIXOS	População	IN056 Índice de atendimento total de esgoto (%)	ES005 Volume de esgotos coletado (x10 ³ m ³ /ano)	IN015 Índice de coleta de esgoto (%)	ES006 Volume de esgotos tratado (x10 ³ m ³ /ano)	IN016 Índice de tratamento de Esgotos (%)	Volume de esgoto total produzido ref. municípios atendidos com água – Calculado	Vol. esgoto não tratado lançado nos rios, lagos e mar (x10 ³ m ³ /ano) Calculado	Índice de descarte em corpos hídricos (efluente não tratados) (%)
Estruturante	95,0%	93,4%	103.829	97,0%	87.639	84,4%	111.224	23.585	21,2%
Alto Paraíba	5,0%	48,4%	3.256	3,0%	1.649	50,7%	6.725	5.075	75,5%
Total	2.302.323	90,8%	107.084	—	89.289	83,4%	117.949	28.660	24,3%

Fonte: SNIS 2018

Figura 3. Volume de Esgoto descartado in natura nos corpos hídricos da BHPS-SP com base em SNIS (2018).



Fonte: elaborado pelos autores (2021)

Os dados recentes do índice de uma diferença significativa entre o atendimento à rede coletora de acesso a este serviço, nos municípios dos eixos (Tabela 5).

Tabela 5 - Índices de atendimento total de esgotos nos Eixos

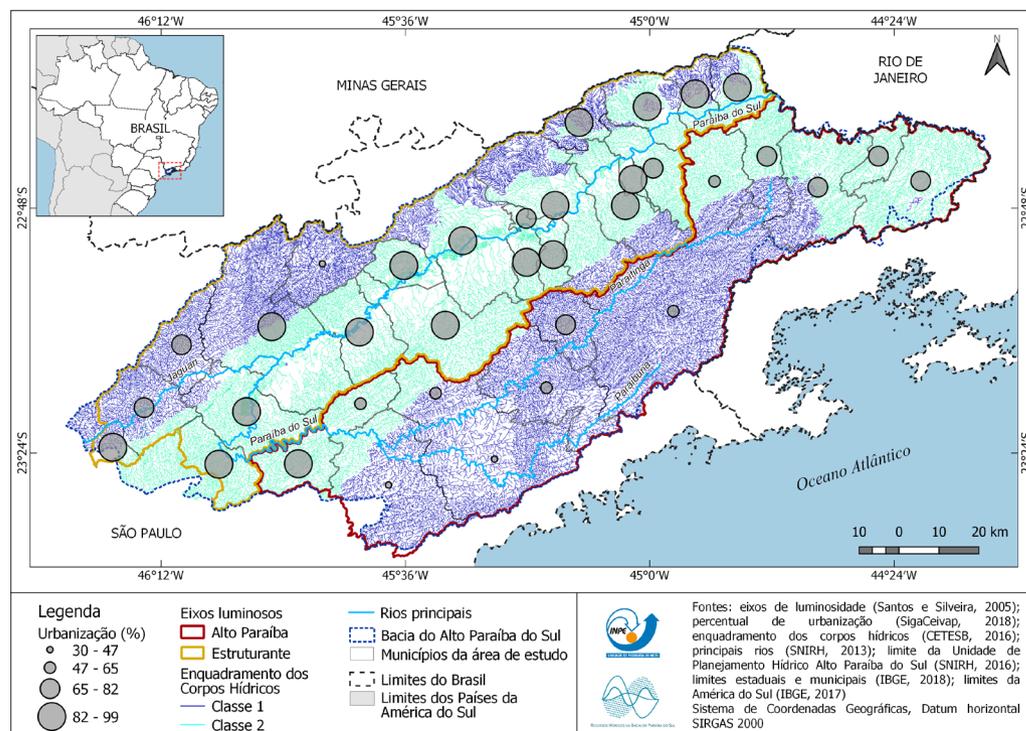
Eixo Estruturante			Eixo Alto Paraíba		
Municípios	IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto (%)	População atendida com água que tem acesso ao esgoto sanitário	Municípios	IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto (%)	População atendida com água que tem acesso ao esgotamento Sanitário
Aparecida	85,7%	30.973	Arapeí	70,2%	1.739
Arujá	72,2%	63.865	Areias	67,1%	2.599
Caçapava	94,5%	88.327	Bananal	73,5%	8.011
Cachoeira Paulista	87,7%	28.996	Cunha	29,8%	6.457
Canas	83,4%	4.227	Jambeiro	49,1%	3.182
Cruzeiro	97,5%	79.807	Lagoinha	63,4%	3.108
Guararema	48,5%	14.284	Natividade da Serra	42,7%	2.853
Guaratinguetá	93,5%	113.191	Paraibuna	43,0%	7.816
Igaratá	25,7%	2.440	Redenção da Serra	38,3%	1.479
Jacaré	98,7%	228.918	Santa Branca	56,8%	8.364
Lavrinhas	64,1%	4.617	São José do Barreiro	72,3%	3.000
Lorena	99,0%	87.420	São Luiz do Paraitinga	52,8%	5.637
Monteiro Lobato	39,8%	1.835	Silveiras	53,9%	3.373

Pindamonhangaba	99,0%	164.727	-	-	-
Piquete	75,2%	10.328	-	-	-
Potim	75,8%	18.308	-	-	-
Queluz	55,0%	7.270	-	-	-
Roseira	91,0%	9.663	-	-	-
Santa Isabel	45,6%	25.909	-	-	-
São José dos Campos	98,8%	705.019	-	-	-
Taubaté	99,7%	310.981	-	-	-
Tremembé	89,5%	41.726	-	-	-
Total	93,4%	2.042.831	Total	48,4%	57.617

Fonte: SNIS - Sistema Nacional de Infraestrutura Sanitária - 2018

Outra relação encontrada foi entre o enquadramento dos corpos hídricos e a urbanização dos municípios (Figura 4). O enquadramento, como instrumento da política paulista de recursos hídricos, define classes de qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo, e na área de estudo abrange as classes 1 e 2. Dentre outras características, a classe 1 pode ser utilizada para abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, a classe 2 precisa de tratamento convencional para ser utilizada para consumo humano (SIGRH, s.d.).

Figura 4. Sobreposição da região hidrográfica do trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul e dos Eixos luminosos



Fonte: elaborado pelos autores a partir de Santos e Silveira, 2005; SigaCeivap, 2018; CETESB, 2016; SNIRH, 2013 e 2016; IBGE, 2018 e 2017.

4. DISCUSSÕES

4.1 O ESGOTAMENTO SANITÁRIO E OS EIXOS LUMINOSOS, NA BACIA DO PARAÍBA DO SUL

Com base nos dados levantados, referentes exclusivamente ao esgotamento sanitário, é possível constatar perfis diferenciados de esgotamento sanitário entre os dois eixos estudados. O Eixo Estruturante possui municípios com maiores adensamentos urbanos na bacia (SILVA, 2014), conforme Tabela 1, repercute na lógica sanitária adotada nas cidades de médio e grande porte, marcadamente acentuada pela influência do PLANASA a partir dos anos 70 (MARICATO, 2003), que priorizavam o atendimento em centros urbanos (BARRAQUÉ, 2013).

Observa-se que são nas zonas urbanas dos dois eixos onde ocorre maior incidência de soluções mais adequadas de esgotamento sanitário (rede geral de esgoto e fossas sépticas³). Por outro lado, as áreas rurais se destacam por apresentarem maior proporção de unidades domiciliares com esgotamento precário (Figura 2, Tabela 3).

De todas as cidades do Eixo Estruturante, as que menos apresentam soluções para esgotamento sanitário adequado (rede geral de esgoto ou fossa séptica) na área urbana são Queluz (75,7%) e Piquete (79,9%), conforme Tabela 2. Por outro lado, os municípios com melhores índices nesse tipo de esgotamento sanitário na área rural, nesse mesmo eixo, são Potim (95,0%) e Igaratá (91,3%), apesar de nenhuma delas estar entre aquelas de maior adensamento populacional (Tabela 2).

Ao analisar as cidades do Eixo Alto Paraíba, verifica-se a fragilidade na incidência de soluções consideradas como adequadas. Observa-se que as cidades com menor índice de esgotamento sanitário por uso de rede geral de esgoto ou fossa séptica na área urbana são Arapeí (64,2%) e Redenção da Serra (65,8%). Por sua vez, os municípios que mais investem nesse tipo de solução em área rural nesse eixo é Paraibuna (53,7%), e um dado interessante: o segundo melhor posicionamento é também de Arapeí, com 50,8% (Tabela 3), indicando um evidente direcionamento de investimentos em direção às zonas rurais.

Em relação aos volumes de efluentes sanitários coletados (tratados ou não) pelos municípios na BHPS-SP em 2018, comparando-os com a soma dos volumes coletados nos dois eixos, verifica-se que 97,0% da população que habita o Eixo Estruturante e 3,0% do Eixo Alto Paraíba tem acesso à coleta e afastamento de esgotos. Do total coletado na bacia, 89.289 x 10³ m³ receberam tratamento antes de atingir os corpos hídricos da região (rios, lagos e mar), porém naquele ano um volume de 28.660 x 10³ m³ de esgotos in natura chegaram até a calha do Rio Paraíba do Sul (Tabela 4). Desse volume, 21,2% têm origem no Eixo Estruturante e 75,5% no Eixo Alto Paraíba.

Como discutido por outros autores (TUCCI, 2009; MARICATO, 2003 e 2011; BARRAQUÉ, 2013; HALL e LOBINA, 2013; LEÃO, PAZ e CIBIM, 2016), no Brasil, a infraestrutura sanitária foi um movimento mais sanitário do que ambientalista, o que pode ser observado pela discrepância entre os volumes de esgotos produzidos, coletados e tratados em cada eixo (Tabela 4 e

3 Por "fossa séptica" pressupõe-se a "fossa séptica sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetados e construídos". PLANSAB 2013, p. 27.

Figura 3).

A análise dos volumes de esgotos in natura, que são descartados nos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul se faz importante frente às metas da ODS 6 (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) das Nações Unidas para 2030, mais precisamente a meta 6.3. Para que o Brasil alcance essa meta é necessário o empenho dos Estados e municípios brasileiros. Essa meta está relacionada com a melhoria da qualidade da água através da redução da poluição, “eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente” (ONU BRASIL, s.d.).

Diante desse cenário e analisando os volumes in natura descartados nos corpos hídricos da BHPS-SP no ano de 2018, verifica-se que Guaratinguetá e Cruzeiro foram os municípios do Eixo Estruturante que mais contribuíram com efluentes não tratados (Figura 3). Juntos despejaram nos corpos hídricos nesse ano cerca de 8.975 x10³ m³ de esgotos (cálculos a partir de dados do SNIS, 2018). Entre os municípios deste Eixo, Cruzeiro, Potim, Aparecida e Piquete não possuíam Estação de Tratamento de esgotos – ETE - em 2018. Guaratinguetá é o município que mais despejou esgotos in natura nos corpos hídricos, mesmo possuindo ETE, representando 91,4% de todo volume de efluentes não tratados descartados por todos os municípios que compõem o Eixo Alto Paraíba. Por outro lado, um exemplo positivo é Taubaté, que apesar de ser a segunda cidade mais densamente habitada na região (Tabela 1), com 311.854

habitantes, é um dos municípios que descartou menos efluentes in natura (47,8 10³ m³/ano – Volume calculado a partir dos dados de SNIS 2018) que Caçapava, cujo número de habitantes representa menos de 1/3 de sua população.

Os índices de atendimento total de esgotos na bacia refletem a busca por alcançar a meta 6.2 da ODS 6 das Nações Unidas, que se refere ao acesso ao “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 BRASIL, s.d.).

A Tabela 5 demonstra que os melhores índices de atendimento de esgoto entre os municípios do Eixo Estruturante (acima de 95%), que proporcionaram maior afastamento dos efluentes sanitários dos domicílios no ano de 2018, pertencem aos municípios de Taubaté (99,7%), Lorena (99,0%), São José dos Campos e Jacareí (98,7%) e Cruzeiro (97,4%). Na mesma tabela pode-se observar os índices de afastamento de esgotos que se encontram distantes do atendimento da meta 6.2 da ODS 6 (abaixo de 50%) no Eixo Estruturante. Estes índices pertencem aos municípios de Igaratá (25,7%), Monteiro Lobato (39,8%), Santa Isabel (45,6%) e Guararema (48,5%).

Em relação aos municípios do Eixo Alto Paraíba, os melhores índices em atendimento total de esgotos, que garantiriam o afastamento necessário dos efluentes em relação à população não atingem 80%. Os maiores índices são de Bananal (73,5%), São José do Barreiro (72,3%) e Arapeí (70,2%). Os índices mais baixos no

atendimento de esgoto à população são representados pelos municípios de Cunha (29,8%), Redenção da Serra (38,3%), Natividade da Serra (42,7%), Paraibuna (42,9%) e Jambeiro (49,1%) (Tabela 5).

4.2 OS EIXOS LUMINOSOS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS, NA BACIA DO PARAÍBA DO SUL

Um primeiro elemento importante da análise deste cruzamento é o desalinhamento entre as escalas definidas a partir do parâmetro político-administrativo e a escala das sub-bacias (Figura 3). Enquanto os dados de investimento e gestão do sistema de saneamento são apresentados a partir do recorte municipal, a sobreposição com dados ambientais relacionados ao tema revela que os territórios são complexos e não podem ser compreendidos como homogêneos.

Para ambos os Eixos definidos a partir de Santos e Silveira (2005), nota-se a necessidade de descer ao nível intraurbano para repensar a compartimentação do território com fins de planejamento e gestão do sistema de saneamento básico.

De toda forma, é possível identificar que há uma preponderância de corpos d'água da classe 1 em parte significativa da região definida pelo Eixo Alto Paraíba, além das escarpas da Mantiqueira, ao norte da bacia (Figura 4). Para estas regiões, mesmo que o adensamento e as taxas de urbanização sejam menos intensos, o enquadramento previsto deveria agir como um contrapeso, balanceando as motivações de investimento, principalmente para o componente do esgotamento sanitário, tanto na coleta como no tratamento, de forma a perseguir

a meta estabelecida. Percebe-se também que os corpos hídricos da classe 2, de menor qualidade em relação a classe 1, localizam-se sobretudo nos municípios com maiores percentuais de urbanização.

O desacoplamento, neste sentido, não pode ser entendido como um problema em si, mas como uma configuração estratégica, desde que assegurada a manutenção de padrões menos intensivos em uso da terra, e sem desconsiderar a necessidade de investimentos para a garantia da qualidade das águas, por meio da viabilização de estruturas ligadas ao saneamento básico.

Outra questão que emerge da análise comparativa entre os volumes de esgotos lançados no ambiente in natura, as taxas de urbanização nos municípios e do enquadramento dos corpos hídricos é a relação estrita entre esses três aspectos. Quanto maior a população, maior o volume de esgotos produzidos, o que se torna um problema para a qualidade das águas, dado os baixos índices de tratamento dos esgotos observados na região. Considerando a tendência de aumento da urbanização, e os índices já elevados no Eixo Estruturante, a carga de poluentes provenientes dos esgotos será cada vez maior.

Os esgotos domésticos são as principais fontes de contaminação dos corpos hídricos em várias regiões brasileiras (ANA, 2010; 2017 e LEÃO, PAZ e CIBIM, 2016). Se o investimento no tratamento de esgotos não superar o déficit existente, o comprometimento da qualidade das águas pode afetar outros usos, como o abastecimento público de água, sendo uma questão urgente (LEÃO, PAZ e CIBIM, 2016),

considerando ainda outras pressões com grande potencial de afetar o setor do saneamento, como as mudanças climáticas, o crescimento populacional e o envelhecimento e deterioração da infraestrutura sanitária.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os municípios mais fortemente afetados com a falta de esgotamento sanitário no território da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, trecho Paulista, se encontram na região de luminosidade denominada neste estudo de Eixo Alto Paraíba. Apesar desse território comportar cidades de pouco adensamento humano, os habitantes se distribuem com certa equidade tanto na zona urbana quanto na zona rural, diferente do Eixo Estruturante, em que 95,7% da população se encontra em área urbana (Figura 1). Encontrar soluções adequadas para as áreas rurais requer quebras de paradigmas e busca por tecnologias sociais que venham a atender satisfatoriamente às necessidades de afastamento dos efluentes sanitários e de tratamento não convencional a esses efluentes.

No Eixo Estruturante, os dados indicam a necessidade de maior atenção aos municípios de Igaratá, Monteiro Lobato, Santa Isabel e Guararema, para que os índices de atendimento de esgoto venham a indicar que a população tenha mais dignidade em relação às suas necessidades de saúde e higiene. Em se tratando dos municípios do Eixo Alto Paraíba, quanto aos municípios que se encontram abaixo de 50% do índice de atendimento total de esgotos, destacam-se os municípios de Cunha, Redenção da Serra, Natividade da Serra, Paraibuna e Jambeiro.

Quanto à infraestrutura para tratamento adequado aos efluentes coletados, faz-se urgente a aplicação de investimentos em Estações de Tratamento de Efluentes - ETE, nos municípios de Guaratinguetá, Cruzeiro, Potim, Aparecida e Piquete no Eixo Estruturante, e Paraibuna, São José dos Barreiro e Areias no Eixo Alto Paraíba.

Finalmente, convém destacar a necessidade de alinhamento entre os esforços para o atingimento das metas 6.2 e 6.3 do ODS 6. A manutenção dos baixos níveis de tratamento de esgotos e o consequente descarte de volumes de efluentes in natura nos corpos hídricos da bacia está intrinsecamente relacionada à própria manutenção dos volumes de água para abastecimento público e outros segmentos. O comprometimento da qualidade das águas dos mananciais da bacia, além dos impactos imediatos e diretos sobre a saúde das populações e os custos de tratamento de água, adquire uma nova perspectiva em um contexto de mudanças climáticas e recorrências de crises hídricas, como a percebida em todo o sudeste do país no período de 2014 a 2015 (FRACALANZA; FREIRE, 2015; JACOBI; CIBIM; SOUZA, 2015) e a que ora se avizinha em 2021.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à VI JORNADA DE GESTÃO E ANÁLISE AMBIENTAL, realizada pelo DCAm / UFSCar em 2020. Agradecemos à bolsa de pós doutorado e ao financiamento da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e à ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, por meio do projeto "Recursos Hídricos na bacia do Paraíba do Sul: Integrando

aspectos naturais e antrópicos” (PROJETO N.º 2180/2017). Ainda, agradecemos ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, em específico por meio dos programas PIBIC - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e PCI - Programa de Capacitação Institucional.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. *Atlas Brasil Abastecimento Urbano de Água. Região Metropolitana de São Paulo*. Brasília: ANA, 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=24>. Acesso em: 28 ago 2020.

_____. Atlas Esgotos: Despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2010. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>. Acesso em: 28 ago 2020.

BARRAQUÉ, B. O desenvolvimento dos serviços na Europa: da diversidade para a convergência? In: Heller, L; Castro, J.E. (org). *Política pública e gestão de serviços de saneamento*. Ed. Ampl. Belo Horizonte: Editora UFMG; Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2013. p. 313-336.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Programa Nacional de Saneamento Rural / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde*. - Brasília: Funasa, 2019.

BRASIL. *Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de

1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. 2007.

BRASIL. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento*. s.d. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=6>. Acesso em: 10 jun 21.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Shapefile com o enquadramento dos recursos hídricos por UGHRI*. 2016. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos-arquivos-digitais/>. Acesso em: 24 ago 2020.

DEVIDE, A. C. P. *História Ambiental do Vale do Paraíba*. 2013. 23f. Revisão de Literatura (Doutorado em Agroecologia - Departamento de Fitotecnia - Instituto de Agronomia, Universidade Rural do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://orgprints.org/24815/>. Acesso em 12 jul 2020.

DEVIDE, A. C. P. et al. História Ambiental do Vale do Paraíba Paulista, Brasil. *Revista Biociências*, Taubaté, v. 20, n. 1, p. 12-29, 2014.

FRACALANZA, A. P.; FREIRE, T. M. Crise da água na Região Metropolitana de São Paulo: injustiça ambiental, privatização e mercantilização de um bem comum. *Geosp - Espaço e Tempo (Online)*, v. 19, n. 3, p. 464-478. 2016.

HALL, D.; LOBINA, E. Políticas públicas e financiamento de sistemas de esgotos. In: Heller, L; Castro, J.E. (org). *Política pública e gestão de*

- serviços de saneamento*. Ed. Ampl. Belo Horizonte: Editora UFMG; Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2013. p. 156-178.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades. Área da Unidade Territorial, 2018*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 31 jan 2020.
- _____. *Pesquisa Nacional por amostra de domicílios*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/habitacao/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html?=&t=resultados>. Acesso em: 10 fev 2020.
- _____. *Shapefile dos limites municipais de São Paulo e Unidades de Federação do Brasil*. 2018. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 24 ag. 2020.
- _____. *Shapefile dos limites dos países da América do Sul*. 2017. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 24 ag. 2020.
- JACOBI, P. R.; CIBIM, J. C.; SOUZA, A. N. Crise da água na Região Metropolitana de São Paulo – 2013-2015. *Geosp – Espaço e Tempo* (Online), v. 19, n. 3, p. 422-444. 2016.
- LEÃO, R.S.; PAZ, M.G.A.; CIBIM, J.C. A outra face da crise: a importância do setor do saneamento no contexto da escassez hídrica. *Revista Acesso Livre*, n.5, jan-jun/2016, p. 88-105.
- LOBATO, M. *Cidades Mortas*. São Paulo: Monteiro Lobato e Cia, 1923, 4º ed.
- MARICATO, E. Metrôpoles desgovernadas. *Estud. Av.*, São Paulo, v. 25, n. 71, abr. 2011.
- _____. Metrôpoles, legislação e desigualdade. *Estud. Av.*, São Paulo, v. 17, n. 48, p. 151-166, maio-ago. 2003.
- ONU Brasil. *ODS 6 Água Potável e Saneamento*. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>. Acesso em 25 ago 2020.
- RONQUIM, C. C. et al. Carbon sequestration associated to the land-use and land-cover changes in the forestry sector in Southern Brazil. *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems and Hydrology XVIII*, 1-14, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149463/1/Paper-Carbono-Ronquim-SPIE-16.pdf>. Acesso em: 28 maio 2021.
- SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. *Brasil território e sociedade no início do século XXI*. 9.ed. Rio de Janeiro - São Paulo: Editora Record, 2006.
- SIGA-CEIVAP - Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Percentual de urbanização dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*. 2018. Disponível em: <http://sigaceivap.org.br/>. Acesso em: 24 ag. 2020.
- SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. *Enquadramento dos Corpos D'água*. S.d. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/enquadramentodoscorposdagua>. Acesso em: 11 mai 2021

_____. *Shapefile da Hidrografia do Brasil*. 2013. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/7bb15389-1016-4d5b-9480-5f1acdadd0f5>>. Acesso em: 24 ago 2020.

_____. *Shapefile das Unidades de Planejamento Hídrico do Brasil*. 2016. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/df48de18-753b-4789-964d-7f0967c53d08>>. Acesso em: 24 ago 2020.

SILVA, K. A. A. *Circulando entre Mares e Morros*. 2014. 188f. Dissertação (Mestrado em Demografia) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, 2014.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2018*. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicosde-agua-e-esgotos-2018>>. Acesso em 15 ago 2020.

TUCCI, C.E.N. Gestão integrada das águas urbanas: águas pluviais. In: Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). Programa de Modernização do Setor do Saneamento (PMSS). *Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico*. Coord. Cordeiro, B. De S. Brasília: SNSA, 2009. P. 323-333.