

# PEQUENAS CIDADES DA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE PAULISTA: CONTRIBUIÇÕES DAS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E DESAFIOS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

*Data de submissão: 08/11/2024*

*Data de aceite: 02/12/2024*

### **José Moacir de Sousa Vieira**

Engenheiro Civil, Doutorando em Planejamento Urbano e Regional, Universidade do Vale do Paraíba, UNIVAP, Brasil

### **Luana Braz Villanova**

Arquiteta e Urbanista, Doutoranda em Planejamento Urbano e Regional, Universidade do Vale do Paraíba, UNIVAP, Brasil

### **Douglas Santos Vieira**

Graduando Interdisciplinar em Ciência e Economia - Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL, Brasil

### **Cilene Gomes**

Doutora em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP)  
Professora do Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, UNIVAP, Brasil

### **Rodolfo Moreda Mendes**

Doutor em Engenharia Geotécnica pela Universidade de São Paulo (USP)  
Professor do Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, UNIVAP, Brasil

### **Mário Valério Filho**

Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, UNIVAP, Brasil

**RESUMO:** Ao considerar as dificuldades de universalizar os serviços de esgotamento sanitário no Brasil, especialmente nas pequenas cidades onde os desafios são ainda maiores, este estudo tem como objetivo apresentar sistemas individuais descentralizados de esgotamento como alternativas para contribuir na solução da falta de saneamento básico. Como enfoque destacam-se as contribuições e vantagens da implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) para o esgotamento sanitário em pequenas cidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte Paulista (RMVPLN), onde muitas vezes a implementação de sistemas convencionais é inviável. Tais soluções podem atender às necessidades de saneamento de forma sustentável, utilizando processos naturais e recursos tecnológicos locais, ao mesmo tempo que respeitam os ciclos ecológicos e promovem benefícios ambientais, sociais e

econômicos. Adotamos uma abordagem de Análise Crítica, fundamentada em uma revisão bibliográfica de obras e pesquisas relacionadas ao campo de estudo. Estudos como os de Funasa (2015), Tonetti *et al.* (2018) e Vieira (2020) apresentam as SBN como soluções individuais e descentralizadas de esgotamento. Esse enfoque permite verificar padrões, benefícios e limitações dessas soluções. Este trabalho contribui para a compreensão da relevância dessas alternativas na promoção da saúde, na mitigação das desigualdades sociais e no saneamento de forma sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Soluções baseadas na natureza; serviços de esgotamento sanitário; Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte; pequenas cidades.

## SMALL CITIES OF THE METROPOLITAN REGION OF VALE DO PARAÍBA AND NORTHERN COAST OF SÃO PAULO: CONTRIBUTIONS OF NATURE-BASED SOLUTIONS AND CHALLENGES FOR THE UNIVERSALIZATION OF SANITATION SERVICES

**ABSTRACT:** Considering the difficulties in universalizing sanitation services in Brazil, especially in small cities where the challenges are even greater, this study aims to present decentralized individual sanitation systems as alternatives to contribute to the solution of the lack of basic sanitation. As a focus the contributions and advantages of implementing Nature-Based Solutions (NBS) for sanitation in small cities within the Metropolitan Region of Vale do Paraíba and the Northern Coast of São Paulo (RMVPLN), where conventional systems are often unfeasible. Such solutions can meet sanitation needs sustainably, utilizing natural processes and local technological resources, while respecting ecological cycles and promoting environmental, social, and economic benefits. We adopted a Critical Analysis approach, based on a literature review of works and studies related to the field. Studies by Funasa (2015), Tonetti *et al.* (2018), and Vieira (2020) present NBS as individual and decentralized sanitation solutions. This approach allows for the identification of patterns, benefits, and limitations of these solutions. This study contributes to understanding the relevance of these alternatives in promoting health, mitigating social inequalities, and ensuring sustainable sanitation.

**KEYWORDS:** Nature-based solutions; sanitation services; Metropolitan Region of Vale do Paraíba and Northern Coast; small cities.

## PEQUEÑAS CIUDADES DE LA REGIÓN METROPOLITANA DEL VALLE DEL PARAÍBA Y LITORAL NORTE DE SÃO PAULO: CONTRIBUCIONES DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA Y DESAFÍOS PARA LA UNIVERSALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO

**RESUMEN:** Considerando las dificultades para universalizar los servicios de saneamiento en Brasil, especialmente en las pequeñas ciudades donde los desafíos son aún mayores, este estudio tiene como objetivo presentar sistemas de saneamiento individuales y descentralizados como alternativas para contribuir a la solución de la falta de saneamiento básico. Como un enfoque las contribuciones y ventajas de la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) para el saneamiento en pequeñas ciudades de la Región Metropolitana del Valle del Paraíba y el Litoral Norte de São Paulo (RMVPLN), donde la implementación de sistemas convencionales a menudo es inviable. Estas soluciones pueden satisfacer las necesidades de saneamiento de manera sostenible, utilizando procesos

naturales y recursos tecnológicos locales, al mismo tiempo que respetan los ciclos ecológicos y promueven beneficios ambientales, sociales y económicos. Adoptamos un enfoque de Análisis Crítico, basado en una revisión bibliográfica de obras e investigaciones relacionadas con el campo de estudio. Estudios como los de Funasa (2015), Tonetti *et al.* (2018) y Vieira (2020) presentan las SBN como soluciones individuales y descentralizadas de saneamiento. Este enfoque permite verificar patrones, beneficios y limitaciones de estas soluciones. Este trabajo contribuye a la comprensión de la relevancia de estas alternativas en la promoción de la salud, la mitigación de las desigualdades sociales y el saneamiento de manera sostenible.

**PALABRAS CLAVE:** Soluciones basadas en la naturaleza; servicios de saneamiento; Región Metropolitana del Valle del Paraíba y Litoral Norte; pequeñas ciudades.

## 1 | INTRODUÇÃO

As Soluções Baseadas na Natureza (SBN) e suas contribuições apresentam-se como uma forma sustentável e economicamente viável, caracterizando-se por intervenções que utilizam processos naturais para resolver desafios ambientais, sociais e econômicos em áreas rurais e urbanas (Villanova, 2022). Segundo Fraga (2020), as SBN beneficiam o meio ambiente, promovem atividades econômicas produtivas e melhoram a qualidade de vida das comunidades. Recentemente, tais recursos têm ganhado destaque no campo do planejamento urbano e regional, sendo adotados como resposta à crescente demanda por sustentabilidade e resiliência. As SBN abordam uma ampla gama de problemas territoriais, desde a restauração de ecossistemas para proteger regiões contra eventos climáticos extremos até a implementação de infraestruturas de saneamento básico (UICN, 2016, 2020a, 2020b).

A Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), no estado de São Paulo, criada pela Lei Complementar nº 1.166 de 9 de janeiro de 2012, é composta por 39 municípios distribuídos em cinco sub-regiões. Essa região, que se sobressai por sua rica história e diversidade produtiva, apresenta uma ocupação humana que remonta ao Período Colonial Português e consolidou-se como uma das principais produtoras de café durante o final do século XVIII. Além de sua relevância histórica, a RMVPLN é caracterizada por uma economia diversificada, com forte presença industrial e um potencial turístico significativo atualmente (Gomes; Reschilian; Uehara, 2018).

A RMVPLN abriga importantes centros de pesquisa e ensino, como a Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA). Estrategicamente localizada entre São Paulo e Rio de Janeiro, a região possui um cenário regional complexo, que inclui tanto áreas de alta inserção tecnológica quanto localidades com expressiva atividade turística e importância histórica. Essa combinação de fatores contribui para um mosaico de desenvolvimento que, embora rico, também evidencia contrastes significativos no acesso aos serviços básicos de saneamento (Abreu, 2015).

Este estudo tem como objetivo apresentar sistemas individuais descentralizados de esgotamento como alternativas para contribuir na solução da falta de saneamento básico e

destacar as contribuições e vantagens da implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) para o esgotamento sanitário em pequenas cidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte Paulista (RMVPLN). Baseando-se em Funasa (2015), Tonetti *et al.* (2018) e Vieira (2020), os sistemas escolhidos são aqueles que podem ser aplicados em habitações unifamiliares e, em alguns casos, adaptados para residências multifamiliares. O objetivo é preservar o ambiente, garantir a viabilidade financeira, promover um progresso tangível na qualidade de vida e na saúde dos indivíduos, e proteger a natureza (Vieira, 2020).

Dois conceitos que merecem destaque, por serem de fundamental importância para a compreensão das questões discutidas neste estudo, são o de “Saneamento Básico” e de “Serviços de Esgotamento Sanitário”. Tais conceitos estão enunciados na Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020, atualmente denominada de “Novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil”, que em seu art. 3º alterou a Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, definindo o saneamento básico como o “conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas urbanas”. Já os “Serviços de Esgotamento Sanitário” são definidos como:

[...] os serviços constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte 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, art. 3º).

Neste artigo, a expressão “serviços de esgotamento sanitário” abrange as soluções públicas e coletivas (Brasil, 2020).

Adotamos uma abordagem de Análise Crítica para se identificar padrões, benefícios e limitações das Soluções Baseadas na Natureza (SBN) e suas contribuições para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário. Buscamos proporcionar uma base consistente para discussões e conclusões que visem mitigar as desigualdades no acesso aos serviços de saneamento nas pequenas cidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte Paulista (RMVPLN). Para alcançar esse propósito, utilizamos uma metodologia que inclui a análise de obras, artigos técnicos e científicos, além de relatórios de pesquisa (Marconi; Lakatos, 2021).

Esta pesquisa busca responder à seguinte questão: *Como as Soluções Baseadas na Natureza (SBN) e suas contribuições, por intermédio de sistemas individuais descentralizados, podem contribuir para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário em pequenas cidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte Paulista?*

## 2 | DESAFIOS DAS PEQUENAS CIDADES E SUA INTEGRAÇÃO REGIONAL

Analisar as pequenas cidades é essencial para compreendermos que elas integram um contexto urbano mais amplo e não estão dissociadas desse entendimento maior. Embora menores, essas cidades têm um papel significativo dentro do panorama urbano e contribuem para a dinâmica geral das regiões metropolitanas (Fernandes, 2018). O termo “*pequena*” tem o intuito de qualificar e medir o tamanho da cidade dentro da dialética que envolve os conceitos de cidade e urbano. No entanto, definir esse termo é uma tarefa complexa, devido à diversidade do fenômeno urbano e suas múltiplas manifestações. Essa complexidade surge da variedade de fatores econômicos, sociais e culturais que influenciam a definição e o funcionamento desses municípios (Sposito; Silva, 2013). Dada essa complexidade, torna-se relevante investigar como as Soluções Baseadas na Natureza (SBN) podem contribuir de maneira eficaz para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário, abordando as especificidades e desafios únicos dessas localidades.

Compreender as pequenas cidades é fundamental para entendermos sua inserção em dinâmicas socioeconômicas locais e regionais que influenciam a produção do espaço urbano. Nessas cidades, territorializamos as relações entre homem e natureza na produção do espaço e na reprodução da vida. No Brasil, a diversidade regional e a extensão territorial resultam em uma heterogeneidade urbana com cidades de diferentes portes, características e funcionalidades (Sposito; Silva, 2013). Nesse contexto, os serviços de esgotamento sanitário se tornam essenciais para a sustentabilidade urbana e a qualidade de vida, especialmente nas pequenas cidades, independentemente do seu tamanho territorial ou populacional (Vieira, 2023).

No Brasil, a menor divisão territorial com autonomia administrativa é o município, enquanto a sede do município é chamada de cidade. No entanto, do ponto de vista formal, a cidade se refere à área urbana que funciona como sede, enquanto que o município abrange toda a jurisdição, incluindo áreas urbanas e rurais (IBGE, 2017). Embora essa distinção seja clara, optamos por utilizar os termos cidade e município de forma intercambiável ao longo deste estudo, prática também adotada pelo IBGE em alguns de seus informes, com o objetivo de facilitar a compreensão dos leitores ao apresentar indicadores municipais.

Neste estudo, tomamos por base a classificação demográfica proposta por Ipea, IBGE e Unicamp (2002), para definir pequenas cidades como aquelas com menos de 50 mil habitantes. Dessa forma, dividimos os municípios da RMVPLN em dois grupos: com até 50 mil habitantes, e com mais de 50 mil habitantes. Essa abordagem permite associar as condições de esgotamento sanitário às desigualdades territoriais, alinhada à classificação adotada por essas instituições:

Assim, uma primeira simplificação da realidade territorial consistirá na identificação de três grandes grupos populacionais, discriminando o universo em municípios de grandes dimensões (acima de 250 mil habitantes), municípios de médias dimensões demográficas (entre 250 mil e 50 mil

habitantes) e municípios de pequenas dimensões demográficas (abaixo de 50 mil habitantes) (Ipea; IBGE; Unicamp, 2002, p. 251).

Dessa forma, nossa classificação dos municípios da RMVPLN se baseia na dimensão demográfica, utilizando o número de habitantes como critério principal. O uso do termo “cidade” em algumas partes do texto é uma simplificação para facilitar a exposição, mantendo a relação com as dimensões demográficas no estudo do Ipea, IBGE e Unicamp (2002). Apesar de o estudo do Ipea, IBGE e Unicamp utilizar o termo município, sua classificação demográfica serviu de base para os critérios adotados neste trabalho. Isso se alinha ao nosso objetivo de examinar as disparidades entre diferentes territórios. Portanto, utilizamos dados do IBGE (2022), buscando assegurar consistência com a metodologia do estudo. Além disso, o estudo do Ipea, IBGE e Unicamp também discute a cidade sob uma perspectiva geográfica, contribuindo com a justificativa do uso do termo em nossa análise, como podemos ver, a seguir:

Na tradição do pensamento geográfico, a cidade é parte integrante e, ao mesmo tempo, formadora da região. Como tal, não pode, nem deve ser tratada de modo separado ou desconexo. Nessa lógica, o espaço geográfico pode ser definido como o *locus* de produção e reprodução social, que na economia capitalista assume a forma dicotômica e articulada da cidade e sua região (Ipea; IBGE; Unicamp, 2002, p. 251).

Além disso, as pequenas cidades desempenham papéis importantes no contexto regional, contribuindo para a dinâmica de desenvolvimento. Elas dependem de relações complementares com cidades próximas para suprir necessidades e compensar carências, como infraestrutura e serviços públicos. A interdependência dessas cidades com seus entornos é vital para seu desenvolvimento e manutenção, refletindo a complexidade e riqueza das relações urbanas (Sposito, 2008).

Conforme Gomes, Reschilian e Uehara (2018, p. 159), a RMVPLN, instituída pela Lei Complementar nº 1.166 de 9 de janeiro de 2012, é composta por 39 municípios, distribuídos em cinco sub-regiões, a saber:

- a) Sub-região 1: Caçapava, Igaratá, Jacareí, Jambuí, Monteiro Lobato, Paraibuna, Santa Branca e São José dos Campos;
- b) Sub-região 2: Campos do Jordão, Lagoinha, Natividade da Serra, Pindamonhangaba, Redenção da Serra, Santo Antônio do Pinhal, São Bento do Sapucaí, São Luiz do Paraitinga, Taubaté e Tremembé;
- c) Sub-região 3: Aparecida, Cachoeira Paulista, Canas, Cunha, Guaratinguetá, Lorena, Piquete, Potim e Roseira;
- d) Sub-região 4: Arapeí, Areias, Bananal, Cruzeiro, Lavrinhas, Queluz, São José do Barreiro e Silveiras; e
- e) Sub-região 5: Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba.

A RMVPLN apresenta cenários regionais diversos, incluindo áreas de alto

desenvolvimento, como a Calha do Vale do Rio Paraíba do Sul, ao longo da Rodovia Presidente Dutra. Essa região é caracterizada por uma estrutura produtiva complexa, com alta inserção tecnológica e significativa atividade turística, tanto litorânea quanto serrana. Além disso, a RMVPLN abriga municípios com tradições históricas e religiosas, e possui um rico patrimônio ambiental, incluindo unidades de conservação e uso sustentável (Gomes; Reschilian; Uehara, 2018).

A RMVPLN é caracterizada por uma alta diversidade produtiva, especialmente no setor industrial, e possui um grande potencial turístico (Figura 1). A região também é sede de importantes centros de ensino e pesquisa, tanto públicos quanto privados, como a Universidade de São Paulo, com a Escola de Engenharia de Lorena; a Universidade Estadual Paulista, com o Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos e a Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá; a Universidade Federal de São Paulo, com o Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos; a Universidade do Vale do Paraíba; a Universidade de Taubaté, entre outras (Andrade, 2015).

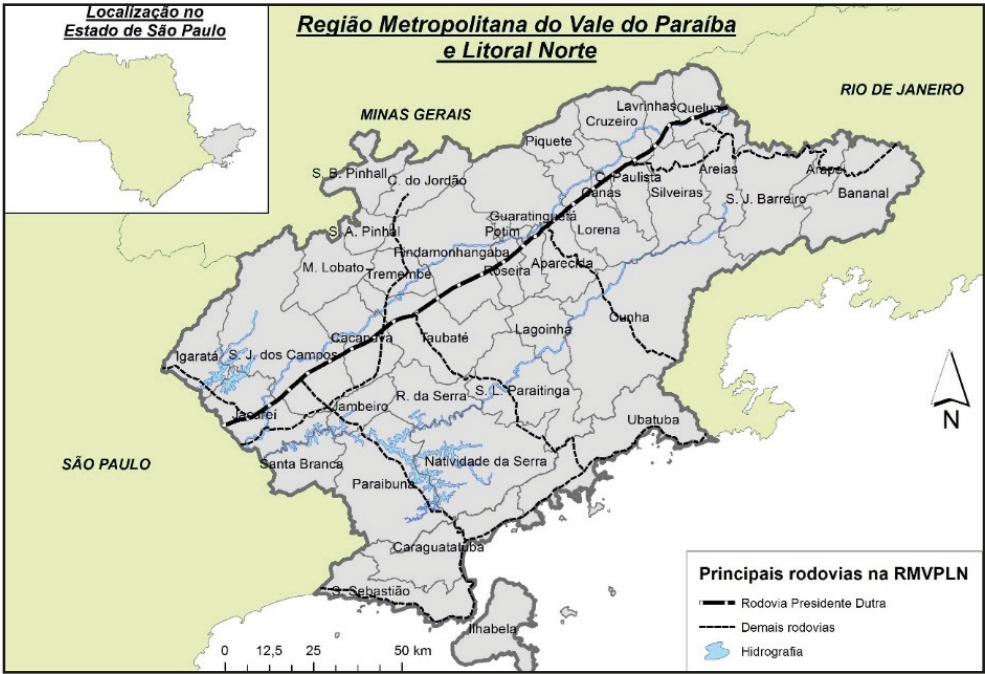


Figura 1 - Localização da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte

Fonte: Gomes, Reschilian e Uehara (2018, p. 156).

Essa região é também reconhecida como um polo diversificado de atividades industriais, que vão desde o refino de petróleo até a produção de aviões, automóveis e equipamentos de transporte, além da manufatura de papel e celulose. Adicionalmente, a RMVPLN abriga oito dos doze polos de desenvolvimento estabelecidos pela Secretaria



Estadual de Desenvolvimento Econômico, incentivando setores, como o automotivo; biocombustíveis, derivados do petróleo e petroquímicos; metalúrgico; máquinas e equipamentos; papel, celulose e reflorestamento; químico, borracha e plástico; saúde e farmacêutico; e têxtil, vestuário e acessórios (Gomes; Reschilian; Uehara, 2018).

Conforme demonstrado na Figura 2, dos 39 municípios que integram a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), 27 possuem uma população inferior a 50 mil habitantes. Por outro lado, 12 municípios têm uma população superior a 50 mil habitantes, evidenciando uma predominância de pequenas cidades na região.

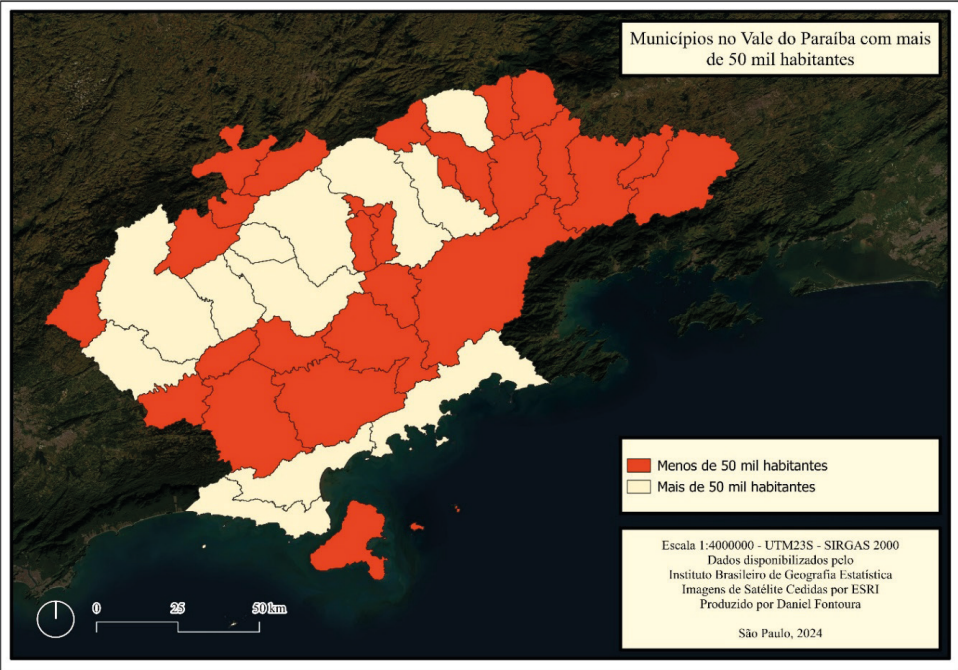


Figura 2 - Municípios com mais e com menos de 50 mil habitantes na RMVPLN

Fonte: elaborado por Fontoura (2024) com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE (2022).

### 3 | O ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS CIDADES DA RMVPLN

A Tabela 1 apresenta dados de todos os municípios da RMVPLN, utilizando informações do Censo Demográfico de 2022 com a porcentagem da população com esgoto sanitário adequado em 2010. Esses indicadores são relevantes para a percepção e compreensão das desigualdades nos serviços de esgotamento sanitário e podem contribuir para a elaboração de planos e estratégias voltados às necessidades específicas de cada localidade (IBGE, 2022).



| <b>Municípios</b>       | <b>População<br/>(2022)</b> | <b>População com esgoto<br/>sanitário adequado (2010)</b> |
|-------------------------|-----------------------------|---|
| Aparecida               | 32.569                      | 96,60%  |
| Arapeí                  | 2.330                       | 58,80%  |
| Areias                  | 3.577                       | 64,70%  |
| Bananal                 | 9.969                       | 84,90%  |
| Cachoeira Paulista      | 31.564                      | 89,50%  |
| Campos do Jordão        | 46.974                      | 84,40%  |
| Canas                   | 4.931                       | 85,00%  |
| Caraguatatuba           | 134.873                     | 88,00%  |
| Caçapava                | 96.202                      | 87,10%  |
| Cruzeiro                | 74.961                      | 96,10%  |
| Cunha                   | 22.110                      | 52,24%  |
| Guaratinguetá           | 118.044                     | 91,10%  |
| Igaratá                 | 10.605                      | 85,30%  |
| Ilhabela                | 34.934                      | 36,00%  |
| Jacareí                 | 240.275                     | 95,10%  |
| Jambeiro                | 6.397                       | 64,60%  |
| Lagoinha                | 5.083                       | 66,90%  |
| Lavrinhas               | 7.171                       | 81,60%  |
| Lorena                  | 84.855                      | 97,10%  |
| Monteiro Lobato         | 4.138                       | 50,40%  |
| Natividade da Serra     | 6.999                       | 67,90%  |
| Paraibuna               | 17.667                      | 63,00%  |
| Pindamonhangaba         | 165.428                     | 95,80%  |
| Piquete                 | 12.490                      | 77,20%  |
| Potim                   | 20.392                      | 97,50%  |
| Queluz                  | 9.159                       | 72,80%  |
| Redenção da Serra       | 4.494                       | 42,10%  |
| Roseira                 | 10.832                      | 91,40%  |
| Santa Branca            | 14.975                      | 77,50%  |
| Santo Antônio do Pinhal | 7.133                       | 64,90%  |
| Silveiras               | 6.186                       | 71,40%  |
| São Bento do Sapucaí    | 11.674                      | 64,70%  |
| São José do Barreiro    | 3.853                       | 73,60%  |
| São José dos Campos     | 697.054                     | 94,30%  |
| São Luiz do Paraitinga  | 10.337                      | 65,60%  |

|               |         |        |
|---------------|---------|--------|
| São Sebastião | 81.595  | 82,10% |
| Taubaté       | 310.739 | 96,30% |
| Tremembé      | 51.173  | 86,80% |
| Ubatuba       | 92.981  | 60,30% |

Tabela 1 - Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte

Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE (2022).

Dos 39 municípios que compõem a RMVPLN, 27 possuem população inferior a 50 mil habitantes, somando um total de 358,54 mil habitantes (IBGE, 2022). Esses municípios são: Aparecida, Arapeí, Areias, Bananal, Cachoeira Paulista, Campos do Jordão, Canas, Cunha, Igaratá, Ilhabela, Jambeiro, Lagoinha, Lavrinhas, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Paraibuna, Piquete, Potim, Queluz, Redenção da Serra, Roseira, Santa Branca, Santo Antônio do Pinhal, Silveiras, São Bento do Sapucaí, São José do Barreiro e São Luiz do Paraitinga.

Por outro lado, 12 municípios têm uma população superior a 50 mil habitantes, totalizando 2,14 milhões de habitantes. Esses municípios são: Caraguatatuba, Caçapava, Cruzeiro, Guaratinguetá, Jacareí, Lorena, Pindamonhangaba, São José dos Campos, São Sebastião, Taubaté, Tremembé e Ubatuba. A população total dos 39 municípios da RMVPLN é de 2,50 milhões habitantes. Essa distribuição populacional destaca a predominância de pequenas cidades na RMVPLN, o que reforça a necessidade de uma análise mais específica para entender e enfrentar os desafios relacionados à prestação de serviços de esgotamento sanitário nessas localidades (IBGE, 2022).

A Tabela 2 mostra a porcentagem da população dos municípios da RMVPLN em 2010 com serviço de esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2022).

| Descrição       | Municípios com população inferior a 50 mil | Municípios com população superior a 50 mil | Redução de aprox. 10,34% no nº de hab. com esgoto adequado nos municípios menores em comparação aos maiores |
|-----------------|--|--|---|
| Média ponderada | 29.568.624,20/358.543                      | 197.556.683,70/2.148.180                   |   |
| Média ponderada | 82,45%                                     | 91,96%                                     |   |

Tabela 2 - População com esgoto adequado dos municípios da RMVPLN em 2010

Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE (2022).

A análise dos dados sobre a população com esgoto adequado nos municípios da RMVPLN em 2010 revela uma heterogeneidade significativa entre municípios de diferentes tamanhos populacionais. Nos municípios com menos de 50 mil habitantes, a média ponderada da população com esgoto adequado é de 82,45%. Nos municípios com mais de 50 mil habitantes, essa média é de 91,96%. Isso indica uma redução de aproximadamente

10,34% no número de habitantes com esgoto adequado nos municípios menores em comparação com os maiores. Esses dados evidenciam uma desigualdade importante na infraestrutura de saneamento básico, sugerindo que as cidades menores enfrentam desafios maiores para garantir o acesso universal aos serviços de esgotamento sanitário.

## 4 | SOLUÇÕES INDIVIDUAIS E DESCENTRALIZADAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO BASEADAS NA NATUREZA

Diante dos desafios relacionados à universalização dos serviços de esgotamento sanitário nas pequenas cidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte Paulista (RMVPLN), este estudo propõe explorar Soluções Baseadas na Natureza (SBN) que possam ser adaptadas a diversos contextos locais. Nosso objetivo é apresentar soluções que respeitem as particularidades de cada comunidade, promovendo não apenas a inclusão social, mas também a conservação ambiental. Essas SBN visam integrar processos naturais e tecnologias apropriadas para garantir a sustentabilidade dos serviços de esgotamento sanitário, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e o equilíbrio ecológico nas pequenas cidades da RMVPLN.

Diante dos desafios do esgotamento sanitário nas pequenas cidades da RMVPLN, este estudo apresenta as Soluções Baseadas na Natureza (SBN) como alternativas viáveis, respeitando as particularidades locais, promovendo inclusão social e conservação ambiental. A análise considera fatores como área necessária, tipo de sistema domiciliar, tipo de esgoto tratado e remoção de lodo. A seguir, são descritas 16 alternativas baseadas em Funasa (2015), Tonetti *et al.* (2018) e Vieira (2020), com ênfase em suas características e viabilidade de implementação:

**1) Vermifiltro:** sistema de esgotamento unifamiliar ou semicoletivo que trata do esgoto doméstico, incluindo águas sanitárias e cinzas, e que utiliza duas partes principais: uma camada superior com serragem, húmus e minhocas, que realizam a decomposição inicial da matéria orgânica, e uma camada inferior com materiais filtrantes, como pedras. O sistema produz húmus, que pode ser usado como fertilizante, e necessita de manutenção periódica. Com uma área de 2 a 4 m<sup>2</sup>, o vermifiltro pode tratar entre 400 e 1000 litros de esgoto por dia, sendo ideal para residências pequenas.

**2) Fossa Séptica Biodigestora:** sistema unifamiliar desenvolvido pela Embrapa (2001) para tratar esgoto de vasos sanitários, transformando-o em biofertilizante. Consiste em três caixas d'água de 1000 litros conectadas, onde ocorre a degradação do material orgânico. O biofertilizante gerado pode ser usado em árvores frutíferas, mas não em hortaliças que crescem rente ao solo. Este sistema requer uma área de 10 a 12 m<sup>2</sup> e não trata águas cinzas. O processo pode ser aprimorado com a adição de esterco bovino para ativar os microrganismos responsáveis pela decomposição.

**3) Círculo de Bananeiras:** sistema unifamiliar de tratamento complementar para esgoto ou águas cinzas. O efluente é direcionado para uma vala circular

preenchida com galhos e brita no fundo, onde são plantadas bananeiras, mamoeiros e outras plantas que absorvem a água e os nutrientes. Os micro-organismos no solo degradam os restos orgânicos. Esse método é eficaz para complementar o tratamento de efluentes de tanques sépticos, mas deve ser evitado em áreas com solo arenoso ou próximas a lençóis freáticos e nascentes.

**4) Fossa Verde:** também chamada de Bacia de Evapotranspiração (BET), é um sistema unifamiliar de tratamento de esgoto sanitário. O sistema utiliza a evapotranspiração das plantas para eliminar o efluente, sendo composto por uma câmara central para sedimentação e digestão do esgoto, uma camada filtrante de materiais como brita e areia, e uma área de plantio de bananeiras e outras plantas. A câmara central é impermeabilizada e equipada com tubulações para inspeção, sendo uma solução ecológica e de baixa manutenção, que aproveita os nutrientes do esgoto para o crescimento das plantas.

**5) Vala de Filtração ou Filtro de Areia:** sistemas de esgotamento unifamiliares ou semicoletivos utilizados para o tratamento de esgoto pré-tratado, geralmente após o tanque séptico. O esgoto é filtrado através de uma camada superior de areia e outras camadas de materiais, como brita e seixos. Os microrganismos presentes nesses materiais ajudam a decompor a matéria orgânica. Com profundidades entre 1,20 m e 1,50 m, essas valas são normatizadas pelas NBR 11799/90 e NBR 13969/97, e o esgoto tratado deve seguir a legislação ambiental para seu descarte final.

**6) Sistemas Alagados Construídos (SAC):** utilizados para tratar esgoto pré-tratado e águas cinzas em configurações unifamiliares ou semicoletivas. O sistema consiste em valas impermeabilizadas, onde o esgoto é alagado. Plantas aquáticas, chamadas macrófitas, atuam na remoção de poluentes, enquanto que os microrganismos degradam a matéria orgânica. Com profundidade de até 1 m, o SAC é dimensionado em cerca de 2 m² por habitante. É necessário realizar a manutenção das plantas, com podas periódicas, para manter a eficiência do sistema, que deve seguir as normas ambientais.

**7) Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente Compacto (RAFA):** sistema unifamiliar ou semicoletivo usado para tratar esgoto doméstico, especialmente das águas de vaso sanitário. O esgoto entra pela parte inferior e sobe através do reator, onde microrganismos decompõem a matéria orgânica anaerobicamente. No topo, placas separam o líquido dos sólidos e do biogás. O sistema é normatizado pela NBR 12209/2011 e requer uma área de 1,5 a 4 m². A manutenção anual envolve a limpeza interna e ventilação adequada das tubulações.

**8) Biodigestor:** sistema de esgotamento unifamiliar ou semicoletivo que trata esgoto doméstico através da digestão anaeróbia da matéria orgânica. Ele possui uma câmara fechada onde ocorre a decomposição e um gasômetro para armazenar o biogás gerado, que pode ser utilizado como gás de cozinha. Com uma área de 5 m², o biodigestor requer remoção de lodo a cada 2 a 4 anos. Além de tratar o esgoto de forma eficiente, esse sistema promove sustentabilidade ao gerar energia limpa e reduzir impactos ambientais.

**9) Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC):** sistema de esgotamento unifamiliar ou semicoletivo, utilizado para o tratamento de esgoto sanitário ou doméstico. Diferente de um tanque séptico convencional, o RAC é dividido em várias câmaras em série, o que aumenta a eficiência do tratamento. Ele pode ser construído com materiais impermeáveis, como anéis de concreto, alvenaria ou tambores plásticos. A remoção do lodo deve ser realizada periodicamente, conforme a necessidade, para manter o sistema eficiente.

**10) Vala de Infiltração:** sistema de esgotamento doméstico unifamiliar utilizado para o tratamento complementar de esgoto, que permite que o efluente, após passar por um tanque séptico, seja absorvido pelo solo. A infiltração facilita a mineralização do esgoto, prevenindo a contaminação das águas subterrâneas e superficiais. As valas são escavadas com profundidade de 0,60 m a 1,00 m e largura de 0,50 m a 1,00 m, sendo usadas para dispersar o efluente de forma segura. O sistema é ideal para solos que permitem boa percolação.

**11) Biossistema Integrado (BSI):** sistema unifamiliar ou semicoletivo que trata esgoto doméstico seguindo princípios ecológicos, com aproveitamento completo do resíduo em um ciclo de tratamento. O processo começa com um biodigestor, que trata o esgoto por digestão anaeróbia e gera biogás, utilizado como combustível. O lodo acumulado no biodigestor e no filtro anaeróbio deve ser removido periodicamente. Esse sistema trata o esgoto de maneira eficiente e promove a gestão sustentável dos resíduos, alinhado aos princípios de sustentabilidade e ao reaproveitamento energético.

**12) Fossa Seca:** unidade de tratamento de dejetos humanos que não requer água para descarga, ideal para áreas com escassez hídrica. Trata-se de um buraco escavado no solo, sobre o qual é construída uma casinha, com profundidade média de 2,5 m. Um tubo de ventilação é instalado para evitar o acúmulo de gases, e recomenda-se cobrir os dejetos com cal, terra ou cinza para prevenir mau cheiro. A construção deve ser feita longe de poços e de áreas sujeitas a enchentes, para evitar contaminação.

**13) Fossa de Fermentação:** sistema de esgotamento unifamiliar ou semicoletivo para o tratamento de fezes e urina, composto por duas câmaras independentes. Uma câmara é usada até ser preenchida, momento em que é isolada para a mineralização do material, enquanto que a segunda câmara entra em uso. Após a fermentação, o material mineralizado pode ser removido, permitindo o reuso contínuo das câmaras. Este sistema é eficiente, sustentável e ideal para regiões com escassez de água ou sem sistemas de esgotamento convencionais.

**14) Tanque Séptico:** um sistema de esgotamento simples e contínuo utilizado para tratar esgoto doméstico em residências ou pequenas edificações. Ele funciona separando sólidos e líquidos. Os sólidos se depositam no fundo, formando lodo, enquanto que óleos e gorduras flutuam na superfície. O tratamento é anaeróbio, ocorrendo em uma câmara impermeabilizada, com profundidade mínima de 1,5 m. O esgoto é retido por 12 a 24 horas, permitindo a sedimentação e a degradação

da matéria orgânica. O lodo e a espuma acumulados devem ser removidos periodicamente.

**15) Banheiro Seco Compostável:** sistema de esgotamento que trata fezes e, ocasionalmente, urina sem a utilização de água. Os dejetos são coletados em uma câmara impermeabilizada e, a cada uso, é adicionada serragem para iniciar o processo de compostagem. Pode ser instalado em uma casinha externa ou dentro de uma residência, com a câmara feita de alvenaria ou recipientes plásticos. Quando a câmara se enche, o recipiente é trocado, facilitando o tratamento seguro e a produção de composto orgânico.

**16) Filtro Anaeróbio:** sistema de esgotamento unifamiliar ou semicoletivo, utilizado para tratar esgoto doméstico pré-tratado. Ele consiste em uma câmara preenchida com material filtrante, onde os microrganismos degradam a matéria orgânica dissolvida. Idealmente, o filtro é precedido por um tanque séptico, biodigestor ou reator anaeróbio, para maximizar sua eficiência. Construído com anéis de concreto ou alvenaria, o filtro anaeróbio requer manutenção periódica para a remoção de lodo. Ele é eficaz na redução da carga orgânica do esgoto, melhorando a qualidade do efluente final.

17) A análise comparativa dessas alternativas considera aspectos, como o tipo de sistema de esgotamento domiciliar, a área necessária para atender uma família de até cinco pessoas, o tipo de esgoto tratado e a necessidade de remoção de lodo. No Quadro 1, apresentamos uma descrição **técnica** sintética de cada uma das 16 alternativas de solução para os problemas de esgotamento sanitário, avaliando suas características e requisitos de implementação. Essas alternativas têm como base Funasa (2015), Tonetti *et al.* (2018) e Vieira (2020).

| Alternativas de sistemas de esgotamento         | Área necessária p/ atender até 5 pessoas | Tipo de esgoto tratado  | Tipo de sistema             | Necessidade de remoção de lodo    |
|---|--|---|-----------------------------|-----------------------------------|
| vermifiltro                                     | 2 a 4 m <sup>2</sup>                     | águas de vaso sanitário, águas cinzas, esgoto doméstico e pré-tratado | unifamiliar ou semicoletivo | sim, na forma de humos de minhoca |
| fossa séptica biodigestora                      | 10 a 12 m <sup>2</sup>                   | águas de vaso sanitário   | unifamiliar                 | não                               |
| círculo de bananeiras                           | 3 a 5 m <sup>2</sup>                     | águas cinzas ou esgoto pré-tratado                                    | unifamiliar                 | não                               |
| fossa verde ou bacia de evapotranspiração (BET) | 7 a 10 m <sup>2</sup>                    | águas de vaso sanitário   | unifamiliar                 | talvez                            |
| vala de filtração e filtro de areia             | 2 a 5 m <sup>2</sup>                     | esgoto pré-tratado  | unifamiliar ou semicoletivo | não                               |
| sistema alagados construídos                    | 7,5 a 15 m <sup>2</sup>                  | águas cinzas e esgoto pré-tratado                                     | unifamiliar ou semicoletivo | não                               |
| rafa compacto                                   | 3 a 8 m <sup>2</sup>                     | águas do vaso sanitário e esgoto doméstico                            | unifamiliar ou semicoletivo | sim                               |



|                                  |                         |  |                             |     |
|----------------------------------|-------------------------|--|-----------------------------|-----|
| <b>biodigestor</b>               | 5 m <sup>2</sup>        | águas do vaso sanitário e esgoto doméstico               | unifamiliar e semicoletivo  | sim |
| <b>reator RAC</b>                | 3 a 8 m <sup>2</sup>    | águas do vaso sanitário e esgoto doméstico               | unifamiliar e semicoletivo  | sim |
| <b>vala de infiltração</b>       | 3 a 5 m <sup>2</sup>    | águas cinzas e esgoto pré-tratado                        | unifamiliar ou semicoletivo | não |
| <b>biossistema integrado</b>     | 25 a 100 m <sup>2</sup> | águas do vaso sanitário e esgoto doméstico               | unifamiliar ou semicoletivo | sim |
| <b>fossa seca</b>                | 2 a 4 m <sup>2</sup>    | fezes e urina  | unifamiliar                 | não |
| <b>fossa de fermentação</b>      | 2 a 4 m <sup>2</sup>    | fezes e urina  | unifamiliar                 | não |
| <b>tanque séptico</b>            | 1,5 a 4 m <sup>2</sup>  | águas de vaso sanitário, águas cinzas e esgoto doméstico | unifamiliar ou semicoletivo | sim |
| <b>banheiro seco compostável</b> | 2 a 4 m <sup>2</sup>    | fezes e urina  | unifamiliar                 | não |
| <b>filtro anaeróbio</b>          | 1,5 a 4 m <sup>2</sup>  | esgoto pré-tratado                                       | unifamiliar ou semicoletivo | sim |

Quadro 1: Dezesseis alternativas de sistemas individuais e descentralizados de esgotamento

Fonte: Adaptado de Funasa (2015), Tonetti *et al.* (2018) e Vieira (2020).

As Soluções Baseadas na Natureza (SBN), que empregam tecnologias para o esgotamento individual e descentralizado, podem contribuir para a universalização do esgotamento sanitário em pequenas cidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte Paulista (RMVPLN). Essas soluções abordam de forma sustentável as necessidades de saneamento, oferecendo benefícios ambientais, sociais e econômicos. Elas reduzem a poluição do solo e dos corpos d'água e melhoram a qualidade de vida das comunidades, criando empregos locais, promovendo a saúde pública e incentivando a inclusão social.

As SBN destacam-se como uma alternativa viável e sustentável para enfrentar os desafios de saneamento nesse contexto, alinhando-se às metas de desenvolvimento sustentável e à redução das desigualdades no acesso aos serviços básicos de saneamento. Essas soluções apresentam redução de custos operacionais, diversificação de produtos e materiais, baixo consumo energético e potencial de reutilização de subprodutos, evitando a necessidade de grandes investimentos em sistemas convencionais.

Além das vantagens técnicas e econômicas, as soluções descentralizadas de esgotamento oferecem importantes benefícios humanos, sociais e ambientais. Elas geram empregos e oportunidades de renda ao contratar trabalhadores locais, contribuindo para a economia e o tecido social das comunidades. Essas soluções também melhoram a saúde e a qualidade de vida, são bem aceitas devido à sua conformidade com os hábitos e a cultura locais, e reduzem a poluição do solo e dos corpos d'água, impactando positivamente a saúde e o bem-estar coletivo.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após explorar a importância das Soluções Baseadas na Natureza (SBN) e suas contribuições para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário em pequenas cidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte Paulista (RMVPLN), apresentamos os sistemas individuais descentralizados de esgotamento como alternativas viáveis, destacando seus benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Os resultados indicam que as Soluções Baseadas na Natureza (SBN) podem ser eficazes na mitigação das desigualdades no acesso ao saneamento básico. As análises revelaram que, nas pequenas cidades, a implementação de sistemas convencionais de esgotamento sanitário pode ser inviável em algumas situações, tanto economicamente quanto operacionalmente. No entanto, as SBN oferecem uma abordagem sustentável, utilizando processos naturais e tecnologias locais para atender às necessidades de saneamento de maneira eficaz.

As SBN emergem como uma alternativa viável e sustentável, promovendo a inclusão social, conservação ambiental e criação de empregos locais. Além disso, essas soluções reduzem a poluição do solo e dos corpos d'água, melhorando a qualidade de vida das comunidades.

Para futuras pesquisas, sugerimos estudos de caso detalhados em pequenas cidades específicas para aprofundar a compreensão dos desafios locais e desenvolver soluções adaptadas a cada contexto. Além disso, estudos comparativos entre diferentes regiões metropolitanas podem fornecer novas perspectivas sobre práticas eficazes e políticas de sucesso.

A mobilização comunitária, aliada ao comprometimento dos gestores públicos, pode transformar a infraestrutura de saneamento e melhorar a qualidade de vida de todos, fazendo das pequenas cidades da RMVPLN exemplos de adaptabilidade e desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Josiane Regina de. **Região metropolitana desafio da gestão regional**: um estudo de caso da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. 2015. 97 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.univap.br/dados/00003d/00003d63.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2024.

ANDRADE, Daniel José de. **Desenvolvimento regional e o meio técnico-científico-informacional**: uma análise dos contrastes socioeconômicos e espaciais da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. 2015. 166 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.univap.br/dados/000013/00001389.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2011**. Estatuto das Cidades (2001). Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece as diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 11 de jul. 2001. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm). Acesso em: 19 jun. 2024.

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 [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm). Acesso em: 19 abr. 2024.

FERNANDES, Pedro Henrique Carnevali. O Urbano Brasileiro a partir das pequenas cidades. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, v. 8, n. 1, p. 13-31, 2018. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/6981>. Acesso em: 18 jun. 2024.

FRAGA, Razia Gomes. **Soluções baseadas na natureza:** elementos para a tradução do conceito às políticas públicas brasileiras. 2020. 173 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Departamento de Saneamento**, Manual de Saneamento, 4. ed. Brasília: Funasa, 2015.

GOMES, Cilene; RESCHILIAN, Paulo Romano; UEHARA, Agnes Yuri. Perspectivas do planejamento regional do Vale do Paraíba e Litoral Norte: marcos históricos e a institucionalização da região metropolitana no Plano de Ação da Macrometrópole Paulista. **Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 154-171, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.001.AO07>. Acesso em: 19 jun. 2024.

IBGE. **Cidades e Estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/.html>. Acesso em: 7 jun. 2024.

IBGE. **Classificação e características dos espaços rurais e urbanos do Brasil:** uma primeira aproximação. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15790-classificacao-rural-e-urbana.html?edicao=15954>. Acesso em: 17 jun. 2024.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; UNICAMP. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Caracterização e tendências da rede urbana do Brasil:** configuração atual e tendências da rede urbana. Brasília: Ipea, 2002. p. 251. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3099>. Acesso em: 17 jun. 2024.

SPOSITO, Eliseu Savério; SILVA, Paulo Fernando Jurado da. **Cidades pequenas:** perspectivas teóricas e transformações socioespaciais. Jundiaí: Paco Editorial, 2013.

SPOSITO, Eliseu Savério. **Redes e cidades**. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

TONETTI, Adriano Luiz *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas:** referencial para a escolha de soluções. Campinas: Biblioteca Unicamp, 2018. Disponível em: <https://www.fecfau.unicamp.br/~saneamentorural/wp-content/uploads/2018/11/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Dom%C3%A9sticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepdf-compressed.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2024.

UICN. União Internacional para a Conservação da Natureza. **Programa de la UICN 2017-2020 Aprobado por el Congreso Mundial de la Naturaleza septiembre de 2016.** Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/WCC-6th-001-Es.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2024.

UICN. União Internacional para a Conservação da Natureza. **Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza: Un marco sencillo para la verificación, diseño y ampliación del uso de las SbN.** 2020a. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-Es.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2024.

UICN. União Internacional para a Conservação da Natureza. **Orientación para usar el Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza acompaña el Estándar Global para proporcionar el fundamento científico y la orientación de los usuarios.** 2020b. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-021-Es.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2024.

VIEIRA, José Moacir de Sousa. **Alternativas para o Sistema de Esgotamento Doméstico de Assentamentos Irregulares em Locais de Difícil Implantação de Sistema Convencional em uma Perspectiva Humana e Sustentável.** 2020. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2020.

VIEIRA, José Moacir de Sousa. **Desafios da universalização dos serviços de esgotamento sanitário nos assentamentos precários de São José dos Campos-SP.** 2023. 130 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2023. Disponível em: <https://repositorio.univap.br/items/f032cf6d-4dd4-404f-8414-a8c379a95ce7/full>. Acesso em: 28 maio 2024.

VIEIRA, José Moacir de Sousa; VALÉRIO FILHO, Mário; MENDES, Rodolfo Moreda. A precariedade dos serviços de esgotamento sanitário nos aglomerados subnormais do estado de São Paulo: uma chaga de difícil tratamento. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/8775>. Acesso em: 8 jul. 2024.

VIEIRA, José Moacir de Sousa *et al.* Trauma psíquico em condições de vulnerabilidade dos serviços de esgotamento sanitário: o caso de uma favela em São José dos Campos-SP. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S.l.], v. 15, n. 7, p. e4027, 2024a. DOI: 10.7769/gesec. v15i7.4027. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/4027>. Acesso em: 8 ago. 2024.

VIEIRA, José Moacir de Sousa *et al.* Contrastes urbanos no acesso aos serviços de esgotamento sanitário em aglomerados subnormais: o caso da Comunidade Lagoa Azul 2 em Jacareí-SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 12, n. 86, 2024b. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/4848](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/4848). Acesso em: 17 set. 2024.

VIEIRA, José Moacir de Sousa *et al.* Soluções baseadas na natureza para o esgotamento sanitário: vantagens da implementação de sistemas individuais descentralizados em zonas rurais, favelas e comunidades urbanas. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 7, p. e6021-e6021, 2024c. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/6021>. Acesso em: 17 set. 2024.

VILLANOVA, Luana Braz. **Áreas Verdes como Infraestrutura Verde em São José Dos Campos-SP.** 2022. 187 f. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Planejamento e Gestão do Território) – Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, 2022.