Avaliação Subsidiária ao Planejamento de Sistemas de Esgotamento Sanitário e à Universalização do Saneamento no Vale do Paraíba – SP

Daniel A. M. Guimarães [1]
Engenheiro Ambiental pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP. Pós-graduado em Gestão Lean 6 SIGMA com certificação Black Belt pela Fundação Armando Álvares Penteado – FAAP. Atua como Engenheiro na SABESP.
Fábio de Pádua Nakano[2]
Engenheiro Industrial Químico e Mestrado em Ciências Engenharia Química – Química Fina pela Escola de Engenharia de Lorena - EEL-USP. MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas – FGV. MBA em Saneamento Ambiental pela Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo – FESP-SP. Atua como Coordenador da Operação de Esgoto no Vale do Paraíba na SABESP.

Endereços[1] [2]**:** Av. Heitor Villa-Lobos n. 1229 – Vila Ema - São José dos Campos - SP - CEP: 12243-260 - Brasil - Tel: +55 (12) 3904-3268[1]/3904-3240[2] - e-mail: damguimaraes@sabesp.com.br[1]; fnakano@sabesp.com.br[2].

RESUMO

O crescimento urbano e a expansão de empreendimentos imobiliários impõem desafios ao planejamento dos sistemas de esgotamento sanitário, especialmente quanto à eficiência da infraestrutura necessária ao desenvolvimento socioeconômico sustentável. Este trabalho avalia a relação entre padrões de ocupação urbana e a infraestrutura de redes coletoras de esgoto a partir de dados de 186 empreendimentos imobiliários com diretrizes emitidas entre dezembro de 2025 e junho de 2026 e de 43 bacias de esgotamento sanitário operadas pela SABESP no Vale do Paraíba (SP).
Trata-se de um estudo aplicado, exploratório-descritivo, com abordagem quantitativa. Foram analisados indicadores como área por unidade habitacional (m²/unidade), extensão de rede por ligação (km/ligação) e densidade de rede coletora por área de bacia (km/km²).
Os resultados evidenciaram grande variabilidade entre os municípios avaliados, refletindo diferenças nos padrões de ocupação territorial e nas demandas de infraestrutura. Verificou-se que áreas mais adensadas tendem a apresentar maior eficiência na implantação das redes coletoras. Os resultados podem subsidiar o planejamento de investimentos, a expansão dos sistemas de esgotamento sanitário e as estratégias voltadas à universalização dos serviços de saneamento básico.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico; redes coletoras de esgoto; desenvolvimento sustentável.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano nas últimas décadas tem intensificado a demanda por infraestrutura de saneamento básico, sobretudo em regiões com forte expansão econômica e habitacional, como o Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo. Nesse contexto, o planejamento de sistemas de esgotamento sanitário enfrenta o desafio de compatibilizar a expansão territorial com a eficiência técnica e econômica da implantação das redes coletoras. A ausência dessa integração pode resultar em sistemas mal planejados, falta de recurso de implantação e dificuldades no cumprimento das metas de universalização.
Felipe et al. (2020) destacam que o Desenvolvimento Sustentável depende diretamente do Planejamento Urbano a ocorrer anteriormente à instalação de novas estruturas para a atividade socioeconômica, ao favorecer elementos propícios à melhoria de indicadores de qualidade de vida, de redução de desigualdades sociais, de preservação de recursos naturais, ao possibilitar a articulação estratégica de dimensões social, econômica e ambiental no espaço urbano a ser explorado, configurando-se como elemento indispensável para a construção de cidades mais sustentáveis.
A análise da relação entre ocupação urbana e infraestrutura de saneamento torna-se, portanto, um elemento central no planejamento para o desenvolvimento socioeconômico sustentável. Parâmetros como área por unidade habitacional, densidade de rede coletora por área de bacia e extensão de rede por ligação oferecem importantes subsídios para compreender o impacto das diferentes tipologias de empreendimentos na viabilidade dos sistemas.

No Brasil, o novo marco legal do saneamento básico (Lei nº 14.026/2020) estabeleceu metas ambiciosas para universalização dos serviços até 2033, exigindo que os municípios organizem suas estratégias de expansão com base em critérios técnicos e econômicos bem definidos. Essa legislação reforça a necessidade de utilização de dados consistentes para planejamento e tomada de decisão, além de promover a regionalização e a busca por maior eficiência na prestação dos serviços de saneamento.

Nesse cenário, iniciativas como o Programa Universaliza SP, do Governo do Estado de São Paulo, destacam a importância da integração entre planejamento urbano, desenvolvimento habitacional e infraestrutura sanitária. O programa busca apoiar os municípios na estruturação de soluções que viabilizem a ampliação do atendimento, considerando aspectos como escala, eficiência e sustentabilidade.

Dessa forma, o presente trabalho propõe analisar dados reais de empreendimentos e redes coletoras de esgoto na região do Vale do Paraíba, com o objetivo de identificar relações entre padrões de ocupação e a infraestrutura necessária para sua concretização. A partir dessa análise, busca-se contribuir para o desenvolvimento de ferramentas técnicas que auxiliem engenheiros e gestores públicos na tomada de decisão, rumo à universalização e ao desenvolvimento sustentável regional.

OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo principal analisar a relação entre características geográficas de empreendimentos imobiliários e a infraestrutura de esgotamento sanitário necessária para sua implantação, com foco na extensão de redes coletoras e nas áreas ocupadas, em diferentes municípios.

São objetivos específicos:

- Analisar a relação entre área de implantação e número de unidades habitacionais (m²/unidade), em diferentes municípios estudados.
- Avaliar a densidade de redes coletoras de esgoto, utilizando o indicador de extensão de rede por área de bacia de esgotamento (km de rede/km²).
- Determinar a extensão necessária para o incremento de novas economias. a partir do indicador de extensão de rede por ligação (m/economia), permitindo comparar diferentes configurações em diferentes municípios.
- Comparar os dados obtidos entre os municípios analisados, identificando variações associadas ao padrão de ocupação e às características geográficas locais.
- Avaliar a aplicabilidade dos resultados obtidos como ferramentas de apoio ao planejamento de novos empreendimentos e à expansão dos sistemas de esgotamento sanitário.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo aplicado, de natureza exploratória e descritiva, com abordagem quantitativa, voltado à geração de subsídios para o planejamento e dimensionamento de sistemas de esgotamento sanitário, com a utilização de dados provenientes da análise de 186 novos empreendimentos imobiliários com diretrizes emitidas na região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, confrontados com dados de 43 bacias de esgotamento sanitário operadas pela SABESP.

A base de dados utilizada é composta por informações de empreendimentos imobiliários avaliados entre os meses de dezembro de 2025 e junho de 2026, representando amostras reais de projetos e diretrizes de sistemas de esgotamento sanitário, em municípios com ao menos 2 empreendimentos no período avaliado e bacias de esgotamento sanitário em área maior ou igual a 0,1 km².

Para a seleção dos tipos de empreendimentos a serem avaliados, foi realizada a pesquisa de relevância consoante o conjunto de indicadores do SINISA (Brasil, 2024) e da Resolução n.º 211 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024), que mencionam forte enfoque na infraestrutura residencial e domiciliar, sobretudo por meio dos indicadores de atendimento à população, domicílios e economias residenciais.

A análise dos dados foi realizada em duas etapas principais:

- Na primeira, foram compilados e avaliados os dados de empreendimentos imobiliários residenciais, comerciais ou mistos, em função do destaque que esses empreendimentos possuem frente ao conjunto de indicadores monitorados no SINISA e em resolução da ANA. Não foram incluídos os empreendimentos para implantação de galpões comerciais, unidades industriais, escolas ou unidades de saúde, os quais, em geral, possuem características diversas de ocupação, população e área, dificultando sua comparação relativa com o total de empreendimentos avaliados.
- Na segunda, foram estudados os resultados, buscando trabalhar cada valor de modo que pudesse servir como base para a tomada de decisão e o planejamento de infraestrutura necessária ao desenvolvimento regional sustentável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 01 apresenta a região do Vale do Paraíba, destacada em relação ao Estado de São Paulo.

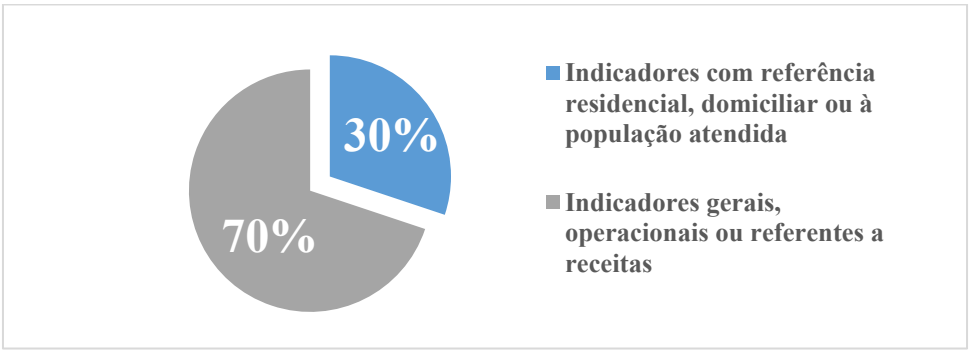
Figura 1 – Região Operacional no Vale do Paraíba - SP



Fonte: O Autor.

A Figura 02, por sua vez, apresenta a proporção percentual e a relevância de grupos de indicadores com enfoque na infraestrutura residencial e domiciliar (**IES0004** - Atendimento dos domicílios totais com rede coletora de esgoto, **IES0005** - Atendimento dos domicílios urbanos com rede coletora de esgoto**, IES0006** - Atendimento dos domicílios rurais com rede coletora de esgoto etc.), destacados no Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA.

Figura 2 – Agrupamento percentual de indicadores do saneamento básico



Fonte: Adaptado de Brasil (2024).

A análise dos dados reais de empreendimentos e redes coletoras na região do Vale do Paraíba (SP) permitiu identificar padrões relevantes entre ocupação do solo e infraestrutura de esgotamento sanitário. Observa-se que os municípios analisados, com destaque para São José dos Campos, Taubaté e Caçapava, apresentam diferentes níveis de adensamento populacional, o que impacta diretamente na extensão das redes coletoras necessárias. Essa heterogeneidade reforça a importância do uso de indicadores técnicos para subsidiar o planejamento de expansão do saneamento, especialmente no contexto de universalização em municípios de menor população.
As Tabelas 1 e 2 apresentam a consolidação dos dados de redes coletoras por município, considerando número de ligações, área ocupada e extensão de rede implantada em bacias de esgotamento.

Tabela 1 – Áreas utilizada para cada nova unidade residencial ou comercial, por município.

Município	Área média (m²/unid.)
Taubaté	124,7
São José dos Campos	278,5
Pindamonhangaba	537
Lorena	647,6
Caçapava	709,2
Campos do Jordão	2366

Fonte: O Autor.

Tabela 2 – Densidade média de redes coletoras por unidade de área, por município.

Município	Média (km rede / km²)
São José dos Campos	16,92
Taubaté	11,88
Pindamonhangaba	12,47
Caçapava	6,87
Redenção da Serra	4,17

Fonte: O Autor.

A Tabela 3 apresenta a média da extensão necessária para que cada economia (equivalente a uma unidade autônoma residencial) seja atendida com infraestrutura de rede coletora de esgoto, por município.

Tabela 3 –Extensão média de redes coletoras por economia, por município.

Município	Extensão média (m/econ.)
Roseira	18,6
Redenção da Serra	12,3
Cachoeira Paulista	12,1
Campos do Jordão	11,5
Pindamonhangaba	11,5
Lorena	8,1
São José dos Campos	8
Taubaté	7,9
Caçapava	7,3

Fonte: O Autor.

A análise desses dados evidencia diferenças significativas na relação entre número de ligações e extensão de rede. Empreendimentos localizados em áreas mais adensadas, como São José dos Campos, apresentam maior concentração de ligações com maior necessidade proporcional de rede em uma menor área ocupada, o que reflete tanto aspectos econômicos, de valor da unidade de área, quanto uma maior demanda populacional por infraestrutura.
Por outro lado, observa-se que infraestruturas em Roseira, Redenção da Serra, Cachoeira Paulista, Campos do Jordão e Pindamonhangaba apresentam elevada extensão média de rede por economia, com maior área ocupada em relação ao número de novas unidades residenciais ligadas ao sistema de esgotamento, indicando um padrão de ocupação mais disperso. Além disso, os resultados obtidos revelam que novas ocupações em municípios como Lorena e Caçapava vêm ocorrendo em áreas distantes de centros urbanos, com maiores áreas ocupadas para cada nova unidade, em comparação às menores extensões de redes coletoras por unidade residencial em locais com maior adensamento populacional desses municípios.

A relação observada entre densidade urbana e menor extensão da rede coletora demonstra que políticas de incentivo ao adensamento urbano controlado podem contribuir diretamente para a viabilidade da universalização do saneamento. Isso ocorre porque empreendimentos mais compactos exigem menor extensão de rede por ligação, reduzindo custos com aquisição de área e de deslocamentos operacionais entre ativos.

Os resultados obtidos são baseados em casos reais, abrangendo municípios com diferentes níveis de urbanização, o que possibilita uma avaliação representativa da dinâmica regional. Outrossim, os resultados demonstram grande dispersão entre os municípios analisados, não sendo possível portanto, a tomada de decisão orçamentária para a universalização de toda a região do Vale do Paraíba de forma generalizada, sem antes estudar os aspectos e peculiaridades geográficas locais.

Os resultados mostram que São José dos Campos apresenta o maior valor médio de redes por unidade de área (≈16,92 km/km²), indicando uma rede mais capilarizada e compatível com um padrão urbano mais consolidado. Municípios como Taubaté (≈11,88 km/km²) e Pindamonhangaba (≈12,47 km/km²) apresentaram valores intermediários, caracterizando situações de equilíbrio entre densidade urbana e expansão territorial.

Por outro lado, Caçapava apresentou valor significativamente inferior (≈6,87 km/km²), evidenciando menor densidade de rede, associada a padrões urbanos mais dispersos em novos empreendimentos.

Os resultados obtidos evidenciam de forma clara a influência direta do padrão de ocupação urbana sobre os quantitativos lineares necessários à implantação dos sistemas de esgotamento sanitário. A relação entre área por unidade habitacional e densidade da rede coletora demonstra que o adensamento urbano é um fator determinante na otimização da infraestrutura. Municípios com maior concentração populacional em áreas menores tendem a apresentar redes mais complexas, com maior extensão por unidade atendida e melhor aproveitamento dos investimentos realizados para a aquisição de áreas de novos empreendimentos.

Por outro lado, municípios que apresentam padrões de ocupação mais dispersos, como evidenciado em Roseira, Redenção da Serra e outros municípios de menor porte, enfrentam desafios adicionais para a universalização do saneamento. A menor densidade de redes por área implica maior necessidade de extensão de infraestrutura para atendimento da população, resultando em aumento significativo dos custos por ligação e maior complexidade operacional.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos ao longo da presente pesquisa demonstraram a existência de uma relação direta entre o padrão de ocupação urbana e a quantidade de ativos necessários à infraestrutura de esgotamento sanitário. A análise dos dados reais de novos empreendimentos imobiliários e bacias de esgotamentos sanitário em operação no Vale do Paraíba evidenciou que municípios com maior densidade habitacional, caracterizados por menores valores de área por unidade, tendem a apresentar sistemas mais complexos, com maior densidade de rede por área e menor necessidade de extensão de infraestrutura por ligação. Essa constatação reforça a importância do adensamento urbano controlado como estratégia para otimização dos investimentos em saneamento.

Adicionalmente, verificou-se que municípios com padrões de ocupação mais dispersos apresentam desafios significativamente maiores para a universalização do saneamento básico, devido ao aumento da extensão de rede necessária para atendimento da população. Os indicadores analisados mostraram-se como ferramentas satisfatórias para avaliação técnica de viabilidade e eficiência de sistemas, podendo ser aplicados em estudos preliminares e processos de tomada de decisão.

Por fim, ressalta-se que os resultados obtidos são representativos da realidade de uma região em expansão, podendo servir como referência para outras regiões com características semelhantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Resolução nº 211, de 19 de setembro de 2024**. Dispõe sobre indicadores operacionais dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Diário Oficial da União, Brasília, 2024. Disponível em: <https://boletimdosaneamento.com.br/wp-content/uploads/2024/10/RESOLUCAO-ANA-No-211-DE-19-DE-SETEMBRO-DE-2024.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2026.

2. BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília: Presidência da República, 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em: 11 mai. 2026.

3. BRASIL. Ministério das Cidades. **Glossário de Indicadores de Esgotamento Sanitário (SINISA)**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/GlossrioIndicadores_ESGOTO_2024.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2026.

4. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL). **Programa Universaliza SP**. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/universalizasp/>. Acesso em: 20 mai. 2026.

5. FELIPE, A. S.; MARINI, M. J.; SANTOS, G. D. **A importância do planejamento urbano para o desenvolvimento sustentável**. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, Curitiba, v. 9, n. 2, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd/article/download/9172/7315>. Acesso em: 03 jun. 2026.