

**Delimitação Espacial de uma Cobertura com Foco à Universalização do Esgotamento Sanitário na Bacia do Rio Cotia – SP**

**Bruno Pereira Toniolo**

Professor Mestre, Etesp / Sabesp, Brasil

bruperton.cad@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6602-0181>

## **Delimitação Espacial de uma Cobertura com Foco à Universalização do Esgotamento Sanitário na Bacia do Rio Cotia – SP**

### **RESUMO**

**Objetivo** – Criar uma área de universalização de esgotamento sanitário em uma bacia hidrográfica, incluindo coleta e tratamento, por meio de técnicas de geoprocessamento, conforme o Marco Regulatório do Saneamento – Lei 14.026/2020.

**Metodologia** – A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC), situada no Estado de São Paulo, Brasil. O método consistiu na criação de uma área de cobertura representando a universalização do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) na BHRC, integrando dados de múltiplos Planos de Interesse (PI's) e ajustes por fotointerpretação em geoprocessamento, compreendendo também a caracterização do SES existente.

**Originalidade/relevância** – O conceito de cobertura de infraestrutura de serviços públicos é um tema pouco abordado na literatura, uma vez que é de âmbito corporativo, especificamente para saneamento básico associado com geotecnologias. Assim, a exploração deste assunto contribui de forma inédita e eficiente a futuras pesquisas bibliográficas.

**Resultados** - A área de cobertura universalizada, totalizando 105,31 km<sup>2</sup> (41,90% da BHRC), apresentou uma geometria complexa, caracterizada por contiguidade e ramificações, refletindo a dinâmica espacial do SES. Apesar da fragmentação aparente, a conectividade foi assegurada, garantindo eficiência na coleta e no transporte para tratamento. As densidades mais altas foram observadas em áreas urbanas centrais, enquanto regiões periféricas destacaram-se como prioritárias para expansão planejada. É necessário 708,28 km de redes coletoras a implantar. Identificaram-se 42.275 ligações somente de água, 40.998 domicílios particulares, 110 áreas de expansão e 336 empreendimentos não atendidos, reforçando os desafios para a universalização do SES.

**Contribuições teóricas/metodológicas** - O estudo contribuiu ao integrar geotecnologias e dados operacionais no planejamento do SES, aprimorando a análise espacial de conectividade e contiguidade. A metodologia proposta é replicável e serve como base para pesquisas futuras em saneamento e urbanização

**Contribuições sociais e ambientais** - O estudo promoveu avanços na equidade social ao incluir áreas urbanas vulneráveis e de expansão na cobertura de esgotamento, reduzindo desigualdades no acesso ao saneamento. Ambientalmente, destacou a redução de lançamentos in natura, contribuindo para a melhoria da qualidade da água na BHRC e para a saúde pública.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoprocessamento. Esgoto. Metas.

## **Spatial Delimitation of Coverage Focused on the Universalization of Sanitation in the Cotia River Basin – SP**

### **ABSTRACT**

**Objective** – To create a universalized sanitation coverage area within a hydrographic basin, including collection and treatment, using geoprocessing techniques, in accordance with the Sanitation Regulatory Framework – Law 14.026/2020.

**Methodology** – The study area is the Cotia River Hydrographic Basin (CRHB), located in the state of São Paulo, Brazil. The method consisted of creating a coverage area representing the universalization of the Sanitation System (SS) in the BHRC, integrating data from multiple Plans of Interest (PIs) and adjustments through geoprocessing-based photointerpretation, also including the characterization of the existing SES.

**Originality/Relevance** – The concept of infrastructure coverage for public services is rarely addressed in the literature, as it is typically a corporate matter, particularly in the context of basic sanitation and geotechnologies. Thus, exploring this subject provides novel and efficient contributions to future bibliographic research.

**Results** – The universalized coverage area, totaling 105.31 km<sup>2</sup> (41.90% of the CRHB), displayed a complex geometry characterized by contiguity and branching, reflecting the spatial dynamics of the SS. Despite apparent fragmentation, connectivity was ensured, guaranteeing efficiency in collection and transportation for treatment. The highest densities were observed in central urban areas, while peripheral regions were identified as priorities for planned expansion. A total of 708.28 km of sewer networks need to be implemented. The study identified 42,275 water-only

connections, 40,998 private households, 110 expansion areas, and 336 unserved developments, highlighting the challenges to universalizing the SS.

**Theoretical/Methodological Contributions** – The study contributed by integrating geotechnologies and operational data into SES planning, enhancing the spatial analysis of connectivity and contiguity. The proposed methodology is replicable and serves as a foundation for future research in sanitation and urbanization.

**Social and Environmental Contributions** – The study advanced social equity by including vulnerable urban areas and expansion zones in the sanitation coverage, reducing inequalities in access to sanitation. Environmentally, it highlighted the reduction of untreated discharges, contributing to improved water quality in the BHRC and public health.

**KEYWORDS:** Geoprocessing. Sanitation. Goals.

## **Delimitación Espacial de una Cobertura Enfocada en la Universalización del Saneamiento en la Cuenca Del Río Cotia – SP**

### **RESUMEN**

**Objetivo** – Crear un área de universalización del saneamiento en una cuenca hidrográfica, incluyendo recolección y tratamiento, mediante técnicas de geoprocésamiento, conforme al Marco Regulatorio del Saneamiento – Ley 14.026/2020.

**Metodología** – El área de estudio es la Cuenca Hidrográfica del Río Cotia (CHRC), situada en el estado de São Paulo, Brazil. El método consistió en la creación de un área de cobertura que represente la universalización del Sistema de Saneamiento (SS) en la BHRC, integrando datos de múltiples Planes de Interés (PI's) y ajustes por fotointerpretación en geoprocésamiento, incluyendo también la caracterización del SS existente.

**Originalidad/Relevancia** – El concepto de cobertura de infraestructura de servicios públicos es un tema poco explorado en la literatura, ya que pertenece al ámbito corporativo, específicamente para el saneamiento básico asociado con geotecnologías. Por ello, la exploración de este tema contribuye de forma inédita y eficiente a futuras investigaciones bibliográficas.

**Resultados** – El área de cobertura universalizada, con un total de 105,31 km<sup>2</sup> (41,90% de la CHRC), presentó una geometría compleja, caracterizada por continuidad y ramificaciones, reflejando la dinámica espacial del SS. A pesar de la aparente fragmentación, la conectividad fue asegurada, garantizando eficiencia en la recolección y transporte para el tratamiento. Las mayores densidades se observaron en las áreas urbanas centrales, mientras que las regiones periféricas fueron identificadas como prioritarias para la expansión planificada. Se necesitan 708,28 km de redes de recolección por implementar. Se identificaron 42.275 conexiones de agua solamente, 40.998 domicilios particulares, 110 áreas de expansión y 336 desarrollos no atendidos, destacando los desafíos para universalizar el SES.

**Contribuciones teóricas/metodológicas** – El estudio contribuyó al integrar geotecnologías y datos operativos en la planificación del SS, mejorando el análisis espacial de conectividad y continuidad. La metodología propuesta es replicable y sirve como base para futuras investigaciones en saneamiento y urbanización.

**Contribuciones sociales y ambientales** – El estudio promovió avances en equidad social al incluir áreas urbanas vulnerables y de expansión en la cobertura de saneamiento, reduciendo desigualdades en el acceso al servicio. Desde el punto de vista ambiental, destacó la reducción de vertidos sin tratar, contribuyendo a la mejora de la calidad del agua en la BHRC y a la salud pública.

**PALABRAS CLAVE:** Geoprocésamiento. Saneamiento. Metas.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca pela universalização do saneamento foi reforçada com a promulgação do Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), que estabeleceu metas para que, até 2033, 99% da população tenha acesso à água potável e 90% seja atendida com coleta e tratamento de esgoto (BRASIL, 2020). Para atingir essas metas, o país precisa realizar grandes investimentos e adotar novas abordagens no planejamento de infraestrutura, especialmente no que diz respeito à expansão dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto (Yu et al., 2024).

A área de cobertura é uma delimitação geográfica que define as regiões onde determinado serviço público ou infraestrutura está disponível para atender a população. Esse conceito é amplamente utilizado em serviços de utilidade pública, como abastecimento de água, coleta de lixo, fornecimento de energia elétrica, drenagem de águas pluviais, distribuição de gás liquefeito de petróleo (GLP) e esgotamento sanitário (SABESP, 2024c).

Segundo Toniolo et al. (2024a), no contexto de serviços de esgotamento sanitário, a área de cobertura refere-se à região onde a infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto está instalada e disponível para a população. A delimitação desta considera a presença de redes coletoras e de estações de tratamento de esgoto (ETEs), que são responsáveis por transportar e tratar os efluentes domésticos e industriais. A infraestrutura disponível permite que o esgoto gerado dentro dessa área seja coletado e tratado de forma adequada, evitando o lançamento direto em corpos d'água e contribuindo para a saúde pública e o meio ambiente.

A área de cobertura de qualquer serviço público, inclusive o esgotamento sanitário, é influenciada por fatores como densidade populacional, topografia e planejamento urbano. Em áreas urbanas densamente povoadas, a cobertura tende a ser mais contínua e regular, enquanto em áreas rurais ou remotas, podem existir falhas ou limitações na prestação dos serviços devido à falta de infraestrutura, dificuldades de acesso, ou custo elevado de implementação (SABESP, 2024a; TONIOLO et al., 2024b).

No caso do esgotamento sanitário, a área de cobertura é frequentemente definida com base na proximidade das redes coletoras, normalmente utilizando buffers de 30 a 60 metros ao redor da rede existente. Essa proximidade é um critério importante para determinar se um imóvel pode ser atendido pelo serviço de coleta e tratamento de esgoto. Contudo, o conceito de área de cobertura pode ser aplicado a outros serviços públicos de maneira similar, considerando a proximidade ou disponibilidade de acesso à infraestrutura, como no caso de redes de distribuição de água ou de energia elétrica (SABESP, 2023).

Apesar da presença da infraestrutura, nem todos os imóveis localizados dentro da área de cobertura necessariamente fazem uso do serviço oferecido. Em muitos casos, questões como falta de adesão dos usuários, problemas técnicos ou ligações irregulares podem resultar em lacunas no atendimento, mesmo em regiões consideradas cobertas. Isso é particularmente relevante no esgotamento sanitário, onde conexões irregulares ou o não uso da rede coletora podem prejudicar os índices de cobertura efetiva (SABESP, 2024c).

A expansão da área de cobertura é um objetivo central para a universalização de serviços públicos, principalmente em áreas onde a infraestrutura ainda não chegou ou é insuficiente. No caso do esgotamento sanitário, a universalização visa garantir que toda a população tenha acesso a redes coletoras e estações de tratamento, de modo a minimizar os impactos ambientais e sanitários (SABESP, 2024a; TONIOLO et al., 2024a).

Em termos de planejamento e gestão, a área de cobertura é uma ferramenta fundamental para a análise da abrangência e eficiência de um serviço. Ao permitir uma visão geoespacial da disponibilidade de infraestrutura, facilita a identificação de lacunas e priorização de investimentos em locais que necessitam de maior atenção. Isso é válido tanto para serviços de esgoto quanto para outros sistemas de utilidade pública, como abastecimento de água, energia elétrica e coleta de lixo. Contudo, a despeito da importância da área de cobertura, ainda há pouca informação na literatura convencional a respeito dela, sendo mais explorada no meio corporativo (TONIOLO et al., 2024a).

## **2. OBJETIVO**

Determinar a cobertura universalizada do Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC), considerando as áreas de coleta e tratamento de efluente, por meio de técnicas de geoprocessamento.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1 Área de estudo**

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi selecionada a Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC), com uma área de 251,36 km<sup>2</sup> e localizada a oeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), abrangendo os municípios de Barueri (2,80%), Carapicuíba (6,92%), Cotia (79,32%), Embu das Artes (7,01%), Jandira (2,81%) e Vargem Grande Paulista (1,15%). Com uma área de 251,36 km<sup>2</sup>, a bacia é dividida em duas regiões com características próprias às suas diferenças físicas e ao estado de preservação ambiental: Baixo Cotia (147,20 km<sup>2</sup>) e Alto Cotia (104,16 km<sup>2</sup>), conforme a Figura 2 (SABESP, 2024c).

O Baixo Cotia apresenta um cenário altamente urbanizado, com córregos constantemente contaminados e assoreados, decorrentes de ocupação não planejada, falta de estrutura de saneamento básico e presença de atividades industriais, o que acaba comprometendo a qualidade da água tratada (SÃO PAULO, 2007).

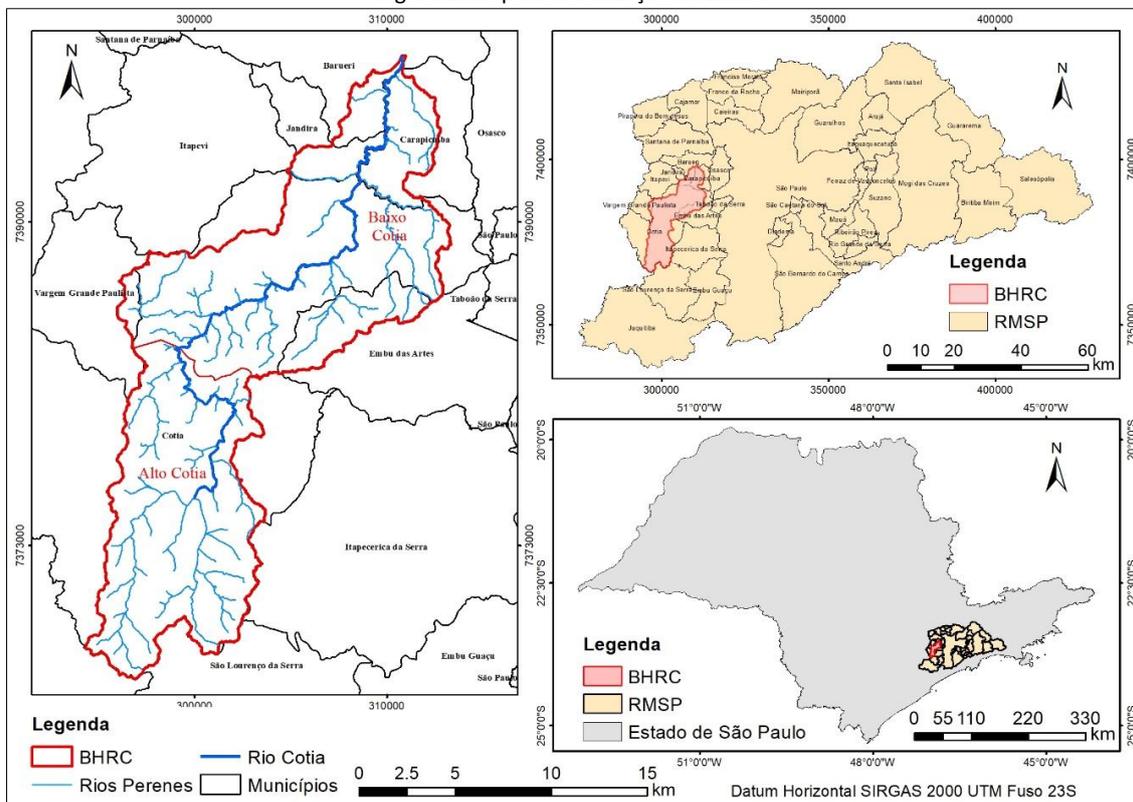
De acordo com Metzger et al. (2006), a região do Alto Cotia sofre relativamente pouca pressão antrópica devido à presença da Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), um dos maiores remanescentes de mata do Planalto Atlântico Paulista. No entanto, essa área já enfrentou intensos processos de desmatamento, impulsionados pela expansão urbana e agrícola, além de, em tempos passados, servir à exploração de carvão e lenha. A Reserva do Morro Grande abriga as cabeceiras do Rio Cotia, as Represas Pedro Beicht e Cachoeira da Graça, e o Sistema Produtor do Alto Cotia, que está em operação desde 1916 pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), fornecendo água para mais de 500 mil habitantes da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Conforme o Censo Demográfico 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), a população residente da BHRC era de aproximadamente 495 mil habitantes para o ano de 2022. Referente aos pontos de destaque, a bacia é cortada pela Rodovia Raposo Tavares (SP-270) ao norte e próximo do exutório da bacia está localizada a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Barueri no Rio Tietê, próxima da Rodovia Castelo Branco (SP-280).

Para fins metodológicos, a área de estudo se limitou especificamente ao Baixa Cotia, pois é o local onde está situado o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), não considerando a RFMG (Alto Cotia) por ser uma área de proteção ambiental.

A Figura 1 apresenta o mapa de situação da área de estudo.

Figura 1. Mapa de localização da BHRC.



Fonte: Autoria própria.

### 3.2 Material e Métodos

Compreende a criação de uma área de cobertura que represente o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) totalmente universalizado, ou seja, onde todas as unidades habitacionais da Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC) tenham o efluente coletado e tratado. A base dessa área será a área de cobertura de coleta de esgoto para o ano de 2024, à qual serão adicionadas as áreas de influência dos seguintes planos de interesse (PI's):

- Ligações Sabesp TL 0 (somente água), tanto dentro quanto fora da área de cobertura de 2024 (SABESP, 2024c);
- Domicílios particulares do IBGE não atendidos pela rede coletora, considerando como atendidos aqueles que estão a uma distância de até 20 metros da rede (IBGE, 2024);
- Áreas de expansão (AEs), que correspondem a logradouros sem rede coletora existente, sendo adotado um buffer de 20 metros a partir do eixo do logradouro para delimitar essas áreas (SABESP, 2024c);
- Empreendimentos imobiliários, especialmente condomínios residenciais, que estão em fase de construção ou projeto, mas ainda não possuem conexão com a rede de esgoto. Esses empreendimentos devem obrigatoriamente ser do

tipo TL 0 (somente água) e possuir sistema de tratamento de esgoto isolado, como fossa séptica ou estação de tratamento compacta. Esse PI foi identificado por meio de vistorias de campo realizadas entre janeiro e março de 2024 (SABESP, 2024c).

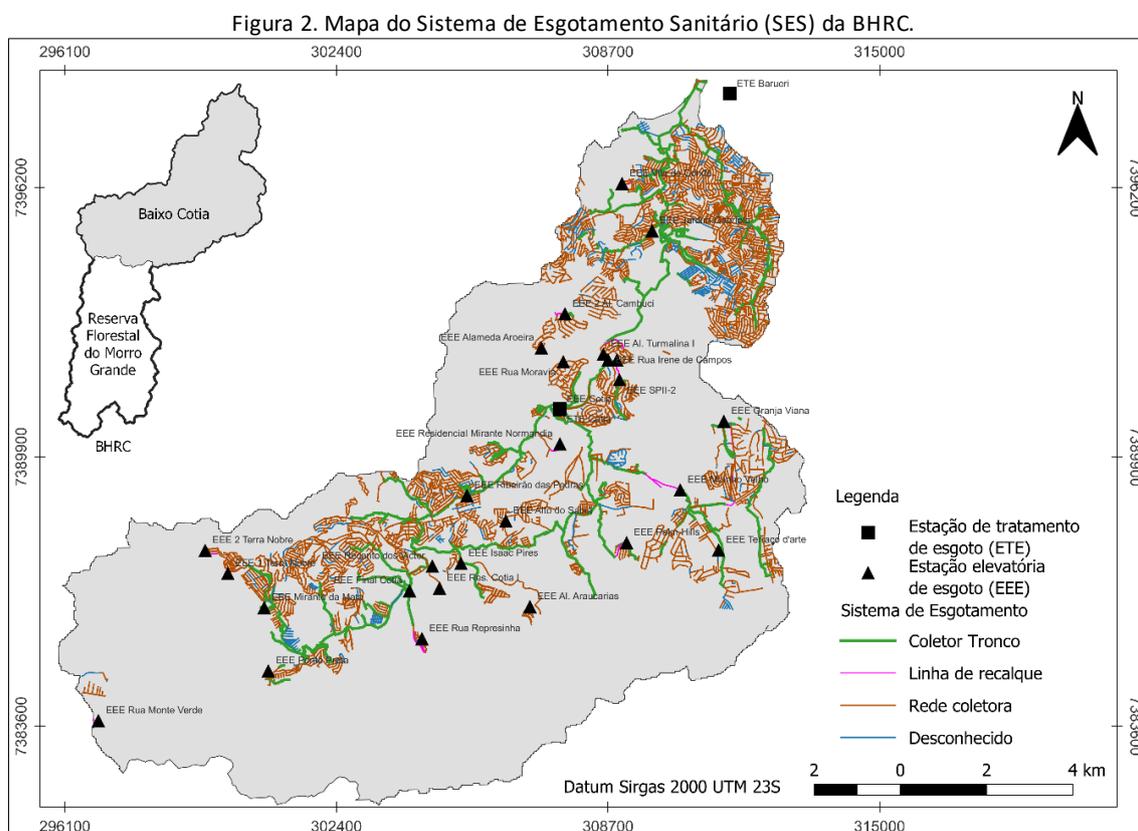
- Equidistância (*buffer*) de 20 a 100 metros de eixo de logradouros e edifícios não atendidos pelas AE's;
- Equidistância (*buffer*) de 100 metros das obras de esgoto necessárias para atingir a universalização;
- As classes de uso da terra Área Urbana, Indústria e Favela (TONIOLO, 2020).

As áreas de influência foram determinadas cruzando-se os PI's mencionados com a grade estatística do banco de dados espaciais utilizando a ferramenta de "Seleção por Localização" no Sistema de Informações Geográficas (SIG), com o predicado de intersecção. Em seguida, a área de cobertura foi ajustada manualmente por fotointerpretação, visando minimizar a pulverização dos pixels. Finalmente, a área foi convertida para o formato raster para integração com o restante das análises.

Compreende por fim a caracterização do SES da BHRC, abordando os dados operacionais das redes coletoras, isto é, extensão, diâmetro, material, profundidade e poços.

#### 4. RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o mapa do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) da área de estudo, com destaque para as redes, estações de tratamento de esgoto (ETE) e estações de elevatório de esgoto (EEE), conforme legenda.



Fonte: Autoria própria.

Analisando a Figura 2, verifica-se que todo esgoto coletado na BHRC é enviado para tratamento à ETE Barueri, de forma que é possível identificar a ETE Cotia, porém de caráter complementar. Existem diversas ETEs compactas na BHRC, geralmente situadas em condomínios fechados que não de responsabilidade da Sabesp.

A Figura 2 aponta que em relação à extensão de redes por tipo em km, o SES está classificado da seguinte forma, considerando as tubulações que estão em operação, isto é, ativas: 111,80 km de coletor tronco (CT), 65,37 km de redes de origem desconhecida – que não possuem cadastro técnico e/ou documentação –, 9,71 km de linha de recalque – que são redes pressurizadas – e 552,02 km de redes coletoras, totalizando uma extensão de 738,9 km na data base de junho de 2024.

Ainda analisando a Figura 2 verifica-se que existem na BHRC 28 ETEs em funcionamento cujo objetivo é conduzir o esgoto por pressão aos CTs via linha de recalque, uma vez que a declividade do terreno não é favorável para condução via gravidade.

A Figura 2 exibe que o SES da BHRC possui uma alta conectividade, reforçando o tratamento do esgoto, contudo é possível identificar tubulações isoladas, isto é, que não estão interligadas ao sistema de afastamento (Coletor Tronco) e, assim, ou estão fora da cobertura de tratamento ou possuem sistema isolado (SABESP, 2024a).

A despeito da Figura 2 apresentar somente as redes coletoras em operação na BHRC, existem redes em outros estados conforme classificação a seguir: Abandonada (extensão de 24,91 km) é quando a tubulação não possui mais condições de operar, em função da obsolescência e péssimo estado de conservação; Construída (6,13 km) é quando a tubulação está em plena condições de uso, mas por algum motivo ainda não foi operada; Em construção (1,14 km) é quando a rede está em execução ainda, em fase de obra; e Excluída (28,42 km) é quando a rede foi vetorizada de forma errada no SIG Corporativo da Sabesp, o qual não permite “deletar” a vetorização para manter o histórico de edição (SABESP, 2024b).

Em relação ao diâmetro nominal (DN) das redes coletoras, o SES da BHRC possui uma grande variedade, iniciando em 50 mm até 2.000 mm, sendo que a predominância é de DN de 150 mm com uma extensão total de aproximadamente 460 km, seguido do DN de 200 mm com extensão aproximada de 204 km, de forma que em 16,10% do SES corresponde à coleta do esgoto e somente 83,9% corresponde ao afastamento.

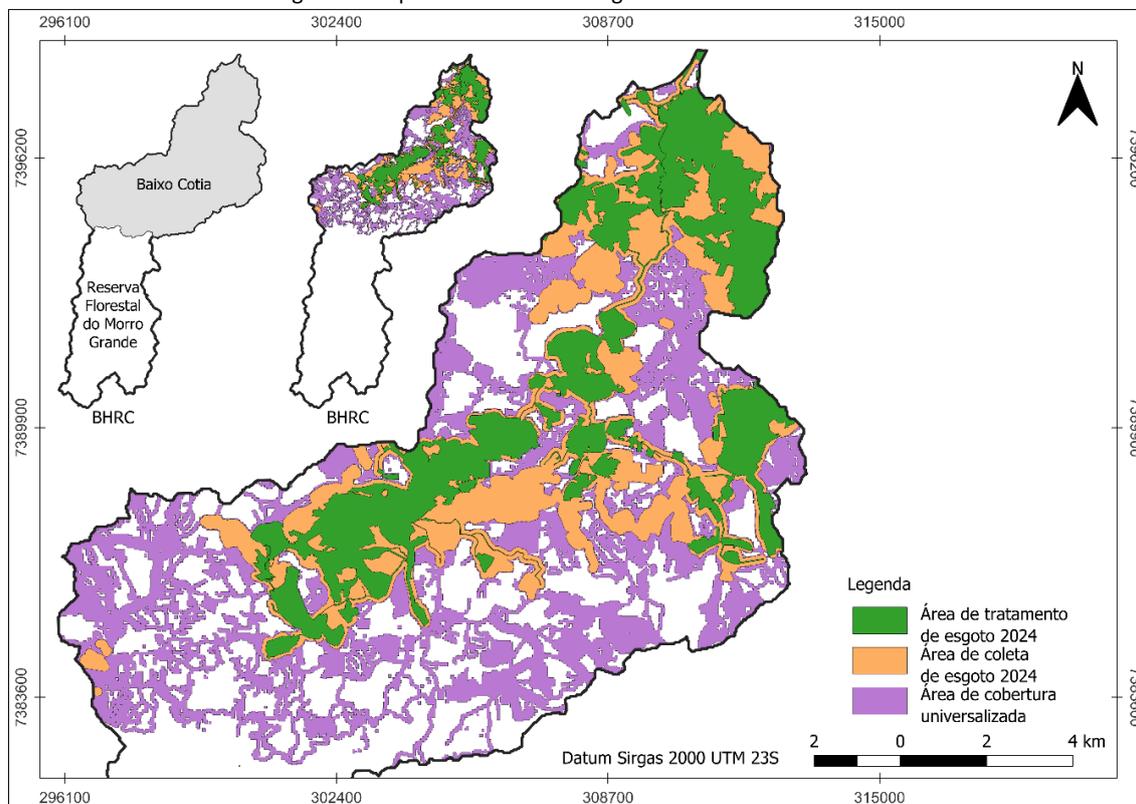
Em relação à profundidade das redes do SES, a média é de 2,20 m para afastamento e 1,45 m para coleta, de forma que a profundidade dos poços pode variar de 90 cm a 16 m dependendo da topografia.

Em relação ao material das redes do SES, estas podem ser de cimento amianto (CA) com distribuição de 1% em relação ao total, manilha de barro vidrado (MBV – cerâmico) com 37%, ferro fundido (FoFo) com 2%, polietileno de alta densidade (PEAD) com 4%, policloreto de vinila (PVC) com 53% e concreto simples (CE) com 3%.

Em relação às peças em operação que conectam as tubulações de esgoto, existem quatro tipos no SES da BHRC: Caixa de Passagem (CP) que são dispositivos que não permitem inspeção visual com um total de 598 unidades, Poço de Inspeção (PI) com 10.165 unidades, Poço de Visita (PV) que permitem entrada do operador para manutenção no sistema com 6.866 unidades e Terminal de Limpeza (TL) com 1.187 unidades, totalizando 18.816 peças. Ressalta-se que as peças de esgoto são fundamentais para se fazer a manutenção das redes coletoras como desobstrução, lavagem, reparo etc. (TONIOLO et al., 2024b).

A área de cobertura universalizada totaliza 105,31 km<sup>2</sup> (Figura 4), que é equivalente a 41,90% da área da BHRC e a 71,54% do Baixo Cotia, abrangendo as zonas urbanas, áreas de expansão e empreendimentos imobiliários distribuídos ao longo de toda a BHRC.

Figura 3. Mapa da cobertura de esgotamento universalizada.



Fonte: Autoria própria.

Verifica-se pela Figura 3 que a cobertura universalizada apresenta maior densidade nas áreas centrais e urbanas da bacia, onde a infraestrutura existente facilita a conexão e ampliação do sistema.

Em contrapartida, as regiões periféricas, especialmente no norte e no sudoeste da bacia, destacam-se como áreas que dependem da expansão planejada para alcançar o atendimento universal.

A cobertura universalizada apresentada na Figura 3 possui uma geometria complexa que reflete diretamente a dinâmica espacial das infraestruturas do SES na BHRC. Diferentemente de áreas compactas e contínuas, nota-se que a cobertura universalizada apresenta uma estrutura altamente ramificada, característica semelhante às redes coletoras existentes.

A área delimitada não é composta exclusivamente por polígonos compactos e isolados, mas sim por trechos lineares e contíguos que acompanham os logradouros situados na bacia, representando arruamentos que não possuem atendimento de esgotamento sanitário.

A despeito da fragmentação aparente da cobertura universalizada (Figura 3), esta possui contiguidade e conectividade, a qual é uma característica crucial para o planejamento de um SES funcional, assegurando que todas as áreas conectadas tenham acesso tanto à coleta como ao tratamento do esgoto.

Em relação às métricas de paisagem observadas na Figura 3, percebe-se que a cobertura universalizada possui alto índice de forma em função de suas bordas irregulares e ramificações. Ela demonstra adaptabilidade ao território, garantindo conectividade entre trechos dispersos e alta densidade linear nas áreas urbanas. Verifica-se também que a relação área e perímetro é elevada, evidenciada pelas extensas ramificações, assim como o coeficiente de agregação é maior em zonas urbanas e menor em áreas compactas.

Ressalta-se que a cobertura universalizada (Figura 3) é aplicável em ambos planos da modelagem, isto é, coleta e tratamento, garantindo uma lógica operacional em que os efluentes coletados sejam transportados para tratamento de forma eficiente e dentro dos prazos previstos em dados pré-existentes (SEMIL, 2024).

A cobertura universalizada traz impactos positivos diretos na redução de lançamentos in natura e na melhoria da qualidade da água dos corpos hídricos da bacia. Socialmente, a inclusão de áreas de favelas e expansão urbana garante maior equidade no acesso ao saneamento básico, promovendo saúde pública e qualidade de vida (CAPOBIANCO et al., 2024).

A Tabela 1 apresenta a quantidade dos Planos de Informação (PI's) atendidos pela cobertura universalizada.

Tabela 1 – Quantidade atendida dos Planos de Informação (PI's) pela cobertura universalizada.

PI	Quantidade
Ligações Sabesp somente água (TL 0) – unidade	42.275
Domicílio particular do Censo Demográfico 2022 – unidade	40.998
Áreas de expansão – unidade	110
Empreendimentos imobiliários não atendidos por coleta de esgoto – unidade	336
Redes a implantar – km	708,28

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 1 apresenta os dados relacionados à quantidade de unidades atendidas pelos diferentes Planos de Informação (PI's), evidenciando a situação atual e os desafios para a universalização do esgotamento sanitário na Bacia do Rio Cotia, SP. Observa-se que 42.275 unidades possuem ligação apenas com abastecimento de água fornecido pela Sabesp (classificadas como TL 0), indicando uma lacuna significativa no atendimento de coleta de esgoto. Em paralelo, os dados do Censo Demográfico de 2022 apontam a existência de 40.998 domicílios particulares na área, sugerindo um panorama abrangente da demanda habitacional.

Adicionalmente, foram identificadas 110 unidades em áreas de expansão, o que reflete um potencial crescimento urbano que deverá ser contemplado nos planos de cobertura universal. Os empreendimentos imobiliários não atendidos por coleta de esgoto somam 336 unidades, reforçando a necessidade de ações imediatas para incluir esses locais na rede de coleta. O planejamento da infraestrutura é ainda mais desafiador considerando que a extensão das redes a serem implantadas é de 708,28 km, o que implica elevados esforços técnicos, financeiros e logísticos para concretizar a meta de universalização.

Esses números destacam a necessidade de uma abordagem estratégica, priorizando a integração de áreas já urbanizadas com lacunas no atendimento, ao mesmo tempo em que se planeja a incorporação das áreas de expansão e novos empreendimentos. Assim, a tabela ilustra de forma clara a dimensão dos desafios enfrentados na busca por universalizar a cobertura de esgotamento sanitário, além de subsidiar a formulação de políticas públicas e intervenções planejadas.

## 5. CONCLUSÃO

O estudo atingiu o objetivo de delimitar uma área de cobertura universalizada para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) da Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC), integrando dados espaciais e operacionais por meio de geoprocessamento. A análise revelou desafios significativos relacionados à expansão da infraestrutura, como a necessidade de implantação de 708,28 km de novas redes, além da inclusão de áreas urbanas, de expansão e empreendimentos imobiliários.

Os resultados destacam a complexidade e a fragmentação da cobertura universalizada, que, apesar de sua geometria ramificada, apresenta conectividade essencial para um sistema funcional. As métricas apontam impactos positivos na saúde pública e na qualidade ambiental, especialmente com a redução de esgoto in natura e a inclusão de áreas de maior vulnerabilidade social.

Este trabalho contribui para o planejamento estratégico de saneamento básico, evidenciando a relevância do uso de geotecnologias na busca pela universalização e na formulação de políticas públicas mais equitativas e eficazes.

## 6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**. Agregados por Setores Censitários preliminares: população e domicílios: resultados do universo: nota metodológica n. 02. IBGE, Rio de Janeiro, 2024.

METZGER, J. P.; ALVES, L. F.; GOULART, W.; TEIXEIRA, A. M. G.; SIMÕES, S. J. C.; CATHARINO, E. L. M. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotrop.** Campinas, v. 6, n. 2, 2006.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Relatório de Sustentabilidade 2023**. São Paulo, Sabesp, 187 p., 2024a. Disponível em <[https://www.sabesp.com.br/site/uploads/file/relatorios\\_sustentabilidade/relatorio\\_sustentabilidade\\_2023.pdf](https://www.sabesp.com.br/site/uploads/file/relatorios_sustentabilidade/relatorio_sustentabilidade_2023.pdf)>. Acessado em 07. nov. 2024.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **NTS0292 – Elaboração de cadastro técnico digital**. São Paulo, Sabesp, 28 p., 2024b. Disponível em <<https://normastecnicas.sabesp.com.br/>>. Acessado em 21. jan. 2025.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Servidor do Planejamento de Expansão. **Relatórios gerenciais e camadas vetoriais de informações empresariais – memorando da Superintendência de Oeste – OO**. São Paulo, 2024c, 2.500 p.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Servidor do Planejamento de Expansão. **Mancha de Tratamento da Região Metropolitana – Modelo topológico setembro de 2023**. São Paulo, 2023. 1 mapas: 118,9 x 84,1 cm. Escala: 1:50.000.

SÃO PAULO (Estado). **Relatório nº 88 219-205 – Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Rio Cotia: Caracterização Regional**. Drenatec Engenharia S/C Ltda & Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. São Paulo, 2007.

TONIOLO, B. P. Análise de indicadores de saneamento básico e densidade populacional na Unidade de Negócio Oeste Sabesp. **Revista DAE**, v. 68, n. 221, p. 42-52. São Paulo, 2020. Disponível em <[https://www.revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_221\\_n\\_1837.pdf](https://www.revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_221_n_1837.pdf)>. Acessado em 04 out. 2024.

TONIOLO, B. P.; SILVA, D. C. C.; LOURENÇO, R. W. Evolução da Área de Cobertura de Esgotamento Sanitário da Bacia Hidrográfica do Rio Cotia – SP. In: Workshop Internacional Sustentare & Wipis 2024. **Anais eletrônicos**, 16 p., 2024a.

TONIOLO, B. P.; BOCATO, B.H.; SILVA, R. C.; SILVA, D. C. C.; LOURENÇO, R. W. Análise e Automatização em SIG como Opção para Mapeamento de Lançamentos Potenciais de Sistema de Esgotamento – Etapa II. In: 35º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente. **Anais eletrônicos**, 16 p., 2024b.

YU, Q.; OLESEN, S. W.; DUVALLET, C.; GRAD, Y. H. Assessment of sewer connectivity in the United States and its implications for equity in wastewater-based epidemiology. **PLOS Glob Public Health**, 24p., v. 4, 2024.

---

## DECLARAÇÕES

---

### CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Informe quem teve a ideia central do estudo e ajudou a definir os objetivos e a metodologia. BRUNO PEREIRA TONIOLO, único autor.
  - **Curadoria de Dados:** Especifique quem organizou e verificou os dados para garantir sua qualidade. BRUNO PEREIRA TONIOLO, único autor.
  - **Análise Formal:** Indique quem realizou as análises dos dados, aplicando métodos específicos. BRUNO PEREIRA TONIOLO, único autor.
  - **Aquisição de Financiamento:** Identifique quem conseguiu os recursos financeiros necessários para o estudo. NÃO SE APLICA.
  - **Investigação:** Mencione quem conduziu a coleta de dados ou experimentos práticos. BRUNO PEREIRA TONIOLO, único autor.
  - **Metodologia:** Aponte quem desenvolveu e ajustou as metodologias aplicadas no estudo. BRUNO PEREIRA TONIOLO, único autor.
  - **Redação - Rascunho Inicial:** Indique quem escreveu a primeira versão do manuscrito. BRUNO PEREIRA TONIOLO, único autor.
  - **Redação - Revisão Crítica:** Informe quem revisou o texto, melhorando a clareza e a coerência. BRUNO PEREIRA TONIOLO, único autor.
  - **Revisão e Edição Final:** Especifique quem revisou e ajustou o manuscrito para garantir que atende às normas da revista. BRUNO PEREIRA TONIOLO, único autor.
  - **Supervisão:** Indique quem coordenou o trabalho e garantiu a qualidade geral do estudo. BRUNO PEREIRA TONIOLO, único autor.
-

**DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE**

Eu, Bruno Pereira Toniolo, declaro que o manuscrito intitulado DELIMITAÇÃO ESPACIAL DE UMA COBERTURA COM FOCO À UNIVERSALIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BACIA DO RIO COTIA – SP:

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui/possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. Nenhuma instituição ou entidade financiadora esteve envolvida no desenvolvimento deste estudo.
  2. **Relações Profissionais:** Não possui/possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
  3. **Conflitos Pessoais:** Não possui/possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado.
-