



## ANÁLISE E AUTOMATIZAÇÃO EM SIG COMO OPÇÃO PARA O MAPEAMENTO DE LANÇAMENTOS POTENCIAIS DE SISTEMA DE ESGOTAMENTO – ETAPA I

Bruno Pereira Toniolo, Sabesp, São Paulo, São Paulo, [btoniolo@sabesp.com.br](mailto:btoniolo@sabesp.com.br)  
Katia Sakihama Ventura, UFSCar/PPGEU, São Carlos, [katiasv@ufscar.br](mailto:katiasv@ufscar.br)  
Bruno Henrique Bocato, Sabesp, São Paulo, São Paulo, [bhbocato@sabesp.com.br](mailto:bhbocato@sabesp.com.br)  
Iury Tadashi Hirota Simas, Answer Geoprocessamento, São Paulo, São Paulo, [sima-siury@gmail.com](mailto:sima-siury@gmail.com)  
Darllan Collins da Cunha e Silva, UNESP-ICTS, Sorocaba, São Paulo, [darllan.collins@unesp.br](mailto:darllan.collins@unesp.br)  
Roberto Wagner Lourenço, UNESP-ICTS, Sorocaba, São Paulo, [roberto.lourenco@unesp.br](mailto:roberto.lourenco@unesp.br)

### Resumo

O despejo de efluentes não tratados em corpos d'água é um desafio ambiental crítico para empresas de saneamento, especialmente quando a localização desses pontos de despejo não é adequadamente mapeada. Este estudo teve como objetivo desenvolver um método de mapeamento de potenciais pontos de despejo de esgoto utilizando geoprocessamento. A abordagem envolveu a criação de um roteiro baseado em comandos nativos do software QGIS, com foco na infraestrutura de coleta de esgoto e singularidades na Bacia Hidrográfica do Rio Cotia, em São Paulo. O estudo identificou 290 potenciais pontos de despejo, dos quais 223 estavam em operação. As estimativas apontaram que 26% dos despejos iam para corpos d'água permanentes, 25,5% para galerias de águas pluviais e 48,4% para o solo. O processo envolveu 22 etapas sequenciais, baseadas na direção da rede coletora vetorizada, validadas por inspeção visual. Além de destacar despejos inadequados causados pela direção invertida da rede, a confirmação em campo foi essencial, com inspeções em 17 pontos, resultando na localização de 12 pontos de despejo. Embora o modelo tenha se mostrado satisfatório em estudos preliminares, é crucial refiná-lo, incluindo a declividade da rede coletora como variável de análise, tornando-o mais efetivo.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento, Esgoto, Saneamento Básico, Vistoria.

### 1. Introdução

A descarga de efluentes sem prévio tratamento nos corpos d'água acarreta consequências que afetam os quatro pilares do saneamento básico, abrangendo os sistemas de esgotamento sanitário, fornecimento de água potável, coleta e descarte de resíduos sólidos e a drenagem urbana, conforme estipulado na Lei nº 11.445, que estabelece as diretrizes nacionais para saneamento básico (BRASIL, 2007; MORAIS, 2010).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

O aumento constante no consumo de água, estimado em cerca de 1% ao ano devido ao crescimento populacional, atrelado aos padrões de consumo e ao desenvolvimento econômico, conforme apontado pela Organização das Nações Unidas (ONU), coloca pressão significativa sobre a gestão sustentável desse recurso essencial. Nesse contexto, a crescente demanda por água tratada representa um desafio substancial (ONU 2021).

As águas superficiais, devido à sua acessibilidade, desempenham um papel fundamental no abastecimento de água. No entanto, essas fontes hídricas e o solo estão sujeitas à contaminação por produtos e subprodutos resultantes de diversas atividades humanas, denominados lançamentos *in natura*, como a agricultura, indústrias, mineração, concentrações urbanas densas, sistemas de saneamento deficientes, entre outras (FERREIRA, 2017).

Assim, essa interação entre a demanda crescente por água tratada e a susceptibilidade das águas superficiais, águas profundas e o solo à contaminação destaca a importância crucial do mapeamento dos lançamentos de efluentes sem tratamento, de forma que a preservação e o monitoramento rigoroso dessas fontes de água tornam-se imperativos para garantir que as necessidades atuais e futuras de abastecimento sejam atendidas de forma segura e sustentável, protegendo assim a qualidade da água e os ecossistemas aquáticos (NERY et al., 2020).

Segundo Von Sperling (2007) e Fraga et al. (2021), entre os principais impactos ambientais do lançamento *in natura* dos efluentes podemos citar: contaminação e poluição da água potável representando risco direto à sociedade; degradação dos ecossistemas aquáticos – mortalidade de peixes, anfíbios e flora, proliferação de doenças por veiculação hídrica que cria condições propícias para o crescimento de bactérias e vírus patogênicos; redução da biodiversidade, especialmente as espécies nativas; contaminação do solo, afetando sua qualidade e fertilidade; contaminação do lençol freático, tornando este inadequado para consumo e uso agrícola; eutrofização que estimula o crescimento descontrolado de algas, sufocando a vida aquática; perda da recreação e turismo, pois corpos hídricos poluídos diminuem o interesse público por lazer e balneabilidade; aumento dos custos de manutenção das prefeituras, já que a poluição onera os serviços de limpeza e recuperação ambiental; e mudanças climáticas, ocasionadas liberação de metano e outros gases de efeito estufa a partir de matéria orgânica em decomposição.

A interligação dos lançamentos de efluentes não tratados torna-se, então, uma obrigatoriedade para as companhias de saneamento básico atingirem a universalização do atendimento de sistema de coleta e afastamento de esgoto até 2033, isto é 90% de cobertura, conforme exige o Novo Marco do Saneamento – Lei 11.445/2020. Contudo, este requisito é altamente desafiador, em função do prazo estabelecido – relativamente curto, da grande necessidade de investimento para execução das obras de saneamento e, também pelo preocupante cenário atual: 44,2% da população brasileira não possui acesso a rede coletora de esgoto e somente 51,2% do esgoto coletado é tratado, ano base de 2021 (BRASIL, 2020; SNIS, 2023).



Dessa forma, as técnicas de geoprocessamento, advindas de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), tornam-se um meio poderoso de identificação de fenômenos físicos que interferem na poluição dos recursos naturais, inclusive os lançamentos de efluentes por associação da declividade da rede coletora, uma vez que seu uso já é consolidado em diversas áreas, como por exemplo, planejamento urbano, gestão de recursos hídricos e, mais recentemente, no campo do saneamento básico. Portanto, o SIG é uma ferramenta valiosa para mapear, modelar e compreender padrões geográficos e espaciais (TONIOLO et al., 2022).

Assim, o objetivo deste trabalho foi criar uma sistematização de mapeamento de lançamentos potenciais de efluentes, com o auxílio de técnicas de geoprocessamento, na Bacia Hidrográfica do Rio Cotia, no Estado de São Paulo.

## 2. Metodologia

### 2.1. Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC) que está situada na zona oeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), contemplando 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%). Possui uma área de 251,36 km<sup>2</sup>, sendo dividida em duas regiões com características específicas em relação às suas diferenças físicas e de situação de preservação do meio ambiente: Baixo Cotia e Alto Cotia (Figura 1) (SABESP, 2023).

O sistema de adução e abastecimento de água potável, assim como o sistema de coleta e afastamento de esgoto da BHRC, são operados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, pela Unidade de Negócio Oeste (Sabesp Oeste). Para o ano de 2023, a bacia apresentou os seguintes dados de saneamento: extensão de 68 km de adutora; extensão de 1.287 mil km de redes de água em operação; extensão de 660 km de redes de esgoto em operação; 46.745 ligações de água (TL 0); 82.377 ligações de água e esgoto (TL 1); 278 ligações de esgoto (TL 2); e 276 lançamentos de efluentes não tratados, dos quais 268 constam como estado de “abandonados” – isto é, conectados à rede coletora, situação desejável – e 179 constam como estado “em operação” – situação não desejável que requer conexão à rede coletora (SABESP, 2023).

Segundo Toniolo (2020), o Baixo Cotia apresenta cenário altamente antropizado, com cursos d’água contaminados e assoreados, decorrente da falta de estrutura de sistema de esgotamento e da presença de atividades industriais, comprometendo a qualidade da água tratada (SÃO PAULO, 2007). Já o Alto Cotia é equivalente a Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), remanescente do Planalto Atlântico Paulista, onde está localizada a nascente do Rio Cotia e as Represas Pedro Beicht e Cachoeira da Grada, formando desde 1916 o Sistema Produtor do Alto Cotia, a fornecer água para mais de 550 mil moradores na RMSP.

A Figura 1 apresenta o mapa de localização da BHRC.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

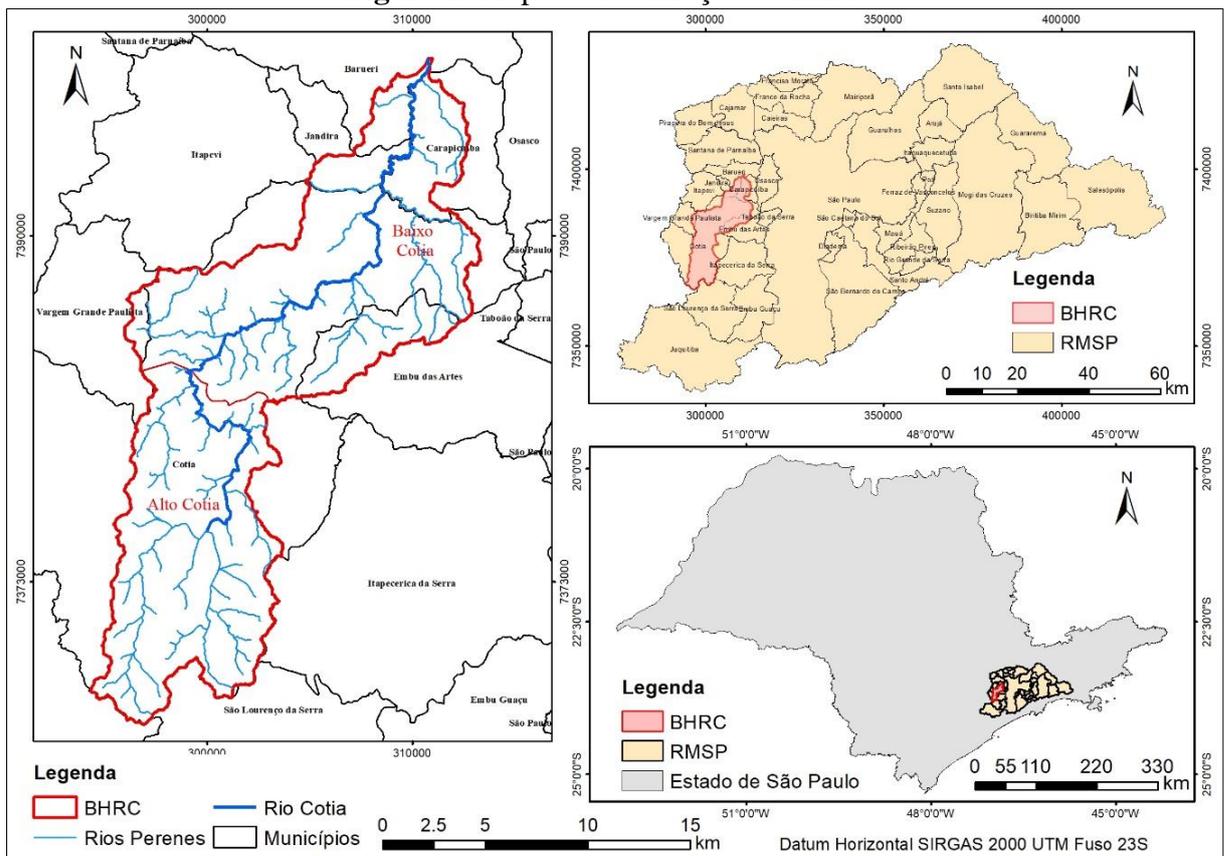
# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Figura 1. Mapa de localização da BHRC



Fonte: Toniolo (2020).

## 2.2. Material e Métodos

A sistematização se consistiu na exploração dos comandos nativos do QGIS – programa SIG de código livre –, baseando-se na premissa topológica que o sentido de vetorização da rede coletora é análogo à direção do efluente, de montante (altitude maior) a jusante (altitude menor), categorizando as singularidades como lançamentos potenciais aquelas não possuem rede coletora de saída.

Feita a sistematização em SIG, os lançamentos potenciais identificados foram classificados, sob caráter estimativo, em três tipos de destinação do esgotamento: a) curso d'água, considerando uma equidistância de até 15 metros da camada vetorial de hidrografia perene; b) galeria de água pluvial (GAP), considerando equidistância de mesmo valor e também a hidrografia de regime intermitente; e c) solo, por exclusão, quando não enquadrado nos destinos a) e b).



O Quadro 1 apresenta os materiais e fontes usados para a proposta de sistematização de lançamentos potenciais na BHRC.

**Quadro 1. Materiais e fontes usados na metodologia**

Tipo	Descrição	Comentários	Fonte
Software SIG de código aberto	QGIS 3.22.0 “Białowieża”	Somente comandos nativos, sem uso de complementos.	QGIS (2023)
Software SIG corporativo	SIGNOS 4.3.0.9	Usado na Sabesp, plataforma Smallworld pela empresa General Electric.	GE (2023)
Camada vetorial tipo linha	Hidrografia	Classificada pelo regime: perene ou intermitente e incluso rio principal (Rio Cotia).	IGC (1979)
Camada vetorial tipo linha	Rede coletora	Principais atributos: diâmetro, material, estado, tipo, profundidade, declividade e data de instalação.	Plantas cadastrais de esgoto, cadastro técnico A4 e <i>as-built</i> s das obras executadas da Sabesp Oeste.
Camada vetorial tipo ponto	Singularidades (poço de visita, poço de inspeção, caixa de passagem e terminal de limpeza)	Principais atributos: estado, tipo, profundidade e data de instalação.	Plantas cadastrais de esgoto, cadastro técnico A4 e <i>as-built</i> s das obras executadas da Sabesp Oeste.
Camada vetorial tipo ponto	Lançamento de esgoto / efluente não tratado	Cadastrados. Principais atributos: tipo, estado, data de instalação e data de abandono.	Plantas cadastrais de esgoto, cadastro técnico A4 e <i>as-built</i> s das obras executadas da Sabesp Oeste.

Fonte: Autoria própria (2023).

Foram criados mapas dos lançamentos espacializados por tipo de destino e por tipo de singularidade, assim como foi elaborado gráfico da propriedade dos lançamentos.

Para validar os lançamentos obtidos, foi feita vistoria em campo, denominada varredura também, por amostragem. Para isso foi criada em SIG uma articulação (mosaico) das folhas de campo para facilitar a inspeção, baseada em registro fotográfico.

### 3. Resultados e Discussões

Após diversas tentativas dos comandos nativos do QGIS, associados à fundamentação teórica, consolidou-se, com êxito, um roteiro que possui vinte e duas etapas sequenciais, conforme apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2. Sistematização com etapas de comandos no QGIS para identificação dos lançamentos potenciais**

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Etapa	Descrição
1	Inserir camada de rede coletora no QGIS.
2	Confirmar a direção da rede coletora, que obrigatoriamente deve ser montante a jusante, isto é, por gravidade: Em Propriedades, configurar a Simbologia como Símbolo Simples e na opção “tipo da camada Símbolo” escolher “Seta”.
3	Caso alguma feição da rede coletora esteja com a direção invertida, aplicar o comando Inverter a direção da linha na Caixa de Ferramentas de Processamento.
4	Inserir camada de singularidades (poço de visita, caixa de passagem etc.) no QGIS.
5	Abrir a tabela de atributos da camada da rede coletora.
6	Entrar no modo de edição da camada.
7	Criar um novo campo, tipo decimal, chamado “X_INICIO”, com a expressão “x(start_point(\$geometry))”, para extrair a coordenada X a montante da rede coletora.
8	Criar um novo campo, tipo número decimal, chamado “X_FIM”, com a expressão “x(end_point(\$geometry))”, para extrair as X coordenada X a jusante da rede coletora.
9	Criar um novo campo, tipo decimal, chamado “Y_INICIO”, com a expressão “y(start_point(\$geometry))”, para extrair a coordenada Y a montante da rede coletora.
10	Criar um novo campo, tipo número decimal, chamado “Y_FIM”, com a expressão “y(end_point(\$geometry))”, para extrair as X coordenada X a jusante da rede coletora.
11	Salvar alterações e sair do modo de edição.
12	Exportar a tabela de atributos da camada de rede coletora em formato CSV.
13	Importar esta tabela como “Texto delimitado”, opção “Coordenadas de ponto”, com o nome da camada como “Pontos_Montante”, escolhendo os campos “X_INICIO” e “Y_INICIO”. Atenção para usar o mesmo datum horizontal da camada da rede coletora.
14	Idem à etapa 11, mas para camada a “Pontos_Jusante”, escolhendo os campos “X_FIM” E “Y_FIM”.
15	Ambas camadas de pontos geradas são temporárias, então salvar em diretório como formato shapefile.
16	Criar Índice Espacial para a camadas de singularidades e pontos Jusante e Montante.
17	Selecionar por localização a camada de singularidades, ao comparar com a camada “Pontos_Jusante”, escolhendo como predicado geométrico “interseccionam” e a opção “Criar uma nova seleção”.
18	Idem à etapa 15, mas comparar com a camada “Pontos_Montante” e escolhendo a opção “Remover da seleção atual”.
19	Eventualmente as etapas 17 e 18 podem falhar. Nesse caso criar um Buffer com raio de 10 cm e repeti-las.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Etapa	Descrição
20	Exportar as feições selecionadas da camada de singularidades, que são os lançamentos in natura, em formato shapefile com o nome “Lançamentos_Potenciais”.
21	Aplicar rótulo à camada de singularidades, baseado no campo “CotaFundo”.
22	Validar, por amostragem visual, a eficiência do procedimento como na etapa 2, comparando-se a cota de fundo de um lançamento com a cota de fundo da singularidade imediatamente a montante, de forma que o valor da primeira deve ser menor que o valor da segunda, em função da declividade da rede coletora.

Fonte: Autoria própria (2023).

Verificou-se que o roteiro obtido não levou em consideração a declividade da rede coletora, isto é, a ação da gravidade, simbolizada pela cota de fundo da singularidade a montante que deve ser obrigatoriamente maior que a cota de fundo da singularidade a jusante.

Outro ponto a ser considerado é que a camada da rede coletora a ser usada na sistematização não deve possuir erros topológicos como por exemplo: vértices desconectados, direção invertida, feições duplicadas. Assim como é fundamental, também, que, a camada das singularidades coincida perfeitamente com os vértices da rede coletora, do contrário o resultado ficará comprometido (TONIOLO et al., 2021).

Ressalta-se que é contínua a vetorização das redes de saneamento no SIG da Sabesp, devido ao grande volume de obras licitadas pela companhia e pela doação das redes exclusivas de empreendimentos imobiliários, de forma que diariamente diversos desenhistas vetorizam e indexam o cadastro técnico diversificado.

Esse fator, associado à dificuldade da Fiscalização da Sabesp em fazer o controle de qualidade adequado da vetorização das redes no SIG – em função da mão de obra diminuta –, aumenta a possibilidade das inconsistências cadastrais e espaciais. Estas que, por sua vez, podem caracterizar inadequadamente um lançamento potencial, como se fosse um falso positivo.

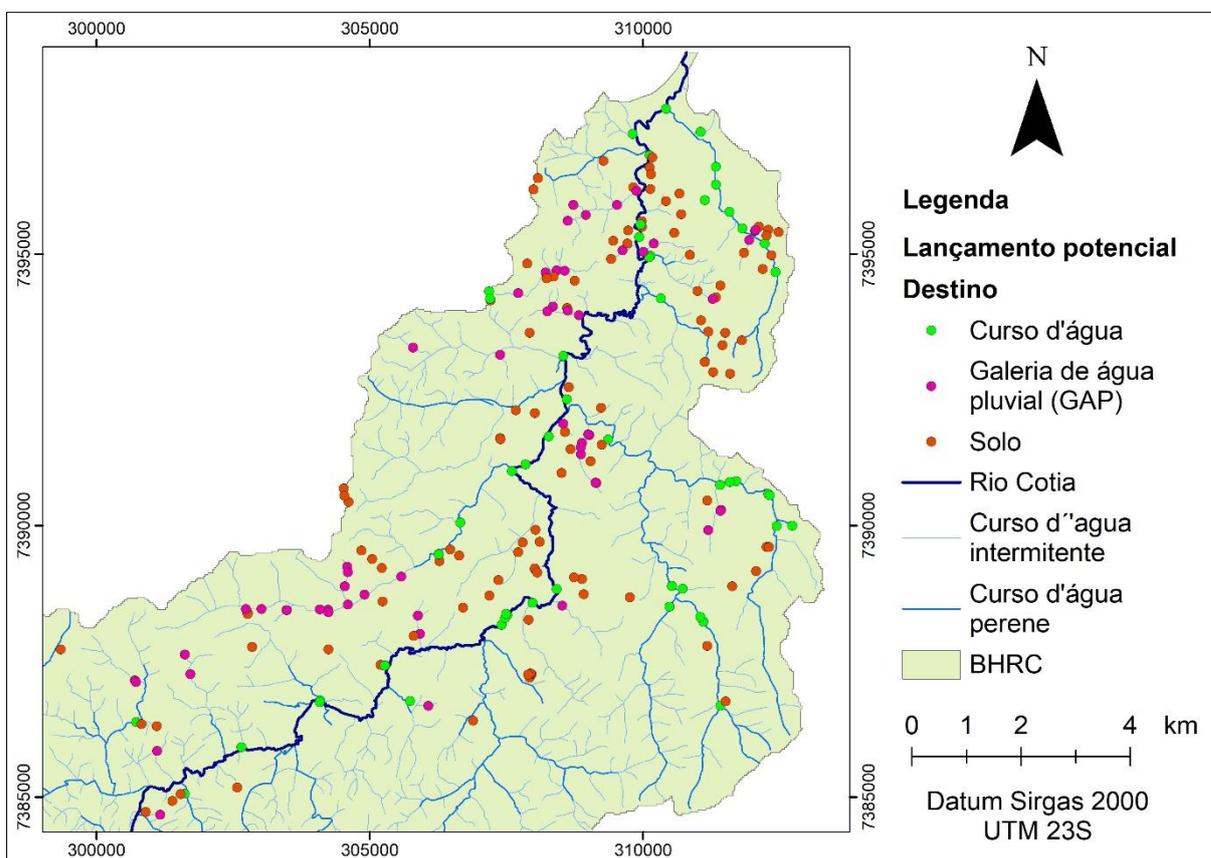
Outra ocorrência importante para se destacar é que a maioria dos lançamentos cadastrados advém de plantas cadastrais, isto é, origem analógica, muitas da década entre 1970 e 1990, período em que, infelizmente, as concessionárias de saneamento focavam mais a coleta e afastamento, deixando em segundo plano o tratamento (NUVOLARI, 2011).

Nota-se que a automatização de um processo em SIG, a despeito de suas limitações, é vantajosa, pois diminui drasticamente o tempo de conferência dispendido pelo analista, quando comparada à inspeção visual e manual de cada ponto de interesse, de forma que acaba por economizar, indiretamente, o custo da hora-homem. A inspeção visual e manual deve ser usada para validação, sendo, portanto, uma etapa crítica do modelo automatizado e jamais desprezada, garantindo a precisão do processo (ROSA, 2013).



A Figura 2 apresenta os lançamentos potenciais identificados na BHRC, totalizando 223 unidades, classificados por destino estimado do esgoto e distribuídos da seguinte forma: 61 unidades despejando em curso d'água (rio perene), 56 unidades despejando em GAP (rio intermitente) e 106 unidades lançando no solo.

**Figura 2.** Mapa de localização dos lançamentos potenciais classificados pela destinação estimada do efluente na BHRC



Fonte: Autoria própria (2023).

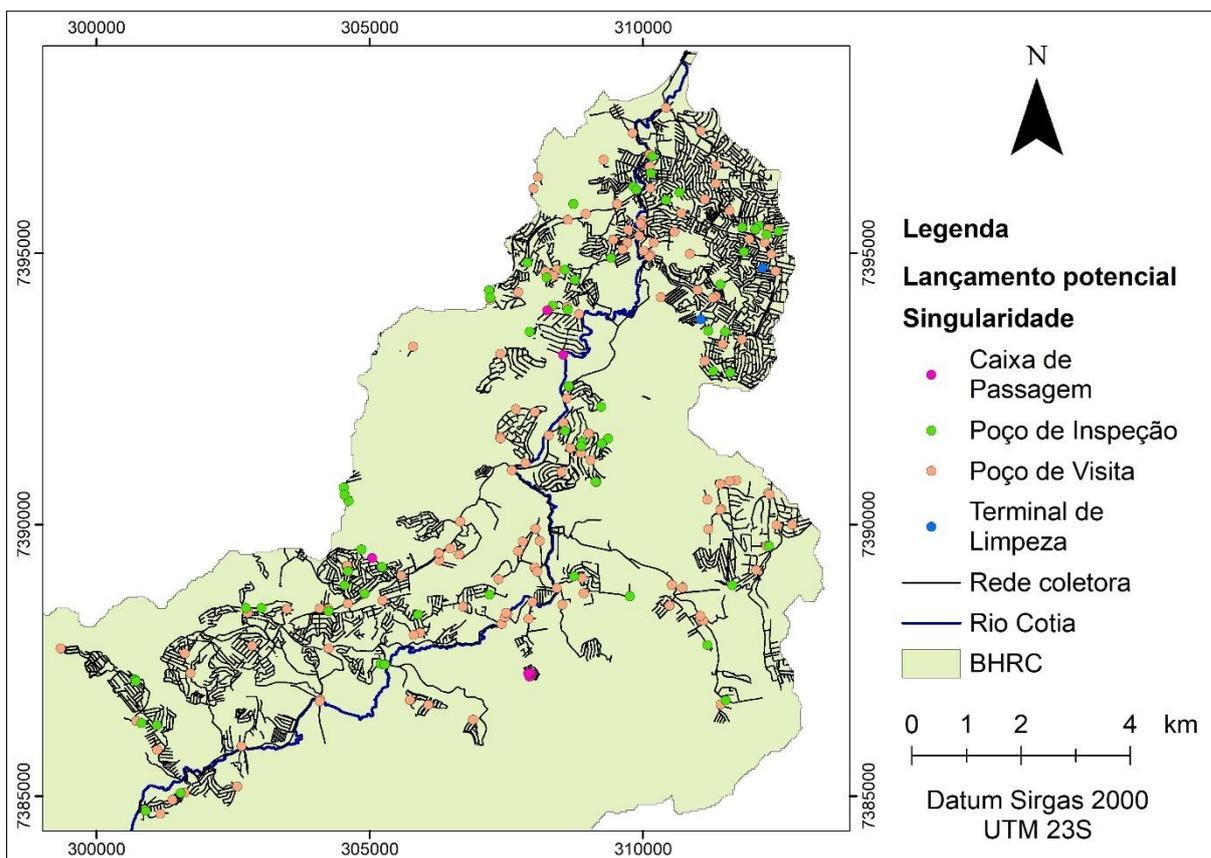
Analisando a Figura 2, existem 22 lançamentos potenciais ocupando a Área de Preservação de Permanente do Rio Cotia, a considerar uma largura de 30 metros, sendo todas do tipo Curso d'Água.

A Figura 3 apresenta os 223 lançamentos potenciais identificados na BHRC, classificados por tipo de singularidade (conexão), sendo 8 unidades para Caixa de Passagem (CP), 66 unidades para Poço de Inspeção (PI), 147 unidades para Poço de Visita (PV) e somente 2 unidades para Terminal de Limpeza (TL).



Novamente, reforça-se que essa classificação é uma inferência em função da precisão gráfica da hidrografia obtida de IGC (1979), sendo que a posição precisa do lançamento somente pode ser confirmada por dois métodos: registro fotográfico, isto é, vistoria em campo, associado com o levantamento planialtimétrico.

**Figura 3.** Mapa de localização dos lançamentos potenciais classificados pelo tipo de conexão na BHRC



Fonte: Autoria própria (2023).

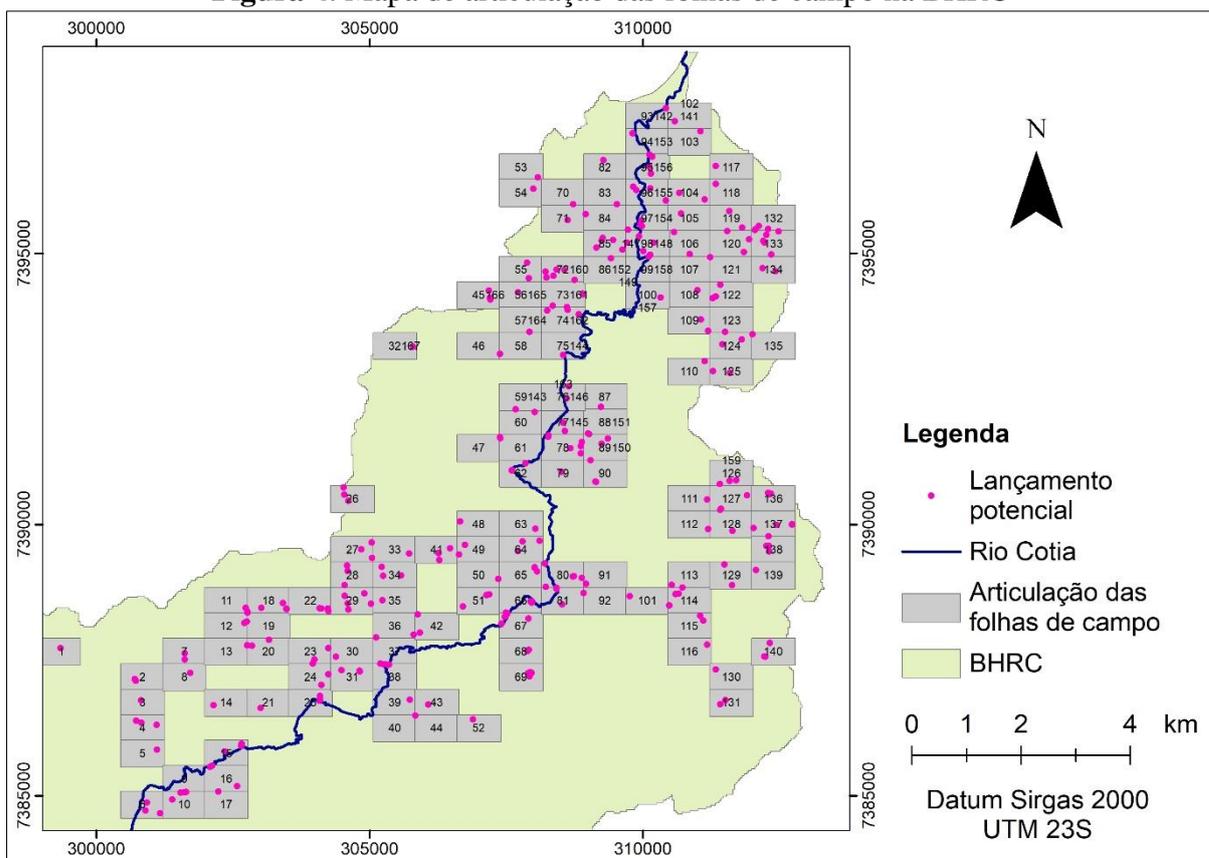
Analisando a Figura 3, compreende-se que as singularidades do tipo PV e PI são as mais fáceis para identificar o lançamento potencial nas vistorias de campo, uma vez que esses dois dispositivos possuem tampão e permitem a verificação visual das redes coletoras que chegam e saem. Já os dispositivos do tipo CP e TL não possuem sistema de abertura, servindo somente para mudança de orientação e/ou material da tubulação e desobstrução do esgoto, respectivamente, de forma que ambos caíram em desuso pela Sabesp há algum tempo devido à dificuldade de manutenção do sistema (SABESP, 2022).



O atributo “Data de Instalação” forneceu os seguintes dados: dos 294 lançamentos potenciais, 87 unidades (29,7%) não possuem esta informação, 1 unidade (0,3%) foi instalado nos anos 1950, 8 unidades (2,7%) foram instaladas nos anos 1980, 38 unidades (12,9%) foram instaladas nos anos 1990, 66 unidades (22,4%) foram instaladas nos anos 2000, 67 unidades (22,8%) foram instaladas nos anos 2010 e, por fim, 27 unidades (9,2%) foram instaladas nos anos 2020.

A Figura 4 apresenta o mosaico das folhas de campo, totalizando uma articulação de 167 fichas com extensão de 800 metros na horizontal por 500 metros na vertical e sobreposição de 30 metros.

**Figura 4.** Mapa de articulação das folhas de campo na BHRC



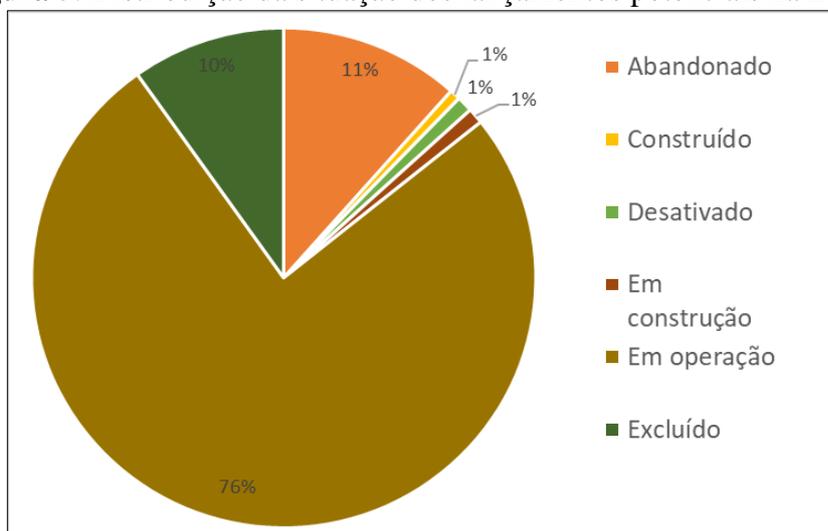
Fonte: Autoria própria (2023).

Analisando a Figura 4, verifica-se que sua utilidade é para criar os itinerários de vistorias, permitindo uma melhor divisão das frentes de serviço pelo distribuidor de serviços da Sabesp Oeste.



A Figura 5 em gráfico de pizza a distribuição dos lançamentos potenciais por estado, sendo: 34 unidades como Abandonado, 3 unidades como Desativado, 29 unidades como Excluído, 2 unidades como Construído, 3 unidades como Em Construção e 223 unidades como Em Operação, totalizando 294 lançamentos.

**Figura 5.** Distribuição da situação dos lançamentos potenciais na BHRC



Fonte: Autoria própria (2023).

Analisando a Figura 5, os três primeiros estados são a situação ideal, ou seja, o efluente está conectado à rede coletora e sendo tratado e os três estados seguintes são a situação preocupante, isto é, o efluente não está conectado, sendo necessária uma obra de conexão à rede coletora. Assim, 22,45% dos lançamentos potenciais estão em situação favorável e 77,55% estão em situação não favorável.

A realização de inspeções em campo desempenha um papel crucial na aplicação eficaz da Resolução CONAMA 430/2011, que estabelece diretrizes para o tratamento de efluentes e a proteção dos corpos d'água. Elas garantem o cumprimento das normas estabelecidas, verificando se as instalações industriais e de tratamento de esgoto estão operando de acordo com as diretrizes ambientais. Também ajudam a identificar possíveis infrações e problemas no tratamento de efluentes, permitindo a intervenção rápida e a aplicação de medidas corretivas para prevenir a poluição ambiental. Dessa forma, as inspeções em campo desempenham um papel fundamental na preservação dos recursos hídricos e na promoção da sustentabilidade ambiental, assegurando que os padrões de qualidade da água sejam atendidos de maneira eficaz (CONAMA, 2011).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

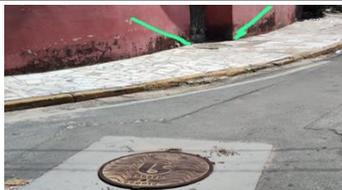
SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

O Quadro 3 apresenta o resultado de 17 pontos vistoriados aleatoriamente na BHRC, a confirmar a existência de 12 lançamentos de efluente não tratado em córrego, em solo ou em GAP, assim atingindo uma eficácia aproximada de 70%.

**Quadro 3.** Relatório da situação dos lançamentos vistoriados na BHRC

Foto	Nº do Lançamento Potencial	Nº Folha de Campo	Situação
	253	131	Lançamento localizado, despejando em córrego, feito teste de corante.
	A	131	Lançamento não localizado. PVs a montante e a jusante cobertos. PV próximo estava travado, não sendo possível abertura do mesmo.
	24	28	Lançamento localizado, feito teste de corante, rede danificada lança ao córrego.
-	237	28	Lançamento não localizado, situado em ocupação irregular. Sem foto – atividades ilícitas.
	B	28	Lançamento localizado, PV sem fluxo, pois rede coletora está danificada à montante.
	223	155	Lançamento não localizado, PV travado, não foi possível aplicar teste de corante.

PUC-Campinas

EESC USP

Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO  
DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11

23/11

24/11

evento

100% online

e gratuito

Foto	Nº do Lançamento Potencial	Nº Folha de Campo	Situação
	259	155	Lançamento localizado, rede coletora inoperante, sem fluxo, mas teste de corante aplicado.
	58	155	Lançamento localizado, PV afogado, despejando da viela em boca de lobo (GAP).
	C	155	Lançamento não localizado, PV travado, não foi possível aplicar teste de corante, pois rede coletora à montante não está interligada.
	D	120	Lançamento localizado, rede coletora existente, mas não cadastrado no SIG da Sabesp (rede sem cadastro).
	E	120	Lançamento localizado, PV recoberto de asfalto, porém aplicado teste em PV à jusante e confirmado despejo em córrego.
	138	78	Lançamento localizado, PV despeja em PV de entrada da Estação Elevatória de Esgoto (EEE).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

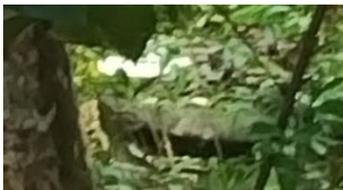
# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Foto	Nº do Lançamento Potencial	Nº Folha de Campo	Situação
	162	78	Lançamento localizado, PV coberto e aplicado teste de corante.
	73	78	Lançamento localizado, despejando em GAP.
	248	78	Lançamento não localizado, pois PV estava recoberto de asfalto (camada grossa), não visível.
	247	78	Lançamento localizado, acesso difícil (mata fechada), despejando em rua paralela, à jusante.
	35	78	Lançamento localizado, aplicado teste, lança em GAP.
	158	142	Lançamento localizado, PV afogado e inoperante.

Fonte: Autoria própria (2023).

Analisando o Quadro 3, verifica-se que a vistoria corrobora que as condições adversas do campo dificultam a inspeção correta dos lançamentos potenciais, destacando poços recobertos

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

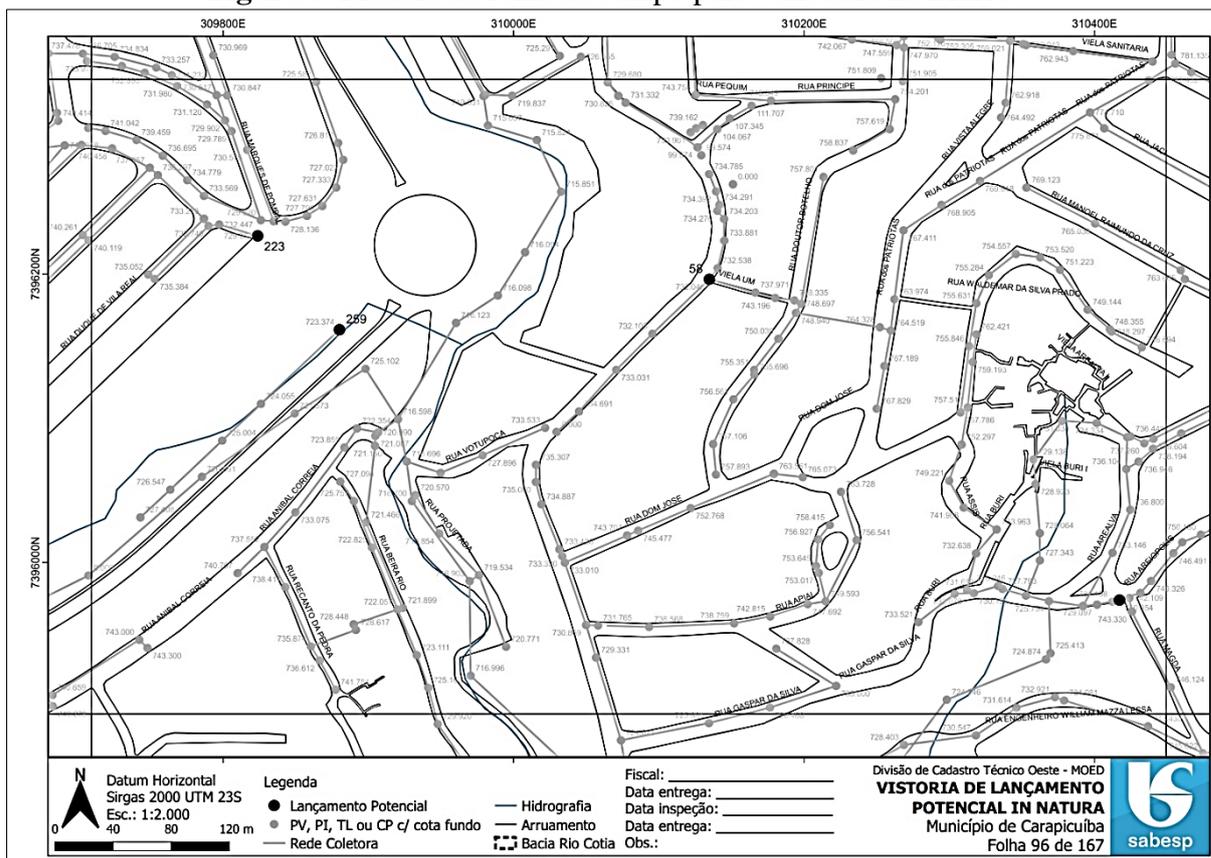


22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

de asfalto que impossibilitam a abertura de tampão, poços assoreados ou com refluxo de esgoto, ocupação irregular (aglomerado sub anormal), mata fechada etc.

A Figura 6 apresenta um modelo de folha de campo, legível, em formato A3, na escala 1:2.000 contendo todas as informações necessárias para a identificação do lançamento potencial por parte do fiscal: coordenadas UTM, barra de escalas, legenda de arruamento (cor preta) com nome do logradouro, de rede coletora (cor cinza), de hidrografia (cor azul), do lançamento potencial (triângulo destacado na cor preta) e de singularidades (círculos na cor cinza) com cota de fundo descrita.

**Figura 6.** Modelo de folha de campo para varredura na BHRC



Fonte: Autoria própria (2023).

Nas vistorias de campo, além da inspeção visual, outras técnicas podem ser aplicadas para melhorar a identificação do lançamento do efluente, as quais são: teste de corante, teste de fumaça e televisionamento. O teste de corante em redes de esgoto envolve a introdução de um corante colorido não tóxico no sistema para identificar vazamentos, obstruções e problemas de

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

fluxo. Já no segundo teste, a fumaça – não tóxica e injetada por bomba – se infiltra pelos vazamentos ou conexões defeituosas, saindo à superfície. Estes dois testes são mais baratos que o terceiro, consistindo na inserção de uma câmera atrelada a um cabo que filma o interior da tubulação (NUVOLARI, 2011).

#### 4. Conclusões

A sistematização em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) dos lançamentos potenciais de efluentes resultou em um total de 290 unidades, considerando como variável basilar a direção da rede coletora vetorizada, apresentando eficácia quando aplicada em caráter preliminar.

No entanto, foram identificados lançamentos potenciais indevidos, devido a inconsistências cadastrais nos planos de informação utilizados, notadamente a falta de preenchimento do campo "CotaFundo" na camada de singularidades e a direção invertida na camada de rede coletora. Portanto, é de suma importância que esses dois critérios sejam verificados antes da aplicação da sistematização, a fim de preservar a integridade dos resultados.

Destaca-se que as vistorias, ou varreduras, são fundamentais para confirmar o estado e a destinação do lançamento potencial, possibilitando a modificação de seu status no SIG corporativo, de "provisório" para "definitivo". Além disso, é relevante considerar o dinamismo característico do ambiente antrópico, que pode influenciar rapidamente as características do lançamento, como mudanças na infraestrutura viária, recobrimento das vias e ocupações irregulares. Neste contexto, a elaboração das folhas de campo mostrou-se como um instrumento eficaz que agiliza e simplifica esse processo.

Por fim, como segunda etapa deste trabalho, recomendam-se as seguintes ações: a) o refinamento da sistematização com a inclusão de novas variáveis para aprimorar a precisão do algoritmo, como a utilização de Modelo Digital de Elevação (MDE) e a declividade da rede coletora; b) a aplicação da sistematização refinada em toda a área de atuação da Sabesp Oeste; c) a elaboração de um indicador de desempenho para monitorar essa sistematização; e d) a realização de vistorias para todos os lançamentos potenciais identificados na Sabesp Oeste.

#### 5. Referências bibliográficas

BRASIL. Lei nº11.445 de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2007.



BRASIL. Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2.000...** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes...** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2011.

FERREIRA, R. **Conheça os diferentes tipos de água**, 2017. Disp. em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2017/03/conheca-os-diferentes-tipos-de-agua/#:~:text=%C3%81guas%20superficiais%3A%20como%20o%20pr%C3%B3prio%20de%20abastecimento%20do%20planeta>>. Acesso em: 15 out. 2023.

FRAGA, M. S.; ALMEIDA, L. T.; ABREU, M. C.; SILVA, F. B.; REIS, G. B.; FERREIRA, R. G. Avaliação da qualidade das águas superficiais na circunscrição hidrográfica do rio Piranga utilizando análise estatística multivariada e não paramétrica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 02, p. 694-710, 2021.

GE. General Eletric. **Geospatial Information Systems - Smallworld GIS**patial Information Systems - Smallworld GIS, 2023. Disponível em: <<https://www.ge.com/digital/applications/smallworld-gis-geospatial-asset-management>>. Acesso em: 02 out. 2023.

IGC. Instituto Geográfico e Cartográfico. **Carta topográfica**. Serviço Gráfico do IGC, 1979. Escala 1:10.000.

MORAIS, E. B. **Indicadores microbiológicos, metais e índice de qualidade da água (IQA) associados ao uso e ocupação da terra para avaliação da qualidade ambiental da microbacia do rio cabeça, na bacia do rio Corumbataí, SP. Rio Claro**. 2010. 158 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências.

NERY, L. M.; SIMONETTI, V. C.; MACHADO, L. P.; SILVA, D. C. C. Geotecnologias aplicadas na análise do risco de contaminação de poços de água no município de Sorocaba, SP. **Holos Environment**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 214–230, 2020. DOI: 10.14295/holos.v20i2.12376. Disponível em: <<https://holos.emnuvens.com.br/holos/article/view/12376>>. Acesso em: 18 out. 2023.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reúso Agrícola**. São Paulo: Editora Bucher, 2ª ed., 2011.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Agências da ONU lançam Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2021**. Disp. em:<<https://brasil.un.org/pt->



br/123077-agencias-da-onu-lancam-relatorio-mundial-sobre-o-desenvolvimento-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 16 out. 2022.

QGIS. **Manual de treinamentos QGIS**, 2023. Disponível em: < Manual de treinamento QGIS — documentação QGIS Documentation [https://docs.qgis.org/3.28/pt\\_BR/docs/training\\_manual/index.html](https://docs.qgis.org/3.28/pt_BR/docs/training_manual/index.html)>. Acesso em: 01 out. 2023.

ROSA, R. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia: UFU, 142 p., 2013.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Especificações Técnicas, Regulamentação de Preços e Critérios de Medição: Banco de Preços de Obras e Serviços de Engenharia**. São Paulo: Sabesp, 3ª ed., rev. 2.61, 2022.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Servidor do Cadastro Oeste. **Mapas temáticos da Unidade Oeste – MO Sabesp**. São Paulo, 2023. Mapas diversos: 118,9 x 84,1 cm. Escala: 1:20.000.

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.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel de Indicadores**, 2023. Disponível em: <[http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua\\_esgoto/mapa-esgoto/](http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto/)>. Acesso em: 19 out. 2023.

TONIOLO, B. P. **Metodologia de avaliação de degradação ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento e Sensoriamento Remoto na Bacia Hidrográfica do Rio Cotia – SP**. Dissertação de Mestrado, 123 f. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Sorocaba, SP, 2020.

TONIOLO, B. P.; SIMAS, I. T. H.; SANTOS, V. M. Aplicação Corretiva de Inconsistência Topológica no Cadastro Técnico de uma Concessionária de Saneamento Básico. **Boletim Governnet de Administração Pública e Gestão Municipal**, v. 116, p. 676, 2021.

TONIOLO, B. P.; SILVA, D. C. C.; VENTURA, K. S.; LOURENÇO, R. W. Identificação de áreas suscetíveis a inundação com o auxílio de geotecnologias na Unidade de Negócio Oeste - Sabesp. **Revista DAE**, v. 70, p. 167-179, 2022. Disponível em: <[http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_235\\_n\\_2036.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_235_n_2036.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2023.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 452 f., 2005.