

INFLUÊNCIA DE VAZÕES PARASITÁRIAS PROVENIENTES DE ÁGUA DE CHUVA NO DIMENSIONAMENTO E CUSTO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES DAS ESTAÇÕES

André Ricardo Miguel⁽¹⁾

Tecnólogo em Construção Civil pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo, Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia São Paulo, Pós-Graduado em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Pós-Graduado em Administração Contábil e Financeira pela Faculdade Armando Álvares Penteado, MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Instituto de Administração.

Marcos Ulliana

Engenheiro Químico

William Mendonça

Engenheiro Mecânico

Beatriz Barcelos Maria

Engenheira Civil

Ricardo Kubica

Engenheiro Eletricista

Endereço⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429900. - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-9025 - e-mail: amiguel@sabesp.com.br.

RESUMO

Com relação a condição de funcionamento adequado e destino do efluente, o volume oriundo de águas de chuva prejudica potencialmente todo o sistema de coleta e tratamento de esgotos. Este trabalho tem como objetivo mostrar a necessidade de regularização da afluência destas águas nas redes de coleta de esgotos visando melhoria no processo e eficiência de tratamento. Para isso, serão analisadas algumas bacias de esgotamento componentes do sistema Barueri. A metodologia utilizada baseia-se nas contribuições de esgotos para esta estação, bem como na vazão parasitária de águas pluviais, identificadas através do monitoramento do nível de poços de visita estratégicos por telemetria. Os resultados mostram que grande parte da contribuição destinada ao sistema de tratamento é de volumes parasitários na ocorrência de precipitações, impactando diretamente no aumento dos custos de manutenção e tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Rede de Esgoto, Estação de Tratamento, Águas de Chuva.

INTRODUÇÃO

Ter um sistema de coleta e afastamento de esgotos eficiente permite qualidade de vida e saúde para a população atendida, assim como preservação do meio ambiente, e impactando diretamente nas atividades socioeconômicas locais.

Tão importante quanto a existência deste sistema são as atividades de manutenção requeridas, que envolvem desde as ligações dos ramais domiciliares até as das estações de tratamento de esgotos.

Na prática, o dimensionamento de um sistema de coleta e tratamento considera a vazão contribuinte dos imóveis, além de outras contribuições como infiltração de águas provenientes de lençóis freáticos. Desde 1905, na cidade de São Paulo, o sistema de coleta mudou sua configuração de sistema unitário para sistema separador absoluto, passando então a segregar as águas pluviais das provenientes do esgotamento sanitário,

considerando as ligações dos imóveis distintas também. Os destinos finais destas águas seriam as estações de tratamento de esgotos, no caso dos efluentes domésticos, e os córregos e rios que cruzam a cidade, para as ligações de drenagem pluvial.

Ao longo dos anos, e em razão de falta de informação, facilidade de instalação e inexistência de galerias, parte dos imóveis da cidade acabaram por unificar as redes internas, pluviais e de esgotos, em uma única saída de esgotos.

Desta forma, não é incomum perceber, principalmente em dias de chuva, falhas em determinados trechos do sistema de esgotos como extravazamentos em viários públicos e até o refluxo de esgotos em imóveis.

Este incremento encaminhado para as ETEs acaba sobrecarregando os sistemas impactando os custos de manutenção, elevação e tratamento, uma vez que presentes na linha, tais águas seguirão até o tratamento e disposição final.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar os impactos do incremento das águas pluviais nos custos de tratamento de esgotos, em área parcial do sistema Barueri.

INFORMAÇÕES INICIAIS

ETE BARUERI

Atualmente é considerada a maior estação de tratamento de esgotos da América Latina. Em operação desde 1988, a ETE Barueri (figura 01) atende cerca de 7,7 milhões de pessoas dos seguintes locais: cidade de São Paulo, Barueri, Carapicuíba, Cotia, Itapevi, Jandira, Osasco, Santana de Parnaíba e Taboão da Serra. Realizando o tratamento do efluente através do sistema de lodo ativado, que é utilizado para tratar despejo doméstico e industrial, por método aeróbio. Tratando aproximadamente $16\text{m}^3/\text{s}$, a ETE Barueri impede que o esgoto gerado seja lançado de forma irregular no rio Tietê.

Figura 1 – ETE Barueri

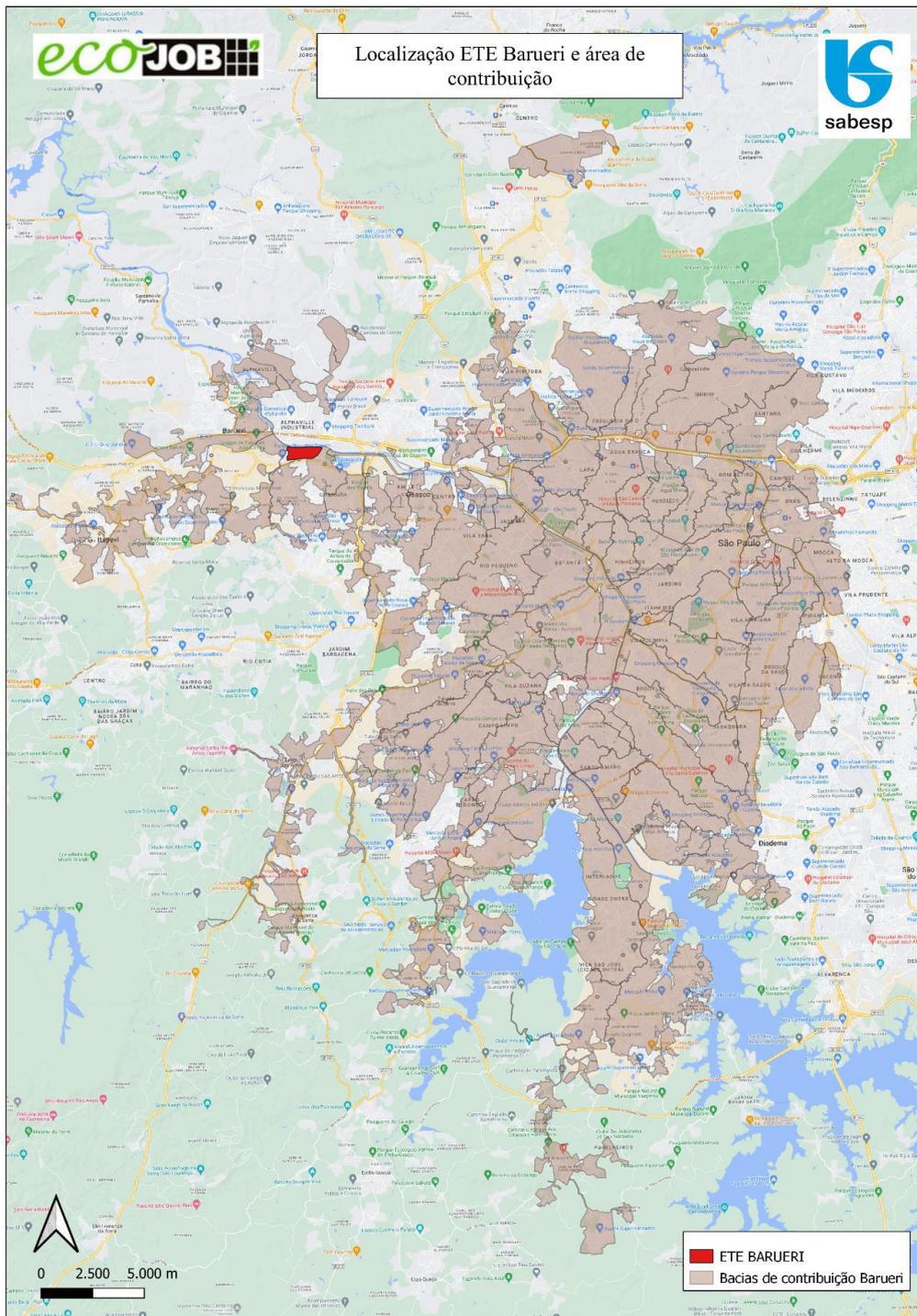


Fonte: ETE Barueri, 2023 – SABESP.



Na figura 2, podemos analisar espacialmente a localização da estação e suas bacias de contribuição, que fazem parte da mancha de tratamento.

Figura 2 – Localização ETE Barueri e área de contribuição



Fonte: Eco Job/Sabsesp, 2023

MONITORAMENTO DE NÍVEL

Com o objetivo de conseguir identificar irregularidades de interligação de água de chuva com a rede de esgoto, a Unidade de Negócios Centro da Sabesp passou a utilizar o monitoramento de nível online, por meio da telemetria com radar e recebimento de dados em intervalo de 15 em 15 minutos. O serviço acima é essencial para análise de regiões com alto índice de manutenção e que acarretam na desobstrução de redes com grande frequência.

A metodologia aplicada para selecionar os locais de instalação destes sensores consiste em:

- Selecionar a região para o ponto monitorado, que sejam locais de alta criticidade;
- Execução de manutenção desses pontos;
- Instalação dos equipamentos de monitoramento online e em tempo real.

A implantação do dispositivo consiste no acesso à rede coletora de esgoto, instalação do equipamento de nível e configuração, seguindo os procedimentos de segurança:

- Sinalização do local;
- Remoção da tampa de acesso onde se processou a instalação do equipamento;
- Instalação de suporte de fixação;
- Verificação da qualidade das condições de monitoramento;
- Instalação do equipamento de nível.

A figura 3 ilustra a instalação dos pontos de nível dentro do poço de visita, onde também ficam alojados o modem de transmissão e o sistema de alimentação de energia do radar baterias de 12 V e autonomia de 6 meses.

Figura 3 –Equipamento de Nível

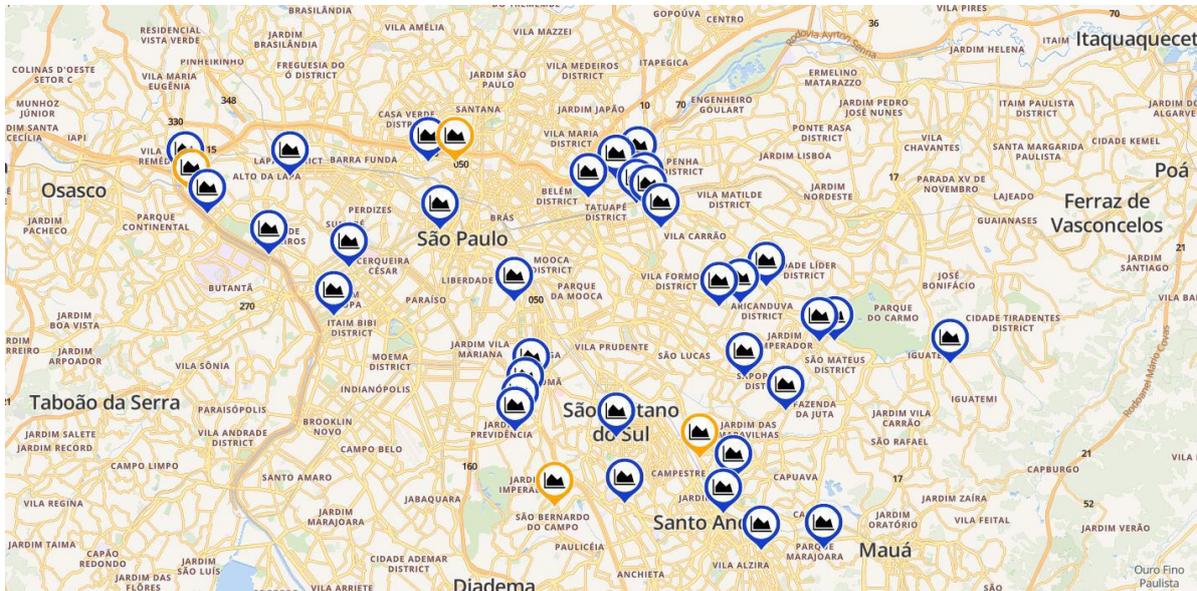


Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023



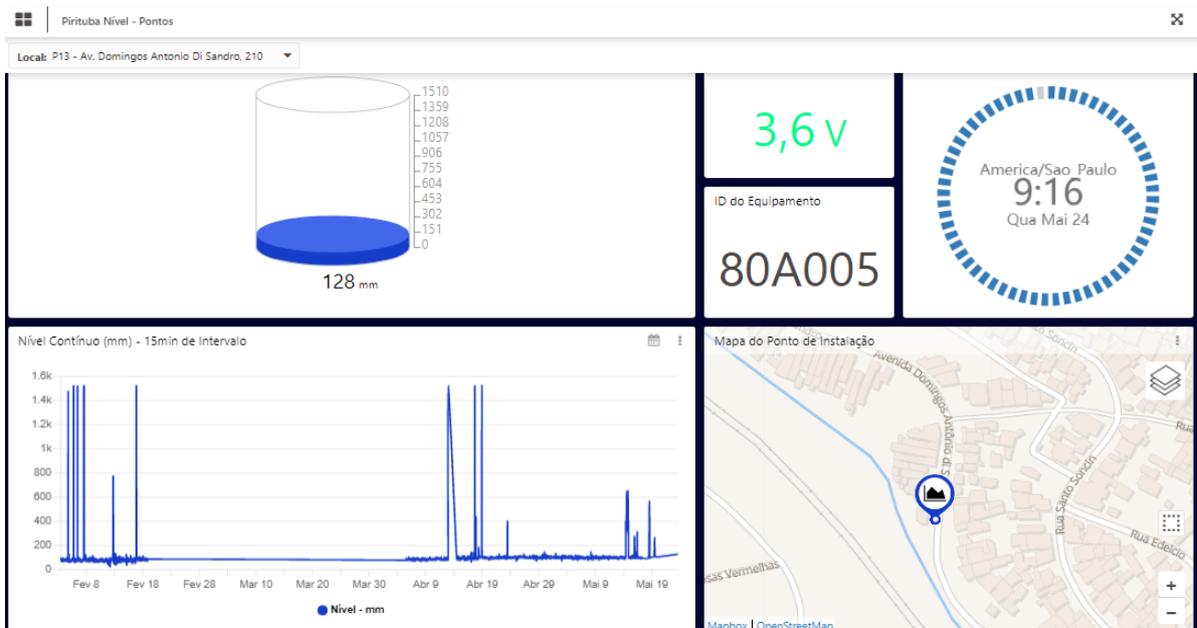
Todos os pontos de monitoramento são georreferenciados, e a situação de cada ponto pode ser identificada por cores como nas imagens 4 e 5 abaixo, onde nos pontos em azul a altura da lâmina encontra-se abaixo de 50% da altura de extravasamento, os pontos em amarelo entre 50% e 70 % e os em vermelho acima de 70%.

Figura 4 - Dashboard de monitoramento - Localização dos pontos da MC



Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

Figura 5 - Dashboard de monitoramento – Informação sobre o ponto instalado

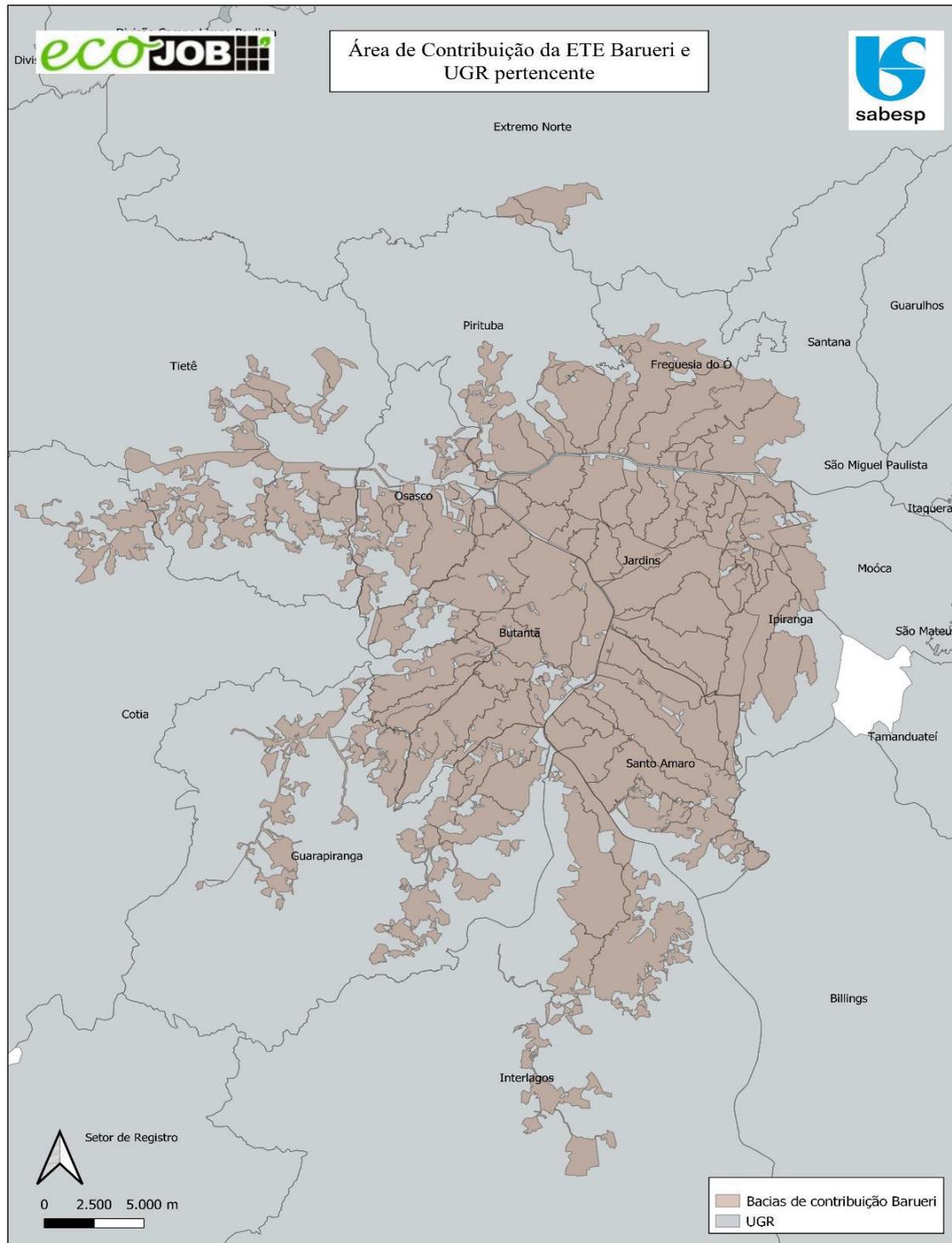


Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023



Na imagem abaixo observa-se a informação de área de contribuição da ETE Barueri:

Figura 6 – Áreas de Contribuição das Estações de Tratamento e UGR pertencente



Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

Tabela 1 – Extensão aproximada de redes em área do Sistema Barueri.

Estações de Tratamento	RCE (km) \cong
BARUERI	11.638,1

Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

Para melhor quantificação dos custos extras decorrentes da afluência das águas pluviais, utilizou-se o custo médio da planta da ETE por m³, conforme tabela 2.

Tabela 2 – Custo de tratamento de esgoto por metro cúbico

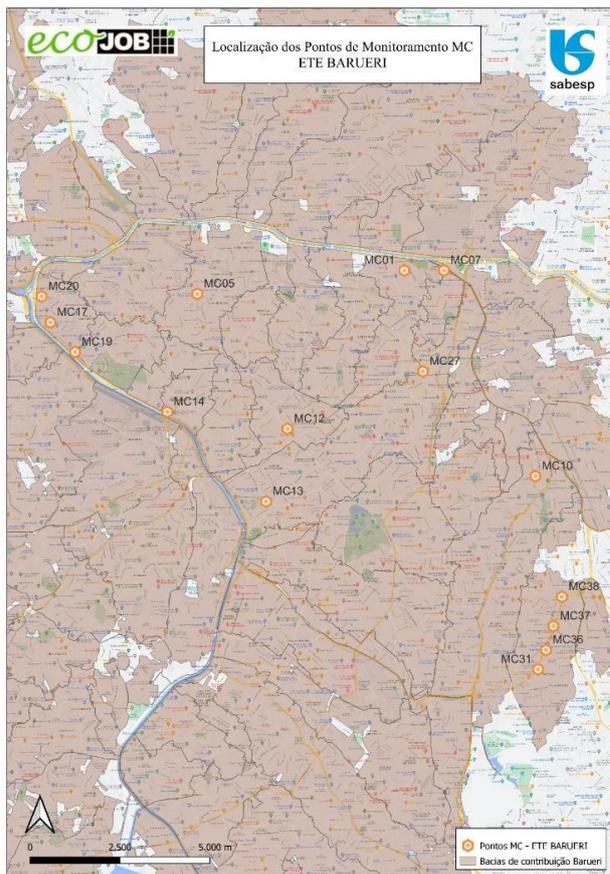
Estações de Tratamento	Custo de tratamento por m ³ (R\$)
BARUERI	0,32

Fonte: Sabesp, 2023

Estimativa de ocorrências na rede coletora destinada a Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri

Conforme mencionado nos tópicos anteriores, a MC – Unidade de Negócios Centro, vem atuando fortemente com a análise dos níveis de poços de visita, através dos pontos de monitoramento, que somam 38 pontos instalados. Destes, 15 pontos estão em área do Sistema Barueri, conforme imagem abaixo:

Figura 7 – Pontos de Monitoramento MC – ETE Barueri



Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023



Após identificar os pontos pertencentes a área de contribuição da estação Barueri, foram analisados aqueles que apresentaram comportamento de nível elevado, em dias chuvosos, conforme tabela 3:

Tabela 3 - Dados dos pontos com interferência de chuva

Ponto	Longitude	Latitude	Interferência de chuva
MC01	-46,647167	-23,521449	Sim
MC05	-46,7037122	-23,5267822	Sim
MC07	-46,6364379	-23,5215729	Não
MC10	-46,6121355	-23,5739118	Sim
MC12	-46,6795599	-23,5612155	Não
MC13	-46,68562384	-23,579539	Sim
MC14	-46,71229536	-23,55656518	Sim
MC17	-46,74382783	-23,53356264	Sim
MC19	-46,737217	-23,541138	Sim
MC20	-46,746139	-23,526972	Sim
MC27	-46,642445	-23,547082	Sim
MC31	-46,6119838	-23,6228145	Sim
MC36	-46,6097636	-23,617927	Não
MC37	-46,6077091	-23,6119005	Não
MC38	-46,6052656	-23,6045127	Não

Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

Para execução dos cálculos de interferência de água de chuva foi selecionado o ponto MC 14 (R. Caepuxis x Av. das Nações Unidas), devido a sua localização e o comportamento durante o período de monitoramento.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para obtenção dos resultados apresentados foi utilizado as informações de dados de vazão de esgoto e dados de chuva.

Foi utilizado o software QGIS para realização dos mapas temáticos, cálculo da área de captação, para os memoriais de cálculo o Excel com os dados de custo de tratamento, volume de esgoto e volume de água de chuva.

A vazão de esgotos foi obtida através da somatória de todos os imóveis interligados a montante do poço de estudo através do sistema SIGNOS da Sabesp, bem como utilizando as informações do software QGIS junto com a área de captação de água de chuva.

Os valores de volume de esgoto foram obtidos através através da equação 1:

Equação 1:

$$V = (Q \times t) / 1000$$

Onde:

V = Volume (m³)

Q = Vazão (L/s)

t = tempo (s)

Os dados pluviométricos foram obtidos junto ao portal do DAEE, com um intervalo de dados de 10 em 10 minutos, em milímetros. Assim através da equação 2, podemos obter a vazão de chuva.

$$\text{Equação 2: } Q = (I \times C \times A) / 3600$$

Onde:

Q = Vazão (L/s)

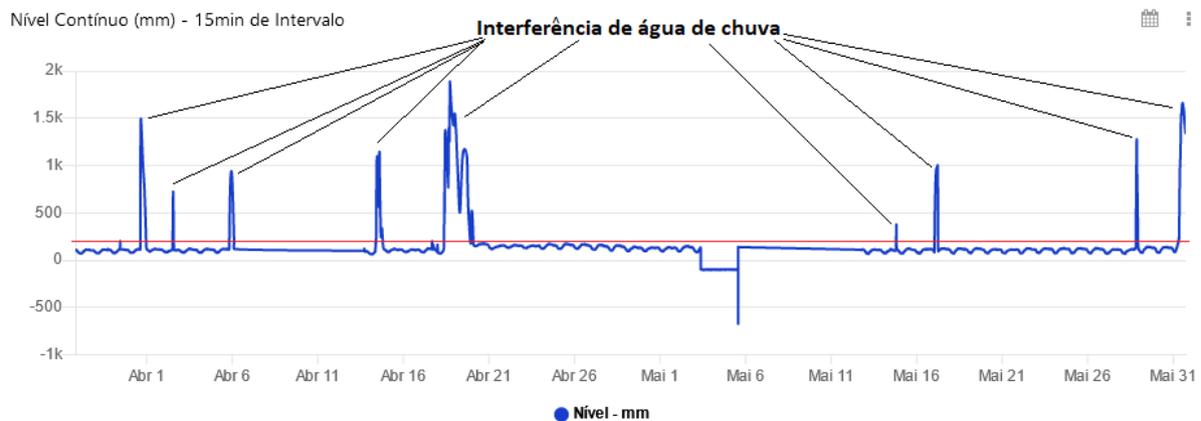
I = Precipitação (mm/h)

C = Coeficiente Superficial

A = Área de captação (m²)

Sendo os intervalos considerados como interferência de água de chuvas, os intervalos que fugiram no comportamento regular do ponto de monitoramento conforme figura 8, obtidos através de monitoramento remoto, em que não foi alterado o seu comportamento para um novo ranque de trabalho caracterizado como obstrução na rede, exemplo: ponto trabalhava de 1000 mm até 1500mm, com obstrução da rede seu comportamento passou para 2000 mm até 2500 mm, conforme figura 9.

Figura 8 – Interferência de chuva na RCE



Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

Figura 9 – Obstrução na RCE



Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

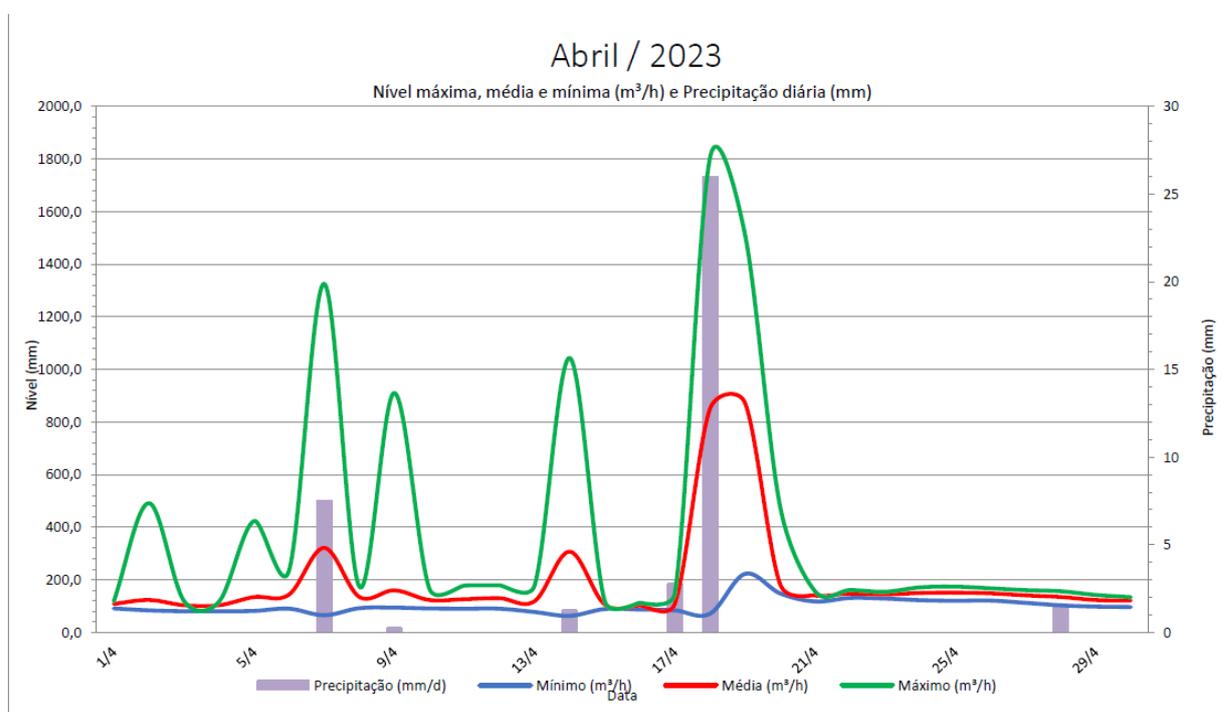


RESULTADOS OBTIDOS

Para a obtenção dos valores de esgoto enviado para ETE Barueri proveniente da RCE com extensão de **10,3 km** do ponto monitorado em estudo, foi utilizado a vazão média de esgoto de **3,45 L/s**. Utilizando a equação 1, para o intervalo de 21/01/2021 até 30/04/2023 obtivemos um total de **247.406,40 m³** de esgoto enviado para tratamento.

Obtido junto ao banco de dados do DAE os valores de pluviometria de 21/01/2021 até 30/04/2023 de um pluviômetro localizado na ponte da cidade universitária e comparado com os dados de nível obtidos do monitoramento remoto para identificar quais intervalos de chuva foram para a RCE da Sabesp, conforme figura 10. Obtendo um valor de precipitação de **4147,5 mm**, dividindo pelo valor de horas analisadas obtemos o valor de **0,21 mm/h**.

Figura 10 – Comparação precipitação x nível

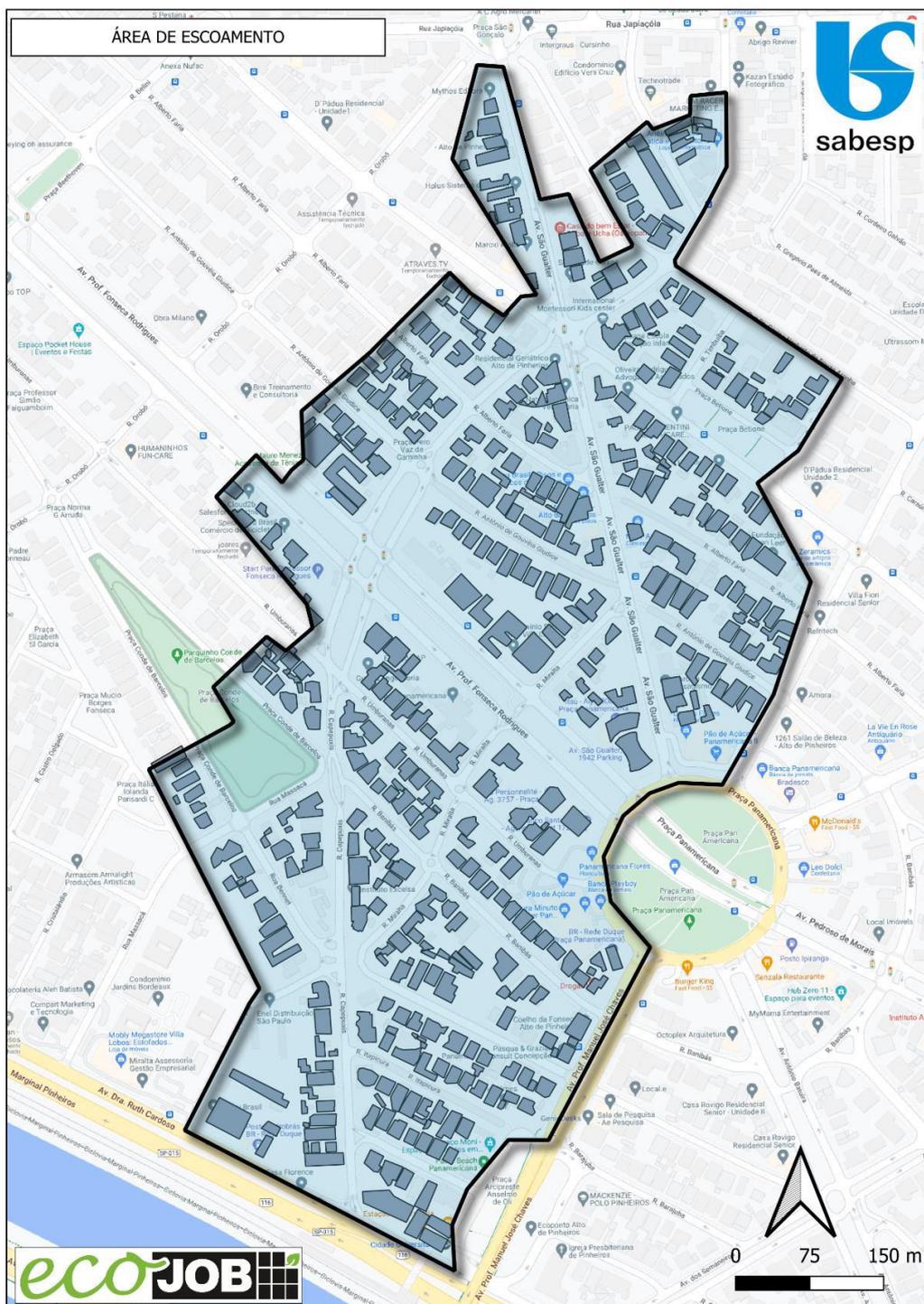


Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

Com a RCE mapeada foi possível realizar o levantamento da área de captação de chuvas que estariam ligadas na RCE, utilizando QGIS, conforme figura 11, tendo uma área total de **151.983,91 m²**, representando um total de **33%** da área total.



Figura 11 - Área de escoamento

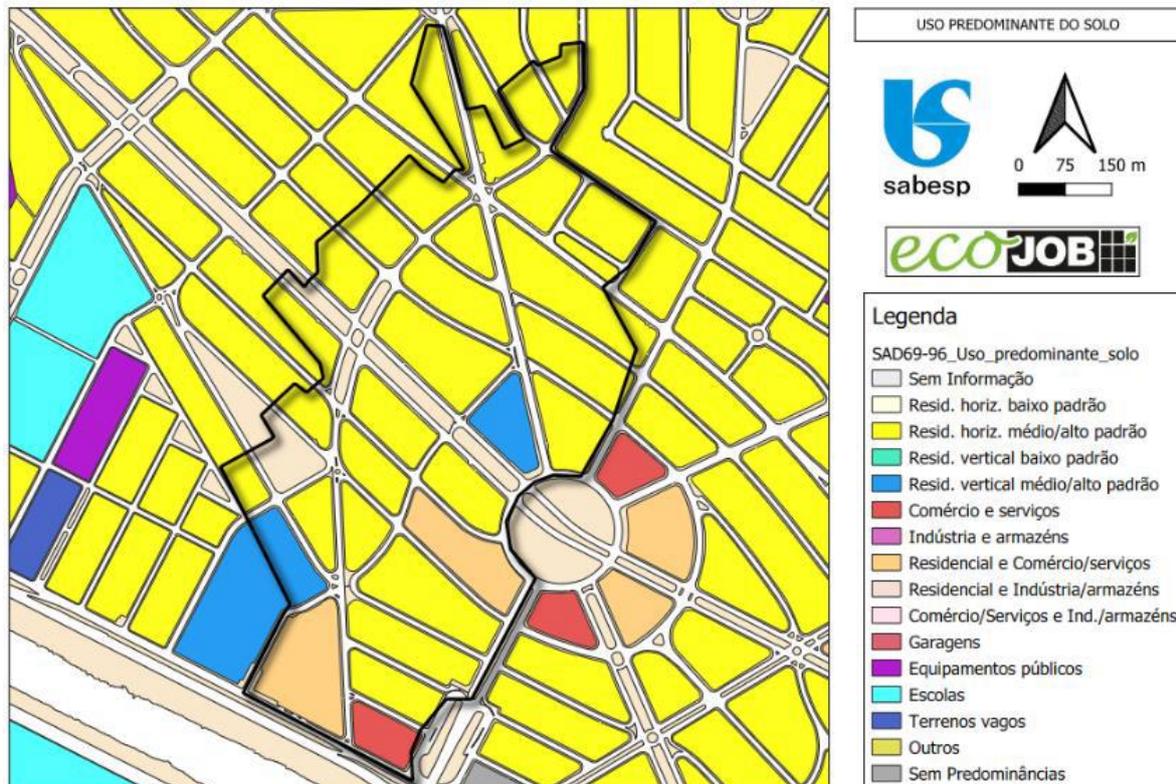


Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023



Conforme dados informados pela prefeitura de São Paulo, podemos identificar o valor mais adequado para o coeficiente superficial, utilizando o levantamento realizado junto as informações cadastradas no Geosampa, conforme figura 12 e a porcentagem de área de escoamento, selecionando assim em um valor médio de 0,175, conforme figura 13.

Figura 12 - Uso predominante do solo



Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

Figura 13 - Coeficiente Superficial

Valores de C adotados pela prefeitura de São Paulo

Zonas	C
Edificação muito densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 - 0,95
Edificações não muito densa: Parte adjacente ao centro, de menos densidade de habit., mas com ruas e calçadas pavim.	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: Partes resid. com ruas macadamizadas ou paviment.	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 - 0,25
Matas, parques e campo de esportes: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte s/ paviment.	0,05 - 0,20

Fonte: Prefeitura de São Paulo

Utilizando a equação 2, com os valores encontrados acima foi calculado o valor de vazão de água de chuva de somente a precipitação das contribuições dos telhados, desconsiderando a influência da infiltração, obtendo o valor de **1,54 L/s**, com um total de **110.311,82 m³**, conforme tabela 04.

Tabela 4 - Vazões esgoto e água

Ponto	Q esgoto (L/s)	m ³ esgoto gerado	Q chuva, mm/h	Área Captação (m ²)	Coefficiente Superficial	Q Água de chuva (L/s)	m ³ Água de chuva
R. Caepexis x Av. das Nações Unidas - MC14	3,45	247.406,40	0,21	151.983,91	0,175	1,54	110.311,82

Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

Com o custo de tratamento levanta e as informações de quantidade de efluente e o quantidade o mesmo que corresponde a influência de água de chuva, podemos chegar nos valores da tabela 05.

Tabela 5 - Custo tratamento RCE monitorada

Estações de Tratamento	Custo de tratamento	m ³ esgoto gerado	m ³ Água de chuva	m ³ Total	Custo total	Custo água de chuva	Porcentagem custo, água de chuva
BARUERI	R\$ 0,32	247406,4	110.311,82	357.718,22	R\$ 114.469,83	R\$ 35.299,78	31%

Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

Utilizando a metodologia adotada, podemos extrapolar as portagens de água de chuva na RCE foi para tratamento na ETE Barueri no ano de 2022, obtendo os valores conforme tabela 6.

Tabela 6 - Custo ETE Barueri 2022

Estações de Tratamento	m ³ de efluente tratado em 2022	Custo total de tratamento 2022	Custo de tratamento 2022 - Água de chuva	Custo Energia 2022 - Água de chuva
BARUERI	351.981.243	R\$ 112.633.997,76	R\$ 34.733.655,49	R\$ 13.025.120,81

Fonte: Eco Job/Sabesp, 2023

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos dados obtidos, evidencia-se que ter vazões parasitárias oriundas da drenagem urbana na rede de coleta de esgotos é problemático. Os riscos financeiros que as companhias que gerenciam estações de tratamento de esgotos são significativas pelo fato de não conseguirem separar 100% da contribuição de água de chuva na rede coletora de esgoto.

Caso as irregularidades das bacias contribuintes não sejam corrigidas, em 5 anos, estima-se que, em média, o custo total será de 2.900.000,00 de incremento ao custo. Estes valores poderiam ser utilizados na melhoria do sistema, dentro outros usos para a Cia.

Com base nas informações da Sabesp, cada estação possui determinada vazão de projeto a ser atendida. Portanto se considerarmos 45% dessas vazões, como sendo a vazão média diária de entrada, temos uma estimativa de valor proposto a ser gasto, abaixo podemos observar a tabela para melhor compreensão.

CONCLUSÃO / RECOMENDAÇÕES

Através dos números demonstrados no item 5, pode-se concluir que o volume parasitário de água de chuva adentrando a rede coletora de esgoto causa diversos problemas operacionais, sociais e financeiros. A estações de tratamento citadas neste estudo, foi projetada para atender determinado volume e tratar, dentro dos limites de CAPEX e OPEX estabelecidos na concepção de cada projeto, entretanto, a água de chuva presente no efluente altera completamente os parâmetros operacionais, de atendimento e de custos estabelecidos.

Com isso, primordialmente sugere-se iniciar um estudo nas regiões da ETE, com o objetivo de identificar os possíveis pontos de irregularidade nos imóveis, comércio e galerias de águas pluviais que podem estar conectados no sistema de esgoto. O teste de fumaça é uma alternativa usual para esse tipo de identificação nas bacias, pois de forma prática e relativamente rápida, é possível identificar as extravasões, notificar os responsáveis e conscientizá-los da importância de manter os sistemas de drenagem e esgotamento sanitário separados, conforme consta no decreto 5.916, artigo 13, que diz:

“É expressamente proibida a introdução direta ou indireta de águas pluviais nos ramais domiciliares de esgotos sanitários.”

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **SABESP**. Disponível em: <<https://site.sabesp.com.br/site/interna/Municipio.aspx?secaold=18&id=446>>. Acesso em: 27/04/2023 - 15:00
2. **PORTAL PREFEITURA DE BARUERI**. Disponível em: <<https://portal.barueri.sp.gov.br/Noticia/17102022estudantes-do-curso-sobredesenvolvimento-socioambiental-da-prefeitura-visitam-ete-de-barueri>>. Acesso em: 19/05/2023 - 14:00
3. **DAEE**. Disponível em: <<http://sibh.dae.sp.gov.br/chuva>>. Acesso em: 31/05/2023 – 11:00
4. **Geosampa**. Disponível em: <https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>. Acesso em: 30/05/2023 – 10:00



5. **Apostila pós-graduação Manejo e conservação do solo e da água** - UFRRJ. Disponível em < <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/daniel/Downloads/Material/Pos-graduacao/Manejo%20e%20conservacao%20do%20solo%20e%20da%20agua/IA-1311%20-20MANEJO%20E%20CONSERVA%C7%C3O%20DO%20SOLO%20E%20DA%20C1GUA%202013.pdf>> . Acesso em: 31/05/2023 – 13:00