

MONITORAMENTO DO APORTE DE ÁGUA DE CHUVA EM REDES DE ESGOTO – PREVENÇÃO DE DANOS E RISCOS AMBIENTAIS

José Roberto da Conceição – joserc@sanepar.com.br

Eng. Cartógrafo, Meio Ambiente Urbano e Industrial - UFPR

Doutorando em Gestão Ambiental – Universidade Positivo, Curitiba/PR

Rua Ari José Valle, 980 – casa 18, CEP 82.030-025 - Curitiba/PR

Rivail Vanin de Andrade – rivail@up.edu.br

Prof. Dr. em Arquitetura e Urbanismo – Membro permanente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Gestão Ambiental - Universidade Positivo, Curitiba/PR

Resumo: A função de um sistema de esgotamento sanitário consiste na coleta, transporte, tratamento e destinação final dos esgotos gerados nas atividades humanas, contribuindo assim para a saúde pública e diminuição da poluição hídrica. No Brasil é adotado o sistema denominado de Separador Absoluto, onde as águas pluviais não devem se misturar com o esgoto e, sendo assim, todos os projetos são dimensionados partindo dessa premissa. Entretanto, o que se observa na prática é um incremento significativo do aporte de água de chuva em redes de esgoto, seja por ligações irregulares ou falhas estruturais nas redes, afetando a eficiência e eficácia do sistema como um todo, causando danos operacionais, ambientais e sociais. Como, na maioria das vezes, as redes de esgoto são enterradas, dificultando o seu monitoramento, o controle operacional dessas é praticamente inexistente, o que acarreta que o mau funcionamento só é percebido quando o dano aparece. O objetivo desse trabalho é definir uma metodologia de baixo custo e de fácil implementação para o monitoramento do aporte de água de chuva em redes de esgoto, que possibilite o controle operacional das redes, dando subsídios para a priorização de vistorias, manutenções e substituição de redes, diminuindo assim os riscos e danos ambientais. A metodologia consiste no monitoramento por meio de sensores instalados em poços de visita de redes de esgoto, que medem a variação do nível da lâmina de esgoto ao longo do tempo.

Palavras-chave: Monitoramento de redes de esgoto, Aporte de água de chuva, Contribuição pluvial parasitária.



MONITORING RAINWATER SUPPLY IN SEWAGE NETWORKS – PREVENTION OF ENVIRONMENTAL DAMAGE AND RISKS

Abstract: *The function of a sewage system consists of collecting, transporting, treating and disposing of sewage generated in human activities, thus contributing to public health and reducing water pollution. In Brazil, the system called Absolute Separator is adopted, where rainwater must not mix with sewage and, therefore, all projects are designed based on this premise. However, what is observed in practice is a significant increase in the input of rainwater into sewage networks, whether due to irregular connections or structural failures in the networks, affecting the efficiency and effectiveness of the system as a whole, causing operational, environmental and social. As, most of the time, sewage networks are buried, making their monitoring difficult, operational control of these is practically non-existent, which means that malfunctions are only noticed when the damage appears. The objective of this work is to define a low-cost and easy-to-implement methodology for monitoring the input of rainwater into sewage networks, which enables operational control of the networks, providing support for the prioritization of inspections, maintenance and replacement of networks, thus reducing environmental risks and damage. The methodology consists of monitoring using sensors installed in manholes of sewage networks, which measure the variation in the level of the sewage level over time.*

Keywords: *Monitoring of sewage networks, Rainwater supply, Parasitic rainwater contribution.*

1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico é fundamental para garantir uma melhoria na condição de vida da população e redução da poluição ambiental. Sendo definido como um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Dentre esses, no Brasil, o esgotamento sanitário tem metas de universalização de 99% da população abastecida com água potável e 90% com coleta e tratamento de esgotos até 31/12/2033 (Lei 14.026 de 15/07/2020).

Embora na grande maioria dos municípios brasileiros essas metas estejam longe de serem alcançadas, nos grandes centros urbanos os sistemas de esgotamento sanitário encontram-se operando a várias décadas, pelo menos em partes das cidades. É nesse contexto que se verifica um sério problema, que é aporte indevido de grande volume de água de chuva nas redes de esgoto, não prevista em projetos e que pode prejudicar a eficiência e a eficácia do sistema.

O sistema de esgotamento sanitário adotado no Brasil é do tipo separador absoluto, onde o esgoto é coletado em uma rede específica para tal, não podendo ser misturado com as águas pluviais (TSUTIYA E BUENO, 2005). Tal opção se deve ao fato de que, na maior parte do país, ocorram chuvas de grande intensidade e que, se o volume das precipitações fosse adicionado ao sistema, acarretaria no dimensionamento de redes e estações de tratamento muito maiores, com custos excessivamente altos (REDA, 2006).

O aporte de água nas redes de esgoto, apesar de indesejado, é previsto em normas técnicas (NBR 9649/86 e NBR 12.207/1992), que classificam os aportes em infiltrações, que são aquelas oriundas do subsolo, e contribuições pluviais parasitárias, que se referem aos aportes diretos de água de chuva no sistema. Essas normas especificam valores máximos aceitáveis de infiltração e de contribuição pluvial parasitária por km de rede. Entretanto, em diversos estudos realizados e na própria operação dos



sistemas, são constatadas vazões de entrada de ETEs muito acima do valor máximo projetado, principalmente em eventos de chuvas significativas, o que pode levar a um colapso do sistema. Como exemplo, podemos citar o estudo realizado por Medeiros e Dorneles (2022), onde a vazão de entrada de uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE no município de Maceió/AL teve um aumento de 162,66% em dias chuvosos, ou o estudo conduzido por Bertolino et.al. (2018), onde o aumento da vazão de esgoto em uma região de Curitiba foi calculado em 400%.

O aporte de água de chuva em redes de esgoto pode ocorrer devido às ligações irregulares de água pluvial na rede ou defeitos nas tubulações e peças que compõem o sistema. Quando esse aporte acontece acima da capacidade dimensionada, pode causar diversos problemas (AZEVEDO NETTO ET AL., 1998). Como não existe um controle operacional na etapa de transporte do esgoto, muitas vezes ocorre a perda de parte do esgoto para o meio ambiente, o que normalmente não é constatado, ou ainda o recebimento nas estações de tratamento de um volume de esgoto excessivo, misturado com água de chuva (BERTOLINO, ET AL.2018). Nessas condições podem ocorrer a impossibilidade do tratamento do esgoto, a danificação de redes e extravasamentos de esgoto, impactando no meio ambiente e na saúde pública (PEREIRA ET AL., 2006).

Para que um sistema de esgotamento sanitário cumpra de forma efetiva os seus objetivos de afastar o esgoto do convívio humano e tratá-lo adequadamente antes de ser lançado no meio ambiente, é imprescindível o bom funcionamento do mesmo, desde a coleta, passando pelo transporte e terminando com o tratamento e disposição final. Como o transporte do esgoto é realizado por tubulações, quase sempre enterradas, o controle operacional dessa etapa praticamente não existe, o que acarreta que os problemas somente são identificados quando afloram, como por exemplo: extravasamentos de esgoto em poços de visita, retorno do esgoto para as residências e vazão que chega às estações de tratamento muito acima do que foi projetado. Nesse último caso, pode levar ao descarte do esgoto sem o devido tratamento, contribuindo para a poluição hídrica. Essa situação é tão usual que é prevista em norma técnica (NBR 12.209, 2011), ao qual recomenda a utilização de *by-pass* e extravasores, que possam desviar a vazão excedente diretamente para o corpo hídrico (TSUTIYA E SOBRINHO, 2011).

A maioria das metodologias utilizadas para monitorar ou quantificar o aporte de água de chuva em redes de esgoto consistem na utilização de medidores de vazão. A instalação desse tipo de equipamento normalmente necessita de obras estruturais nas tubulações ou são instalados de forma provisória e possuem valores relativamente altos. Devido as dificuldades de instalação e preço dos equipamentos, essas metodologias acabam inviabilizando a implantação de um parque de medição, sendo utilizadas em casos pontuais, para fins de estudos e não efetivamente para um controle operacional mais abrangente da rede.

O objetivo desse trabalho é definir uma metodologia para o monitoramento do aporte de água de chuva em redes de esgoto, factível de ser implementada em grande escala e que possibilite o controle operacional da rede, ou seja, se está operando de forma adequada ou não.

2. METODOLOGIA

A metodologia descrita a seguir está sendo desenvolvida como tese de Doutorado em Meio Ambiente da Universidade Positivo de Curitiba/PR, com previsão de conclusão em 2026, e com apoio da Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar. Consiste no monitoramento do nível da lâmina de esgoto em Poços de Visita – PVs, por meio de sensores, que possam coletar a altura dessa lâmina, armazenar os dados e transmitir para um servidor de internet. A análise dos dados coletados periodicamente, que demonstram a variação da altura da lâmina ao longo do tempo, abrangendo tempo seco e chuvoso, de sensores estrategicamente instalados em diversos PVs, permitirá a identificação dos trechos da rede de esgoto que mais estão recebendo água de chuva, trechos com entupimentos ou obstruções, com provável perda de esgoto para o meio ambiente e eventuais lançamentos irregulares na rede.



Um parque de medições, com diversos sensores instalados estrategicamente e funcionando de forma contínua, permitirá um controle operacional da rede, identificando anomalias e mal funcionamento, priorizando manutenções, vistorias e substituições de tubulações.

2.1. Equipamentos

O conjunto de equipamentos definidos para essa metodologia é constituído por sensor radar, para medição da espessura da lâmina de esgoto, *datalogger*, para armazenamento das medições e transmissor de dados via GSM (*Global System for Mobile Communications*), que permita a transmissão dos dados armazenados para um servidor remoto. Três premissas básicas foram estipuladas para a escolha dos equipamentos: fácil instalação em PVs, alimentação por bateria com autonomia de pelo menos um ano e baixo custo, de maneira que seja viável economicamente a implantação de um parque de medições, com a implantação de diversos sensores em pontos estratégicos da rede. Nas figuras 1 e 2 são mostrados os equipamentos selecionados, suas especificações técnicas e características.

Figura 1: *Datalogger* e transmissor GSM.

	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E CARACTERÍSTICAS • Dimensões: altura: 120mm; diâmetro: 60 mm • Temperatura de operação: -20°C a +75°C • 2 entradas analógicas 4-20mA • Registro de <i>datalogger</i> com capacidade para 90.000 registros • Bateria de lítio 14Ah • Autonomia da bateria: 96 leituras / dia e transmissão diária > 5 anos • Proteção total contra água e poeira (IP68). • Configuração remota (transmissão de dados e frequência de leitura). • Registros de histórico gravados com data e hora da ocorrência. • Registro de alarmes e eventos com base em temporizadores. • Capacidade de enviar mensagens de informação automáticas. • Fácil parametrização através de software de configuração em ambiente Windows®, com possibilidade de configuração local (através de <i>bluetooth</i>) ou remota. • Download de históricos através de GSM
--	---

Figura 2: Sensor radar.



A instalação dos equipamentos nos PVs é realizada por meio de um braço telescópico, que se adequa às dimensões de cada PV. Na figura 3 é apresentado o projeto de fixação e na figura 4 o equipamento com o sistema de fixação.

Figura 3: Modelo do braço telescópico para instalação no PV.



Figura 4: Equipamento com sistema de fixação em PVs.



2.2. Escolha dos PVs para monitoramento

A partir do cadastro da rede de esgoto em formato digital e georreferenciado (formato *shapefile*), delimita-se setores de esgotamento, ou seja, regiões onde o esgoto coletado converge para um mesmo ponto (mesmo PV). O monitoramento do nível da lâmina de esgoto nesse PV permite analisar a rede de esgoto da região correspondente.

Na figura 5 é apresentada a área de abrangência da ETE Belém, localizada no município de Curitiba, que foi subdividida em 944 setores de esgotamento

Para validação da metodologia e testes dos equipamentos, foi definido um PV por onde passa o esgoto coletado correspondente a quatro setores de esgotamento da ETE Belém (figuras 6,7 e 8).



Figura 5: Área de abrangência da ETE Belém e seus setores de esgotamento.

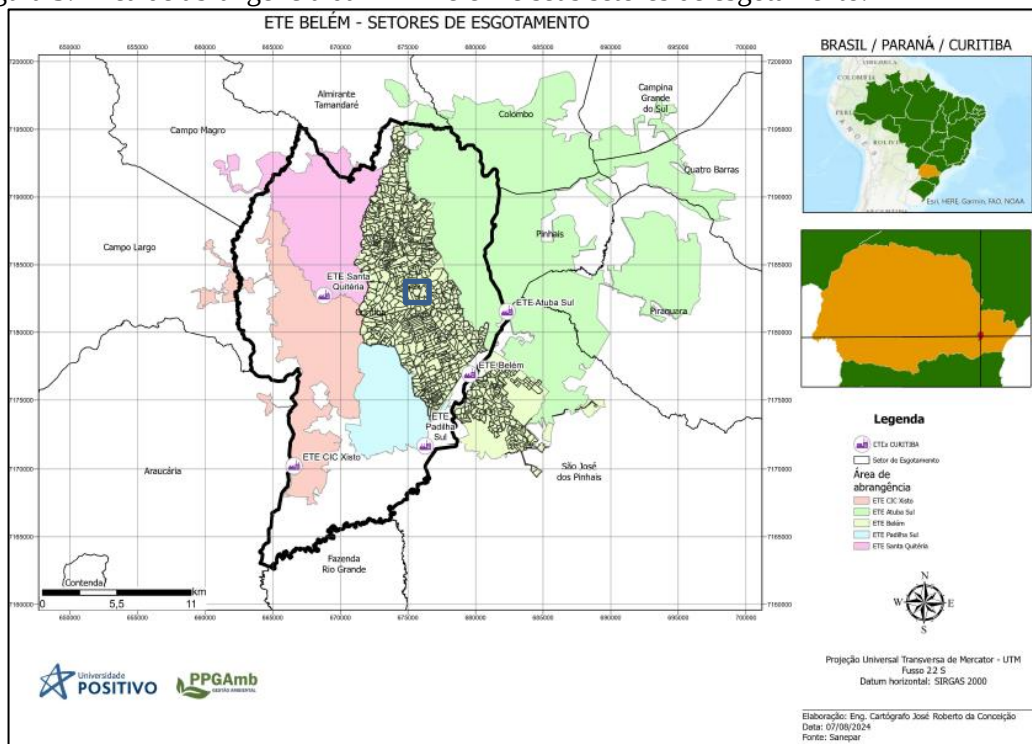


Figura 6: Setores de esgotamento selecionados para testes.

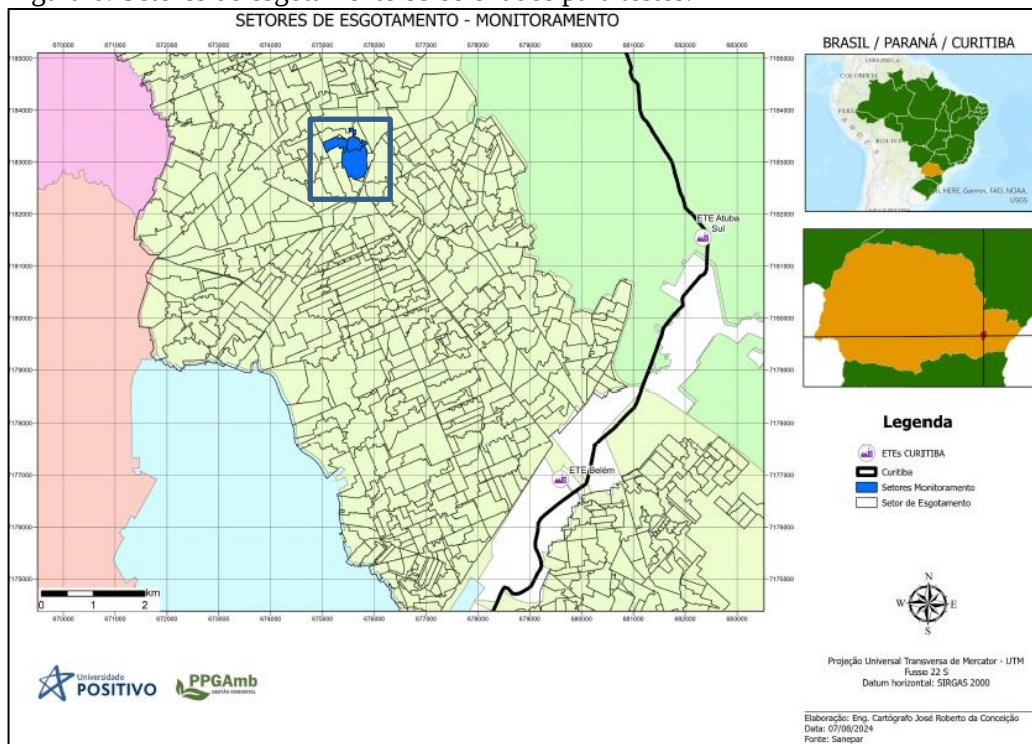


Figura 6: Setores de esgotamento selecionados e localização do PV para monitoramento.

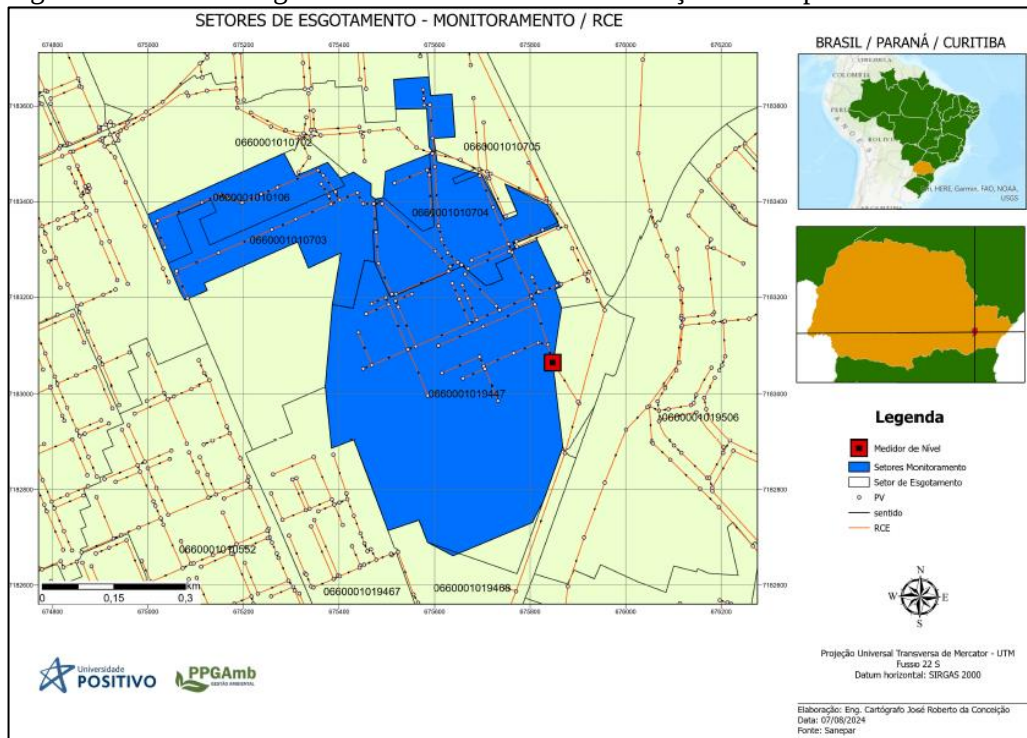
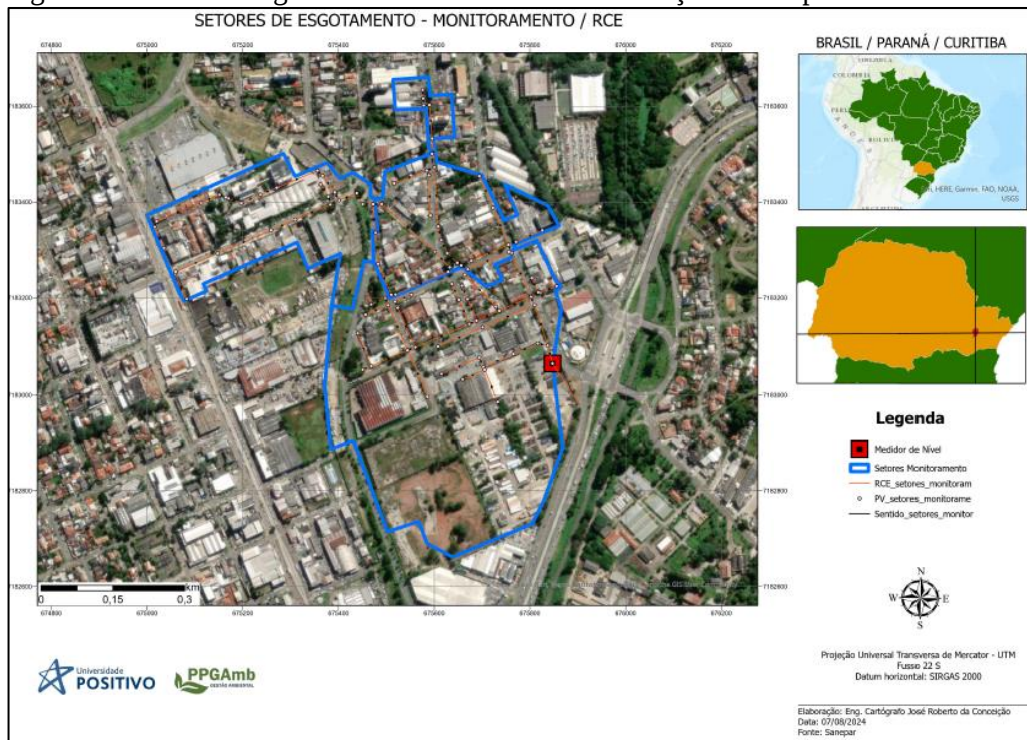


Figura 6: Setores de esgotamento selecionados e localização do PV para monitoramento.



2.3. Instalação dos equipamentos e coleta de dados

Os equipamentos foram instalados no PV selecionado (figuras 8 e 9) e serão testados por 12 meses, para coleta de dados em todas as estações do ano, e para validação da praticidade, eficácia e eficiência dos mesmos. Foi configurado para coletar o dado de altura da lâmina de esgoto a cada 15 minutos e transmissão dos dados 6 vezes ao dia, o que apresenta uma autonomia de 1024 dias (informado no *software* de configuração). Na figura 10 é mostrada a tela do *software* utilizado para configuração, fornecido pelo fabricante e na figura 11 o endereço eletrônico, também fornecido pelo fabricante, do servidor para armazenamento e visualização dos dados.

Figura 8: Equipamento instalado no PV.



Figura 9: Equipamento instalado no PV.



Figura 10: Software de configuração.



Figura 11: Servidor de armazenamento dos dados.



3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia aqui apresentada faz parte da tese de doutorado do primeiro autor, em fase de desenvolvimento, com prazo de conclusão em 2026, e que está sendo desenvolvida com apoio da Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, empresa da qual o autor faz parte do quadro funcional desde 2008.

Espera-se que o resultado dessa pesquisa permita validar a metodologia proposta, tanto tecnicamente como economicamente, dando subsídio para uma contratação em grande escala do monitoramento de PVs, conduzindo assim para um controle operacional de redes de esgoto.

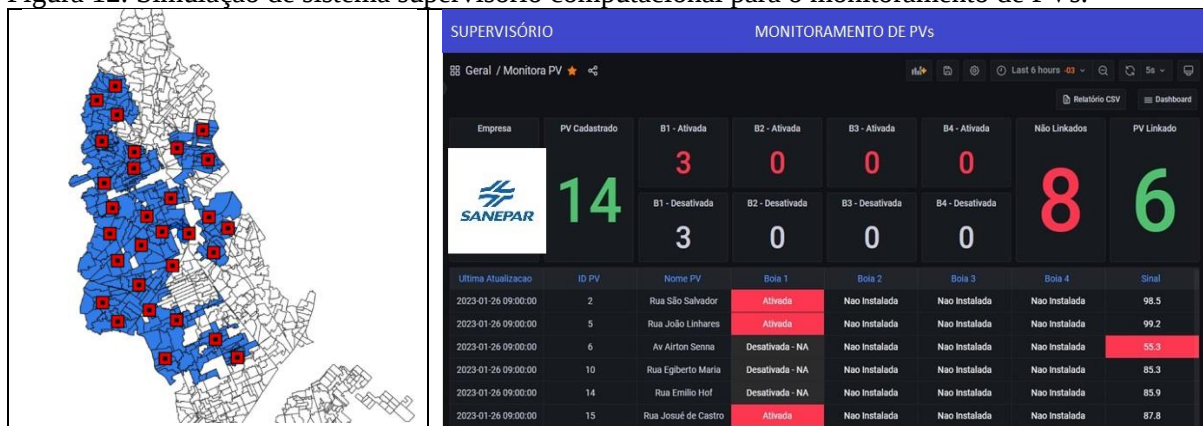
O equipamento aqui apresentado está em fase inicial de testes e permanecerá por pelo menos um ano, a fim de se avaliar o seu desempenho em épocas distintas de precipitação pluviométrica, bem como a sua autonomia e operacionalidade.

Segundo o software de configuração do equipamento, com um intervalo de medição a cada 5 minutos e transmissão dos dados 6 vezes por dia a autonomia da bateria é de 569 dias, já com um intervalo de medição a cada 15 minutos a autonomia da bateria sobe para 1024 dias.

Até a presente data o equipamento tem funcionado corretamente e atendendo às expectativas quanto a autonomia, confiabilidade e praticidade.

Após validação da metodologia os próximos passos serão a instalação de vários sensores em pontos estratégicos de uma rede coletora de esgoto, concomitantemente com o desenvolvimento de um sistema supervisorio computacional de monitoramento (como a simulação apresentada na figura 12), que possibilite a visualização do nível da lâmina de esgoto em cada PV, a sinalização de alarmes e notificações de extravasamentos e entupimentos de PVs.

Figura 12: Simulação de sistema supervisorio computacional para o monitoramento de PVs.



4. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR-12209. Elaboração de Projetos Hidráulicos-Sanitários de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários, Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR-12207. Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR-9649. Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986

AZEVEDO NETTO, J. M. de; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R. DE; ITO, A. E. Manual de hidráulica, v. 8a Ed., 669 p., 1998.

BERTOLINI, M.; KONDAGESKI, J. H.; WEINSCHUTZ, R. Água de Chuva Domiciliar no Esgoto Separador Absoluto, Revista DAE, v.66, n. 213, 2018.

LEI nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Novo Marco Legal do Saneamento Básico. Brasil, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2020/leis_14/leis_14026.html.

MEDEIROS, A. T.; DORNELLES, F. Efeitos da Intrusão de Águas Pluviais em um Sistema de Tratamento de Esgoto. XIV ENAU, 2022, Brasília/DF.

PEREIRA, J. A. R; SOARES, J. M. Rede coletora de esgoto sanitário: Projeto, Construção e Operação. Belém: NUMA. UFPA, EDUFPA, GPHS/CT, 2006.

REDA, A. L. de L. Gestão da qualidade da água em sistema fluvial durante tormenta-Parte I: Reconhecendo um problema no sistema de esgoto. In: XIII SIMPEP, 2006.

TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. Contribuição de Águas Pluviais em Sistemas de Esgoto Sanitário no Estado de São Paulo. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, anais, Campo Grande, 2005.

TSUTYA, M. T.; ALEM SOBRINHO, P. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. v. 1. 548p.b

