INDICADOR DE EXTRAVASAMENTO POTENCIAL EM ELEVATÓRIAS DE ESGOTO: UMA PROPOSTA REGULATÓRIA

Itamar Aparecido de Oliveira[(1)]
Bacharel em Ciência de Dados pela Universidade Virtual do Estado de São Paulo (Univesp). Pós-graduado em Análise de Dados, Data Mining e Inteligência Artificial pela Fundação Instituto de Administração - FIA-SP. Especialista em Regulação e Fiscalização de Serviços Públicos da Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo – Arsesp.

Lisiane Heinen Fernandes[(2)]
Engenheira Química, com mestrado e doutorado em Engenharia pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho. Atua como Especialista em Regulação e Fiscalização de Serviços Públicos na área de Saneamento Básico na Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo – Arsesp.

Endereço[(1)]**:** Rua Cristiano Viana, 428 - Cerqueira César - São Paulo – SP - CEP: 05411-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 3204-2100 - e-mail: itaoliveira@sp.gov.br.

RESUMO

Este artigo discute a importância da criação de um indicador regulatório voltado ao monitoramento de extravasamentos em estações elevatórias de esgoto (EEE) pela ARSESP. Atualmente, a ausência de métricas específicas dificulta a avaliação regulatória sistêmica da confiabilidade operacional e da capacidade de resposta das EEE frente a falhas. Para embasar essa proposta, foi realizado um estudo piloto em cinco municípios, abrangendo 52 estações elevatórias, com a análise de mais de 14 milhões de pulsos telemétricos. Os dados incluíram informações sobre a condição operacional dos conjuntos motobomba (CMB), status do nível crítico (NC) ou do nível dinâmico (ND) do poço de sucção. Os resultados revelaram a predominância de instalações com ausência de alternância na operação dos CMB ou de ausência de CMB reserva, além da recorrência de níveis críticos nos poços de sucção. Tais condições operacionais comprometem a confiabilidade dos sistemas e aumentam o risco de extravasamentos não monitorados. O estudo reforça a necessidade de um indicador regulatório que permita identificar pontos críticos e fomentar investimentos corretivos e preventivos, contribuindo para maior segurança sanitária e ambiental nos sistemas de esgotamento sanitário.

PALAVRAS-CHAVE: Extravasamento de Esgoto, Telemetria, Indicador de Monitoramento

INTRODUÇÃO

Os extravasamentos de esgoto representam um dos principais desafios à sustentabilidade e à eficiência operacional dos sistemas públicos de esgotamento sanitário, com implicações diretas sobre a saúde pública, o meio ambiente e a credibilidade dos serviços prestados. Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS, a exposição a esgotos não tratados está relacionada a doenças de veiculação hídrica e à contaminação de corpos d'água, afetando de maneira mais intensa populações vulneráveis (OMS, 2019). No contexto brasileiro, embora a atualização do marco legal do saneamento (Lei nº 14.026/2020) estabeleça metas ambiciosas de universalização, a ausência de indicadores específicos para monitorar extravasamentos em redes coletoras e estações elevatórias de esgoto – EEE compromete o avanço em direção à prestação adequada e contínua desses serviços.

Atualmente, conforme observado em contratos de prestação do setor, o serviço de abastecimento de água é eficientemente monitorado por indicadores regulatórios: desde a produção e tratamento, passando pelos reservatórios e redes, as perdas nesse processo e a hidrometração no ponto de entrega; já para o esgotamento sanitário, embora também amplamente monitorado, os indicadores representantes de perdas no processo, no caso, os extravasamentos de esgoto, ainda são genéricos. Conforme se observa no Glossário de Indicadores de Esgotamento Sanitário do SINISA (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2025), os indicadores IES2001, IES2002 e IES2003 abordam a concentração de extravasamentos gerais, seu tempo de reparo e sua relação com reclamações.

As estações elevatórias, elementos críticos do sistema, estão sujeitas a falhas operacionais que frequentemente resultam em extravasamentos não monitorados. Boas práticas operacionais recomendadas pela NBR 12208 (ABNT, 2021) e por companhias de saneamento (SANEPAR, 2021) preveem a instalação de conjuntos motobomba (CMB) redundantes e operação alternada, com o objetivo de garantir a confiabilidade e reduzir o risco de falhas. Segundo Netto (1998), o projeto de estações elevatórias de esgoto deve prever, no mínimo, duas bombas, sendo uma destinada à operação e outra como reserva, com alternância de funcionamento entre elas. Essa configuração visa garantir a continuidade do serviço e facilitar a manutenção. Crespo (2001) complementa que, especialmente em estações de pequeno porte, é comum a utilização de duas bombas de capacidades idênticas, operando de forma alternada, o que simplifica tanto a operação quanto a manutenção e para estações de médio e grande porte recomenda a instalação de três bombas com capacidades iguais, sendo duas em operação e uma em reserva, assegurando a redundância necessária para a confiabilidade do sistema. Silva, Rodrigues e Gonçalves (2020) avançam na proposta de redundância, sugerindo a adoção de um segundo poço de sucção para operar alternadamente ao principal, possibilitando a manutenção adequada dos equipamentos e limpeza periódica da instalação. De forma geral, há consenso quanto a boa prática de operação alternada de conjuntos motobombas por incidir em menor desgaste e por permitir testes e manutenção contínuos dos equipamentos, características que fortalecem a continuidade da operação e reduzem a possibilidade de falhas com extravasamentos.

No entanto, evidências operacionais apontam que tais práticas ainda não são amplamente implementadas. Em estudo piloto conduzido em cinco municípios, foram analisadas 52 EEE com base em mais de 14 milhões de pulsos telemétricos. Os dados revelaram a recorrência de instalações sem CMB reserva ou sem alternância operacional, além de incidências frequentes de nível crítico ou com excessiva amplitude de variações no nível dinâmico do poço de sucção, o que agrava o risco de extravasamentos.

Esses resultados evidenciam a urgência da criação de indicadores regulatórios que permitam rastrear e mensurar de forma sistemática os extravasamentos associados às condições operacionais de EEE e das redes. Tal indicador contribuiria para o fortalecimento da regulação pela ARSESP, subsidiando ações corretivas e investimentos em infraestrutura crítica, com vistas à melhoria da segurança ambiental, da confiabilidade operacional e da transparência na prestação dos serviços de esgotamento sanitário.

OBJETIVOS

Este artigo tem como objetivo principal propor a criação de um indicador regulatório para o monitoramento de extravasamentos de esgoto sanitário em EEEs, considerando variáveis operacionais e estruturais. Objetivos específicos incluem:

1. Avaliar a ocorrência de falhas operacionais relacionadas à ausência de redundância e alternância em conjuntos motobomba. Essa avaliação é fundamental porque a prática de alternância entre bombas, quando implementada, distribui o desgaste dos equipamentos, aumenta sua vida útil e reduz o risco de falhas simultâneas. A ausência dessa prática, portanto, torna o sistema vulnerável a interrupções inesperadas que podem culminar em extravasamentos.

2. Identificar a frequência de níveis críticos nos poços de sucção das EEE. Níveis críticos indicam que o volume de esgoto acumulado se aproxima do ponto de extravasamento, o que representa risco iminente de falha sanitária e ambiental. Monitorar e quantificar esses eventos é essencial para priorizar intervenções e planejar melhorias estruturais ou operacionais.

3. Analisar a correlação entre condições operacionais inadequadas e o risco de extravasamentos. Ao relacionar fatores como ausência de bomba reserva, falta de automação e ocorrência de alarmes com eventos de nível crítico, é possível construir uma base técnica sólida para justificar a introdução de parâmetros de desempenho específicos no processo regulatório.

4. Por fim, pretende-se fornecer subsídios técnicos para a regulamentação de indicadores de confiabilidade operacional nos sistemas de esgotamento sanitário. A regulamentação de indicadores como o proposto Indicador de Extravasamento Potencial (IEP) pode induzir práticas operacionais mais responsáveis, além de facilitar a fiscalização e o planejamento por parte dos órgãos reguladores e operadores dos sistemas.

METODOLOGIA UTILIZADA

O estudo baseou-se em um levantamento piloto conduzido em cinco municípios do estado de São Paulo, todos eles operados pela Sabesp. Foram selecionados com base em critérios de disponibilidade de dados telemétricos e diversidade de contextos operacionais. Na tabela 1 são apresentados os municípios, bem como porte e região que se localizam, entre outras informações:

Tabela 1 – Municípios do estudo piloto

Município	Habitantes (mil)	Região	Quantidade de EEE	Período de Monitoramento (meses)
Boituva	60	Médio Tietê	9	3
Itupeva	70	PCJ	3	19
Buri	20	Alto Paranapanema	18	13
São Sebastião	81	Litoral Norte	6	20
Registro	60	Vale do Ribeira	16	13

Fonte: elaboração própria

Os dados telemétricos foram obtidos no exercício de atividades de fiscalização e tiveram como objetivo inicial a observação dos padrões operacionais nas instalações visitadas. A coleta dos dados foi realizada, em sua maioria, diretamente nos sistemas de controle do prestador, no ato de fiscalização; não sendo possível a entrega imediata do dado, o prestador remeteu-o posteriormente por meio de ofício à Arsesp. Para este conjunto com entrega posterior, houve comparação de amostra observada no momento da fiscalização, garantindo a integridade da base.

Para o tratamento das bases, por meio da linguagem de programação R, utilizou-se o processo de KDD (Knowledge Discovery in Databases), aparato metodológico que envolve a extração de conhecimento de grandes bases de dados (PIATETSKY-SHAPIRO & SMYTH, 1996), envolvendo etapas de seleção, pré-processamento, transformação, mineração de dados e interpretação/avaliação dos resultados. Como parte desse processo, realizou-se a limpeza da base excluindo-se sinais telemétricos corrompidos no transporte do sinal (8% do total), bem como EEE com ausência de dados positivos por toda extensão do período analisado (05 EEE em Itupeva e 02 em Registro)

De forma geral, os sinais telemétricos nas EEE informaram as seguintes condições operacionais de cada EEE no momento do pulso:

- Status operacional do conjunto motobomba – CMB: informação binária (0 ou 1), indicando desligada/ligada para cada bomba instalada na EEE;
- Status do nível crítico do poço de sucção – NC: informação binária (0 ou 1), indicando não atingido/atingido. O nível crítico é medido por meio de sensor instalado em determinado ponto do poço de sucção que, se atingido, permite que a equipe seja informada de condição anômala na operação antes que ocorra extravasamento na EEE;
- Status do nível dinâmico do poço de sucção – ND: informação numérica, indicando a altura de ocupação do poço de sucção por efluentes. Também permite que a equipe técnica seja acionada caso se verifique o aumento do ND além das condições normais de operação;
- Status do sinal telemétrico: informação binária (0 ou 1), indicando não válido/válido. Sinais não válidos podem ocorrer por perda de sinal ou outras condições que incidam em contaminação do sinal telemétrico, resultando em dados não confiáveis devido a problemas na transmissão.

Quanto à periodicidade dos sinais, embora sejam emitidos a cada poucos segundos, optou-se por extrair os pulsos a cada 10, 15 ou 30 minutos, com exceção de São Sebastião, cuja extração ocorreu a cada 30 segundos. Na tabela 2 são apresentadas as quantidades de pulsos telemétricos e as informações transportadas pelos sinais em cada município.

Tabela 2 – Caracterização dos pulsos telemétricos

Município	Quantidade de pulsos	Informações	Periodicidade do pulso
Boituva	39300	NC	30 min
Buri	318354	CMB, NC	15 min
Itupeva	8221496	CMB, ND	15 min
Registro	2771385	CMB, NC	10 min
São Sebastião	2945508	ND	30 seg

Fonte: elaboração própria

RESULTADOS OBTIDOS

Para as 29 instalações que possuíam informação telemétrica sobre o estado de operação dos CMB, esperava-se encontrar elementos com percentuais proporcionais de operação entre os 02 CMB existentes nos locais, tais como observado na EEE Distrito Industrial (Registro), cujos percentuais de pulsos positivos (ligada) foram equivalentes entre o CMB 1 e CMB 2 (54% e 46%, respectivamente). Contudo, conforme tabela 3, observou-se 15 casos com 100% dos pulsos ocorridos em apenas um CMB durante todo o tempo de monitoramento; outros 9 elementos tiveram variação entre >70% e <100% localizados em apenas um dos CMB existentes e somente 05 elementos apresentaram equilíbrio na proporção de uso dos CMB (Botânica, Phytos 2, Pacaembu (estes de Itupeva) e Distrito Industrial, Campo Verde (estes de Registro).

Tabela 3 – Distribuição de ocorrência de pulsos positivos (instalação operando)

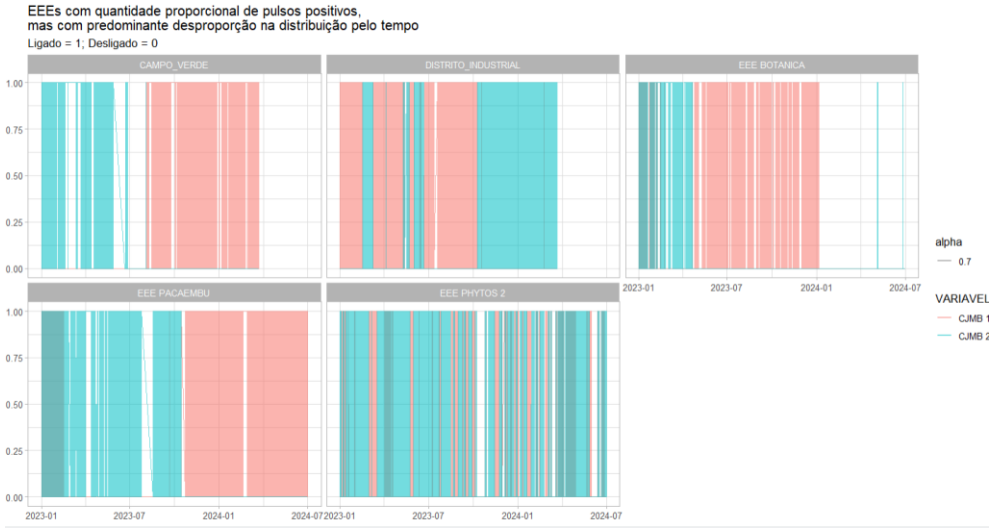
Município	Nome da EEE	Total de Pulsos Positivos	CMB 1 ligada (%)	CMB 2 ligada (%)
Buri	Final	22174	85	15
Buri	Nova Esperança	3023	94	6
Buri	Vila Sene	2649	100	0
Itupeva	Botanica	5974	33	67
Itupeva	Ibi Aram 1	2951	100	0
Itupeva	Ibi Aram 2	5613	1	99
Itupeva	Italia	49350	100	0
Itupeva	Mina	27430	99	1
Itupeva	Mont Serrat	13989	100	0
Itupeva	Pacaembu	24299	64	36
Itupeva	Phytos 1	9842	3	97
Itupeva	Phytos 2	8670	38	62
Itupeva	Pq Das Ortensias	13588	89	11
Itupeva	Rio Das Pedras	12070	100	0
Itupeva	ETE Rio Das Pedras	4798	0	100
Registro	9_De_Julho	26381	100	0
Registro	Alay_Correa	4721	8	92
Registro	Almoxarifado	33139	0	100
Registro	Ana_Ribeiro	16180	100	0
Registro	Bloco_B	140	0	100
Registro	Bloco_D	9631	99	1
Registro	Campo_Verde	34032	64	36
Registro	Castelinho	145	100	0
Registro	Distrito_Industrial	24255	54	46
Registro	Fiat	27473	100	0
Registro	Ipanema_1	3704	75	25
Registro	Ipanema_2	13570	100	0
Registro	Jd_Brasil_2	14642	0	100
Registro	Jd_Valeri	8649	100	0

Fonte: Autoria própria

Quando observados mais atentamente o comportamento das 05 instalações, observa-se que estas, embora possuam presença proporcional de pulsos positivos, sua distribuição pelo tempo de monitoramento não se apresenta com

alternância, conforme se observa na figura 1. EEE Campo Verde, EEE Distrito Industrial, EEE Botânica e EEE Pacaembu apresentaram blocos contínuos de predominância de apenas um CMB; já a EEE Phytos 2 apresentou-se com melhor distribuição, se comparada com as demais.

Figura 1 – EEEs com distribuição desproporcional dos pulsos positivos pelo tempo



Fonte: Autoria própria.

Embora não se possa afirmar que a desproporção dos sinais positivos (equipamentos ligados) ou sua total ausência em um dos CMB implique em falta de CMB reserva instalado no local, este dado se apresenta como forte indício dessa conclusão. Não obstante a norma ABNT NBR 12208:2020 estabelecer a presença de CMB reserva instalado no local como recomendação de projeto no item 5.10.4.6 da norma ABNT NBR 12208:2020: "Recomenda-se pelo menos um conjunto motor-bomba reserva instalado, com capacidade de bombeamento igual ao conjunto em operação de maior porte, atendendo à curva característica do sistema", deve-se ressaltar que o anexo I da mesma norma apresenta no seu item A2 os seguintes critérios mínimos para quantidade de CMB na instalação em sistemas de menor porte, conforme apresentado na figura 2:

Figura 2 – Critérios de quantidade de CMB para Sistemas de menor porte

Tabela A.1 – Vazão, quantidade e tipo de conjunto motor-bomba

Vazão L/s	Quantidade mínima de conjunto(s) motor-bomba	Tipo de conjunto motor-bomba
Até 0,02	1	Centrífugas (submersíveis, horizontal com rotor aberto), conjunto com deslocamento positivo, outras tecnologias disponíveis no mercado
Acima de 0,02 até 7	1 + 1 reserva	
Acima de 7 até 20	1 ou mais com +1 reserva	

Fonte: ABNT NBR 12208:2020

Logo, podemos concluir que a redundância de equipamentos se mostra essencial para a continuidade da prestação de serviço e, neste sentido, conforme já explanado, se apresenta como uma boa prática operacional.

Quanto ao atingimento de nível crítico (NC), 02 EEE apresentaram o alerta em quase toda a totalidade dos pulsos telemétricos e, apesar de indiciar mais um erro de sistema do que a recorrência de um problema, optou-se por permanecer com a informação na base por refletir a dificuldade de o prestador ajustar tal situação e perder importante informação de controle em sua operação. Outras 5 EEE apresentaram mais de 10% de sinais tipo NC e 15 EEE apresentaram menos de 5% de sinais NC, conforme verifica-se na tabela 04.

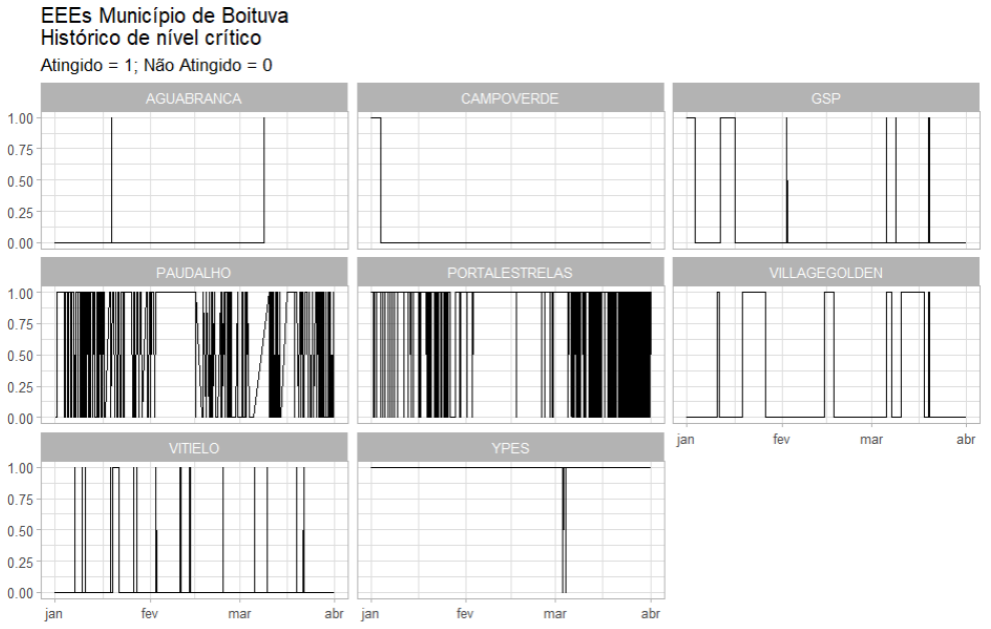
Tabela 4 – Distribuição de sinais acionados de Nível Crítico

Município	EEE	Total de pulsos telemétricos	Percentual de NC
Boituva	Ypes	4367	96,52
Boituva	Portalestrelas	4367	86,92
Boituva	Villagegolden	4367	22,12
Registro	Ipanema_2	60094	20,91
Boituva	Paudalho	4367	13,83
Registro	Distrito_Industrial	60400	13,60
Registro	Jd_Brasil_2	59679	10,81
Registro	Fiat	58282	9,87
Registro	Almoxarifado	60267	9,56
Boituva	Gsp	4365	8,25
Registro	Campo_Verde	56403	8,10
Registro	Boa_Vista	51582	6,44
Registro	Agrocha	53300	5,25
Registro	Ana_Ribeiro	60972	4,41
Registro	9_De_Julho	57018	4,29
Registro	Jd_Valeri	46195	3,42
Boituva	Campoverde	4367	3,32
Boituva	Vitielo	4367	3,18
Registro	Ipanema_1	60968	2,12
Registro	Alay_Correa	60700	1,18
Registro	Bloco_D	60649	0,62
Boituva	Aguabranca	4367	0,30
Boituva	Stoantonio	4366	0,00
Buri	Final	35295	0,00
Buri	Nova Esperança	34954	0,00
Buri	Vila Sene	35869	0,00
Registro	Bloco_B	59760	0,00
Registro	Castelinho	57526	0,00

Fonte: Autoria própria

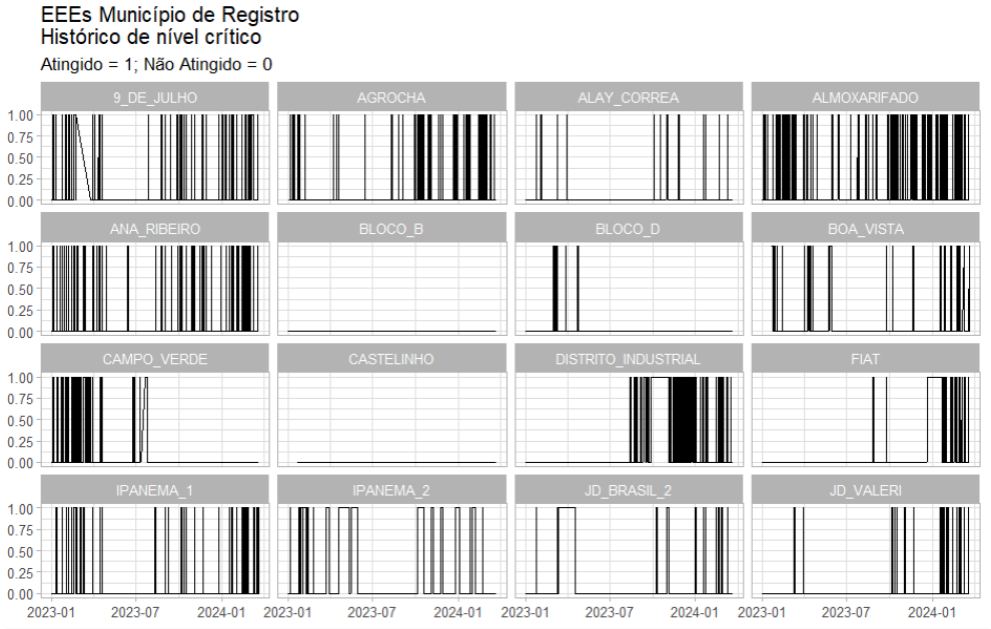
Quando se observa o gráfico de ocorrências dos sinais NC em cada instalação (figuras 03 e 04), é possível avaliar com maior clareza o padrão desejado e o encontrado. De forma geral, em se tratando de nível crítico do poço de sucção da EEE, ou seja, do nível no qual a possibilidade de extravasamento aumenta potencialmente caso nenhuma medida operacional seja tomada, o ideal seria a representação gráfica sem marcas verticais, indicando ausência completa de sinais NC (p. ex. EEE Castelinho – Registro) ou com ocorrência pontual e dispersa pelo tempo (p. ex. EEE Vitielo – Boituva). Representações gráficas com recorrência de sinais NC pelo tempo, formando ou não blocos maciços, assemelhando-se a um código de barras, indiciam instalações com problemas operacionais persistentes. Também necessário enfatizar que a ocorrência de sinais NC não permite concluir a existência de extravasamento no local, mas se apresenta como forte indicativo dessa situação, em especial quando o sinal é persistente durante várias horas.

Figura 3 – Histórico de Nível Crítico – NC em Boituva



Fonte: Autoria própria

Figura 4 – Histórico de Nível Crítico – NC em Registro



Fonte: Autoria própria

As instalações de Registro foram as únicas que possuíam no mesmo pulso telemétrico sinais de CMB e NC, permitindo o cruzamento das informações. Para essas, classificamos as EEE de acordo com as seguintes situações de vulnerabilidade: **Crítica**, nas quais não se verificou CMB reserva operando em alternância adequada (proporção mínima de 30/70) ou ausência dessa informação e presença maior que 5% de sinais de nível crítico atingido; **Atenção**, instalações com uma ou outra condição acima explicitada atingida e **Normal**, aquelas sem nenhuma das condições atingidas. Para esse conjunto, encontrou-se cerca de 37% (6/16) em condição crítica e 63% em situação de atenção; não houve presença de situação normal, conforme observado na tabela 5.

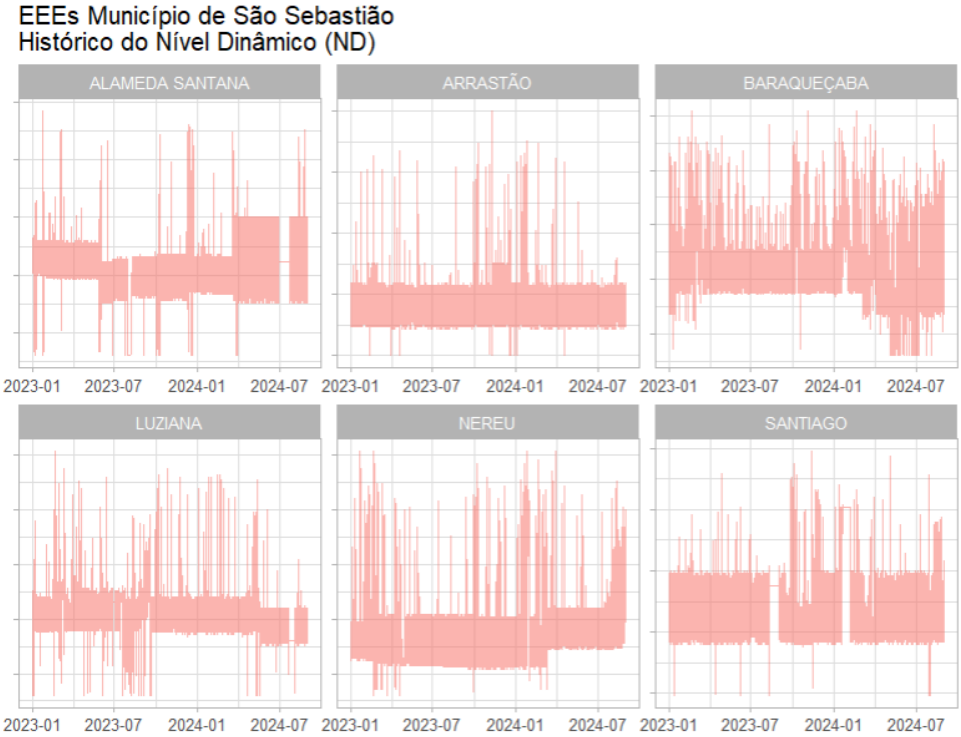
Tabela 5 – Distribuição da condição de vulnerabilidade

EEE	Possui CMB reserva operando alternadamente?	< 5% de sinal NC?	Condição de Vulnerabilidade
9_De_Julho	Não	Sim	Atenção
Agrochá	Sem Informação	Não	Crítico
Alay_Correa	Não	Sim	Atenção
Almoxarifado	Não	Não	Crítico
Ana_Ribeiro	Não	Sim	Atenção
Bloco_B	Não	Sim	Atenção
Bloco_D	Não	Sim	Atenção
Boa_Vista	Sem Informação	Não	Crítico
Campo_Verde	Sim	Não	Atenção
Castelinho	Não	Sim	Atenção
Distrito_Industrial	Sim	Não	Atenção
Fiat	Não	Não	Crítico
Ipanema_1	Não	Sim	Atenção
Ipanema_2	Não	Não	Crítico
Jd_Brasil_2	Não	Não	Crítico
Jd_Valeri	Não	Sim	Atenção

Fonte: Autoria própria

Por último, também se avaliou o comportamento de EEE que possuíam medição do nível dinâmico do poço (ND). Diferentemente do Nível Crítico (NC), que emite um sinal binário (0 ou 1), indicando que tal condição foi atingida, o ND informa o nível de ocupação do poço de sucção a cada pulso telemétrico. Embora não se tenha nesse estudo a informação sobre o nível de extravasamento de cada EEE, o que permitiria concluir a quantidade vezes que houve o evento, se mostra possível observarmos os padrões do ND (figuras 5 e 6), concluindo que a faixa de operação segura perfaz aquela predominante nos gráficos. Portanto, considerou-se que eventos acima dessa faixa indiciam problemas operacionais na instalação. Dessa forma, a condição virtualmente ideal seria aquela com inexistência de variações além da faixa de segurança, mas compreende-se como inevitável que variações pontuais ocorram (p. ex. EEE Arrastão – São Sebastião). Mostra-se preocupante quando se observa a recorrência de variações por extensas faixas do histórico, indiciando dificuldade de controle operacional da instalação (p. ex. EEE Terra da Alvorada, Itupeva).

Figura 5 – Histórico de Nível Dinâmico – NP em São Sebastião



Fonte: Autoria própria

Figura 6 – Histórico de Nível Dinâmico – NP em Itupeva



Fonte: Autoria própria

Como se pode observar nas figuras 4 e 5, há grande variabilidade distributiva do comportamento nas instalações observadas, confirmada pelo cálculo do desvio-padrão relativo – DPR dos eventos, conforme tabela 6. O uso do DPR permite comparar grandezas com diferentes escalas, servindo ao presente caso; além disso, para evitar que

outliers impactassem o DPR, aparamos os 2% maiores valores observados em cada EEE. Consideramos aceitáveis valores abaixo ou igual a 1 DPR.

Tabela 6 – Desvio Padrão Relativo – DPR do NP

Município	EEE	DPR
Itupeva	Terra Da Alvorada	3,32
Itupeva	Botanica	2,60
Itupeva	Perola	2,20
Itupeva	Phytos 1	2,02
Itupeva	Ibi Aram 2	1,77
Itupeva	Final	1,72
Itupeva	Phytos 2	1,68
Itupeva	Azzure	1,57
Itupeva	Chechinato	1,51
Itupeva	Ibi Aram 1	1,49
Itupeva	Pq Das Ortensias	1,46
Itupeva	Rio Das Pedras	1,18
Itupeva	Mina	1,17
Itupeva	Pacaembu	1,14
Itupeva	Mont Serrat	0,93
Itupeva	Italia	0,88
Itupeva	Serra Azul	0,70
São Sebastiao	Nereu	0,60
São Sebastiao	Baraqueçaba	0,44
São Sebastiao	Santiago	0,38
São Sebastiao	Alameda Santana	0,31
São Sebastiao	Arrastão	0,25
São Sebastiao	Luziana	0,24

Fonte: Autoria própria

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados demonstram uma fragilidade significativa no padrão operacional das EEE analisadas. A ausência de CMB reserva ou a operação contínua de um único conjunto reduzem a resiliência do sistema e ampliam o risco de extravasamentos, especialmente em horários de pico. Conforme indicado pela NBR 12208 (ABNT, 2021), a operação alternada de bombas não é apenas uma recomendação técnica, mas uma medida essencial para garantir a confiabilidade e a manutenção preventiva. A ausência dessa prática torna o sistema suscetível a falhas inesperadas, dificultando o controle de danos.

A recorrência de níveis críticos nas EEE monitoradas pode ser interpretada como um sintoma da ausência de critérios regulatórios para confiabilidade operacional. Atualmente, os indicadores regulatórios aplicados aos serviços de esgotamento sanitário — como os definidos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) — são focados em aspectos como cobertura, tratamento e qualidade final do efluente, mas não abrangem a performance operacional das EEE; a Norma de Referência nº 9, por exemplo, traz no artigo 10, III, o índice de duração média dos reparos de extravasamentos de esgoto (ANA, 2024). Nesse sentido, propõe-se a criação de um Indicador de Extravasamento Potencial (IEP), que poderia considerar duas condições iniciais (i) presença de CMB reserva com alternância operacional efetiva e (ii) baixa frequência de atingimento do nível crítico ou baixa variabilidade no nível dinâmico.

Com essas informações, se torna possível classificar as EEEs de acordo com o IEP: **Normal**, em situações nas quais a instalação atende aos dois critérios; **Atenção**, em que atende um ou outro critério e **Crítico**, em que não atende a nenhum critério. A ausência de informação em qualquer critério foi considerada como "não atende". A tabela 7 apresenta os resultados do IEP para as instalações avaliadas.

Tabela 7 – Resultado do IEP

Município	EEE	CMBs operam adequadamente	NC < 5% ou ND < 1 DPR	IEP
Registro	9_De_Julho	Não	Sim	Atenção
Registro	Agrochá	-	Não	Crítico
Registro	Alay_Correa	Não	Sim	Atenção
Registro	Almoxarifado	Não	Não	Crítico
Registro	Ana_Ribeiro	Não	Sim	Atenção
Registro	Bloco_B	Não	Sim	Atenção
Registro	Bloco_D	Não	Sim	Atenção
Registro	Campo_Verde	Sim	Não	Atenção
Registro	Castelinho	Não	Sim	Atenção
Registro	Distrito_Industrial	Sim	Não	Atenção
Registro	Fiat	Não	Não	Crítico
Registro	Ipanema_1	Não	Sim	Atenção
Registro	Ipanema_2	Não	Não	Crítico
Registro	Jd_Brasil_2	Não	Não	Crítico
Registro	Jd_Valeri	Não	Sim	Atenção
Registro	Boa Vista	-	Não	Crítico
Boituva	Aguabranca	-	Sim	Atenção
Boituva	Campoverde	-	Sim	Atenção
Boituva	Gsp	-	Não	Crítico
Boituva	Paudalho	-	Não	Crítico
Boituva	Portalestrelas	-	Não	Crítico
Boituva	Stoantonio	-	Sim	Atenção
Boituva	Villagegolden	-	Não	Crítico
Boituva	Vitielo	-	Sim	Atenção
Boituva	Ypes	-	Não	Crítico
Buri	Final	Não	Sim	Atenção
Buri	Nova Esperança	Não	Sim	Atenção
Buri	Vila Sene	Não	Sim	Atenção
Itupeva	Botanica	Não	Não	Crítico
Itupeva	Ibi Aram 1	Sim	Não	Atenção
Itupeva	Ibi Aram 2	Sim	Não	Atenção
Itupeva	Italia	Sim	Sim	Normal
Itupeva	Mina	Sim	Não	Atenção
Itupeva	Mont Serrat	Sim	Sim	Normal
Itupeva	Pacaembu	Não	Não	Crítico
Itupeva	Phytos 1	Não	Não	Crítico
Itupeva	Phytos 2	Sim	Não	Atenção
Itupeva	Pq Das Ortensias	Não	Não	Crítico
Itupeva	Rio Das Pedras	Não	Não	Crítico
São Sebastiao	Alameda Santana	-	Sim	Atenção
São Sebastiao	Arrastão	-	Sim	Atenção
São Sebastiao	Baraqueçaba	-	Sim	Atenção
São Sebastiao	Luziana	-	Sim	Atenção
São Sebastiao	Nereu	-	Sim	Atenção
São Sebastiao	Santiago	-	Sim	Atenção

Fonte: Autoria própria

A partir destes agrupamentos se mostra possível diversas ações operacionais e regulatórias: (i) Sob o viés normatizador, o ente regulatório poderá propor medidas de controle e monitoramento mais específicas para grupos de instalações, considerando seu IEP, incluindo a necessária instalação de telemetria para status dos CMB e dos níveis dos poços de sução; adicionalmente, poderia direcionar sua fiscalização para as instalações com IEP crítico ou em atenção, ampliando a eficiências de suas ações de campo. (ii) Já sob o viés do prestador, a classificação permitiria direcionar investimentos (com o devido reconhecimento tarifário) para ampliar a telemetria e estabelecer

protocolos mais restritivos de controle nas instalações com piores classificações, incluindo redução na periodicidade de limpeza, manutenção preditiva dos CMB e sistemas elétricos.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

O estudo técnico foi baseado em dados telemétricos de 52 estações elevatórias e, apesar de demonstrar a necessidade de uma abordagem regulatória mais abrangente para os sistemas de esgotamento sanitário, seria recomendável a ampliação da base de EEEs para uma quantidade com maior significância estatística ou, no cenário ideal, para a totalidade de instalações com telemetria disponível. Além disso, para ampliar a malha de controle, é recomendável normatização regulatória que estabeleça a necessidade gradual de monitoramento telemétrico em todas as EEEs para, as seguintes informações: CMB em operação e status do nível crítico ou status do nível dinâmico, entre outras; adicionalmente, seria recomendável a instalação de medidor de controle no ponto de extravasamento de cada EEE, permitindo o monitoramento efetivo da quantidade de vezes em que extravasamento de esgoto ocorreu na instalação ou no ponto de extravasamento a montante. Por fim, importante ressaltar que a existência de contribuição parasitária na EEE (águas pluviais indevidamente conectada ao sistema coletor entre outros eventos irregulares) deve ser avaliada com maior profundidade para verificar a necessidade de ajustes na classificação do NC e ND.

As falhas operacionais recorrentes observadas — especialmente a ausência de alternância e recorrência de nível crítico — são fatores que contribuem para o aumento de risco de extravasamentos, com impactos ambientais e sanitários consideráveis. A implementação de um Indicador de Extravasamento Potencial (IEP) poderá auxiliar na priorização de investimentos, na mitigação de riscos ambientais e na transparência da prestação de serviços de saneamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12208:2021 – Projeto de Estação Elevatória de Esgoto Sanitário*. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
2. BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA. *Resolução ANA nº 211*, de 19 de setembro de 2024. Aprova a Norma de Referência nº 9/2024, que dispõe sobre indicadores operacionais da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. disponível em <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2024/211> Acesso em: 08 jun. 2025
3. CRESPO, Patricio Gallegos. *Elevatórias nos sistemas de esgotos*. Belo Horizonte: UFMG, 2001
4. FAYYAD, U., PIATETSKY-SHAPIRO, G., SMYTH, P. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. *AI Magazine*, 17(3), 37, 1996.
5. MINISTERIO DAS CIDADES. Sistema Nacional de Informações de Saneamento Básico – SINISA. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/sinisa-1> Acesso em: 02 de jun. de 2025.
6. NETTO, Azevedo et al. *Manual de Hidráulica*. 8. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.
7. OMS – Organização Mundial da Saúde. *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene*. Geneva: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme, 2019.
8. SANEPAR. *Manual Técnico de Estações Elevatórias de Pequeno Porte*. Curitiba: Sanepar, 2020. IFG – Instituto Federal de Goiás. Estudo Comparativo de Bombas para Estações Elevatórias. Anápolis: IFG, 2021.
9. SILVA, Aliadna S. F.; RODRIGUES, Ivan L.; GONÇAVES, Bruno B. Proposta de otimização de estações elevatórias de esgoto. In *Engenharias: produtividade e inovação tecnológica 3* (E-Book). Atena Editora, 2024. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/proposta-de-otimizacao-de-estacoes-elevatorias-de-esgoto> Acesso em: 08 jun. 2025