

MONITORAMENTO DE CARGAS EXTERNAS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS: EVIDÊNCIAS DE DESCONFORMIDADES E POTENCIAIS IMPACTOS OPERACIONAIS

Marcos Henrique Hahn Calvete – calvete.dmae@gmail.com

Departamento Municipal de Água e Esgotos

Raul Oliveira da Rosa – raulr@dmae.prefpoa.com.br

Departamento Municipal de Água e Esgotos

Porto Alegre – RS – CEP 90.850-110

Resumo: O recebimento de resíduos provenientes de fossas sépticas e banheiros químicos em estações de tratamento de esgotos (ETE) requer mecanismos de controle capazes de assegurar a compatibilidade dessas cargas com os processos biológicos de tratamento. Este trabalho avaliou a qualidade de cargas externas recebidas em ETE do DMAE – Porto Alegre entre os anos de 2022 e 2024, investigando sua conformidade com os limites estabelecidos em edital de credenciamento e sua possível relação com recorrentes eventos de flotação de lodo. Foram analisadas 19 amostras quanto aos parâmetros pH, demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais, óleos e graxas, nitrogênio amoniacal e fósforo total, além da determinação de metais potencialmente tóxicos. Os resultados evidenciaram elevado índice de desconformidades, destacando-se excedências em sólidos totais (57,9%), DQO (52,6%) e óleos e graxas (52,9%), além de concentrações elevadas de nitrogênio amoniacal e fósforo total em 36,8% das amostras. Também foi identificada a presença recorrente de metais como chumbo, cádmio, cromo, mercúrio e arsênio, indicando possível contribuição de resíduos com características distintas daquelas previstas para esgotamento sanitário. Os resultados sugerem que parte das cargas recebidas apresenta potencial para comprometer o desempenho operacional da ETE, reforçando a necessidade de intensificação do monitoramento laboratorial, da rastreabilidade por meio do Sistema MTR Online e da adoção de critérios mais rigorosos para aceitação de cargas externas, visando preservar a eficiência do tratamento e a conformidade ambiental do sistema.

Palavras-chave: estação de tratamento de esgotos; cargas externas; resíduos de esgotamento sanitário; monitoramento ambiental.

Realização



Apoio Institucional



REBOB
Rede Brasileira de
Resíduos Orgânicos Biodegradáveis

Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

MONITORING OF EXTERNAL WASTE LOADS AT A WASTEWATER TREATMENT PLANT: EVIDENCE OF NON-COMPLIANCE AND POTENTIAL OPERATIONAL IMPACTS

Abstract: The reception of waste from septic tanks and portable chemical toilets at wastewater treatment plants (WWTPs) requires control mechanisms capable of ensuring the compatibility of these external loads with biological treatment processes. This study evaluated the quality of external waste loads received by a wastewater treatment plant (WWTP) located in Porto Alegre, between 2022 and 2024, investigating their compliance with the acceptance criteria established in the accreditation notice and their possible relationship with recurrent sludge flotation events. Nineteen samples were analyzed for pH, chemical oxygen demand (COD), total solids, oils and grease, ammoniacal nitrogen, total phosphorus, and the presence of potentially toxic metals. The results revealed a high rate of non-compliance, with exceedances observed for total solids (57.9%), COD (52.6%), and oils and grease (52.9%), while elevated concentrations of ammoniacal nitrogen and total phosphorus were found in 36.8% of the samples. The recurrent detection of metals such as lead, cadmium, chromium, mercury, and arsenic also constituted a strong indication of contributions from waste streams with characteristics different from those expected for domestic sanitary waste. The findings suggest that part of the external loads received has the potential to impair the operational performance of the WWTP, reinforcing the need for enhanced laboratory monitoring, full traceability through the MTR Online System, and stricter acceptance criteria for external waste loads in order to preserve treatment efficiency and ensure environmental compliance.

Keywords: wastewater treatment plant; external waste loads; sanitary wastewater residues; environmental monitoring.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos oriundos do esgotamento sanitário demanda mecanismos de controle que assegurem sua adequada coleta, transporte e destinação final. No Estado do Rio Grande do Sul, o Sistema MTR Online tornou-se instrumento obrigatório para o rastreamento da movimentação desses resíduos, atribuindo responsabilidades aos geradores, transportadores e destinadores.

Paralelamente, a Portaria FEPAM nº 344/2023 estabelece diretrizes para o licenciamento das atividades de coleta e transporte de resíduos perigosos, abrangendo inclusive de esgotamento sanitário, resíduos provenientes de fossas sépticas, unidades complementares de tratamento, caixas de gordura e banheiros químicos.

Considerando que as estações de tratamento de esgotos são projetadas para receber predominantemente esgotos sanitários com características relativamente conhecidas, a introdução de cargas externas com composição distinta pode ocasionar alterações significativas no desempenho operacional. Entre os impactos potenciais destacam-se toxicidade ao lodo biológico, redução da atividade microbiológica, flotação de sólidos em decantadores, aumento da produção de espuma e comprometimento da qualidade do efluente tratado.

Diante da recorrência de eventos operacionais relacionados à flotação de lodo na ETE Alessandro Brutti/DMAE (antiga ETE Navegantes), foi realizado monitoramento laboratorial de cargas externas recebidas entre os anos de 2022 e 2024, buscando verificar sua conformidade com os limites estabelecidos contratualmente e sua possível relação com os eventos observados.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Critérios de avaliação

Os resultados analíticos foram comparados com os limites máximos estabelecidos pelo Edital de Credenciamento para recebimento de resíduos provenientes de fossas sépticas e banheiros químicos:

- pH: 6,0 a 9,0;
- DQO: 12.000 mgO₂/L;
- Fósforo Total: 200 mg/L;
- Nitrogênio Amoniacal: 500 mg/L;
- Óleos e Graxas: 1.200 mg/L;
- Sólidos Totais: 12.000 mg/L.

Foram avaliadas 19 amostras com resultados analíticos disponíveis para os parâmetros contratualmente controlados acima listados, bem como para os metais antimônio, arsênio, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, molibdênio e tálio.

Realização



Apoio Institucional

REBOB
Rede Brasileira de Resíduos Orgânicos Biodegradáveis

Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

2.2. Resultados obtidos

Os resultados evidenciaram elevado número de desconformidades em relação aos limites estabelecidos.

Para sólidos totais (ST), 11 das 19 amostras (57,9%) apresentaram concentrações superiores ao limite contratual. A média observada foi de aproximadamente 20.825 mg/L, valor cerca de 74% superior ao limite estabelecido em edital.

Para DQO, 10 das 19 amostras (52,6%) ultrapassaram o valor máximo permitido. A média encontrada foi de aproximadamente 21.201 mg/L, representando valor quase duas vezes superior ao limite contratual.

No parâmetro óleos e graxas, 9 das 17 amostras analisadas (52,9%) excederam o limite de 1.200 mg/L, sendo observado valor máximo de 12.892 mg/L, mais de dez vezes acima do permitido.

Quanto ao nitrogênio amoniacal, 7 das 19 amostras (36,8%) apresentaram concentrações superiores ao limite contratual de 500 mg/L, alcançando valor máximo de 2.596,65 mg/L.

Para fósforo total, também foram registradas 7 desconformidades entre 19 amostras (36,8%), com concentração máxima de 1.920,89 mg/L, aproximadamente dez vezes superior ao limite estabelecido.

Quanto ao parâmetro pH, embora a maior parte dos resultados estivesse dentro da faixa esperada, foram identificadas amostras com valores significativamente ácidos e alcalinos, variando aproximadamente entre 4,5 e 9,1. Tais resultados fogem claramente das características típicas com que o tratamento de esgotos domésticos é capaz de lidar, além de sugerir a possível presença de substâncias ou resíduos distintos daqueles previstos contratualmente.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

Tabela 1: resultados das amostras para os parâmetros físico-químicos constantes do Edital.

			LIMITE DEFINIDO NO EDITAL (valores em vermelho fora dos limites estabelecidos)					
	Data Coleta	Hora	pH -	ST mg/L	DQO mg O ₂ /L	OG mg/L	NNH ₃ mg N/L	P tot mg/L
1	30/11/2022	13:45	7,4	19675	24656		164,24	211,783
2	14/12/2022	08:30	7	12640	20206	1387	699,34	122,986
3	17/01/2023	08:00	7,1	635	575		68,9	9,685
4	16/02/2023	14:05	6,8	29776	19113	168	86,95	142,997
5	07/03/2023	14:55	6,4	4325	5785	171	68,94	39,187
6	20/04/2023	10:35	7,8	22256	11051	3055	607,24	7,496
7	19/05/2023	10:30	9,1	25878	49898	1933	2596,65	483,416
8	21/06/2023	11:25	4,5	21886	31405	6404	215,1	70,321
9	17/07/2023	10:00	5,7	5699	6932	1011	76,3	32,704
10	15/08/2023	08:30	7,8	82931	72555	3328	2007,5	1920,89
11	22/09/2023	10:50	6,4	3619	5284	370	230,23	32,751
12	12/12/2023	10:55	6,8	37997	37084	12892	368,7	177,515
13	26/02/2024	14:10	6,3	1813	1752	182,2	69,35	10,587

Fonte: Laboratórios da Gerência de Tratamento de Esgotos do DMAE.

Tabela 2: resultados analíticos para ocorrência de metais nas amostras

			SEM LIMITE DEFINIDO NO EDITAL (células em branco correspondem a resultado 'ND')								Empresa Transportadora	MTR (codif.)
	Data Coleta	Hora	Antimônio mg/L	Arsênio mg/L	Cádmio mg/L	Chumbo mg/L	Cromo mg/L	Mercurio mg/L	Molibdênio mg/L	Tálio mg/L		
1	30/11/2022	13:45	0,391	0,076	0,03	0,576	0,674	0,019	0,747		A	1
2	14/12/2022	08:30		0,032		0,164	0,103	0,007	0,083		C	2
3	17/01/2023	08:00									E	3
4	16/02/2023	14:05	0,071	0,128	0,087	13,517	1,53	0,165	0,853		A	4
5	07/03/2023	14:55			0,013	0,587	0,273		0,229		A	5
6	20/04/2023	10:35	0,025	0,044		0,034	0,07		0,921		F	6
7	19/05/2023	10:30	0,046	0,055	0,069	0,488	1,292	0,007	0,389		C	7
8	21/06/2023	11:25	0,055		0,039	1,39	0,919		0,245		B	8
9	17/07/2023	10:00		0,040			0,122		0,038		G	9
10	15/08/2023	08:30	0,068	0,124	0,16	1,561	2,56		4,414		D	10
11	22/09/2023	10:50				0,108	0,159		0,027		B	11
12	12/12/2023	10:55			0,024	0,262	0,952		0,509	0,227	H	12
13	26/02/2024	14:10				0,077	0,324		0,132	0,165	B	13

Fonte: Laboratórios da Gerência de Tratamento de Esgotos do DMAE.

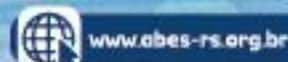
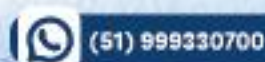
Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



2.3. Discussão dos resultados

Os resultados obtidos no monitoramento das cargas externas recebidas pela Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) demonstram que parcela significativa das amostras apresentou características incompatíveis com aquelas previstas no Edital de Credenciamento para resíduos oriundos de fossas sépticas e banheiros químicos. As frequentes desconformidades observadas para DQO, sólidos totais, óleos e graxas, nitrogênio amoniacal e fósforo, associadas à presença recorrente de metais potencialmente tóxicos, indicam que parte dos resíduos descarregados na ETE possuía composição distinta daquela esperada para resíduos sanitários convencionais.

Os elevados valores de DQO e sólidos totais evidenciam a introdução de cargas com elevada concentração de matéria orgânica e material particulado, capazes de impor sobrecargas instantâneas ao processo biológico. Embora sistemas de lodos ativados apresentem capacidade de absorver variações operacionais, cargas de choque sucessivas podem exceder a capacidade de adaptação da biomassa, reduzindo a estabilidade do tratamento. No presente estudo, a elevada frequência de resultados acima dos limites contratuais reforça a hipótese de que essas cargas tenham contribuído para os episódios de instabilidade operacional observados na ETE.

Situação semelhante foi observada para óleos e graxas. Diversas amostras apresentaram concentrações superiores ao limite estabelecido para recebimento, indicando a introdução de resíduos com elevado potencial de interferência física no processo de tratamento. Segundo as obras clássicas de Metcalf & Eddy e os manuais operacionais da Water Environment Federation (WEF 2023), concentrações elevadas de óleos e graxas favorecem a formação de escumas, aderem aos flocos biológicos, reduzem sua capacidade de sedimentação e podem provocar episódios de flotação do lodo. Além disso, a formação de películas oleosas reduz a eficiência da transferência de oxigênio para o meio líquido, comprometendo a atividade microbiológica e aumentando a suscetibilidade do sistema a falhas operacionais. Essas descrições convergem com os eventos de flotação de lodo que motivaram a presente investigação, embora os resultados obtidos não permitam estabelecer relação causal direta entre uma carga específica e cada evento operacional registrado.

Outro aspecto relevante refere-se às concentrações de nitrogênio amoniacal e fósforo. Embora esses constituintes sejam naturalmente encontrados em resíduos de esgotamento sanitário, parte significativa das amostras apresentou valores muito superiores aos limites estabelecidos contratualmente. No caso do fósforo, concentrações elevadas podem estar associadas ao uso intensivo de produtos químicos empregados em banheiros químicos ou mesmo à contribuição de resíduos com características distintas das previstas para o sistema de recebimento. Em conjunto com a elevada DQO, esses resultados reforçam a existência de cargas com composição significativamente diferente daquela considerada no projeto e na operação rotineira da estação.

As análises também identificaram a presença recorrente de metais como chumbo, cádmio, cromo, mercúrio, arsênio e outros elementos potencialmente tóxicos. Embora esgotos sanitários possam conter concentrações residuais desses metais, os níveis e a frequência observados sugerem contribuições provenientes de atividades não estritamente domésticas, incluindo processos industriais, oficinas, lavagem de equipamentos e outras atividades potencialmente geradoras de resíduos contendo metais.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

Evidentemente, a simples detecção desses elementos não constitui prova inequívoca de descarte irregular; entretanto, sua ocorrência simultânea com elevadas cargas orgânicas e outros parâmetros em desconformidade constitui importante indicativo da necessidade de aprofundamento das investigações sobre a origem dos resíduos recebidos.

Sob o ponto de vista operacional, a presença desses metais merece atenção especial devido ao seu potencial efeito sobre a biomassa responsável pelo tratamento biológico. Santos e Judd (2010) destacam que, em sistemas convencionais de lodos ativados, parcela significativa dos metais tende a permanecer associada ao lodo biológico, enquanto a remoção das frações dissolvidas exige processos terciários específicos, como precipitação química, adsorção ou processos por membranas. Para estações municipais, entretanto, a implantação dessas tecnologias representaria investimentos elevados e incompatíveis com a finalidade do tratamento convencional, tornando o controle na fonte a alternativa mais eficaz para evitar a introdução desses contaminantes.

Essa interpretação é reforçada pelos resultados experimentais de Du et al. (2019), que demonstraram que compostos tóxicos presentes em descargas industriais reduzem diretamente a atividade respiratória da biomassa de lodos ativados. Utilizando a Taxa Relativa de Consumo de Oxigênio (ROUR) como indicador, os autores verificaram que metais como cobre, zinco, níquel, cádmio e cromo podem provocar redução significativa da atividade microbiológica, especialmente quando introduzidos sob a forma de cargas de choque. O estudo também demonstrou que a toxicidade depende não apenas da concentração dos contaminantes, mas também da frequência de exposição, da biodisponibilidade e da capacidade de amortecimento proporcionada pela biomassa existente no sistema. Os resultados desta pesquisa apresentam elevada convergência com essas observações.

Embora os valores de pH tenham permanecido, em sua maioria, próximos da faixa operacional recomendada (4,5 a 9,1), não indicando alterações suficientemente expressivas para justificar, isoladamente, os eventos observados, a combinação entre elevadas cargas orgânicas, concentrações excessivas de óleos e graxas e presença recorrente de metais potencialmente tóxicos constitui cenário compatível com episódios de redução da atividade microbiológica e perda de estabilidade do processo biológico.

Outro aspecto importante destacado por Du et al. (2019) refere-se ao emprego de sistemas de monitoramento baseados na atividade respiratória da biomassa como ferramenta de alerta precoce para identificação de cargas potencialmente tóxicas. Embora a realidade operacional das estações que recebem resíduos transportados por caminhões limpa-fossa fosse baseada, predominantemente, em análises laboratoriais periódicas e no controle documental por meio do Sistema MTR auto declaratório, é altamente recomendável que o aperfeiçoamento desse controle deve ser acompanhado da implantação de tanques de equalização para o recebimento das cargas externas. Além de possibilitar a homogeneização e a caracterização prévia dos resíduos, essas unidades permitem amortecer variações bruscas de carga hidráulica e orgânica, reduzindo o risco de introdução direta de cargas incompatíveis no processo biológico e aumentando a segurança operacional das ETEs.

Em conjunto, os resultados obtidos indicam que os episódios de instabilidade operacional observados na ETE provavelmente não decorrem de um único parâmetro isolado, mas da combinação de elevadas cargas orgânicas, excesso de óleos e graxas, presença de metais potencialmente tóxicos e sucessivas cargas com características distintas daquelas previstas para resíduos de fossas sépticas e banheiros químicos. Nesse contexto, o monitoramento sistemático das cargas externas, associado ao

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

rigor na aceitação dos resíduos, à rastreabilidade proporcionada pelo Sistema MTR e ao fortalecimento da fiscalização sobre a origem dos resíduos transportados, constitui medida fundamental para preservar a estabilidade operacional das estações de tratamento de esgotos e reduzir o risco de recorrência dos eventos observados.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das cargas externas recebidas pela ETE Alessandro Brutti entre 2022 e 2024 demonstrou elevado índice de desconformidade em relação aos limites estabelecidos contratualmente para resíduos provenientes de fossas sépticas e banheiros químicos.

Mais da metade das amostras analisadas apresentou excedências para sólidos totais, DQO e óleos e graxas, enquanto aproximadamente um terço ultrapassou os limites para nitrogênio amoniacal e fósforo total.

Os resultados obtidos indicam que parte das cargas recebidas possivelmente possui características distintas daquelas admitidas pelo Edital de Credenciamento, podendo contribuir para os eventos de flotação de lodo e para a perda de eficiência do tratamento biológico observados na ETE naquele período.

Diante desse cenário, recomenda-se que o monitoramento laboratorial das cargas externas recebidas em unidades destinadas ao tratamento de esgotos domésticos, a rastreabilidade integral por meio do Sistema MTR Online, a adoção de critérios de rejeição preventiva para cargas suspeitas e a revisão periódica dos procedimentos de fiscalização e controle dos resíduos recebidos, de forma a preservar a integridade operacional da estação e assegurar a conformidade ambiental do tratamento realizado.

Agradecimentos

Ao DMAE/Porto Alegre.

Aos colegas que defendem o saneamento em seu fazer diário, faça chuva ou faça sol, sábados, domingos, feriados e dias santos, 24 horas por dia.

Realização



Apoio Institucional



REBOB
Rede Brasileira de
Resíduos Orgânicos Biodegradáveis

Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

4. REFERÊNCIAS

DU, Y.; CHEN, Y.; ZOU, L.; DENG, S.; LI, G.; ZHANG, D. **Monitoring the activated sludge activities affected by industrial toxins via an early-warning system based on the relative oxygen uptake rate (ROUR) index.** *Applied Sciences*, Basel, v. 9, n. 1, art. 154, 2019. DOI: 10.3390/app9010154. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app9010154>. Acesso em: 30 jun. 2026.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (FEPAM). Portaria FEPAM n.º 576, de 2026. Regulamenta o Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos (Sistema MTR Online) no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAM, 2026. Disponível em: <https://www.fepam.rs.gov.br/manifesto-de-transporte-de-residuos-mtr>. Acesso em: 29 jun. 2026.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (FEPAM). Portaria FEPAM n.º 344, de 04 de outubro de 2023. Estabelece critérios e procedimentos administrativos para licenciamento ambiental das atividades de transporte de produtos e/ou resíduos perigosos no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAM, 2021. Disponível em: <https://www.fepam.rs.gov.br>. Acesso em: 29 jun. 2026.

SANTOS, A.; JUDD, S. **The fate of metals in wastewater treated by the activated sludge process and membrane bioreactors: a brief review.** *Journal of Environmental Monitoring*, Cambridge, v. 12, n. 5, p. 110–118, 2010. DOI: 10.1039/B918161J. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2010/em/b918161j>. Acesso em: 30 jun. 2026.

WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Operation of Water Resource Recovery Facilities. Manual of Practice No. 11 (MOP 11).** 8. ed. Alexandria, VA: Water Environment Federation, 2023.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br