ESG - ENVIRONMENTAL,SOCIAL AND GOVERNANCE
SINGEURB
IV Simpósio Nacional de Engenharia Urbana

Rio de Janeiro, 22 a 24 de novembro de 2023

CAPTAÇÃO DE ESGOTO EM TEMPO SECO: ACUMULAÇÃO DE SÓLIDOS MINERAIS E GROSSEIRO

SEWAGE INTERCEPTION IN DRY WEATHER: ACCUMULATION OF MINERAL AND COARSE SOLIDS

SOUZA, Everaldo Batista[1]; VOLSCHAN JR, Isaac[2]

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro, everaldosouza_esa@yahoo.com.br
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro, volschan@poli.ufrj.br

RESUMO

A interceptação de esgotos sanitários em sistemas de drenagem pluvial em períodos secos e a sequencial transferência aos elementos de transporte e tratamento perfaz solução de engenharia já praticada no país. Esta pesquisa tem como objetivo quantificar a acumulação volumétrica de resíduos sólidos minerais e resíduos sólidos grosseiros em sistemas de esgotamento sanitário do município de Araruama/RJ, baseados no modelo separador absoluto e na estratégia de interceptação em sistemas de drenagem pluvial. Os resultados indicam que o sistema de esgotamento sanitário baseado na estratégia interceptação de esgotos em sistemas de drenagem pluvial em períodos secos gera maior quantidade de resíduos que o modelo separador absoluto, independentemente do período mensal de observação. Indicam também que independentemente do tipo de sistema de esgotamento sanitário, acumula-se mais resíduos no período de maior pluviosidade.

Palavras-chave: Captação de esgoto em Tempo Seco, Resíduo Sólido Mineral, Sistema Drenagem Pluvial.

ABSTRACT

The interception of sewage in storm water systems during dry periods and the subsequent transfer to the transport and treatment elements is an engineering solution already practiced in Brazil. This research is part of a master's thesis in environmental engineering and aims to quantify the volumetric accumulation of solid mineral and coarse solid wastes in sewage systems in the municipality of Araruama/RJ, based on the absolute separator model and the interception strategy in storm water systems. The results indicate that the sewage system based on the interception strategy in storm water systems during dry periods generates more waste than the absolute separator model, regardless of the monthly observation period. They also indicate that, regardless of the type of sewage system, more waste accumulates during the period of highest rainfall.

***Keywords**: Sewage Interception in Dry Weather, Mineral Solid Waste, storm water systems.*

1 INTRODUÇÃO

A Lei Federal nº 14.026/2020 destaca a proposta de captar esgoto sanitário em sistemas de drenagem pluvial durante períodos secos, como estratégia para alcançar metas progressivas de universalização dos serviços de saneamento, incentivando o estabelecimento de diretrizes para substituição de sistemas unitários por sistemas de esgotamento sanitário separador absoluto. Em áreas urbanas formais com sistemas de esgotamento sanitário separador absoluto, estruturas de captação em tempo seco (CTS) já são utilizadas para interceptar efluentes poluídos que não deveriam estar presentes no sistema de drenagem pluvial. Essa estratégia também é aplicável em áreas urbanas informais sem infraestrutura adequada de saneamento, como loteamentos irregulares e favelas, transferindo os efluentes dos elementos de drenagem pluvial existentes para o sistema separador absoluto formal.

O novo marco legal introduz a mesma estratégia para áreas urbanas formais que ainda não possuem sistema separador absoluto. Nesse caso, as estruturas de CTS teriam o objetivo de interceptar efluentes poluídos do sistema de drenagem pluvial e transportá-los por coletores troncos e interceptores até uma estação de tratamento de esgotos. Essa estratégia seria a fase inicial de um plano gradual de implantação do sistema separador absoluto, começando com os elementos de transporte e tratamento, para posteriormente incorporar a rede coletora separada. As mesmas estruturas de CTS, futuramente, atuariam como elementos redundantes para proteção dos corpos d'água, aumentando a eficiência do sistema separador quando totalmente implantado. Considerações técnicas relacionadas ao projeto, engenharia, operação, manutenção e controle das estruturas de CTS devem ser padronizadas. Volschan (2020) e Lopes et al. (2022) destacam a importância de avaliar o impacto na gestão operacional em relação ao acúmulo de sólidos grosseiros e material mineral pesado.

A seleção cuidadosa de dispositivos de gradeamento é fundamental para evitar a entrada de resíduos sólidos no sistema de esgotamento sanitário e a ocorrência de obstruções. Equipamentos adequados, capazes de lidar com sólidos maiores ou equipados com trituradores, devem ser instalados para interligar as unidades de CTS ao sistema de esgotamento sanitário. Manutenção regular é necessária para evitar o acúmulo de resíduos sólidos. O material mineral pesado, como areia, pedrisco e silte, apresenta desafios, pois pode sedimentar e se depositar no sistema de esgotamento sanitário, causando abrasão em equipamentos de bombeamento. A água de lavagem externa, contribuições parasitas de edifícios e infiltração regular do lençol freático contribuem para a presença de material mineral pesado (VON SPERLING, 2015).

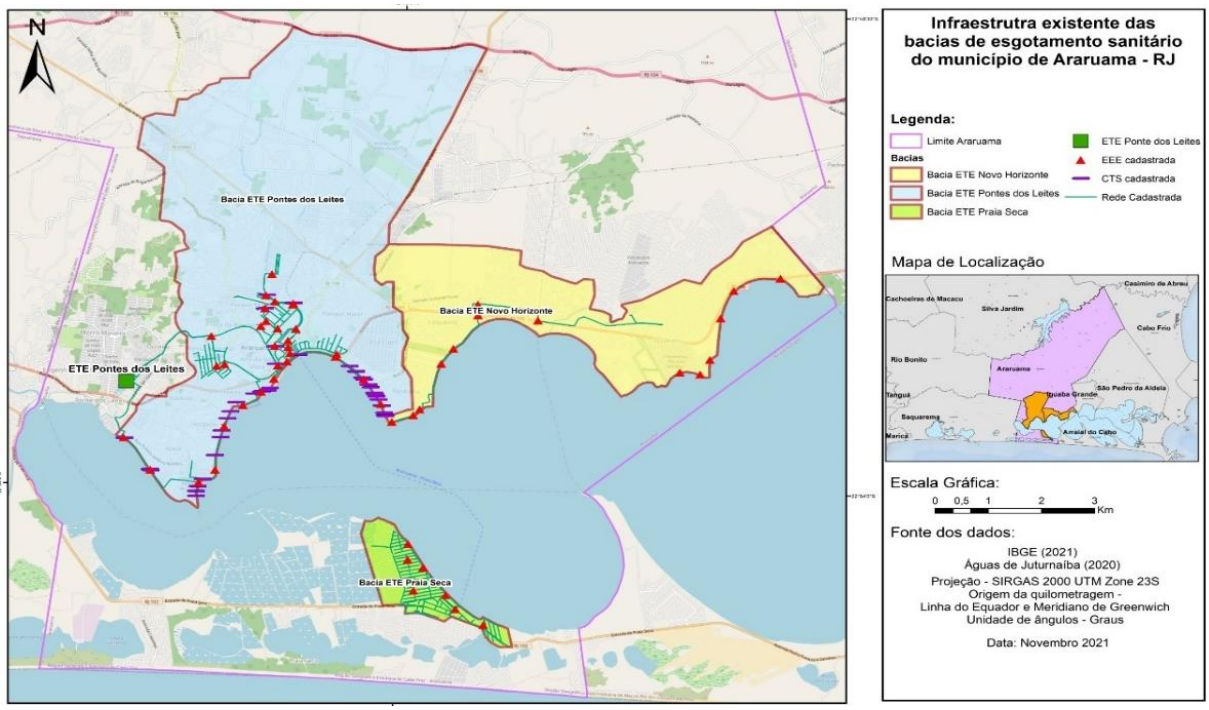
A implantação de unidades de CTS deve considerar tanto períodos secos quanto chuvosos, pois a estratégia intercepta esgoto sanitário durante o tempo seco e efluentes misturados durante as chuvas. Dispositivos adequados de retenção devem ser incluídos nas estruturas de CTS para evitar a sedimentação e reduzir a necessidade de manutenção (CARDOSO et al., 2004). Este estudo tem como objetivo quantificar a acumulação volumétrica de resíduos sólidos minerais e grosseiros em 29 estações elevatórias de esgotamento sanitário no município de Araruama/RJ, durante o período de agosto de 2021 a junho de 2022, comparando o sistema separador absoluto com a estratégia de captação em tempo seco.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de Estudo e Sistema de Esgotamento Sanitário

O estado do Rio de Janeiro é dividido em 9 regiões hidrográficas e o município de Araruama faz parte da Região Hidrográfica 6, conhecida como Lagos São João. Araruama tem três sistemas de esgotamento sanitário, sendo o ETE Ponte dos Leites o maior da América Latina (Figura 1), que utiliza sistema *wetland* para tratar o esgoto de forma sustentável, sem produtos químicos e sem mau cheiro. O sistema ETE Pontes dos Leites tem 71,5 km de rede coletora e 29 estações elevatórias de esgoto bruto. As informações para este estudo foram coletadas nas unidades de bombeamento do sistema da bacia ETE Pontes dos Leites.

Figura 1 - Divisão da bacia hidrográfica e as respectivas infraestrutura dos sistemas de esgotamento sanitário do município de Araruama.



Fonte: IBGE (2021).

2.2 Quantificação dos Resíduos Sólidos Mineral e Sólidos Grosseiros

Durante o período de agosto/2021 até junho/2022, foram feitas quantificações diárias dos resíduos sólidos minerais (RSM) e resíduos sólidos grosseiros (RSG) nas unidades de bombeamento dos sistemas de separador absoluto e captação em tempo seco. A Lei n° 12.305/2020, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)define os resíduos sólidos comomaterial, substância, objeto ou bem descartado resultantede atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõeproceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.No caso, entende-se como material mineral as partículas inertes presentes nos esgotos sanitários, e cujas

dimensões sejam compreendidas entre 0,1 e 0,4 mm e, desta forma, preconiza-se para o dimensionamento dos desarenadores das ETES e unidades de bombeamento de esgoto, a remoção de partículas minerais com diâmetro maior ou igual a 0,2 mm (JORDÃO; PESSÔA, 2014).Desta forma, utilizou-se um caminhão combinado hidro a vácuo com sistema de bombeamento e vazão de sucção. O material coletado foi armazenado no tanque do caminhão e posteriormente medido em uma caçamba para obter o volume cúbico. A partir desses indicadores, foi possível determinar as quantidades de RSM e RSG, bem como prever o acúmulo de RSM e os vertimentos nas unidades do sistema, como os interceptores de captação em tempo seco e as estações elevatórias de esgoto bruto.

2.3 Gestão da Coleta de Dados e Indicadores

As informações pluviométricas foram obtidas do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). O Mapa Interativo do CEMADEN mostra os ícones dos equipamentos de pluviometria com seus respectivos acumulados pluviométricos das últimas 24 horas. As informações das estações elevatórias de esgoto foram coletadas diariamente de agosto de 2021 a junho de 2022. Foram calculados indicadores como volume de resíduos sólidos (RS), volume de RS por habitante, volume de RS por volume de esgoto, volume de RS por quilômetro quadrado, precipitação mensal por bacia hidrográfica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 apresenta as quantidades totais absolutos de RSM e RSG retidas em cada estação elevatória de esgoto bruto durante o período de agosto/2021 a junho/2022.

Quadro 1 – Quantidades absolutas de RSM e RSG acumulados durante o período de agosto/2021 a junho/2022, nas 29 estações elevatórias de esgoto bruto que servem aos sistemas separador absoluto e tempo seco.

Tipo Resíduo	Sistemas CTS + SABS	2021					2022						
		ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	Total
RSM	**m³**	79,0	41,1	134,6	111,5	199,4	181,0	109,1	72,9	135,4	69,7	62,2	**1195,9**
RSG	**m³**	14,4	10,5	17,0	13,8	23,8	18,5	18,7	10,6	18,2	12,8	13,1	**171,3**
Total		**93,4**	**51,6**	**151,6**	**125,2**	**223,2**	**199,4**	**127,8**	**83,5**	**153,6**	**82,5**	**75,4**	**1367,2**

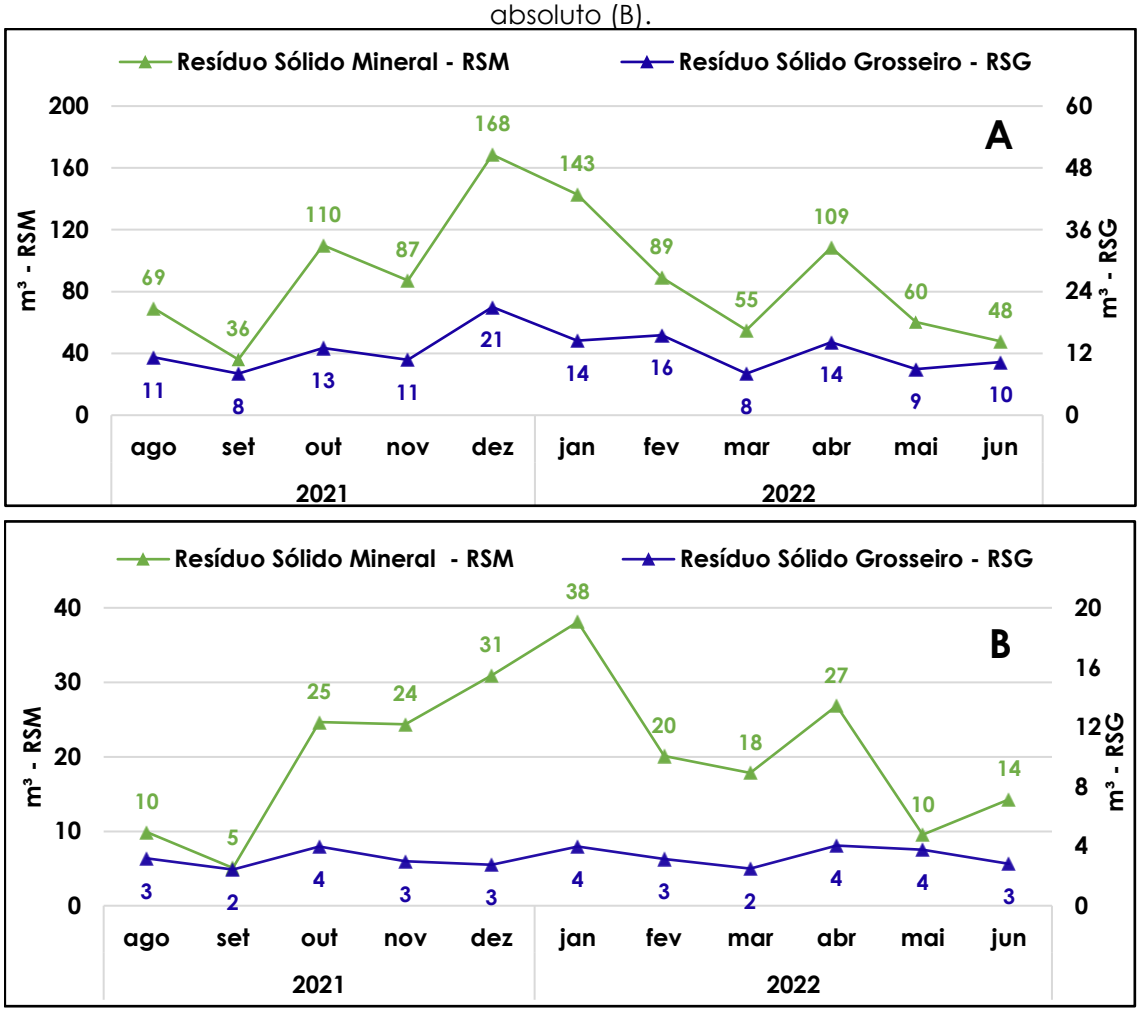
Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 2 apresenta as quantidades mensais de RSM e RSG retidas nas estações elevatórias dos sistemas de esgotamento sanitário separador absoluto e tempo seco, no período de agosto/2021 a junho/2022. O sistema de tempo seco acumulou 974,1 m^3 de RSM e 135,7 m^3 de RSG, com média de 48,7 m3 e 6,7 m^3 por estação, respectivamente (Figura 2A). Já o sistema separador absoluto acumulou 221,8 m^3 de RSM e 35,6 m^3 de RSG, com média de 24,7 m^3 e 3,9 m^3 por estação, respectivamente (Figura 2B). O sistema de tempo seco gerou cerca de 4 vezes mais RSM e RSG que o sistema separador absoluto, representando aproximadamente 81,2% do total acumulado no período.

Os sistemas de CTS geram mais resíduos do que os sistemas de separador absoluto porque, durante a chuva, os resíduos, como partículas do solo e sedimentos, são transportados pelo escoamento superficial para o sistema de água pluvial. Nos sistemas de separador absoluto, o lençol freático tende a subir durante a chuva, aumentando a carga hidráulica sobre a rede coletora. Isso resulta em uma maior vazão de infiltração e no transporte de partículas do solo para a rede coletora.

Na tabela 1, são apresentados os valores da estatística descritiva dos resultados, incluindo a média aritmética, mediana, desvio-padrão e coeficiente de variação dos seguintes indicadores específicos: volume acumulado por habitante contribuinte (m³RSM/1000hab) e volume acumulado por volume de esgoto afluente (m³RSM/1000m³), volume acumulado por habitante contribuinte (m³RSG/1000hab) e volume acumulado por volume de esgoto afluente (m³RSG/1000m³) do sistema de esgotamento sanitário separador absoluto.

Figura 2 – Quantificação absoluta mensal de RSM (m³) e RSG (m³) retidas nas EEEB que servem especificamente aos sistemas de coleta de esgoto em tempo seco (A) e separador absoluto (B).



Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados indicam que o sistema de esgotamento sanitário baseado na estratégia interceptação de esgotos em sistemas de drenagem pluvial em períodos seco gera maior quantidade de resíduos que o modelo separador absoluto, independentemente do período mensal de observação. Indicam também que independentemente do tipo de sistema de esgotamento sanitário, acumula-se mais

resíduos no período de maior pluviosidade. Nestes, os indicadores específicos de acumulação de resíduos sólidos minerais alcançaram 2,73 m³/1.000hab e 0,52 m³/1.000m³ considerando a estratégia de interceptação em sistemas de drenagem pluvial, e 2,10 m³/1.000hab e 0,38 m³/1.000m³ com base no sistema separador absoluto. Nos meses de menor pluviosidade, 1,58 m³/1.000hab e 0,29 m³/1.000m³ na estratégia de interceptação em sistemas de drenagem pluvial, e 0,87 m³/1.000hab e 0,18 m³/1.000m³ no sistema separador absoluto. Quanto aos resíduos sólidos grosseiros, em período de maior pluviosidade, 0,33 m³/1.000hab e 0,06 m³/1.000m³ considerando a estratégia de interceptação em sistemas de drenagem pluvial, e 0,25 m³/1.000hab e 0,04 m³/1.000m³ no sistema separador absoluto. Em períodos de menor pluviosidade, 0,28 m³/1.000hab e 0,05 m³/1000m³ pela estratégia de interceptação em sistemas de drenagem pluvial em tempo seco e 0,24 m³/1.000hab e 0,05 m³/1.000m³ no caso do modelo separador absoluto. Com relação a gestão dos resíduos sólidos grosseiros, a variação sazonal é desprezível, não causando variações significativas nas quantidades gerada.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos resultados dos indicadores específicos para os sistemas tempo seco e separador absoluto para os períodos seco e chuvoso.

Período chuvoso: outubro/21 a março/22

	Indicador	Média	Mediana	Desv. Pad.	Coef. Var.
CTS	m³RSM/1000hab	2,91	2,73	1,06	0,455
	m³RSM/1000m³ esgoto	0,55	0,52	0,19	0,439
	m³RSG/1000hab	0,33	0,33	0,14	0,462
	m³RSG/1000m3 esgoto	0,06	0,06	0,02	0,441
SABS	m³RSM/1000hab	2,15	2,10	0,63	0,319
	m³RSM/1000m³ esgoto	0,39	0,38	0,11	0,312
	m³RSG/1000hab	0,27	0,25	0,12	0,387
	m³RSG/1000m3 esgoto	0,05	0,04	0,02	0,393

Período seco: agosto e setembro/21 e abril a junho/22

	Indicador	Média	Mediana	Desv. Pad.	Coef. Var.
CTS	m³RSM/1000hab	1,78	1,58	0,96	0,624
	m³RSM/1000m³ esgoto	0,33	0,29	0,18	0,627
	m³RSG/1000hab	0,28	0,28	0,08	0,302
	m³RSG/1000m3 esgoto	0,05	0,05	0,01	0,294
SABS	m³RSM/1000hab	1,00	0,87	0,82	0,867
	m³RSM/1000m³ esgoto	0,21	0,18	0,12	0,626
	m³RSG/1000hab	0,21	0,24	0,10	0,490
	m³RSG/1000m3 esgoto	0,05	0,05	0,01	0,253

Fonte: elaborado pelo autor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de captação em tempo seco geram mais resíduos sólidos e resíduos sólidos grosseiros do que os sistemas de separador absoluto, tanto em períodos chuvosos quanto em períodos secos. Durante as chuvas, o sistema de captação em tempo seco gera uma quantidade maior de RSM do que o sistema de separador absoluto. Isso ocorre porque os resíduos presentes no solo são transportados pelo escoamento superficial e acabam sendo carreados para o sistema de captação em tempo seco. No sistema de separador absoluto, o lençol freático tende a subir, aumentando a carga hidráulica sobre a rede coletora e provocando uma maior vazão de infiltração. Isso acarreta o transporte de partículas do solo para o interior da rede coletora, resultando em uma quantidade maior de RSM gerada em comparação com o tempo não chuvoso.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, M. et al. Performance assessment of water supply and wastewater systems. **Urban Water Journal**, v. 1, n. 1, p. 55 – 67. 2004.

LOPES, A. C. R. et al. Captações de esgotos sanitários em tempo seco em galerias de águas pluviais: proposta de discussão sobre critérios e parâmetros de dimensionamento. **Revista DAE**, São Paulo. v.71, n.239, p. 188–204, 2022.

IBGE—Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos Municípios Brasileiros: 2020**; IBGE: Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2021.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**, ABES, 7ª Ed., 2014.

VOLSCHAN JR., I. The challenge of dry-weather sewage intakes as a sustainable strategy to develop urban sanitation in the tropics. **Water Practice and Technology**, v.15, n.1, p. 38–47, 2020.

VON SPERLING, M. **Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal**. Water Intelligence Online, v. 1, 306 p. 2015.