

## II-332 - AVALIAÇÃO DA QUANTIDADE DE AREIA ENCONTRADA NO ESGOTO BRUTO DOMÉSTICO NA CIDADE LITORÂNEA DE CAPÃO DA CANOA – RS

**Carlos Eduardo Saraiva Mauer<sup>(1)</sup>**

Formado em Gestão Ambiental pelo Instituto de Ensino do Rio Grande do Sul, Especialização em Perícia e Auditoria Ambiental e Mestrando em Avaliação em Impactos Ambientais UniLaSalle, Gestor Ambiental do Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Porto Alegre e Consultor da empresa Global Soluções Ambientais de Porto Alegre.

**Diego Manica**

Formado em Bacharelado e Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pós-Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental (IPOG), Técnico em Química da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN).

**Jeferson Silveira**

Formado em Química pela Universidade Luterana do Brasil, Atualmente Coordenador Técnico do Departamento de Esgoto da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Cel Vicente, 281 – Centro – Porto Alegre CEP 90.030-041 – Rio Grande do Sul – Brasil - Tel: +55 (51) 3930-6023 - e-mail: eduardo.mauer@poa.ifrs.edu.br

### RESUMO

Os desarenadores tem sua aplicação conhecida há mais de um século, compondo uma das unidades de tratamento preliminar de estações de tratamento de esgoto (ETEs). Entretanto, pouco se sabe a respeito de suas eficiências de remoção devido principalmente a falta de dados fidedignos quanto aos volumes de areia contidos nos esgotos sanitários e que devem desejavelmente ser retidos e acumulados nesta etapa até sua rotineira limpeza. O presente trabalho visa apresentar os volumes constatados em uma cidade litorânea do Estado do Rio Grande do Sul e a partir daí subsidiar o dimensionamento adequado de uma caixa de areia, as frequências de remoção e demais ações que se referem ao gerenciamento deste subproduto do tratamento de efluentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desarenadores, Areia, Efluente Doméstico.

### INTRODUÇÃO

Os sólidos presentes ou gerados no tratamento dos esgotos, configuram um dos maiores desafios as empresas de saneamento, pois os volumes expressivos, elevado custo de disposição final, número reduzidos de locais licenciados para disposição, são alguns dos obstáculos enfrentados para o correto gerenciamento destes materiais. Dessa forma, o presente trabalho buscou verificar a quantidade de areia contida no esgoto bruto de origem doméstica. Assim como os resíduos do gradeamento, as quantidades de areia no esgoto podem ter grande variação de um local para outro, influenciadas pelos seguintes fatores: tipo de sistema coletor: se o sistema é combinado ou separador absoluto; condições climáticas: tais como regiões de alta ou baixa pluviometria; tipo de solo da região (solos arenosos ou argilosos), grau de conservação do sistema coletor, proximidade com regiões litorâneas ou com solo arenoso fino, costumes locais, etc.

Em função de tais peculiaridades, optamos em efetuar os estudos em um município litorâneo do Rio Grande do Sul – Capão da Canoa, que pelas características predominantemente arenosas do solo, apresentaria um cenário interessante a ser avaliado. O referido município possui uma população fixa de 46.467 habitantes (IBGE 2014), mas durante o verão comporta uma população flutuante muitas vezes maior, com uma cobertura de coleta e tratamento de esgoto de aproximadamente 25%. Seu Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), operado pela CORSAN, conta com rede instalada tipo separador absoluto, com duas Estações de Bombeamento de Esgotos (EBE) e duas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), que juntas operam a uma vazão média de 110 L/s.

## SEPARAÇÃO DE SÓLIDOS

Configura etapa fundamental ao tratamento a separação prévia de partículas granulares (areia, silte, cascalho, sementes, grãos, etc.) que possuem densidade específica ou velocidade de sedimentação maiores que a matéria orgânica particulada presente nas águas residuárias (geralmente materiais inertes e secos). A areia contida nos esgotos é, em sua maioria, constituída de material mineral, como areia, pedrisco, silte, escória e cascalho. Este material arenoso geralmente contém também reduzida quantidade de matéria orgânica putrescível, como vegetais (grãos de café, grãos de feijão, frutas e verduras), gorduras, cascas de ovos, pedaços de ossos e penas de aves. É comum a presença de pelos, cabelos, plásticos e fibras (palhas, piaçavas). A origem desse material é devido ao manuseio normal do uso doméstico, das águas provenientes do lançamento inadequado nas instalações de esgotamento sanitário, das ligações clandestinas de águas pluviais, lavagens de pisos, despejos industriais ou comerciais e infiltrações na rede coletora (JORDÃO; PESSOA, 2011).

O tipo de sistema de coleta de esgoto é o fator que mais influencia a concentração de areia presente nas águas residuárias, pois, o escoamento superficial (runoff) carrega grandes quantidades de areia para dentro dos coletores e, mais, as elevadas vazões coletadas durante os períodos chuvosos ressuspendem as partículas que haviam sedimentado ao longo das tubulações durante os períodos de estiagem. Outro fator importante, que também merece destaque, é a condição de conservação do sistema coletor. Sistemas mal conservados permitem que grãos de areia adentrem suas tubulações pela infiltração. A finalidade da remoção dessa areia no tratamento de esgotos é eliminar ou abrandar os efeitos adversos ao funcionamento das partes componentes das instalações a jusante bem como os impactos nos corpos receptores, principalmente devido ao assoreamento.

Para atenuar os problemas mencionados, é concebido na entrada de cada sistema uma unidade chamada desarenador ou caixa de areia, cuja função primordial é separar a areia contida nos esgotos, antes que adentrem o sistema de tratamento. A unidade de remoção de areia é geralmente chamada de caixa de areia ou desarenador e deve ser projetada para realizar as seguintes operações (JORDÃO; PESSOA, 2011):

- Retenção de areia com características, qualitativa e quantitativa, indesejáveis ao efluente ou ao corpo receptor;
- Armazenamento do material retido durante o período entre limpezas;
- Remoção e transferência do material retido e armazenado para dispositivos de transporte para o destino final, dotando de condições adequadas o efluente líquido para as unidades subsequentes.

O emprego de desarenadores como unidades de operação que compõem a etapa de tratamento preliminar de estações de tratamento de esgoto (ETEs) é prática comum entre projetistas há mais de um século (Camp, 1942). Todavia, ainda hoje pouco se sabe a respeito da eficiência dessas unidades. Mesmo textos consagrados, como Metcalf & Eddy (2003), pouco acrescentam a respeito do tema, porquanto, segundo seus autores é muito difícil interpretar dados de eficiência de remoção de desarenadores devido à escassez destas informações e ao fato dos materiais que estas unidades removem serem apenas grosseiramente caracterizados.

Se bem dimensionado e operado, o desarenador protege os equipamentos e as tubulações de desgastes desnecessários e abrasão, reduz a possibilidade de obstrução ou deposição de materiais pesados nas unidades da ETE, tais como canalizações, caixas de distribuição ou manobra, poços de elevatórias, tanques, sifões, orifícios e calhas, diminui a acumulação de material inerte no manto de lodo dos reatores anaeróbios, entre outros.

Comumente são usados dois tipos de mecanismos para a remoção da areia do esgoto, remoção por sedimentação e por centrifugação. A remoção por sedimentação, adotada no sistema escolhido para o estudo, é a mais largamente utilizada por, geralmente, necessitar de um nível menor de automação e, consequentemente, possuir um custo menor de implantação e operação. A remoção por gravidade baseia-se no princípio da rápida sedimentação da areia contida numa massa líquida e no condicionamento da velocidade do fluxo para que isso ocorra. Conforme NBR ABNT 12209/2011, o desarenador deve ser projetado para remoção mínima de 95% em massa de partículas com diâmetro equivalente igual ou superior a 0,2 mm e densidade de 2,65 g/cm<sup>3</sup>. Basicamente com o condicionamento da velocidade do fluxo para 0,30 m/s, com oscilações permitidas em  $\pm 20\%$ , ocorre a sedimentação destas partículas superior a 0,20 mm e massa específica de 2,65 g/cm<sup>3</sup>. Velocidades acima de 0,40 m/s permitirão arrastar partículas maiores do que as que se deseja reter e velocidades em torno de 0,15 m/s causarão a deposição de matéria orgânica, provocando odores desagradáveis devido à sua decomposição. O material retido no fundo do tanque por sedimentação é acumulado em compartimentos ou num fundo falso com capacidade de retenção suficiente para armazenar a quantidade de areia conduzida pelo esgoto nos intervalos entre cada remoção. O tipo de remoção pode ser manual (sistema adotado no SES estudado) ou mecanizado. Ainda segundo NBR ABNT 12209/2011, o desarenador de limpeza

manual deve ser de fluxo horizontal e seção retangular (tipo canal de velocidade constante), devendo existir sempre uma unidade de reserva

## MÉTODOS ANALÍTICOS

Na presente pesquisa, utilizamos amostras compostas de 04 alíquotas, coletadas pela manhã, ao meio dia, início da tarde e final do dia, distribuídas assim no período de maior fluxo de contribuição de esgotos, determinado pelo hidrograma diário do local, totalizando 02 litros de efluente bruto. Não existe regra clara em relação ao volume de esgoto que deve ser coletado, porém é importante lembrar que a concentração de areia no esgoto sanitário, em regra, é relativamente baixa, e portanto quanto maior o volume de amostra coletada, menor tende a ser o erro amostral do ensaio. As partículas mais densas dos grãos de areia usualmente, se depositam no fundo das tubulações, canais e poços de acumulação em Estações Elevatórias. Dessa forma para garantirmos uma boa representatividade na amostra, que explicitasse as características do esgoto bruto, as coletas foram realizadas diretamente na tubulação, antes que o efluente se depositasse no poço da Estação Elevatória (EE). A referida estrutura funciona 24 horas sob acionamento automático de chaves de nível e recalca cerca de 9504m³/dia.

### a) Ensaio de Sólidos Totais, Fixos e Voláteis:

Após a coleta ter sido realizada e a amostra ter sido entregue ao laboratório, procedeu-se os ensaios de “Sólidos Totais Secos a 103 – 105 °C” e “Sólidos Fixos e Voláteis Inflamados a 550 °C”, segundo as metodologias 2540 B e 2540 E, respectivamente, do livro Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, utilizando-se alíquotas de 100 mL de amostra em triplicata.

### b) Ensaio de Areia e Matéria Orgânica Calcinada:

De posse do resultado de Sólidos Fixos, parte-se para o objetivo deste trabalho, a obtenção do resultado de areia presente no esgoto bruto.

Sabemos que a areia presente na amostra original estará contida no resultado de Sólidos Fixos, porém parte deste valor numérico poderá ser de matéria orgânica calcinada, a qual ficou aderida aos grãos de areia, assim sugere-se como metodologia a oxidação desta matéria orgânica através da adição de 40 mL de Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) a 30% sobre o resíduo calcinado a 550 °C. Após um tempo de contato de aproximadamente 5 minutos o resíduo de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + matéria orgânica é evaporado em banho-maria até completa secura. Como se percebeu que o peróxido de hidrogênio deixa resíduo após a sua secura, fez-se a preparação de “provas em branco” contendo apenas os 40 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, para assim podermos descontar o valor numérico deste resíduo dos resultados finais obtidos.

Após a secura do peróxido de hidrogênio, colocar a cápsula de porcelana em estufa a 103 – 105 °C por aproximadamente 1 hora. Retirar a cápsula da estufa e esfriá-la em dessecador por aproximadamente 40 minutos. Pesá-la em balança analítica com precisão de 0,1 mg. Repetir os ciclos de estufa / dessecador até se obter o peso constante da cápsula (para este trabalho considerou-se como peso constante a pesagem em que a diferença entre esta e qualquer outra pesagem não ultrapassasse 0,5 mg (0,0005 g), sendo a escolhida entre as duas a de menor valor numérico). Com o valor desta pesagem, mais a tara inicial da cápsula se obtém o resultado de Areia + Resíduo de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (mg/L Areia), através da seguinte equação:

$$mg/L \text{ Areia} + \text{Resíduo de } H_2O_2 = \frac{(\text{Peso Final} - \text{Tara}) \times 10000}{\text{Volume de Amostra (mL)}}$$

O resíduo de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> é obtido através da diferença entre as pesagens da cápsula após a evaporação em banho-maria e dos mesmos ciclos estufa / dessecador e a tara inicial da cápsula, através do cálculo:

$$mg \text{ Resíduo de } H_2O_2 = (\text{Peso Final} - \text{Tara})$$

Assim, pode-se calcular o resultado final de Areia (em mg/L), através da equação:

$$mg/L \text{ Areia} = (\text{Areia} + \text{Resíduo de } H_2O_2) - \text{Resíduo de } H_2O_2$$

Assim, supõe-se que a Matéria Orgânica Calcificada seja:

$$\text{mg/L Matéria Orgânica} = SF - \text{Areia}$$

Um bom controle de qualidade do ensaio seria a comparação do resultado final de Sólidos Fixos e de Areia. O resultado de SF deverá ser superior ao de Areia, pois, como dito anteriormente, o resultado de SF é a soma de areia e matéria orgânica calcificada.

## RESULTADOS

Foram analisadas 31 amostras no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2015, coletadas nos moldes anteriormente apresentados. A distribuição da frequência bem como o período de realização das coletas, visaram abranger a baixa e alta temporada de veraneio, mas contudo não foi percebida grande variação entre elas. Conforme apresentados na Figura 1, acredita-se que o suave aumento entre agosto e setembro se deva aos períodos de chuvas ocorrentes nestas datas.

Os valores médios de areia encontrados, isenta de material orgânico calcificado após o teste de Sólidos Fixos e Voláteis foram de 247,7 mg/L, com mínimo de 111 mg/L e máxima de 364 mg/L, conforme apresentado na Tabela 1.

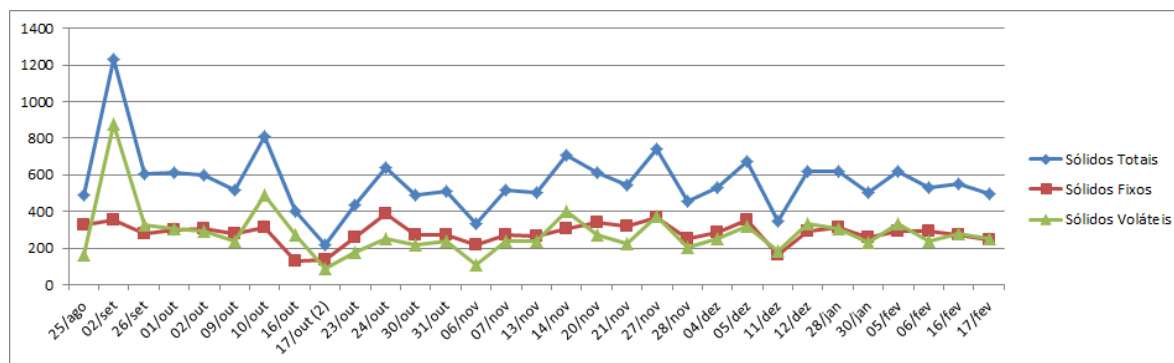


Figura 1: Comparativo dos tipos de sólidos encontrados no esgoto doméstico bruto

Segundo o gráfico da Figura 1, as quantidades de Sólidos Fixos e Voláteis sobre os Totais, sofreram algumas oscilações de predominância no decorrer do período de avaliação, com leve vantagem para os Fixos.

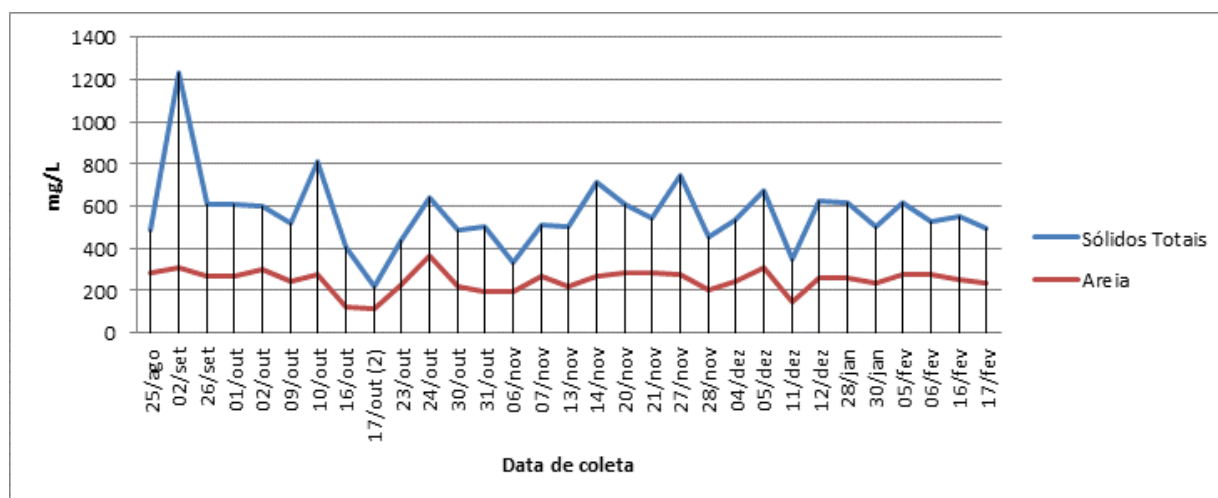
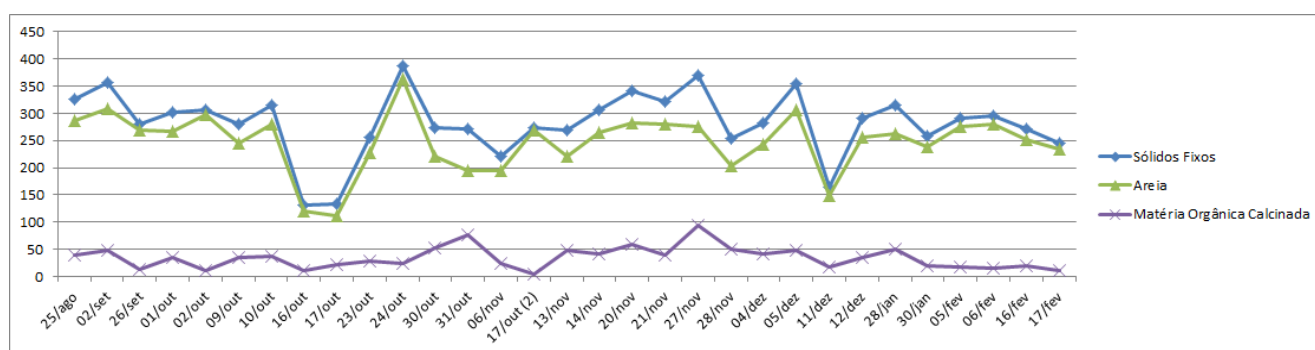


Figura 2: Comparativo Sólidos Totais e Areia

Dos Sólidos Totais encontrados nas amostras, verificou-se uma considerável variação do percentual de areia identificada neste parâmetro (areia representa de 25% a 59% dos Sólidos Totais). Já para os Sólidos Fixos os percentuais de areia mudam para a faixa de 72% a 97%, conforme Figura 3.

De acordo com Coeficiente de Person as correlações entre Sólidos Fixos e Areia (0,45) e Sólidos Totais e Areia (0,68) indicam correlação moderada positiva em ambos os casos.

A quantidade de matéria orgânica calcinada após o teste de Sólidos Fixos e removida com a oxidação do peróxido de hidrogênio, registrou grande variação (de 1% a 25%) dos quantitativos encontrados, conforme explicitado na Figura 3:



**Figura 3: Comparativo Sólidos Fixos, Areia e Matéria Orgânica Calcinada**

Apresenta-se na Tabela 1 a seguir a estatística básica dos resultados obtidos nas 31 coletas realizadas. Destaque para a ampla faixa de Sólidos Totais e Voláteis

**Tabela 1: Estatística Básica dos Resultados.**

Parâmetro (mg/L)	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão
<b>Sólidos Totais</b>	218	1231	563,45	532	173,40
<b>Sólidos Fixos</b>	131	387	282,00	283	59,68
<b>Sólidos Voláteis</b>	85	875	281,45	250	136,77
<b>Areia</b>	111	364	247,71	263	53,68
<b>Matéria Orgânica Calcinada</b>	4	94	34,29	34	20,37

Assim se considerarmos o peso específico da areia (média entre 1300 a 1600 Kg/m<sup>3</sup>) e as vazões de operação das duas ETEs, teremos contidos diariamente ao efluente estudado cerca 2354,1 Kg/dia de areia totalizando um volume aproximado de 1,6 m<sup>3</sup> de areia seca/dia, que se depositará em alguma das etapas do SES e que necessitará de remoção em algum momento.

## CONCLUSÕES

Como esperado, os resultados obtidos foram bem distintos de outros trabalhos do gênero consultados, que logicamente retrataram os cenários aos quais estavam inseridos. Principalmente por se tratar de um cidade litorânea o incremento de areia foi relevante, chegando a uma média de 247,7 mg de areia para cada litro de esgoto bruto aportado à EBE, com valor mínimo encontrado de 111 mg/L e máximo de 364 mg/L. Vale ressaltar que toda esta areia contida na massa líquida, não se depositará na caixa de areia, pois uma parcela ficará retida no poço de acumulação de EBE, bem como passará direto ao reator UASB, mas deverá ser removida em momento oportuno, quando da limpeza de manutenção desta etapa. Com base nos resultados apresentados neste trabalho pode-se concluir que o método desenvolvido para determinar concentração de areia no esgoto sanitário é uma ferramenta de grande relevância e relativamente simples, pois além de fornecer resultados que exprimem as características locais, o mesmo é acessível à boa parte dos laboratórios de análise. Cabe consignar que para determinar a concentração de areia no esgoto sanitário com enfoque prático, não se



faz necessário cumprir todas as etapas analíticas propostas neste trabalho, como a avaliação de matéria calcinada na areia, pois com a determinação dos Sólidos Fixos já é possível se chegar a um número bem aproximado para um dimensionamento mais adequado, operação mais eficaz e correto planejamento para gestão dos subprodutos do tratamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 12209:2011 Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Métodos 2540 D e 2540 E. In.: Standard Methods: for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed. Washington, DC, 2012.
3. BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. 2.ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp. 2002
4. CAMP, T. R. Grit chamber design. Sewage Work Journal, v.14, n.2, p.368-381, March. 1942.
5. GARDNER, P.; DEAMER, A. An evaluation of methods for assessing the removal efficiency of a grit separation device. Water Science and Technology, v.33, n.9, p.269-275. 1996.
6. IBGE, 2014. Censo Demográfico de 2014. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, dados referentes ao município de Capão da Canoa, fornecidos em meio eletrônico.
7. JORDÃO, E. P. Tratamento de esgotos domésticos / Eduardo Pacheco Jordão, Constantino Arruda Pessoa. - 6.ed. - Rio de Janeiro: ABES, 2011 720p
8. METCALF & EDDY. Wastewater engineering: treatment and reuse. 4.ed. New York: McGraw-Hill, Inc. 2003.
9. PRADO, G. S.; CAMPOS J R, Determinação da quantidade de areia no esgoto sanitário: metodologia e estudo de caso. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008