

## II-101 – ANÁLISE DAS INTERCONEXÕES DE REDES PLUVIAIS NO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: ESTUDO DE CASO DO SISTEMA ORLANDO DANTAS, ARACAJU-SE

**Leonardo Lima da Silva Santos**<sup>(1)</sup>

Estudante de Engenharia Civil na Universidade Federal de Sergipe (UFS).

**Luciana Coelho Mendonça**<sup>(2)</sup>

Engenheira Civil (UFPB), Mestre e Doutora em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP), Professora Adjunto da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida Desembargador João Bosco A. Lima, 1223 – Atalaia – Aracaju – SE – CEP: 49037-130 – Brasil – Tel.: (79) 3243-2480 – e-mail: [leodiporto@gmail.com](mailto:leodiporto@gmail.com)

### RESUMO

As redes de esgotamento sanitário no Brasil são projetadas para coletar somente águas servidas. Mas estudos revelam que uma parte significativa das redes coletoras sofre aporte de águas pluviais e, desta forma, o sistema configurado como separador absoluto passa a operar como separador parcial. A presença de ligações clandestinas ao longo da rede coletora ocasiona problemas como: sobrecarga de estações elevatórias, refluxos na rede coletora, aumento da vazão afluenta às Estações de Tratamento de Esgotos a valores acima de sua capacidade, além de desestabilização do sistema de tratamento. Portanto este trabalho tem como objetivo investigar, através de um estudo de caso, as consequências da intrusão das águas pluviais na rede coletora de esgotos separadora absoluta, do conjunto Orlando Dantas na cidade de Aracaju e, conseqüentemente, na estação de tratamento que a recebe. A elaboração do estudo se deu através da obtenção de dados de precipitação acumulada em 24 horas, parâmetros físico-químicos e de vazão do esgoto, junto ao Centro de Meteorologia de Sergipe e da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO). Por meio destes dados, foi elaborado um estudo gráfico no qual foram identificadas variações nos parâmetros qualitativos e de vazão do esgoto em resposta às precipitações registradas. Desta forma, conclui-se que a rede de esgotos separadora absoluta do conjunto Orlando Dantas opera como separadora parcial em períodos de tormentas. Além disso, foi constatada a queda da eficiência do tratamento do esgoto devido à presença de interconexões de redes pluviais no sistema de esgotamento sanitário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Interconexões, Esgoto Sanitário, Drenagem Urbana, Águas Pluviais.

### INTRODUÇÃO

Segundo Tsutiya e Bueno (2004), o sistema de esgotamento sanitário subdivide-se em três: sistema unitário, sistema separador parcial e sistema separador absoluto. No sistema unitário, as águas pluviais, residuárias e de infiltração escoam através de um único conduto; no sistema separador parcial um único conduto também é responsável pelo transporte das águas residuárias juntamente com águas de infiltração e com as águas pluviais procedentes de áreas pavimentadas e coberturas; no sistema separador absoluto, o esgotamento de águas pluviais e águas residuárias se dão por condutos diferentes juntamente com as infiltrações ao longo da rede.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 9648 (ABNT, 1986), recomenda o uso do sistema separador absoluto no Brasil. Entretanto, devido a interconexões, infiltrações e ligações clandestinas no sistema de esgotamento sanitário, o mesmo opera como sistema separador parcial. Esta mudança no sistema de operação da rede pode acarretar em várias consequências nas estações de tratamento, como variação dos valores de vazão que chegam à estação em períodos de precipitações, além de mudanças nas características qualitativas do esgoto comprometendo assim, a eficiência do tratamento.

Zandonaide e Rino (2010) afirmam que os serviços municipais de saneamento que tratam os esgotos domésticos projetam suas estações de tratamento com base na vazão média diária de esgoto produzido nas residências. Portanto os sistemas de tratamento não estão preparados para receber a sobrecarga de vazão que é gerada nos períodos mais chuvosos do ano em função do lançamento das águas pluviais nas redes de esgoto doméstico.

Esta sobrecarga de vazão originada em período de tormentas, de acordo com Reda e Ferreira (2007), é possivelmente extravasada da ETE *in natura*, ou seja, sem receber tratamento adequado, comprometendo a qualidade do corpo d'água receptor, além de levar consigo microrganismos empregados no tratamento dos esgotos.

De acordo com Metcalf e Eddy (1991), a redução de interconexões promove a queda das taxas de vazamentos na rede, abatendo de tal forma, possíveis ameaças de contaminação ao abastecimento de água e a saúde pública. Além disto, Rodrigues (2011) afirma que as interconexões ocasionam um incremento do custo operacional e de manutenção das redes coletoras devido ao aumento das obstruções provenientes do acréscimo de vazão decorrente das águas pluviais e pelo consequente aumento do número de intervenções no sistema.

## CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA ORLANDO DANTAS

A ETE Orlando Dantas, localizada no conjunto Orlando Dantas, no município de Aracaju, Sergipe, com coordenadas (10°57'51,7" S e 37°05'05,4" O) atende a 3478 ligações e possui capacidade para vazão de 70L/s. Esta estação é operada pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) e trata o esgoto sanitário por processo aeróbio em valos de oxidação.

O sistema de tratamento do conjunto Orlando Dantas é composto pelas seguintes etapas:

*Pré-Tratamento:* Esta primeira etapa do tratamento tem como objetivo a remoção de sólidos grosseiros presentes no esgoto através de um sistema de gradeamento, além da remoção da areia por um processo de sedimentação. Logo após o esgoto passa por uma calha Parshall onde é verificada a vazão do esgoto (Figura 1).



**Figura 1: Pré-Tratamento da ETE Orlando Dantas (FREIRE, 2010).**

*Valos de Oxidação:* Nesta fase do tratamento (Figura 2), o esgoto passa por um processo no qual circula impulsionado por rotores em um sistema chamado de carrossel, em uma velocidade superior a 3,0 m/s com a finalidade de evitar a sedimentação dos sólidos em suspensão. Esta etapa do tratamento necessita da presença do oxigênio para que os microrganismos possam degradar a matéria orgânica (CASAN, 2012).



**Figura 2: Valos de Oxidação da ETE Orlando Dantas (BARROS, 2009).**

*Decantadores Secundários:* Esta etapa tem como objetivo a sedimentação da matéria orgânica em forma de flocos originada durante a aeração nos valos de oxidação. O esgoto escoava através de vertedores e segue para a próxima fase do tratamento (Figura 3).



**Figura 3: Decantador Secundário da ETE Orlando Dantas (FREIRE, 2010).**

*Desinfecção:* Nesta fase, adiciona-se hipoclorito de sódio ao esgoto com a finalidade de desinfectá-lo. O esgoto passa por um tanque de contato com chicanas para aumentar a eficiência do cloro (Figura 4).



**Figura 4: Processo de desinfecção na ETE Orlando Dantas (FREIRE, 2010).**

*Medição de Vazão:* Após a adição do hipoclorito de sódio, o esgoto passa por mais uma calha Parshall, onde a altura da lâmina líquida é verificada para determinação da vazão (Figura 5).



**Figura 5: Medição de vazão na ETE Orlando Dantas (BARROS, 2009).**

*Leitos de Secagem:* O lodo sedimentado nos decantadores é bombeado para leitos de secagem onde passa por um processo de desidratação (Figura 6).



**Figura 6: Leitos de secagem da ETE Orlando Dantas (FREIRE, 2010).**

*Disposição Final:* Com o processo de desinfecção finalizado, o esgoto é lançado no corpo receptor próximo à estação, o Riacho da Samambaia.

## **METODOLOGIA**

Foram realizadas visitas técnicas ao escritório da DESO (Companhia de Saneamento de Sergipe) e à ETE Orlando Dantas, com o intuito de obter dados de vazão diária e das características físico-químicas da referida estação de tratamento.

Para investigar a intrusão de águas pluviais urbanas na rede de esgotamento do referido conjunto, foram coletados dados no período de janeiro de 2010 a agosto de 2011, com parâmetros físico-químicos e valores de vazão. Os dados físico-químicos foram obtidos através de análises laboratoriais de amostras coletadas mensalmente na ETE pela DESO e os dados de vazão afluente da ETE foram obtidos diariamente, pela medição da altura da lâmina de esgoto na calha tipo Parshall.

Estes dados da vazão afluente foram coletados com frequência de 2 horas, com início às 8:00h e término às 18:00h, portanto 6 dados de vazão por dia. Com estes dados, foi determinada a vazão média diária da ETE.



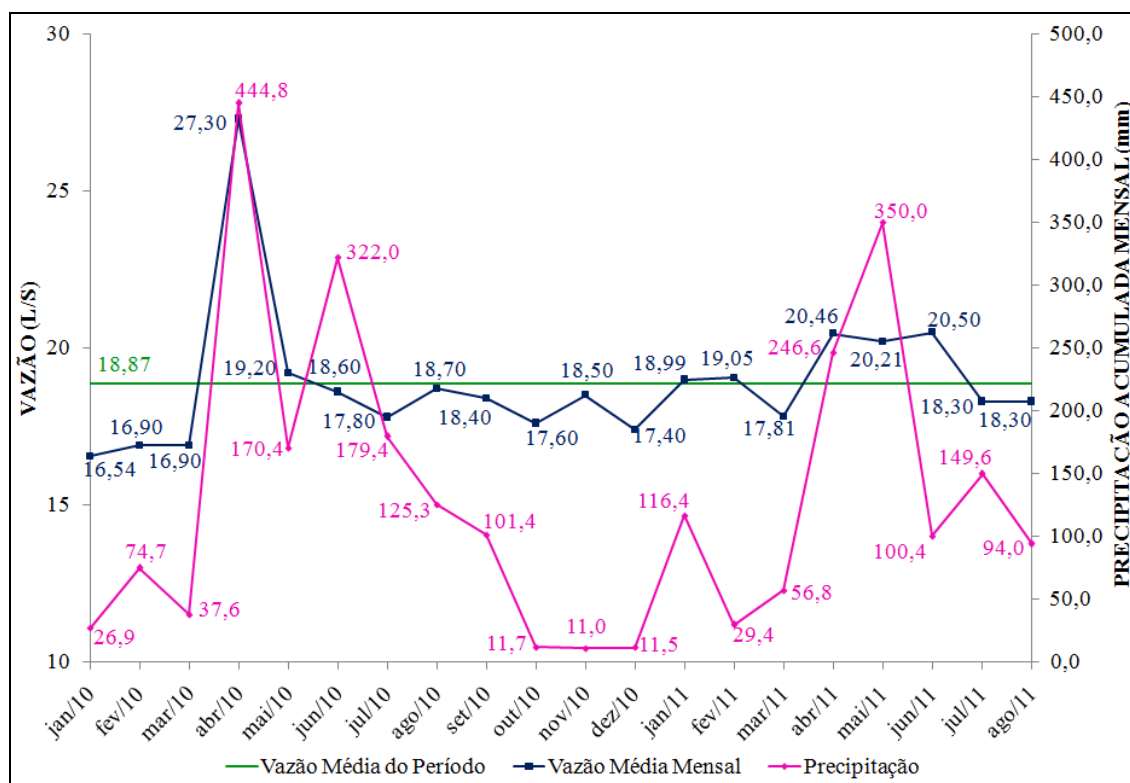
Foram também levantados os dados pluviométricos da cidade, visando relacionar o aumento do volume de vazão afluente da estação com a incidência de chuvas. Os dados de precipitações foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)/Estação Climatológica Principal de Aracaju/SE.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados pluviométricos, de vazão e das características físico-químicas do esgoto, foi possível elaborar um estudo gráfico.

Observa-se, na Figura 7, que o mês de abril/2010 apresentou o maior valor médio de vazão (27,30L/s). Valor este, acrescido 44,67% em relação à vazão média obtida no período de estudo (18,87L/s). Este resultado se comporta da mesma forma que o estudo realizado por FREIRE (2010) nesta ETE. Este autor, por sua vez, registrou, no dia 19 de agosto de 2009, a precipitação de 53mm e vazão máxima de 46,6L/s, obtendo um aumento de 181,2% em relação a média de seu período de estudo.

Deve-se ressaltar que no mesmo mês de abril/2010, foi registrado o maior índice pluviométrico do período, com uma média diária de 14,83mm e precipitação acumulada mensal de 444,8mm. Nota-se também, na Figura 8, que, com a diminuição dos valores de precipitação, a vazão afluente à estação tende ao valor da vazão média mensal obtida no período, que foi de 18,87L/s.



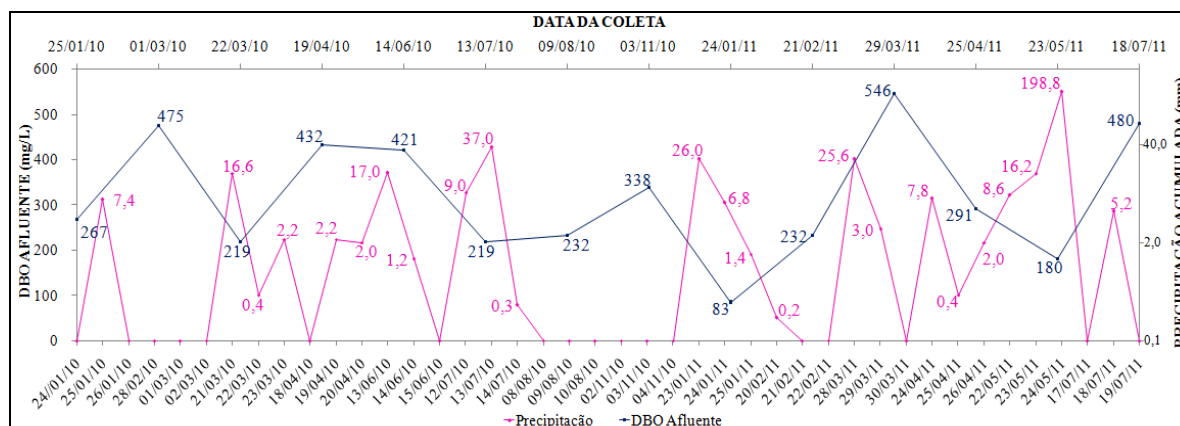
**Figura 7: Vazões médias da ETE Orlando Dantas e precipitações mensais.**

Ainda com a análise da Figura 7, é possível afirmar que há uma variação dos valores de vazão em resposta aos índices pluviométricos apresentados, indicando assim que a ETE do Conjunto Orlando Dantas sofre contribuição das águas pluviais na rede de esgoto em questão.

Por meio de dados cedidos pela companhia de saneamento responsável pela ETE (DESO), elaborou-se outro estudo gráfico apresentando a variação das características físico-químicas em função da precipitação, como pode ser observado na Figura 8.

É importante esclarecer que, para construção do gráfico da Figura 8, foi feita análise dos índices pluviométricos não só nos dias de coleta de amostra, mas também nos dias anteriores. Esta informação é relevante ao estudo,

pois se observou que, em alguns dias de coleta, a estação pluviométrica registrou baixos valores de precipitação, mas, ao analisar a concentração do afluente, o mesmo encontrava-se diluído devido às tormentas dos dias anteriores.



**Figura 8: Monitoramento da matéria orgânica na ETE Orlando Dantas: DBO.**

Observa-se, na Figura 8, que os valores afluentes de DBO apresentaram uma queda significativa nas proximidades do dia 12 de julho de 2010, dia em que a estação pluviométrica de Aracaju registrou uma precipitação de 37,0mm. Esta mesma queda se deu no dia 24 de janeiro de 2011, sendo que no dia anterior à coleta, a estação pluviométrica de Aracaju registrou uma precipitação de 26,0mm. Por meio da Tabela 1 verifica-se que em virtude de fortes precipitações, o esgoto afluente chega à ETE com uma baixa concentração, reduzindo assim a eficiência do tratamento. Já nos dias secos, as concentrações foram típicas e dentro dos parâmetros de qualidade de esgoto efluente à ETE.

**Tabela 1: Eficiência da remoção de DBO na ETE Orlando Dantas.**

Data	DBO		
	Afl (mg/L)	Efl (mg/L)	Remoção
25/01/10	267	30	88,90%
01/03/10	475	40	91,60%
22/03/10	219	18	91,70%
19/04/10	432	30	93,00%
14/06/10	421	10	97,50%
13/07/10	219	45	79,20%
09/08/10	232	9	96,00%
24/01/11	83	10,4	87,47%
21/02/11	232	13,1	94,35%
29/03/11	546	27	95,05%
25/04/11	291	10,9	96,25%
23/05/11	180	7,9	95,61%
18/07/11	480	64	86,67%

Legenda: Afl: afluente; Efl: efluente

É evidente afirmar que a queda dos valores de DBO afluente na ETE do Conjunto Orlando Dantas se deu pela diluição do esgoto devido às águas pluviais que aportaram na rede, prejudicando desta forma a eficiência do tratamento em alguns meses.

## CONCLUSÕES

Por meio dos resultados obtidos durante o período estudado, conclui-se que o sistema de esgotamento sanitário separador absoluto do Conjunto Orlando Dantas opera, em dias de tormentas, como sistema separador parcial. A variação dos valores de vazão e das características físico-químicas em dias de maiores precipitações tornou notória a presença de águas pluviais na rede de esgoto.

Ressalta-se também que não foi encontrado nenhum dado de vazão superior aos 70L/s comportados pela ETE no período apresentado, portanto não houve extravasamento do esgoto *in natura* mesmo nos dias de grandes tormentas.

Deve-se observar que os valores de vazão apresentados são médias mensais do período, desta forma, a ETE pode registrar valores pontuais diários superiores aos referidos neste estudo em virtude de intensas precipitações.

Foi constatada a queda da eficiência do tratamento do esgoto devido à presença de interconexões de redes pluviais no sistema de esgotamento sanitário.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Meteorologia de Sergipe e a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) pelo fornecimento dos dados necessários para a elaboração deste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986.
2. BARROS, W.A. Análise da contribuição de águas pluviais no sistema de esgoto sanitário do Conjunto Orlando Dantas na cidade de Aracaju, Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009.
3. CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – Disponível em: <http://www.casan.com.br/index.php?sys=138> . Acesso em 02/04/2012.
4. FREIRE, C.M.S. Influência de águas pluviais em redes de esgotos sanitários na cidade de Aracaju, Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.
5. METCALF & EDDY. Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse, McGraw-Hill, New York, 1991.
6. REDA, A.L.L.; FERREIRA, M.P. Esgoto combinado em rede separadora na RMSF: Impacto de tormenta no afluente da ETE de Riacho Grande, São Bernardo do Campo, São Paulo. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, setembro, 2007.
7. RODRIGUES, L.C.V. Sistema de esgotamento sanitário separador absoluto - uma análise do impacto das contribuições das águas pluviais, In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, 2011.
8. TSUTIYA, M.T.; BUENO, R.C.R. Contribuição de águas pluviais em sistema de esgoto sanitário no Brasil. In: Seminários Redes de Esgotos Sanitários e Galerias de Águas Pluviais: Interferências e Interconexões. São Paulo, 2004.
9. ZANDONAIDE, G.F.S.; RINO, C.A.F.A. Influência das Águas Pluviais no Tratamento de Efluentes Domésticos da Estação de Tratamento de Esgoto de Sacramento/MG – Brasil. In: XXXII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Punta Cana, República Dominicana. 2010.