

II-119 – REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM ÁREA ALAGADA POR LANÇAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Ronaldo Kanopf de Araújo⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano. Mestre em Engenharia Civil – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Doutorando em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental na UFSM.

Delmira Beatriz Wolf

Doutora em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora Adjunta no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Carine Baggiotto

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Marciano Friedrich

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestrando em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental na UFSM.

Endereço⁽¹⁾: Rua dos Jasmins, 165 – Santa Maria-RS - CEP: 97020-420 - Brasil - Tel: (55) 3025-2528 - e-mail: ronaldo.kanopf@gmail.com

RESUMO

A disposição de efluentes não tratados provenientes de sistemas locais domésticos e em pequenas comunidades pode ocasionar a poluição de águas subterrâneas e superficiais com consequente risco à saúde dos seres humanos e do meio ambiente. O monitoramento ambiental e o desenvolvimento de sistemas de informações pela coleta de dados, de forma que se estabeleça uma visão sistêmica da realidade é de interesse relevante para a população local e as autoridades e a partir disso criar uma mudança de comportamentos sociais que melhorem a qualidade de vida. Neste trabalho tem-se como objetivo estudar a remoção de matéria orgânica em uma área onde ocorre o lançamento de efluentes líquidos domésticos e sanitários diretamente na superfície do solo. Foram realizadas dez campanhas de amostragem e medição de vazão entre o período de agosto de 2012 a fevereiro de 2013. Os parâmetros determinados em laboratório foram a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais (ST), sólidos em suspensão (SS) e sólidos dissolvidos (SD). Entre a entrada de efluentes pelas fontes pontuais FP-31, FP-32, FP-31A e FP-50 e o canal de drenagem de efluente (CDE), foi verificada uma redução média de 85,5% na vazão, de 50,0% na DBO_{5,20}, de 76,97% de sólidos totais, 91,22% de sólidos em suspensão e 99,8588% de coliformes totais. Foi verificado que ocorre o processo de remoção natural de matéria orgânica carbonácea na área de lançamento de efluentes diretamente no solo com presença de macrófitas aquáticas da espécie *Typha domingensis* e gramíneas como *Panisetum purpureum*.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto, disposição final, contaminação.

INTRODUÇÃO

A disposição de efluentes não tratados provenientes de sistemas locais domésticos e em pequenas comunidades pode ocasionar a poluição de águas subterrâneas e superficiais com consequente risco à saúde dos seres humanos e do meio ambiente (TANNER et al., 2012).

Em áreas de intenso lançamento de esgotos diretamente sobre a superfície do solo, como ocorre em áreas urbanas e rurais em todo o mundo, torna-se necessária a busca por estratégias de proteção de Áreas de Preservação Permanente (APP's) e mananciais de visem reduzir a pressão pela procura de novos mananciais e assegurar água bruta em qualidade adequada à saúde humana. Isto é fundamental em locais onde existam poços tubulares profundos de abastecimento humano de água subterrânea e também ocorra o lançamento de esgotos que percolam no solo (MARION, 2011). Estes sistemas in situ representam um grande risco de contaminação da água subterrânea (FOSTER et al., 2011). Os riscos têm aumentado devido à crescente utilização destes sistemas, e também devido à sua inadequada manutenção, principalmente em países em desenvolvimento. No entanto, mesmo países desenvolvidos fazem uso deste tipo de sistema de tratamento e disposição de esgotos.

O monitoramento ambiental e o desenvolvimento de sistemas de informações pela coleta de dados, de forma que se estabeleça uma visão sistêmica da realidade é de interesse relevante para a população local e as autoridades e a partir disso criar uma mudança de comportamentos sociais que melhorem a qualidade de vida.

As APP's apresentam função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Os sistemas aquáticos são receptores das descargas resultantes das várias atividades humanas nas bacias hidrográficas. Sendo assim, a presença da vegetação ciliar é fundamental para manutenção da qualidade dos recursos hídricos.

Neste trabalho tem-se como objetivo estudar a remoção de matéria orgânica em uma área onde ocorre o lançamento de efluentes líquidos diretamente na superfície do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área de cerca de 1.700 m² ocorre o despejo final de efluentes líquidos, diretamente na superfície do solo, que escoam por zonas de fluxos preferenciais até atingir um curso d'água (Figura 1). A área apresenta diversos tipos de formações vegetativas, principalmente estanques de macrófitas aquáticas da espécie *Typha domingensis* (taboa) e gramíneas como o *Panisetum purpureum* (capim-elefante).

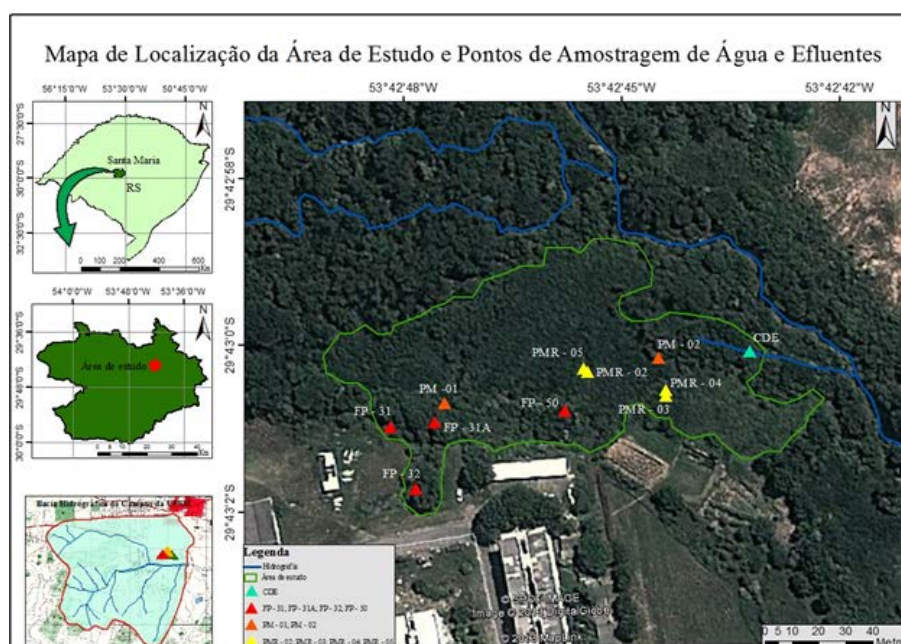


Figura 1: Área de lançamento de efluentes no solo e pontos de monitoramento.

Nesta área existem quatro tubulações denominadas fontes pontuais de lançamento de efluentes: FP-31, FP-32, FP-31A e FP-50 (Figura 2). Os efluentes lançados recebem tratamento por meio de tanque séptico seguido de filtro anaeróbico, localizados a cerca de 30,0 m do ponto de despejo. O efluente escoam por cerca de 30,0 m até alcançar a área de acúmulo no solo e em seguida escoam por um canal escavado no solo, denominado CDE (canal de drenagem de efluentes).

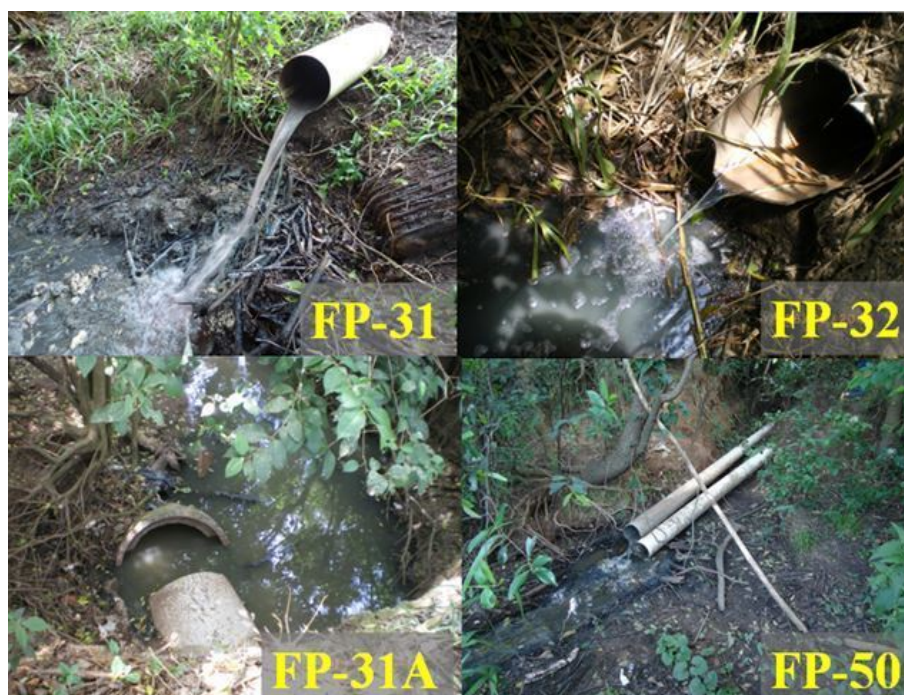


Figura 2: Fontes pontuais de lançamento de efluentes no solo.

Foram realizadas dez campanhas de amostragem entre o período de agosto de 2012 a fevereiro de 2013. Os parâmetros determinados em laboratório foram: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais (ST), sólidos em suspensão (SS) e sólidos dissolvidos (SD), de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WPCF, 2012).

As vazões de lançamento de efluentes de FP-31, FP-32 e FP-50 foram determinadas pela medição direta (método volumétrico), que consiste em determinar o tempo necessário para encher um recipiente de volume conhecido. Nos pontos FP-31A e CDE realizou-se a medição da vazão pelo método estrutural utilizando-se um medidor de vazão de canal aberto, calha Parshall com garganta de duas polegadas.

Para a avaliação da redução da concentração de $DBO_{5,20}$ entre a entrada (fontes pontuais) e a saída (canal de drenagem de efluente – CDE) foi realizado o cálculo da média ponderada para as quatro fontes pontuais, de acordo com a equação da mistura (Equação 1) (von SPERLING, 2005).

$$C_o = \frac{Q_1 \cdot C_1 + Q_2 \cdot C_2}{Q_1 + Q_2} \quad (1)$$

Em que:

C_o = concentração do constituinte na mistura (mg/L);

C_1 = concentração do constituinte no componente 1, imediatamente a montante do ponto de mistura;

C_2 = concentração do constituinte no componente 2, imediatamente a montante do ponto de mistura;

Q_1 = vazão do componente 1 (L/s);

Q_2 = vazão do componente 2 (L/s).

RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos e da medição da vazão para as fontes pontuais de lançamento de efluentes FP-31, FP-32, FP-31A e FP-50 e para o canal de drenagem CDE.

Tabela 1: Análises físico-químicas e biológicas para FP-31, FP-32, FP-31A, FP-50 e CDE (média, mediana e desvio padrão), de 15/08/2012 a 27/02/2013.

Fonte pontual		Vazão (L/s)	pH	DBO _{5,20} (mg/L)	SS (mg/L)	ST (mg/L)	SD (mg/L)
FP-31	Máximos	2,90	8,8	4.236	408,0	2.890,0	2.710,5
	Mínimos	0,43	6,5	37	92,0	142,0	30,5
	Média	1,37	-	886	175,1	1.034,4	859,3
	Mediana	1,27	7,0	479	163,4	722,0	574,3
	Desvio padrão	0,75	-	1.288	95,3	900,3	927,2
FP-32	Máximos	1,99	9,1	3.870	214,7	1.100,0	1.029,2
	Mínimos	0,14	6,8	283	30,2	294,5	219,5
	Média	0,49	-	1.167	73,6	605,1	531,5
	Mediana	0,30	8,3	470	65,7	596,5	530,8
	Desvio padrão	0,59	-	1452	59,0	324,9	314,8
FP-31A	Máximos	1,27	8,5	5.807	354,7	3.966,5	3.871,5
	Mínimos	0,45	7,2	45	49,3	153,0	45,3
	Média	0,64	-	432	179,5	723,5	544,0
	Mediana	0,54	8,0	527	111,5	142,0	30,5
	Desvio padrão	0,27	-	37	245,9	401,5	155,6
FP-50	Máximos	0,32	9,0	6.426	841,2	2.010,0	1.588,5
	Mínimos	0,03	6,4	43	9,0	124,0	115,0
	Média	0,12	-	886	175,1	1.034,4	859,3
	Mediana	0,09	7,0	479	163,4	722,0	574,3
	Desvio padrão	0,10	-	1.288	95,3	900,3	927,2
CDE	Máximos	0,79	7,1	655	29,0	850,0	840,7
	Mínimos	0,11	5,6	37	1,3	49,0	17,6
	Média	0,36	-	215	13,8	332,9	319,1
	Mediana	0,33	6,9	95	11,3	217,2	214,5
	Desvio padrão	0,23	-	207	11,1	270,8	270,8

As maiores vazões de lançamento de efluentes nessa pesquisa foram observadas na fonte pontual FP-31, de 2,90 L/s, o que já era esperado, devido à utilização de expressivo volume de água nas atividades diárias por um restaurante que tem seus efluentes lançados nessa área. Além disso, nesse prédio funciona a cozinha em que são preparadas as refeições distribuídas e servidas em outros dois refeitórios coletivos.

Foram observadas concentrações de DBO_{5,20} muito acima do esperado, considerando os efluentes lançados nesse local como domésticos ou sanitários, para as quatro fontes pontuais, em algumas ocasiões.

Considerando a classificação de Metcalf & Eddy (2003) para esgotos conforme as características físico-químicas, os efluentes líquidos lançados pelas fontes FP-31, FP-32, FP-31A e FP-50 podem ser classificados como fortes, apresentando na maior parte das amostragens, concentrações de DBO_{5,20} acima de 400,0 mg/L. Assim como ocorreu nessa pesquisa, Castro et al. (2012) também encontraram concentrações de DBO muito acima daquelas esperados para efluentes domésticos provenientes de sistemas individuais de tratamento, como tanques sépticos e sumidouros. Foram analisadas nove amostras que apresentaram DBO_{5,20} média de 1.253 mg/L.

Na campanha 4 foram encontradas as maiores concentrações de DBO_{5,20} para as quatro fontes pontuais. Na campanha 6, realizada no dia 19/12/2012, foi verificado um valor extremo de DBO_{5,20} para FP-32 (*outlier*).

Em relação aos limites de lançamento de efluentes estabelecidos pela Resolução CONSEMA n. 128/2006, do Estado do Rio Grande do Sul, para DBO e *E. coli*, as fontes pontuais FP-31 e FP-32 apresentaram concentrações acima dos padrões, considerando a hipótese de que o lançamento ocorra em um corpo receptor. Não ocorre atendimento aos padrões da legislação do parâmetro sólidos em suspensão para as fontes FP-31 e FP-50. Essa comparação foi realizada considerando os resultados médios entre todas as campanhas deste estudo.

Em seis campanhas para FP-31 e sete campanhas para FP-50 os valores de SS foram superiores aos padrões normativos definidos pela Resolução CONSEMA n. 128/2006. Para FP-32, em apenas uma campanha o valor de SS foi superior ao estabelecido pela legislação.

A redução média de $DBO_{5,20}$ entre a entrada e a saída do sistema solo-planta, no sentido horizontal de escoamento de efluentes, foi de 50%. Nas campanhas 9 e 10 foi observado aumento das concentrações de $DBO_{5,20}$ no CDE em relação à média ponderada das fontes pontuais. Devido à complexidade do sistema e à impossibilidade de equacionamento de todos os componentes de entrada e saída de água no sistema, como a precipitação pluviométrica, o escoamento superficial, a infiltração e a evapotranspiração, são necessários mais estudos na área de estudo.

A redução média da concentração de sólidos totais foi de 76,97% entre a entrada e a saída do sistema solo-planta (fontes pontuais e CDE), considerando as dez campanhas de amostragem. A redução máxima, considerando a média ponderada das concentrações, observada foi de 97,88% (campanha 3) e a mínima foi de 35,61% (campanha 2). A grande variação na concentração de sólidos totais nos efluentes das fontes pontuais pode estar vinculada às variações nos usos de água nas edificações e às características do efluente líquido lançado em relação à produção de refeições no restaurante. Em algumas campanhas foi visualmente perceptível uma maior quantidade de material sólido nas amostras coletadas, principalmente pela presença de gordura, acumulada na superfície do solo na saída da tubulação.

A redução média da concentração de sólidos em suspensão foi de 91,22% entre a entrada e a saída do sistema (fontes pontuais e CDE), considerando as dez campanhas de amostragem e a média ponderada das concentrações. A redução máxima observada foi de 98,41% (campanha 6) e a mínima foi de 73,90% (campanha 5).

Ao longo do tempo, com o aumento da demanda hídrica e consequente aumento do lançamento de esgotos nessa área, provavelmente ocorreu uma sobrecarga no sistema de tratamento e a queda da eficiência de remoção de sólidos e da depuração da matéria orgânica presente no esgoto.

Percebe-se pelas características dos efluentes lançados que pode estar ocorrendo um desempenho dos sistemas de tratamento, devido a uma frequência não adequada de limpeza e manutenção dos tanques, que com o passar dos anos foram absorvendo uma grande quantidade de sólidos. Com o crescimento da biomassa e o desprendimento do biofilme anaeróbico, pode ter ocorrido o processo de colmatação e a formação de caminhos preferenciais de escoamento dos efluentes, que causaram a redução de sua eficiência.

CONCLUSÕES

Considerando as dez campanhas de amostragem realizadas entre agosto de 2012 e fevereiro de 2013, entre a entrada de efluentes pelas fontes pontuais FP-31, FP-32, FP-31A e FP-50 e o canal de drenagem de efluente (CDE), foi verificada uma redução média de 85,5% na vazão, de 50,0% na $DBO_{5,20}$, de 76,97% de sólidos totais, 91,22% de sólidos em suspensão e 99,8588% de coliformes totais.

Com base nos resultados obtidos, foi verificado que ocorre o processo de remoção natural de matéria orgânica carbonácea na área de lançamento de efluentes sanitários diretamente no solo com presença de macrófitas aquáticas da espécie *Typha domingensis* e gramíneas como *Panisetum purpureum*.

Foi constatado que ocorre o transporte de contaminantes no perfil horizontal do solo, atingindo as águas superficiais, o que torna necessário a minimização das concentrações de $DBO_{5,20}$ e sólidos pelas fontes pontuais FP-31, FP-32, FP-31A e FP-50, de forma a atender aos padrões de lançamento da Resolução CONSEMA n. 128/2006 e evitar a contaminação das águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th ed. Washington D.C.: American Public Health Association, 2012, 1153 p.
2. CASTRO, I. M. P.; GOMES, J. P. M.; OLIVEIRA, M. C. S.; SANTOS, Y. T. C.; LIMA, J. Q. Matéria orgânica e nitrogênio em resíduos esgotados de fossas e tanques sépticos residenciais da cidade de Juazeiro do Norte - Ceará. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 7, 2012, Palmas. Anais... Palmas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4246/2362>>. Acesso em: 13 jun. 2013.

3. CONSEMA - CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 128**, de 24 de novembro de 2006. Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2006.
4. FOSTER, S.; HIRATA, R.; HOWARD, K. Uso de água subterrânea em cidades em desenvolvimento: questões políticas decorrentes das tendências actuais. *Hydrogeology Journal*, v. 19, p. 271-274, 2011.
5. MARION, F. A. Águas subterrâneas, atividades potencialmente contaminantes e o aporte do geoprocessamento na definição de conflitos. *Geoambiente On-line*, n. 17, Jantaf-GO, jul./dez., 2011.
6. METCALF & EDDY. *Wastewater Engineering treatment Disposal Reuse*. 4. ed. New York, McGraw - Hill Book, 2003, 1819 p.
7. OLIVEIRA, S. M. A. C.; von SPERLING, M. Potenciais Impactos de Sistemas Estáticos de Esgotamento Sanitário na Água Subterrânea – Revisão de Literatura. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 16, n. 4, p. 95-107, 2011.
8. TANNER, C. C., SUKIAS, J. P. S., HEADLEY1, T. R., YATES, C. R., STOTT, R. Constructed wetlands and denitrifying bioreactors for on-site and decentralized wastewater treatment: comparison of five alternative configurations. *Ecol. Eng.*, v. 42, p. 112–123, 2012.
9. von SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3^a ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.