

## II-385 - MANEJO DE ESGOTOS SANITÁRIOS: ALTERNATIVAS PARA LOTEAMENTO POPULAR EM PORTO ALEGRE

**Marina Bergamaschi Teixeira<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental no IPH/UFRGS.

**Antônio Domingues Benetti**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS. Doutor em Environmental Engineering por Cornell University. Professor Associado II do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Dr. Barros Cassal, 697/1106 – Bom Fim – Porto Alegre - RS - CEP: 90035-030 - Brasil - Tel: (51) 9634-4729 - e-mail: [marinabteixeira@yahoo.com.br](mailto:marinabteixeira@yahoo.com.br)

### RESUMO

O Brasil, assim como grande parte dos países em desenvolvimento, possui um déficit enorme na área de saneamento ambiental. Mesmo nas grandes cidades, onde existe maior infraestrutura e poder econômico, faltam redes coletoras, tratamento e disposição adequada dos esgotos sanitários. Os principais atingidos pela poluição decorrente dessas carências são as pessoas mais pobres que vivem nas periferias das cidades, próximas das áreas de destino do esgoto não tratado, onde ocorre a deterioração do meio ambiente. Nestes lugares, a incidência de doenças de veiculação hídrica, principalmente diarreias e gastroenterites, é elevada. Este trabalho busca encontrar alternativas que possam ser utilizadas para o manejo de esgotos sanitários no meio urbano, principalmente no que diz respeito a loteamentos populares. A partir de revisão bibliográfica sobre alternativas tecnológicas, procura-se recomendar sistemas para tratar o esgoto doméstico de forma eficiente, próximo do local onde ele é gerado e que seja de simples execução. Espera-se que estes sistemas possam ser aplicados aos loteamentos populares construídos na cidade de Porto Alegre. Para a complementação da pesquisa realizou-se um estudo de caso em um loteamento que está sendo implantado na cidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento de Esgotos Sanitários, Loteamentos Populares, Pequenas Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários.

### INTRODUÇÃO

O manejo adequado de esgotos é de suma importância para a manutenção da saúde pública e a preservação do meio ambiente. Muitas doenças são veiculadas pela água, como cólera, hepatite A, leptospirose e diarreias. No Brasil, assim como em grande parte dos países em desenvolvimento, a falta de saneamento básico, mais especificamente de coleta, tratamento e disposição adequada dos esgotos domésticos, é mais acentuada nas periferias das cidades onde a incidência dessas doenças é mais elevada causando mortes que poderiam ser facilmente evitadas.

Em Porto Alegre, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000), apenas 8,82% do esgoto é tratado. Dados mais recentes do Departamento Municipal de Água e Esgotos – DMAE – (PORTO ALEGRE, 2009) indicam que apesar de 84% dos esgotos sanitários serem coletados, apenas 27% do total são tratados antes de serem lançados no Guaíba, principal manancial de água da cidade. O Plano Diretor de Esgotos Sanitários (PDE) de Porto Alegre dividiu a cidade em nove grandes sistemas, sendo que destes, somente quatro possuem tratamento completo. Estes sistemas são: Navegantes, Zona Sul, Belém Novo e Lami. Os outros cinco sistemas, Gravataí, Cavahada, Restinga, Ponta Grossa e Ponta da Cadeia, ainda estão sendo implantados. Inseridos nesta realidade, estão os loteamentos populares construídos pelo Departamento Municipal de Habitação (DEMHAB).

Estes loteamentos, quando construídos em zonas centrais da cidade que possuem redes coletoras de esgotos, podem estar ligados diretamente a estas, passando ou não por tratamento. Em locais mais afastados, onde não existem redes coletoras, é necessária a instalação de um sistema para o manejo local dos esgotos sanitários. Por indicação do DMAE, o sistema padrão para tratamento de esgotos nestes locais é constituído por tanque séptico seguido por filtro anaeróbio.

Este trabalho procura identificar as principais características dos loteamentos populares quanto ao manejo dos esgotos sanitários, considerando possíveis alternativas ao sistema padrão hoje adotado, analisando aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Para tanto realizou-se um estudo de caso no conjunto residencial Bernardino Silveira Amorim, que está sendo construído pelo DEMHAB, localizado em uma área de 21 hectares na avenida de mesmo nome, próxima ao Complexo Cultural do Porto Seco. Este loteamento receberá a população que hoje vive em condições precárias na Vila Dique, próxima ao aeroporto Salgado Filho.

## METODOLOGIA

A seleção de um sistema para o manejo de esgotos é uma tarefa um tanto quanto subjetiva. Para que se faça uma escolha acertada é necessário identificar critérios que possibilitem levar em conta as especificidades do local e da comunidade onde o sistema será implantado. Para tanto, primeiramente foi realizada uma investigação na literatura sobre os sistemas de tratamento de esgotos existentes mais utilizados, suas características e aplicabilidades, podendo-se assim, selecionar quais os sistemas têm potencial para serem utilizados no meio urbano, mais especificamente no conjunto residencial estudado.

Desta forma, foram considerados nove sistemas de tratamento, descritos em Jordão e Volschan Jr. (2009). Sete sistemas incluem tratamento anaeróbio com pós-tratamento anaeróbio ou aeróbio e dois são puramente aeróbios. Os processos anaeróbios incluem reator UASB, tanque séptico e filtro anaeróbio; os processos aeróbios considerados foram lodos ativados, filtro biológico percolador, biodiscos e filtro aerado submerso. Processos naturais como lagoas e banhados não foram considerados por restrição de área – trata-se de região urbana, densamente ocupada com tratamento do esgoto realizado no próprio local de geração. Para cada sistema, buscaram-se dados sobre eficiência na remoção de poluentes, gastos energéticos, geração de lodo, complexidade de operação e manutenção e estimativa de custos tanto para implantação, quanto para operação e manutenção.

A seguir são apresentadas as tecnologias de tratamento selecionadas como potencialmente aplicáveis ao empreendimento que serve como estudo de caso, relacionadas com a sua eficiência na remoção de poluentes (tabela 1) e com suas características técnicas e econômicas (tabela 2).

No conjunto residencial Bernardino Silveira Amorim está prevista a construção de 1.476 casas, 103 unidades comerciais, escola e creche municipais, posto de saúde, galpão de reciclagem e centro comunitário. A população estimada é de 7000 moradores. A área reservada para a ETE é de aproximadamente 1.500 m<sup>2</sup> e está localizada ao lado de uma praça. Visto que a área para implantação da ETE é limitada e está inserida no loteamento é necessário que seja bem fechada e isolada, não oferecendo riscos, nem incômodos à população, como, ruídos, odores e aparência desagradável.

Para a escolha dos sistemas de tratamento foi desenvolvida uma matriz relacionando sistemas de tratamento com critérios de avaliação. Os critérios de avaliação escolhidos basearam-se em sugestões de Jordão e Pessoa (2005) e Von Sperling (2005). Foram considerados cinco critérios, cada qual tendo recebido uma ponderação entre um e três. O significado dos pesos é o seguinte:

- peso 1 - menos importante
- peso 2 - importante
- peso 3 - mais importante

Além da ponderação, cada critério recebeu uma nota de um a três de acordo com uma escala que foi escolhida. O significado das notas é o seguinte:

- nota 1 - desfavorável
- nota 2 - favorável
- nota 3 - muito favorável

**Tabela 1: Tecnologias de Tratamento Relacionadas às Eficiências**  
(Fonte: adaptado de Jordão e Volschan Jr., 2009)

Grau de Tratamento	Tecnologia de Tratamento	Eficiências de Remoção (%)						Remoção Eficaz
		DBO	SST	NH <sub>3</sub>	N-t	P-t	CTerm <sup>1</sup>	
<b>Primário e Primário Avançado</b>	Filtro anaeróbio <sup>2</sup>	50 - 70	60 - 80	< 30	< 30	< 30	1 - 2	-
	Reator UASB	50 - 70	60 - 80	< 30	< 30	< 30	1 - 2	-
<b>Secundário</b>	UASB + Filtro anaeróbio	70 - 80	70 - 80	< 30	< 30	< 30	1 - 2	DBO, SST
	Lodos ativados <sup>3,4</sup>	80 - 90	80 - 90	80 - 90	< 60	< 30	1 - 2	DBO, SST
	Filtro biológico percolador <sup>3</sup>	80 - 90	80 - 90	60 - 80	< 60	< 30	1 - 2	DBO, SST
	Rotor biológico de contato <sup>3</sup>	80 - 90	80 - 90	60 - 80	< 60	< 30	1 - 2	DBO, SST
	Filtro aerado submerso <sup>3</sup>	80 - 90	80 - 90	60 - 80	< 60	< 30	1 - 2	DBO, SST

<sup>1</sup> Coliformes termotolerantes, unidade logarítmica; <sup>2</sup> Precedido de tanque séptico; <sup>3</sup> Precedida de decantação primária convencional ou assistida ou reator UASB; <sup>4</sup> Modalidade por aeração prolongada ou por batelada não requer tratamento primário prévio.

Os critérios escolhidos, os respectivos pesos e faixas de notas foram os seguintes:

a) Requisitos de área - peso 1

Por se tratar de zona urbana com reduzida disponibilidade de área superficial, o sistema deverá ser compacto. Para a avaliação deste critério foram utilizados os dados de requisitos de área superficial média de cada sistema. Os sistemas de tratamento foram divididos em três classes de requisitos médios de área:

- área menor que 0,1 m<sup>2</sup>/hab - nota 3;
- área entre 0,11 e 0,2 m<sup>2</sup>/hab - nota 2;
- área maior que 0,21 m<sup>2</sup>/hab - nota 1.

b) Limitantes ambientais - peso 2

Por localizar-se em área urbana, próximo a residências e áreas de lazer, deve haver minimização na ocorrência de odores, ruídos e geração de aerossóis. Os sistemas foram divididos em três classes:

- sistema anaeróbio ou combinado com sistema aeróbio sem aeração mecânica - nota 3;
- sistema anaeróbio combinado com sistema anaeróbio - 2;
- sistema anaeróbio combinado com sistema que utiliza aeração mecânica ou sistema que utiliza aeração mecânica - nota 1.

c) Requisitos econômicos - peso 1

Neste caso, são considerados os custos de implantação, operação e manutenção, incluindo energia elétrica, gerenciamento do lodo, necessidade de técnicos especializados, troca de peças e outros gastos especiais com a operação. Para a avaliação deste critério foram utilizados os dados referentes aos custos de implantação e cinco anos de operação e manutenção. Os sistemas foram divididos em três classes:

- custos menores que R\$ 170 por habitante - nota 3;
- custos entre R\$ 171 e R\$ 350 por habitante - nota 2;
- custos maiores que R\$ 351 por habitante - nota 1.

d) Eficiência - peso 3

Para avaliação deste critério considerou-se a capacidade potencial do sistema de tratamento em remover sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e patogênicos. Os sistemas foram divididos em três classes:

- remoção de nutrientes, patogênicos, matéria orgânica e sólidos em suspensão - nota 3;
- remoção eficaz de matéria orgânica e sólidos em suspensão - nota 2;
- remoção regular de matéria orgânica e sólidos em suspensão - nota 1.

**Tabela 2: Tecnologias de Tratamento Relacionadas a Características Técnicas e Econômicas (Fonte: adaptado de Jordão e Volschan Jr., 2009).**

Características	Requisitos de área superficial (m²/hab) <sup>1</sup>	Mecanização		Requisitos de energia elétrica (kWh/hab.ano) <sup>2</sup>	Lodo		Grau de complexidade de O&M	Custos	
Tecnologia de Tratamento		Grau de mecanização	Principais equipamentos		Geração de lodo (L/hab.ano)	Frequência de remoção		Implantação (R\$/hab)	O&M (R\$/hab.ano)
UASB	0,03 - 0,10	1	Elevatória de esgoto bruto	0	70 - 220	mensal	1	30 - 50	8 - 12
Tanque séptico + Filtro anaeróbio	0,20 - 0,35	0	Não há	0	180 - 1000	anual	0	80 - 130	30 - 50
UASB + Filtro anaeróbio	0,05 - 0,15	1	Elevatória de esgoto bruto	0	150 - 300	mensal	1	40 - 60	15 - 20
Lodos ativados por aeração prolongada	0,12 - 0,25	3	Elevatória de esgoto bruto, sistema de aeração	30 - 35	1200 - 2000	quinzenal	3	90 - 120	100 - 120
Lodos ativados por batelada	0,12 - 0,25	4	Elevatória de esgoto bruto, sistema de aeração, comando PCL	30 - 35	1200 - 2000	quinzenal	4	90 - 120	100 - 120
UASB + Lodos Ativados Convencional	0,08 - 0,20	3	Elevatória de esgoto bruto, sistema de aeração	14 - 20	180 - 400	mensal	3	70 - 110	40 - 60
UASB + Filtro biológico percolador	0,10 - 0,20	1	Elevatória de esgoto bruto	0	180 - 400	mensal	1	60 - 90	15 - 20
UASB + Rotor biológico de contato	0,15 - 0,25	2	Elevatória de esgoto bruto, motor-rotor	< 5	180 - 400	mensal	2	70 - 110	20 - 30

<sup>1</sup> Considera apenas requisitos de área superficial para o tratamento da fase líquida, não incluindo a fase sólida (lodo); <sup>2</sup> Não considera requisitos de energia elétrica das estações elevatórias de esgoto bruto e lodo recirculado.

e) Complexidade de operação e manutenção - peso 2

A operação e a manutenção englobam todas as atividades pósimplantação. São atividades fundamentais para o correto funcionamento da ETE, garantindo que a eficiência do sistema seja mantida. Os sistemas foram divididos em três classes:

- baixo grau de complexidade de manutenção e operação - nota 3;
- médio grau de complexidade de manutenção e operação - nota 2;
- alto grau de complexidade de manutenção e operação - nota 1.

Para cálculo do total ponderado de um dado sistema de tratamento, utilizou-se a equação 1.

$$\text{Total Ponderado} = n_1 \cdot p_1 + n_2 \cdot p_2 + n_3 \cdot p_3 + n_4 \cdot p_4 + n_5 \cdot p_5 \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

$n_n$  = nota de cada critério para o sistema;

$p_n$  = peso de ponderação de cada critério.

O sistema de tratamento que obtiver o total ponderado mais alto será o recomendado para as características do local.

## RESULTADOS

Na tabela 3 apresenta-se a matriz de avaliação mostrando as notas atribuídas aos sistemas de tratamento considerados, para cada critério de avaliação.

**Tabela 3: Matriz de Avaliação dos Sistemas de Tratamento de Esgotos Considerados.**

Sistemas de Tratamento de Esgotos	Critérios de Avaliação					Total ponderado
	Disponibilidade de área (peso 1)	Limitantes ambientais (peso 2)	Requisitos econômicos (peso 1)	Eficiência requerida (peso 3)	Complexidade de O&M (peso 2)	
UASB + Filtro biológico percolador	2	3	3	2	3	23
UASB + Filtro anaeróbio	3	2	3	2	3	22
UASB	3	3	3	1	3	21
UASB + Rotor biológico de contato	2	3	2	2	2	20
Tanque séptico + Filtro anaeróbio	1	2	2	2	3	19
UASB + Filtro aerado submerso	3	1	2	2	2	17
UASB + Lodos Ativados Convencional	2	1	2	2	2	16
Lodos ativados por aeração prolongada	2	1	1	2	2	15
Lodos ativados por batelada	2	1	1	2	1	13

Observa-se que, para este caso particular, o sistema de tratamento constituído por reator UASB e filtro biológico percolador seria a primeira opção, seguido por reator UASB e filtro anaeróbio. Também é facilmente perceptível que o critério subjetivo de valorar pesos e notas pode transformar o que seria 2ª, 3ª ou 4ª opções em 1ª, considerando a pequena diferença no total de pontos alcançados pelos diversos sistemas.

## **CONCLUSÕES**

Mesmo com limitações, entende-se que o uso dessa metodologia tem utilidade no sentido de ajudar a entidade responsável pela implantação dos loteamentos a refletir sobre os aspectos favoráveis e desfavoráveis das tecnologias consideradas, já que atualmente, quando da construção de um novo loteamento em locais onde não existe rede coletora de esgotos, não é exigido um estudo específico para investigar qual a melhor solução a ser adotada, adotando-se sempre a solução padrão.

Portanto, é preciso ressaltar a importância do estudo de sistemas de tratamento local de esgotos, visto que para pequenas populações esta é uma opção vantajosa, pois não há gastos com o transporte do esgoto (redes coletoras e bombeamento) até grandes ETE.

Sendo assim, os sistemas escolhidos são uma opção viável para o tratamento de esgotos sanitários em loteamentos populares urbanos, otimizando ocupação de área e investimentos financeiros. Contudo há que se prever o acompanhamento desses sistemas, para que ao longo do tempo eles não deixem de ser operados corretamente, desempenhando a sua função com eficiência.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2000.
2. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 4. ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2005.
3. JORDÃO, E. P.; VOLSCHAN JUNIOR I. Tratamento de Esgotos Sanitários em Empreendimentos Habitacionais. Alternativas tecnológicas. Habitação social sustentável. Rio de Janeiro: CAIXA, 2009.
4. PORTO ALEGRE. O DMAE em números. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/dmae>>. Acesso em: 23 mar. 2009.
5. VON SPERLING, M. Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2005.