

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FUNIONAMENTO DE SISTEMA DE WETLANDS E REATOR UASB PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Naiara Oliveira¹; Vinicius Arcanjo²;

^{1,2} Universidade de Uberaba

naty.os@hotmail.com; vinicius.silva@uniube.br.

Resumo

O tratamento do esgoto doméstico é considerado como parte crítica do sistema de saneamento básico, e portanto, apresenta extrema importância para saúde e qualidade de vida da população. Inúmeros são os métodos existentes para o tratamento de esgoto, porém é preciso aliar eficiência e viabilidade econômica para que sua instalação se torne atrativa aos municípios e recebam os investimentos necessários. Nessa pesquisa, foram levantados os principais métodos para tratamento de esgotos. Os dois métodos mais utilizados foram identificados sendo estes reator USAB e *wetlands*. Enquanto o reator UASB se mostra mais eficiente na remoção da DBO em suspensão, o método *wetlands* se destaca na remoção de DBO solúvel, além de proporcionar uma remoção considerável de patógenos. Portanto, os métodos estudados não podem ser vistos como concorrentes, mas como técnicas que podem ser combinadas para buscar uma maior eficiência.

Palavras-chave: Reator Anaeróbio. Sistema de disposição no solo. Tratamento de efluentes.

1 Introdução

Os dados de um estudo inédito sobre o saneamento básico no Brasil produzido pela Agência Nacional de Águas (ANA), autarquia federal responsável pela gestão dos recursos hídricos brasileiros, aponta que 43% da população brasileira urbana

são atendidos por sistema coletivo (rede coletora e estação de tratamento de esgotos); 12%, por solução individual (fossa séptica); 18% se enquadram na situação em que os esgotos são coletados, mas não são tratados; e 27% são desprovidos de atendimento, ou seja, não há coleta nem tratamento de esgoto. Somando a parcela dos cidadãos que não têm esgoto tratado e os que não têm coleta, são 45% da população, ou 93,6 milhões de pessoas (O GLOBO, 2017).

Neste contexto, os municípios necessitam de opções de baixo custo e eficientes para realizarem o tratamento adequado do esgoto gerado por sua população (LOURENÇO, 2018). No Brasil, a lei ambiental regula o descarte de efluentes líquidos sobre os corpos d'água com o intuito de limitar a carga poluidora encaminhada para a natureza. Outro critério levado em consideração é a classe da água onde esse efluente é descartado (BARÇANTE, 2015).

Em 13 de maio de 2011 foi publicada a resolução nº 430, a qual classifica os corpos de água e ainda traça outras diretrizes ambientais. Também estabelece condições para o lançamento de efluentes. Essa resolução tem como objetivo complementar (e alterar parcialmente) a anterior, nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) (BARÇANTE, 2015). Dessa forma, para atendimento da legislação e para a promoção da melhoria da saúde da população a implantação de um sistema de coleta e tratamento de esgoto eficaz se faz necessário, sendo

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

esta uma parte fundamental da estrutura de saneamento básico.

Dentre os métodos de operação de sistemas de tratamento de esgoto sanitário estudados na literatura, destaca-se a predominância do biológico frente ao físico, químico e os demais métodos. O interesse em estudar e aplicar esse tipo de sistema pode ser atribuído a sua alta aplicabilidade já que o mesmo pode ser utilizado no tratamento de efluentes domésticos e industriais incluindo altos volumes de efluentes (CORNELLI, 2014).

No tratamento biológico, o próprio esgoto contém grande variedade de bactérias e protozoários para compor as culturas microbiais mistas que processam os poluentes orgânicos. O uso desse processo requer o controle da vazão, a recirculação dos microrganismos decantados, o fornecimento de oxigênio e outros fatores. Os fatores que mais afetam o crescimento das culturas são a temperatura, a disponibilidade de nutrientes, o fornecimento de oxigênio, o pH, a presença de elementos tóxicos e a insolação (SAAE, 2016).

Diante dos inúmeros sistemas de tratamento de esgoto doméstico utilizou-se o método de revisão sistemática de literatura que é um meio de identificar, interpretar e avaliar as questões de pesquisa, de revisar as tendências evidentes sobre um determinado tema (KITCHENHAM, 2004), e identificar as lacunas/falhas existentes na pesquisa, e propor/fornecer uma estrutura de modo a orientar novas investigações.

Essa pesquisa foi desenvolvida a partir do resultado do trabalho realizado por CORNELLI *et. al.*, que consistiu em uma revisão sistemática da literatura publicada entre os anos de 2002 a 2012. Os autores fizeram o levantamento dos métodos de tratamento de efluentes mais citados, obtendo como resultado o tratamento anaeróbio usando o reator UASB e o

método de disposição de efluentes no solo, *wetlands* (CORNELLI, 2014).

Portanto, objetivou-se nesse trabalho realizar uma revisão teórica acerca dos dois sistemas de tratamento de efluentes mais utilizados segundo Cornelli (2014), destacando os métodos *wetlands* e reator UASB.

2 Materiais e Métodos

Para levantamento e análise das informações necessárias foi utilizado o método da revisão sistemática o qual propõe que seja identificado e avaliada as questões abordadas na pesquisa, além disso a revisão de tendências caso se aplique (KITCHENHAM, 2004).

A Tabela 1 apresenta as etapas que compuseram a revisão sistemática.

Tabela 1 – Etapas da revisão sistemática.

Etapas	Aplicação no estudo
1. A pergunta de partida.	Quais tipos de tratamento são utilizados em esgotos domésticos no Brasil?
2. A exploração	Busca de evidências através de artigos, dissertações e teses cuja palavra chave fosse tratamento de esgotos por meio dos métodos: reator UASB e <i>wetlands</i> .
3. A problemática	Estudos exploratórios com objetivo de elencar os métodos de tratamento de esgoto doméstico mais mencionados na literatura.
4. A construção do modelo de análise	Foram reunidas as informações sobre os dois métodos selecionados a partir

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

	do trabalho de Cornell (2014).	superficial o qual devido o maior tempo de retenção hidráulica apresenta uma eficiência significativa na degradação de matéria orgânica e remoção de sólidos suspensos (POÇAS, 2015).
5. Análise das informações	Comparar as vantagens e desvantagens dos métodos e classificá-los dentro do âmbito técnico, econômico, social e ambiental.	
6. Conclusões	Evidenciar a eficiência dos dois métodos de tratamento de esgoto.	

Assim, esta pesquisa foi estruturada a partir da revisão sistemática descrita.

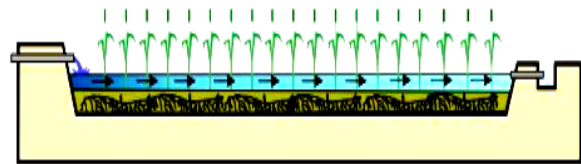
3 Resultados e Discussão

Cornelli et. al (2014) apresentaram os resultados de sua pesquisa por meio de um gráfico contendo os sistemas de tratamento de esgoto mais utilizados. No trabalho dos autores ficou evidenciado que as metodologias mais utilizadas para estabilização de efluentes são os reatores UASB e *wetlands*.

O sistema de tratamento de efluentes terras úmidas-banhados ou *wetlands* consiste em um sistema de disposição no solo dos efluentes. Ele é caracterizado por espelhar as condições das *wetlands* naturais, usando plantas aquáticas e um substrato que pode ser brita, areia, bambu, etc. O funcionamento desse tipo de sistema de tratamento de esgoto assemelha-se a filtro biológico no qual os microrganismos promovem as degradações das substâncias orgânicas presentes no efluente, inclusive remoção de patógenos (POÇAS, 2015).

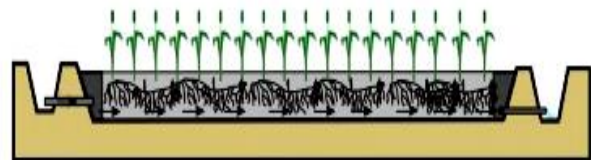
Conforme o fluxo do esgoto, os sistemas de *wetlands* podem ser classificados como: fluxo superficial ou fluxo subsuperficial. Na Figura 1 está disposto um exemplo de sistema do tipo

Figura 1: Sistema *wetland* de fluxo superficial. Fonte: (POÇAS, 2015).



Na Figura 2 está exemplificado um sistema de *wetlands* do tipo subsuperficial. Esse sistema é expressivamente aplicado em etapas secundárias dos sistemas de tratamento de efluentes, normalmente recebendo o efluente previamente tratado em tanques sépticos e reatores anaeróbios (POÇAS, 2015).

Figura 2: Sistema WETLAND de fluxo subsuperficial. Fonte: POÇAS, 2015.



A operação de *wetlands* é considerada simples em termos de manutenção. É necessário realizar a poda das plantas ou o seu replantio para manter o efluente no fluxo desejado. Além disso, outro item que necessita de controle é sobre a proliferação de mosquitos e demais insetos, quando o sistema é do tipo superficial no qual há exposição do efluente. Na ausência de manutenção adequada, mosquitos e plantas indesejáveis aparecem de maneira

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

descontrolada nesses sistemas (SILVA, 2014).

Considerando o âmbito técnico, econômico, social e ambiental as vantagens da utilização do *wetlands* são (CORNELLI, 2014):

- Sistema com geração de odores reduzida, o que não afeta a comunidade ao entorno do local no qual é instalado;
- Animais selvagens podem utilizar esse sistema como habitat;
- Sistema eficiente na remoção de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e coliformes. Além disso, consegue remover patógenos consideravelmente;
- Não há necessidade de energia elétrica para o funcionamento do sistema o que contribui para um menor custo de operação;
- Trata-se de um sistema de simples construção, operação e manutenção. Além disso, não há geração de lodo. Todos esses itens são essenciais para avaliar a viabilidade econômica desse método.
- Possibilidade de utilização da biomassa produzida em outros fins.

Em contrapartida, esse método também possui desvantagens que devem ser avaliadas no momento da escolha do sistema de tratamento de efluentes (CORNELLI, 2014; FERREIRA, 2013). Os principais pontos negativos são:

- Demanda elevada por área para instalação do sistema;
- O sistema requer fornecimento ininterrupto de esgoto;
- É susceptível as condições climáticas do local;
- Esse tipo de sistema exige um tratamento primário do efluente para obter maior eficiência;
- É necessária a utilização de um substrato, o que acarreta em gastos que devem ser também considerados.

- Alta recorrência de entupimentos no sistema devido a colmatação do substrato;

- Necessidade de manejo das macrófitas para que estas não se multipliquem de maneira descontrolada;
- Sistemas de fluxo superficial contribuem para proliferação de mosquitos;

Os tratamentos utilizando reatores anaeróbios por muito tempo foram considerados de custo elevado e com grande incidência de problemas, levando-os a ter uma baixa aplicabilidade. Contudo, com o desenvolvimento desse sistema, por meio de pesquisas, novos formatos foram elaborados, capazes de reter uma grande quantidade de biomassa, baixo tempo de retenção hidráulica e com elevado grau de estabilização do lodo.

Os reatores anaeróbios são classificados em dois tipos: Sistemas Convencionais e Sistemas de Alta Taxa. Os sistemas convencionais são reatores concebidos para estabilização de lodos gerados em sistemas primários e secundários como no caso dos digestores de lodo. Além disso, podem ser usados como alternativa de baixo custo para o tratamento primário de esgoto doméstico como o sistema de tanques sépticos, porém, o alto tempo de retenção hidráulica é uma desvantagem que limita a sua utilização (SILVA, 2014).

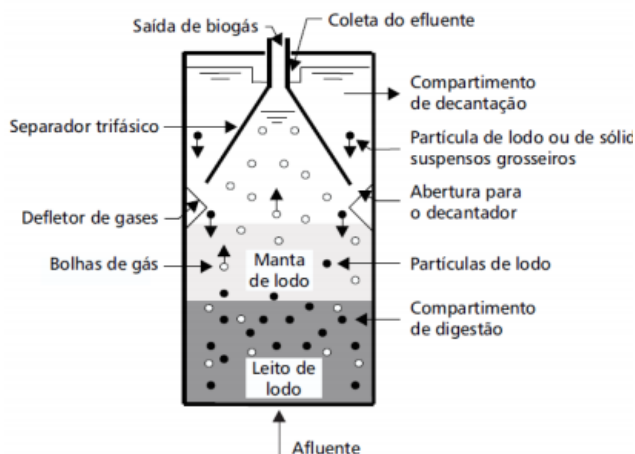
Dentre os reatores anaeróbios de alta taxa, o UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) ou RAFA (*Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente*) tem recebido destaque por ser um sistema compacto que apresenta baixo consumo de energia elétrica e alta eficiência na remoção de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio).

Atualmente, existe uma tendência na utilização do UASB no tratamento primário e estima-se que a remoção de DBO em suspensão possa chegar a 70%. Apenas

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

o tratamento no reator UASB não é o suficiente para atender aos padrões de lançamento de efluentes exigidos pela legislação ambiental necessitando de etapas futuras. A Figura 3 mostra um esquema simplificado do funcionamento de um reator UASB (SILVA, 2014).

Figura 3 Desenho esquemático do funcionamento de um reator (UASB).



Fonte: SILVA (2014)

Considerando os aspectos técnico, econômico, social e ambiental, as principais vantagens do uso do reator UASB são (CORNELLI, 2014):

- Eficiência na remoção de DBO;
 - Consumo de energia elétrica reduzido;
 - Neste sistema não é necessário a utilização de substrato;
 - Construção, operação e manutenção simples de serem realizadas;
 - Reduzida produção de lodo, o qual é estabilizado no próprio reator e apresenta alta capacidade de desidratação;
 - Em caso de paralisação temporária do sistema, o mesmo pode ser rapidamente reiniciado;
 - Baixa área de ocupação;
 - O biogás produzido no reator pode ser utilizado na geração de energia elétrica;
- Contudo, esse método também apresenta limitações que devem ser

verificadas antes do mesmo ser implantado (CORNELLI, 2014; GOFFI, 2013), essas são:

- Apesar de ser eficiente na remoção de DBO, o UASB não apresenta resultados satisfatórios para atingir os padrões mínimos exigidos pela legislação. O abatimento do teor de coliformes é baixo, e além disso, o mesmo não promove a remoção de nitrogênio e fósforo. Por essas razões o efluente necessita de pós tratamento.
- Geração de maus odores;
- Sensível a variações da carga de efluentes;
- O lodo gerado no tratamento deve receber disposição adequada.
- Aspecto desagradável do efluente que sai do reator o que é acarretado pelo arraste de sólidos com o efluente.

Algumas desvantagens do uso do reator UASB como o arraste de sólidos com o efluente podem ser resolvidas utilizando uma combinação com um reator de leito fixo, estabelecendo um sistema biológico coordenado composto pela junção de reatores anaeróbios e aeróbios (GOFFI, 2013).

4 Conclusões

Um sistema de saneamento básico adequado e eficiente é essencial para a qualidade de vida e promoção da saúde da população.

Este estudo apresentou uma revisão sistemática da literatura sobre métodos de tratamento de esgotos domésticos. Foi possível explicitar as vantagens e desvantagens de cada um dos tratamentos identificados, de forma a possibilitar uma escolha balizada em diferentes casos.

Quanto à operação (física, química, biológica e outros), o tratamento biológico foi o mais citado na literatura e, quanto ao nível de tratamento, o tratamento secundário tem destaque (dentro o pré-

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

tratamento, primário, secundário, terciários e avançado) sendo este o mais comumente utilizado. Conclui-se se que não é possível realizar uma comparação entre os sistemas UASB e wetlands, uma vez que cada um deles tem características específicas, no entanto, estes métodos podem ser complementares entre si o que potencializa a eficiência na estabilização de esgotos.

Referências

- BARÇANTE, Marcelo. 2015. **O que você não sabe sobre a legislação para tratamento de efluentes**. Disponível em: < www.teraambiental.com.br>. Acesso em 11 de outubro de 2018.
- BRASIL. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9p. 75. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em 31 de julho de 2018.
- _____. Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF, jan 2007. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil acessado em 21 de julho de 2018).
- _____. Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.
- CORNELLI, R.; AMARAL, F.G; DANILEVICZ, A. M. F.; GUIMARÃES, L. B. M. **Métodos de tratamento de esgotos domésticos: uma revisão sistemática**. REA – Revista de estudos ambientais (Online), v.16, n. 2, p.20-36, jul./dez. 2014.
- GOFFI, A. S. **Tratamento de esgoto doméstico em reator anaeróbio-aeróbio de leito fixo com recirculação da fase líquida**. 2013. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Coordenação de Engenharia Ambiental, Campo Mourão, 2013. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2239/1/CM_COEAM_2013_1_04.pdf. Acesso em: 02 agosto de 2018.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2017**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_TCU_2017_20180112.pdf>. Acesso em 23 de julho de 2018.
- KITCHENHAM, B.A. **Procedures for performing systematic reviews**, Keele University Technical Report TR/SE-0401.
- LOURENÇO, L.S; RODRIGUES, E.B; MOREIRA, M.A; SKORONSKI, E. **Remoção de matéria orgânica e nutrientes de esgoto doméstico por wetland horizontal de fluxo subsuperficial na estação de tratamento de Aparecida** - Campos Novo, SC Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.8, n.1, p.85-94, Março, 2018.
- O GLOBO. **No Brasil, esgoto de 45% da população não recebe qualquer tratamento**. Disponível em:

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

<https://oglobo.globo.com>. Acesso em: 11 de outubro de 2018.

POÇAS, C. D. Utilização da tecnologia de wetlands para tratamento terciário: Controle de Nutrientes. 2015. 173 f. Dissertação de mestrado (Dissertação de mestrado em ciências) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-23112015-122556/publico/CristianeDiasPocas.pdf>. Acesso em: 02 agosto de 2018.

SILVA, L. A. **Desenvolvimento e avaliação de um protótipo de estação compacta para tratamento de esgotos em unidades residenciais unifamiliares**. 2014. 173 f. Dissertação de Mestrado (Dissertação de mestrado em tecnologia ambiental e recursos hídricos)- Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: [2014.pdf. Acesso em: 11 de outubro de 2018.](http://ptarh.unb.br/wpcontent/uploads/2017/03/Lucas-Achaval-Silva-Mestrado-162-</p></div><div data-bbox=)

SAAE. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Sistemas de tratamento de esgoto de Aracruz**. Junho de 2016.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. MCidades. 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014>>. Acesso em 25 de julho de 2018.

USP. São Paulo, 2015. **Saúde Pública**. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde23112015122556/publico/CristianeDiasPocas.pdf>. Acesso em: 02 de agosto de 2018.