



Estudos de Caso e Notas

Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

Tratamento de efluentes sanitários em áreas alagadiças e/ou com lençol freático superficial – Estudo de caso

Wastewater treatment in surface water table areas - Case study

Flávia Cauduro¹, Mirian Sartor², Christiane Ribeiro Müller³ ✉

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

² Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina.

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

✉ flavia.cauduro@unesc.net, mirian_sartor@hotmail.com, christiane@unesc.net.

Resumo

Palavras-chave:

Tratamento de esgoto.
Saneamento rural.
Terreno alagado.

A necessidade por recursos hídricos de qualidade faz da preservação ambiental, e consequentemente dos mananciais, um urgente desafio global. Há inúmeros e distintos contaminantes ambientais, dentre eles os efluentes sanitários, não tratados e os mal tratados, que poluem o solo e, posteriormente, a água. Nas áreas rurais brasileiras com terrenos alagadiços e/ou com lençol freático superficial a contaminação do aquífero por efluente sanitário é instantânea. Procurando alterar este cenário, o presente estudo tem o objetivo de propor um sistema de tratamento de efluente sanitário descentralizado para áreas alagadiças e/ou com lençol freático superficial. O desenvolvimento foi baseado em normativas, leis, pesquisas científicas e estudos de caso relacionando os parâmetros do efluente tratado com a realidade das áreas alagadas. Assim, foi proposto um sistema descentralizado com materiais e técnicas construtivas validadas pela construção civil e possível de proteger o manancial destas áreas.

Abstract

Keywords

Sewage treatment.
Rural sanitation.
Flooded land.

Needly for quality water resources makes environmental preservation, and consequently of water sources, an urgent global challenge. There are numerous and distinct environmental contaminants, including untreated and poorly treated sanitary effluents, which pollute the soil and, subsequently, water. Brazilian rural areas with surface water table, contamination of aquifer by sanitary effluent is instantaneous. In order to change this scenario, the present study aims to propose a decentralized sanitary effluent treatment system for superficial water table areas. Development was based on regulations, laws, scientific research and case studies relating the parameters of the treated effluent to the reality of flooded areas. Therefore, a decentralized system with materials and construction techniques validated by the civil construction was proposed and possible to protect the water source of these areas.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v33i3.29573>

1. INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras, de modo geral, cresceram sem planejamento e a alta densidade demográfica urbana acarretam problemas de infraestrutura urbana. Dentre os problemas gerados, o tratamento e a disposição final inadequada do esgoto promovem a contaminação das águas subterrâneas, entre outros problemas sanitários e de saúde pública (SOUSA, 2008; ANDRADE, 2014, SAMUEL, 2011; ZYCHOWSKI, 2014; CAMPESTRINI & JARDIM, 2017; CAUDURO et al., 2018).

Nas comunidades rurais o problema é o extremo oposto quando é analisado o desenvolvimento, o planejamento e os recursos destinados à infraestrutura sanitária. Nestas comunidades, por apresentarem baixa densidade populacional, a diluição dos custos para a implantação dos sistemas de coleta, transporte e tratamento do esgoto é prejudicada e inviabilizada econômica, técnica e

operacionalmente destas infraestruturas coletivas de saneamento. Assim, tais fatos, corroboram para a implantação de sistemas descentralizados, ou seja, individuais para o tratamento do esgoto sanitário nas áreas rurais (SANTOS, 2015; RAMOS, 2017).

O sistema descentralizado de tratamento e disposição final de esgoto sanitário adotado atualmente nas áreas rurais brasileiras, na maioria das edificações, é um modelo gravimétrico, composto por tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro (ABNT, 1993; SOUZA, 2015).

O sistema gravimétrico tem bom funcionamento quando aplicado em regiões que possuam topografia para facilitar o funcionamento do sistema, e nos quais o lençol freático não possua nível elevado (CORREA, 2007). No entanto, em regiões com o lençol freático superficial, ou regiões alagadiças, não é a melhor solução, nestas regiões o sistema é construído, parcialmente ou por inteiro, submerso no lençol freático local caracterizando, assim, um provável foco de contaminação do lençol freático local (ABNT, 1997; SARTOR E CAUDURO, 2018).

O sistema gravimétrico de tratamento descentralizado é constituído em três componentes principais instalados após a caixa de gordura. O tanque séptico, unidade em que ocorre o tratamento do esgoto por processos de sedimentação, flotação e digestão; o filtro anaeróbio, destinado ao tratamento do esgoto através do afogamento do meio biológico filtrante; e o sumidouro, caracterizado por um poço escavado no solo local, constituído por paredes permeáveis e que permitem a percolação do efluente tratado no solo (ABNT, 1997).

Conforme relatado, o sumidouro é o responsável pela disposição final do efluente no solo local e para o bom funcionamento do mesmo a taxa de percolação e o teor de umidade médio do solo devem ser estudados (SAMUEL, 2011; CAUDURO et al., 2018). Com intuito de garantir a segurança do lençol freático local a NBR 13969 (ABNT, 1997) orienta a instalação do sumidouro distante verticalmente, no mínimo, 1,50 metros do nível máximo do aquífero local. O distanciamento horizontal também é limitado por norma, a NBR 7229 (ABNT, 1993) especifica a distância mínima horizontal entre o sistema e corpos hídricos, de qualquer natureza, em 15,00 metros.

Nas áreas alagadiças e/ou com lençol freático superficial a distância, tanto horizontal quanto vertical, da ETE ao corpo hídrico não conseguem ser atendidos dada a condição local e construtiva dos sistemas existentes atualmente (SARTOR E CAUDURO, 2018). Além destes itens não serem atendidos nestas áreas, também há outra situação corriqueira e preocupante destas áreas. O lençol freático local é o manancial de captação para consumo humano, ou seja, nestas áreas o manancial para consumo humano é o corpo receptor do efluente tratado (SAMUEL, 2011; MACHADO, et al., 2016; CAMPESTRINI & JARDIM, 2017).

De acordo com os estudos realizados por Sartor e Cauduro (2018) não há, até o momento, um sistema de tratamento de esgoto descentralizado que dispõe de alternativas técnicas e financeiras consideradas viáveis, adequada as exigências das normas brasileiras e sem prejuízo ao meio ambiente para ser empregada nas áreas alagadas e/ou sobre lençol freático superficial.

No atual cenário, a ocupação do solo em áreas alagadas e/ou com lençóis freáticos superficiais se tornam inviabilizados. O desenvolvimento de um sistema para o tratamento do esgoto sanitário nestas áreas precisa ser realizado para minimizar os danos ambientais e de saúde pública decorrentes da contaminação dos mananciais subterrâneos. Com base no discorrido, o objetivo deste estudo é propor um sistema de tratamento de esgoto descentralizado e aplicável para as áreas alagadas e/ou com lençol freático superficial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

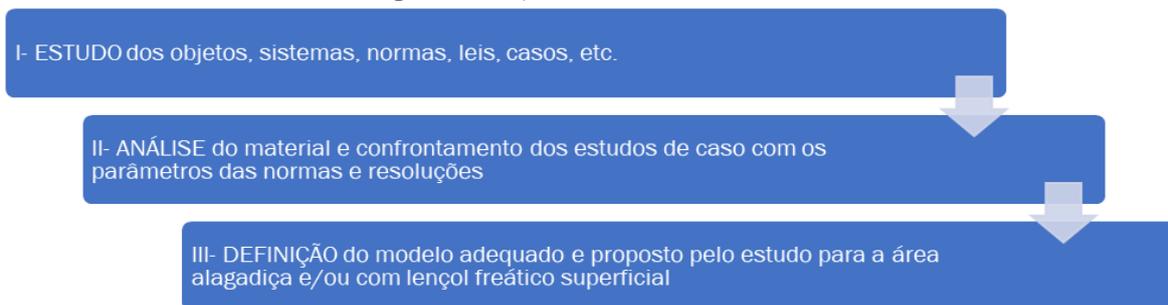
O desenvolvimento deste estudo foi baseado nas Normas Brasileiras Regulamentadoras – NBR – da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. As normas principais foram a NBR 7229 (ABNT, 1993) trata sobre Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos; e a NBR 13969 (ABNT, 1997) sobre Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.

As Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – também foram consultadas: nº 357, de 17 de março de 2005, sobre a classificação e enquadramento dos corpos de água, e as condições e padrões exigidos para o lançamento dos efluentes tratados no corpo de água; e nº 430, de 13 de maio de 2011, sobre as condições e padrões do lançamento dos efluentes tratados no corpo de água.

Os estudos de caso consultados foram: Almeida et al. (2007); Almeida et al. (2010), Ávila (2005); Backes (2016); Colares e Sandri (2013); Cruz (2013); Fernandes (2012); Van Kaick (2002); e Tonetti et al. (2011).

No desenvolvimento desta proposta foram vistas as possibilidades de a) substituir o uso do sumidouro por método alternativo de disposição final do efluente tratado; b) adaptar/adequar um sistema existente para as necessidades postas; e c) alterar o método construtivo com vistas a isolá-lo do lençol freático. Para organizar o desenvolvido deste estudo o mesmo foi dividido em etapas, conforme o Fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Etapas do desenvolvimento do estudo.



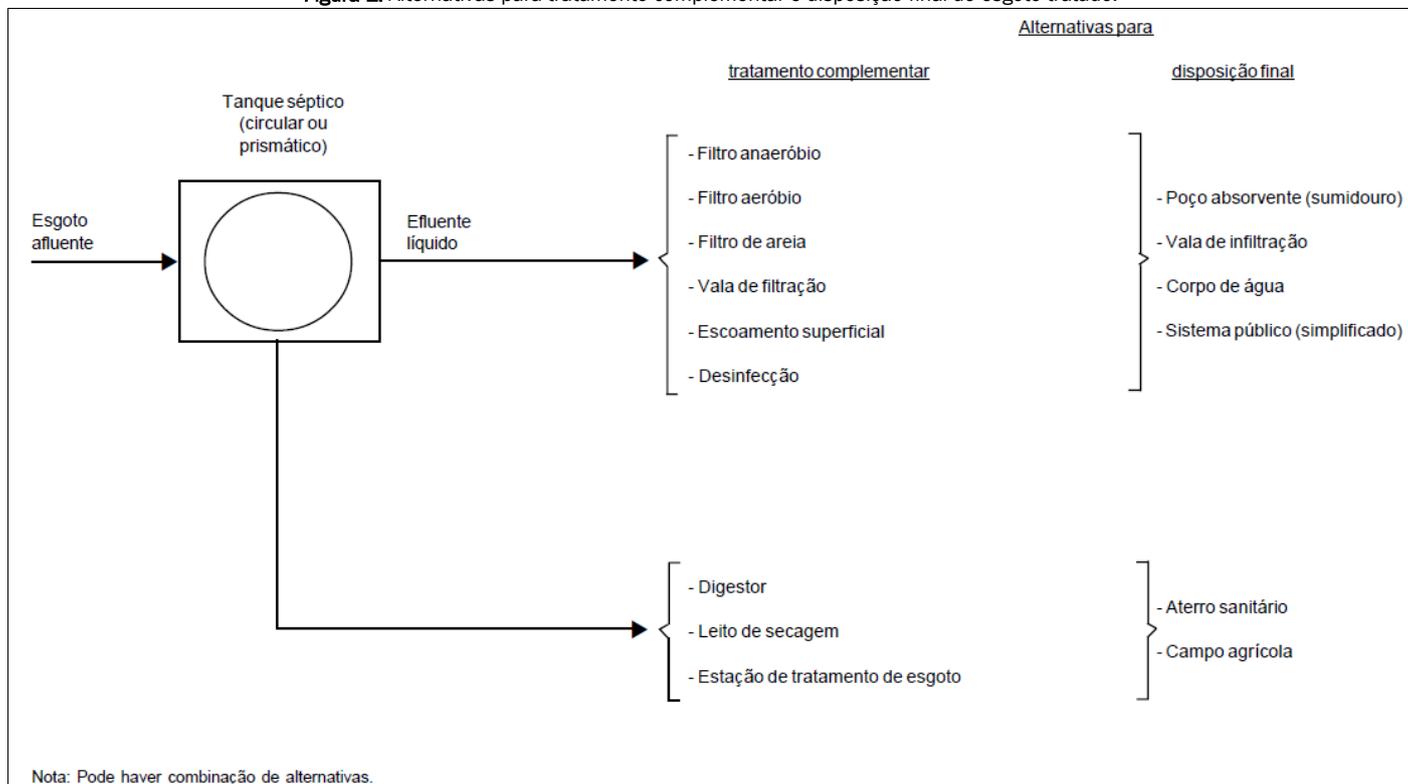
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Há a possibilidade de substituir o sumidouro por outra forma de disposição final do efluente tratado como visto na NBR 7229 (ABNT, 1993), Figura 1. Dentre os sistemas elencados para a substituição do sumidouro estão:

- a) Vala de infiltração que, assim como o sumidouro, requer distâncias mínimas horizontais e verticais dos corpos hídricos. Estas condicionantes dificultam a aplicação das valas nas áreas deste estudo;
- b) sistemas públicos simplificados, ou seja, está considerada a aplicação de tratamento primário do efluente e disposição final na rede de drenagem pública. No entanto, as redes de drenagem não são comuns em áreas rurais por diversos fatores, conforme mencionados na introdução deste estudo. Sendo assim, esta não é uma opção disponível como solução nas áreas alagadiças e/ou com lençol freático superficial;
- c) corpo de água, a NBR, Figura 1, é clara em permitir e elencar dentre as disposições finais a possibilidade de dispor o efluente tratado em um curso hídrico genérico. Situação característica das áreas alagadiças e/ou com lençol freático superficial.

Assim, em um primeiro momento pareceu haver uma fácil solução ao problema de saneamento destas áreas. No entanto, precisam ser estudados os parâmetros do efluente tratado pelo sistema descentralizado, e se este enquadra e está apto a ser lançado no corpo hídrico.

Figura 1. Alternativas para tratamento complementar e disposição final do esgoto tratado.



Fonte: NBR 7229 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, 1993.

O efluente tratado e lançado no corpo hídrico deve estar em convergência com as legislações requeridas sejam elas federal, estadual ou municipal. Caso não disponha de tais legislações devem ser seguidos os parâmetros regidos pela NBR 13969 (ABNT, 1997).

Além da NBR supra citada é importante, também, observar a Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, que estabelece limites máximos de concentração para não causar prejuízos à saúde pública e ambiental.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros da NBR 13969 (ABNT, 1997) e da Resolução CONAMA nº 430/2011.

Tabela 1. Parâmetros de lançamento de esgoto doméstico em corpos receptores.

Parâmetros	NBR 13969/97				CONAMA
	Classe a*	Classe b**	Classe c***	Classe d****	Resolução nº 430/11
Temperatura (°C)	Inferior a 40	Inferior a 40	Inferior a 40	Inferior a 40	Inferior a 40
pH	Entre 6 e 9	Entre 6 e 9	Entre 6 e 9	Entre 6 e 9	Entre 5 e 9
DBO5,20 (mg/L)	Inferior a 20	Inferior a 30	Inferior a 50	Inferior a 60	Inferior a 120
DQO (mg/L)	Inferior a 50	Inferior a 75	Inferior a 125	Inferior a 150	-
Oxigênio dissolvido (mg/L)	Superior a 2	Superior a 2	Superior a 2	Superior a 2	-
Sólidos sedimentáveis (ml/L)	Inferior a 0,1	Inferior a 0,1	Inferior a 0,5	Inferior a 1	Inferior a 1
SNF totais (mg/L)	Inferior a 20	Inferior a 20	Inferior a 50	Inferior a 60	-
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	Inferior a 5	Inferior a 5	Inferior a 5	Inferior a 5	20,0
Nitrato - N (mg/L)	Inferior a 20	Inferior a 20	Inferior a 20	Inferior a 20	-
Fosfato (mg/L)	Inferior a 1	Inferior a 1	Inferior a 2	Inferior a 5	-
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	Inferior a 1000	Inferior a 1000	Inferior a 500	Inferior a 1000	-
Óleo e graxas (mg/L)	Inferior a 30	Inferior a 30	Inferior a 10	Inferior a 50	Inferior a 100

*Classe a: na represa destinada ao abastecimento público, ou nos rios formadores da represa até 10 km a montante dela, independente da distância do ponto de captação e do volume de reservação da represa;

**Classe b: nos corpos receptores com captação a jusante para abastecimento público;

***Classe c: nas águas litorâneas, praias e nos rios que desaguam nas praias frequentadas pelas pessoas para recreação;

****Classe d: nos demais corpos receptores;

Fonte: Dos autores, adaptado da NBR 13969 (ABNT, 1997) e da Resolução CONAMA nº 430/2011.

Em áreas rurais, de forma generalizada, o abastecimento de água das propriedades se dá através de captações coletivas ou individuais no lençol freático local. Partindo deste pressuposto, a presente proposta entende que a Classe deste corpo hídrico, conforme Tabela 1, deve ser a Classe A podendo em alguns casos ser a Classe B.

A partir deste instante foram visualizados os parâmetros necessários para serem atendidos pela proposta da disposição do efluente tratado no corpo hídrico local.

Com vistas a definir a proposta deste objeto foram analisados os parâmetros de efluentes sanitários tratados por sistemas convencionais de alguns estudos de casos. Na Tabela 2 são apresentados os estudos de caso relacionados com a NBR 13969 (ABNT, 1997) e o CONAMA no 430/11.

Tabela 2. Estudos de caso x Parâmetros/Classe atendida.

Estudo de caso	Sistema utilizado	NBR 13969/97		Resolução CONAMA nº 430/11	
		Classe	Observações	Atende?	Observações
Almeida et al. (2007)	Tanque e zona de raízes	B	Exceto o nitrogênio amoniacal	Sim	Exceto o nitrogênio amoniacal
Almeida et al. (2010)	Tanque e zona de raízes	D	Nitrogênio amoniacal não avaliou	Sim	Nitrogênio amoniacal não avaliou
Backes (2016)	Tanque e filtro	Não atende	-	Sim	Exceto o nitrogênio amoniacal
Colares e Sandri (2013)	Tanque e zona de raízes com brita 2	Não atende	-	Não atende	-
Cruz (2013)	Tanque, filtro de areia e desinfecção	B	Exceto o nitrogênio amoniacal	Sim	Exceto o nitrogênio amoniacal
De Ávila (2005)	Tanque e filtro brita 4	B	Nitrogênio amoniacal não avaliou	Sim	Nitrogênio amoniacal não avaliou
Fernandes (2012)	Tanque e filtro	Não atende	-	Sim	Nitrogênio amoniacal e DBO 5,20 não avaliou
Laucevicius (2013)	Reator aeróbio	C	Nitrogênio amoniacal não avaliou	Sim	Nitrogênio amoniacal não avaliou
Tonetti et al. (2011)	Filtro anaeróbio	Não atende	-	Sim	Nitrogênio amoniacal e DBO 5,20 não avaliou
Van Kaick (2002)	Tanque e zona de raízes	C	Exceto o nitrogênio amoniacal	Sim	Exceto o nitrogênio amoniacal

A partir da Tabela 2 foi constatado, dentre os estudos de caso, os melhores sistemas para serem propostos. Cruz (2013) e Colares e Sandri (2013) utilizando tanque séptico seguido por filtro de areia ou filtro de brita 4 com ou sem desinfecção, e o Almeida et al. (2007) com tanque séptico seguido por zona de raízes atenderam o CONAMA nº 430/11 e a Classe B da NBR 13969/97, com exceção do parâmetro nitrogênio amoniacal.

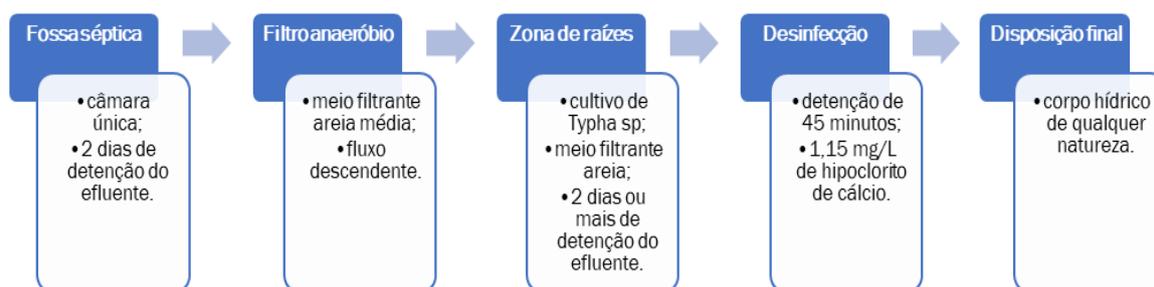
Importante observar que o ideal para a situação requerida, neste estudo, é a Classe A da NBR 13969/97. Outra situação, é que o parâmetro nitrogênio amoniacal não foi atendido em nenhum estudo.

Com base nos subsídios reunidos até este momento foi determinada a proposta teórica de estação de tratamento de efluentes sanitários para áreas alagadiças e/ou com lençol freático superficial. A proposta foi baseada na substituição do sumidouro pela disposição final do efluente tratado no corpo hídrico, utilizando sistemas disponíveis atualmente no mercado e uma adequação construtiva para isolar o sistema do contato direto com o solo/ lençol freático.

O sistema proposto, exemplificado no Fluxograma 2, é uma combinação de dois estudos mostrados na Tabela 2. A proposta utiliza o sistema de Cruz (2013) com fossa séptica e filtro de areia, seguidos do sistema Colares e Sandri (2013) com uso de zona de raízes, especificamente com leito cultivado com *Typha sp* e preenchidos com brita 2. O fechamento deste tratamento se dá com desinfecção do efluente durante 45 minutos com hipoclorito de cálcio com concentração de 1,15 mg/L, como realizado por Cruz (2013).

A partir desta proposta o efluente tratado atende a Resolução nº 430/11 - CONAMA e tem alta probabilidade de atender a Classe A da NBR 13969/97, o que permitiu a emissão do efluente tratado em manancial destinado ao abastecimento público. Exceto pelo parâmetro nitrogênio amoniacal que deve ser inferior a 5. Cruz (2013) alcançou 96 mg/L de nitrogênio amoniacal; Colares e Sandri (2013) não mediram este parâmetro, mas metodologias similares alcançaram 44 mg/L (ALMEIDA et al., 2007). Na proposta foi creditado ao sistema de raízes a remoção do nitrogênio amoniacal, para tal, este deve ter o período de detenção adequado.

Fluxograma 2. Proposta teórica de tratamento de efluente.



É importante ressaltar que a qualidade do tratamento é dependente também de fatores externos ao sistema, como temperatura, clima, patogênicos, condições do efluente bruto, etc. e que tais fatores influenciam na qualidade do tratamento e assim nos parâmetros do efluente final tratado (ABNT, 1993; SAMUEL, 2011).

Para concluir a proposta e proteger o lençol freático, os sistemas expostos no fluxograma 2 devem ser envoltos em uma parede de concreto. A estrutura de concreto funcionará como uma caixa isolando todo o sistema do contato direto do solo ou do lençol freático, ou ainda de ambos se for o caso.

A parede de concreto deve distar, do sistema principal, o necessário para permitir a passagem de operários e equipamentos para vistorias, manutenções e correções do sistema. A distância, mínima, sugerida é de 60 cm (ABNT, 1998), para permitir a fiscalização do sistema, a manutenção de rotina, o controle de infiltrações provenientes do lençol freático e, também, de vazamentos de efluente, promovendo a segurança do sistema e do lençol freático durante o tratamento.

4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento e término deste estudo permitiu concluir que:

As áreas rurais com terrenos alagadiços e/ou com lençol superficial não têm, no momento, adequado tratamento e disposição final dos efluentes sanitários. Esta situação corrobora para uma, provável, contaminação ambiental e prejuízos a saúde pública dos habitantes destas áreas como de áreas localizadas a jusante destes mananciais. E a normativa brasileira não esclarece a problemática e a técnica de tratamento de efluentes sanitários descentralizados para áreas alagadiças e/ou com lençol superficial.

Os estudos de caso analisados, a Resolução CONAMA nº 430/11 e a NBR 13969/97 mostram que o sistema convencional de tratamento sanitário descentralizado, fossa séptica seguida de filtro anaeróbio, não apresenta segurança e estabilidade nos parâmetros do efluente tratado para dispor estes em corpo hídrico.

A proposta deste estudo foi baseada na substituição do sumidouro pela disposição final do efluente tratado no corpo hídrico, utilização de técnicas e materiais construtivos conhecidos e validados pela construção civil e adequação construtiva do sistema a fim de isolar o mesmo do contato direto do solo/ lençol freático. Assim, este estudo propõe uma estação de tratamento de efluente sanitário em série, composta por fossa séptica, filtro anaeróbio, zona de raízes e desinfecção com posterior vazamento em corpo hídrico.

O sistema proposto tem vantagens operacionais, construtivas, sociais e, principalmente, nos âmbitos ambientais e de saúde pública. Dentre as vantagens operacionais e construtivas são ressaltadas as seguintes: o dimensionamento dos sistemas é realizado de acordo com

normas conhecidas e validadas nacionalmente; os materiais e métodos construtivos são de uso e montagem simplificada e conhecidos da indústria da construção civil; a manutenção e limpeza do sistema proposto ocorre de maneira convencional, através de caminhões “limpa-fossa”; a disposição final dos resíduos sólidos, o lodo tratado, deve ser em aterros sanitários; a planta utilizada na zona de raízes é perene e tem baixa manutenção.

Importante lembrar que esta é uma proposta teórica e que apesar de todos os estudos apontarem ótimos resultados com a sua implantação, a mesma deve ter uma amostragem de estudo. Portanto, antes de ser aplicada em grande escala é sugerido o estudo piloto deste sistema por um período mínimo de 12 meses para monitorar os parâmetros em todas as estações do ano.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, ROGÉRIO DE ARAÚJO; DA SILVA PITALUGA, DOUGLAS PEREIRA; REIS, RICARDO PRADO ABREU. *Tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico tanque séptico*. Revista Biociências, v. 16, n. 1, 2010.

ALMEIDA, ROGÉRIO DE ARAÚJO; OLIVEIRA, LUIZ FERNANDO COUTINHO; KLIEMANN, Huberto José. *Eficiência de espécies vegetais na purificação de esgoto sanitário*. Pesquisa agropecuária tropical, Goiânia-go, brasil, v. 37, n. 1, jan./mar. 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/1839>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

ANDRADE, L. M. S. *Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: a construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília. Brasília, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13969: Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5626: Instalação predial de água fria*. Rio de Janeiro, 1998.

BACKES, FRANCISCO JOSÉ. *Avaliação da eficiência de um sistema fossa séptica e filtro anaeróbio em escala piloto para o tratamento de efluente sanitário com a adição de papel higiênico como fonte de matéria orgânica*. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 16 dez. 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/1400>>.

GOVERNADOR DO ESTADO DE SANTA CATARINA. *Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009*. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/parecer_lei_14675_codigo_ambiental_sc.pdf>. Acesso em: 01 de jul. de 2018.

BRASIL. *Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005*. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 28 de mai. de 2018.

BRASIL. *Resolução CONAMA n. 430, de 13 de maio de 2011*. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 28 de mai. de 2018.

CAMPESTRINI, Iolana & JARDIM, Wilson F. *Occurrence of cocaine and benzoylecgonine in drinking and source water in the São Paulo State region, Brazil*. Science of the Total Environment 576 (2017) 374–380.

CAUDURO, F.; RICARDO, G. S.; SILVA, C.R.; SPECK, J.A.; VITO, M. *A problemática dos cemitérios brasileiros e o meio ambiente – revisão de estudos*. . 6º Congresso Internacional de Tecnologia para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves-RS. Disponível em: <<https://siambiental.ucs.br/congresso/anais/trabalhostecnicos?ano=2018>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

COLARES, CARLA JOVANIA GOMES; SANDRI, DELVIO. *Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte*. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 8, n. 1, 2013.

CORREA, P. P. *Sistema de esgoto sanitário a vácuo: Avaliação econômica da sua aplicação em Regiões Planas, litorâneas e com nível de lençol freático elevado*. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CRUZ, LUANA MATTOS DE OLIVEIRA. *Tanque séptico seguido de filtro de areia para tratamento de esgoto doméstico*. 2013. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas.

DE ÁVILA, RENATA OLIVEIRA. *Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte*. 2005. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FERNANDES, WILLIAM VIEIRA. *Uso da Luffa cylindrica como meio suporte para crescimento bacteriano em filtro anaeróbio tratando esgotos domésticos*. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

LAUCEVICIUS, Carla; MAURE, Tania. *Bio-effectiveness and Sludge Free Deep Shaft Reactor based on Sequential Fluidized Beds in Biological Aerobic Wastewater Treatment developed in the Republic of Panamá*. 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/EvZHmf>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

MACHADO, GRASSI, VIDAL, PESCARA, JARDIM, FERNANDES, SODRÉ, ALMEIDA, SANTANA, CANELA, NUNES, BICHINHO, SEVERO. *A preliminary nationwide survey of the presence of emerging contaminants in drinking and source waters in Brazil*. Science of the Total Environment 572 (2016) 138–146.

NAVAL, L. P. ; COUTO, T. C. . *Remoção de nitrogênio amoniacal em efluentes de sistemas anaeróbios*. In: V Congresso Regional - Asociacion Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2005, Assunción. Avanzando hacia los objetivos de desarrollo del milenio en el marco de la ingeniería sanitaria y ambiental, 2005.

RAMOS, MICHELLE DE FATIMA. *Tecnologia social como facilitadora para tratamento de esgoto em área rural*. Dissertação do Programa de Pós Graduação de Saúde Pública. Catálogo USP. São Paulo, 2017.

- SAMUEL, P. R. S. *Alternativas sustentáveis de tratamento de esgotos sanitários urbanos, através de sistemas descentralizados, para municípios de pequeno porte*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- SANTOS, J. R.; RUBIO, F.; MEZALIRA, V. P.; CURCEL, M.; SANTOS, F.T. DOS; LORIN, H. A. F.; *Implantação de sistema alternativo para tratamento de esgoto doméstico associado a dejetos suínos em propriedades rurais*. IV Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. Rio de Janeiro – RJ. 05 a 07 de maio de 2015.
- SANTOS, R.F. *Abordagem descentralizada para concepção de sistemas de tratamento de esgoto doméstico*. RETC - Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura. Edição 16ª, abril de 2015. Pg 35-44.
- SARTOR, M.; CAUDURO, F. *Proposta teórica de sistema de tratamento de esgoto individual para locais com lençol freático superficial*. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. UNESC. Criciúma-SC. 2018.
- SOUSA, A. F. S. *Diretrizes para a implantação de sistemas de reuso de água em condomínios residenciais baseadas no método APPCC – Análise de perigos e pontos críticos de controle. Estudo de caso Residencial Valville*. 2008. 176p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica – Saneamento Ambiental), Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- SOUZA, PATRÍCIA CALDEIRA DE. *Codisposição de lodo de fossa séptica em aterro sanitário do tipo trincheira*. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2015.
- TONETTI, A.L.; FILHO, B.C.; GUIMARÃES, J.R.; CRUZ, L.M.O.; NAKAMURA, M.S. *Avaliação da partida e operação de filtros anaeróbios tendo bambu como material de recheio*. Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2011, vol.16, n.1, pp.11-16.
- VAN KAICK, TAMARA SIMONE. *Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná*. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, Brasil, p. 1-116, 2002.
- ZYCHOWSKI J. *Impact of cemeteries on groundwater bacteriological content. An assessment based on the literature review*. IGU Regional Conference, Kraków, Poland. 18-22 August 2014.
- ZOPPAS, FERNANDA MIRANDA; BERNARDES, ANDREA MOURA; MENEGUZZI, ÁLVARO. *Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea*. Bio: revista de engenharia sanitária. Rio de Janeiro. Vol. 21, n. 1 (jan./mar. 2016), p. 29-42, 2016.