

## **ANÁLISE SÓCIOECONÔMICA E CONSTRUTIVA PARA CONSTRUÇÃO DE SISTEMA ALTERNATIVO PARA TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO**

GABRIEL BIGLIA WASILEWSKI<sup>1</sup>\*

<sup>1</sup>Acadêmico de Engenharia Civil, UEPG, Ponta Grossa-PR, [gabrielbiglia@hotmail.com](mailto:gabrielbiglia@hotmail.com)

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 2 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** Tendo em vista a carência do saneamento no Brasil e em tantos outros países em desenvolvimento não se pode depender de medidas governamentais legais para que o cenário comece a mudar. Permacultores já vêm praticando soluções alternativas para o esgoto doméstico a décadas e a comunidade técnico-científica está começando a enxergar e a difundir o conhecimento dos sistemas de alagados construídos (SAC's). Além dos problemas de saúde, diretamente ao ser humano, que um sistema de saneamento básico precário causa, são desperdiçados recursos preciosos na atual conjuntura: água e adubo. O presente trabalho tem como objetivo propor um sistema de tratamento de esgoto unifamiliar que promove a desinfecção dos efluentes domésticos de maneira simultânea que utiliza os recursos e nutrientes do esgoto para promover o crescimento de vegetais, que por sua vez devolvem a água ao ciclo hidrológico por meio da evapotranspiração. O sistema conta ainda com ganho paisagístico e apresenta fácil manutenção aos habitantes que fizerem uso do mesmo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento, esgoto sanitário, alagado construído

## **ANÁLISE SÓCIOECONÔMICA E CONSTRUTIVA PARA CONSTRUÇÃO DE SISTEMA ALTERNATIVO PARA TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO**

**ABSTRACT:** In view of the lack of sanitation in Brazil and many other developing countries cannot depend on Government measures for the situation start to change. Some people are already practicing alternative solutions to the domestic sewage for decades and the technical-scientific community is starting to see and to spread knowledge of constructed builded swamped systems. In addition to the health problems directly to humans, that a precarious sanitation system cause, precious resources in the current economic climate are wasted: water and fertilizer. This paper aims to propose a single sewage treatment system that promotes domestic effluent disinfection simultaneously utilizing the resources and nutrients from sewage to promote plant growth, which in turn return the water to the hydrological cycle through evapotranspiration. The system also has landscaping gain and features easy maintenance to the inhabitants who make use of it.

**KEYWORDS:** Sewage, sanitary sewer, builded swamped

### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, 65% das internações hospitalares de crianças menores de 10 anos estão associadas à falta de coleta e tratamento de esgotos (Bndes, 1998). Já existem várias alternativas para o tratamento de efluentes com matéria orgânica em decomposição. Algumas delas levam em conta o fato de que os processos naturais sempre foram responsáveis por limpar a água em seu fluxo natural através de rios, lagos, córregos e pântanos. É o caso das zonas de raízes e dos filtros biológicos. O primeiro faz com que plantas específicas incorporem a matéria orgânica em seus processos naturais e o segundo proporciona um ambiente propício para que as bactérias presentes do próprio efluente consumam a matéria orgânica como fonte de energia para se reproduzirem. (Faustino, 2009). O tratamento de efluentes utilizando Zona de Raízes, também vem sendo usado para tratar de águas residuárias de

refinarias de petróleo, de percolado e lixiviado de aterros sanitários, viveiros de peixe, e águas pré-tratadas de efluentes industriais, como de fabricação de papel e celulose, têxteis, e processamento de frutos do mar. Para alguns tipos de efluentes, apenas o tratamento através de sistemas de alagados construídos já é o suficiente, mas para outros ela pode se encaixar como um dos componentes de um sistema de tratamento. (Nogueira, 2015). O tanque de evapotranspiração (TEvap) é uma técnica desenvolvida e difundida por permacultores de diversas nacionalidades, com potencial para aplicação no tratamento domiciliar de águas negras em zonas urbanas e periurbanas (Pamplona & Venturi, 2004).

## MATERIAIS E MÉTODOS

É necessário que se estude alternativas mais viáveis socioeconomicamente para o tratamento de efluentes residenciais, portanto deseja-se a descentralização do tratamento e com isso vem também a aproximação do cidadão com a cultura ambiental, já que cada residência assume a responsabilidade pelos resíduos fluidos gerados e o conhecimento de que o lançamento inadequado em solo, corpos-de-rio e drenagem pluvial gera riscos altíssimos de contaminação do meio ambiente.

A recomendação normativa vigente no país remete às fossas sépticas, porém esse sistema já se mostrou ineficiente do modo como é praticado pela população, pois não é levada em conta a disposição final do efluente. Devido a este mau uso das fossas sépticas é proposto um aparelho que as substituam, sendo capaz de promover o tratamento anaeróbio, o reuso, a disposição do lodo e ainda o aproveitamento de nutrientes presentes no rejeito humano.

As águas pluviais, cinza e negras apresentam características diferentes, portanto exigem destinações e tratamento adequados. É necessária separação dos tipos de água residuária, ou seja, no(s) vaso(s) sanitário(s) deve haver uma tubulação de esgoto independente, configurando água negra. O resto dos efluentes gerado na casa (pias, tanques, ralos) terá seu esgotamento de forma interligada, compondo a água cinza.

As águas cinzas, por conterem gorduras, devem passar por uma caixa de gordura, onde ocorrerá a separação deste material, pois o sistema não é capaz de digerir este tipo de matéria orgânica. Depois da separação dos sólidos lipossolúveis o efluente segue para a porção do sistema equivalente à uma zona de raízes ou jardim filtrante, onde ocorrerá o processo de depuração biológica.

A parte proveniente das descargas sanitárias é mais carregada organicamente. Como a matéria orgânica encontra-se em sua maioria na parte sólida das águas residuárias, para diminuir a robustez a água negra deve passar por separação de materiais sólidos grosseiros.

O sistema proposto combina a destinação adequada do efluente com o cultivo de vegetais, ou seja, a fossa torna-se simultaneamente um jardim e consiste na junção entre duas propostas já existentes: o tanque de evapotranspiração (TEvap) e a zona de raízes (ZR). Ambos apresentam características semelhantes como a utilização de vegetais, agregados de diferentes granulometrias e necessidade de impermeabilização para que o efluente não entre em contato com o solo.

Levando em conta todos estes fatores chegou-se a um modelo de sistema, esquematizado na figura 1.

Figura 1: esquema ilustrativo do sistema proposto

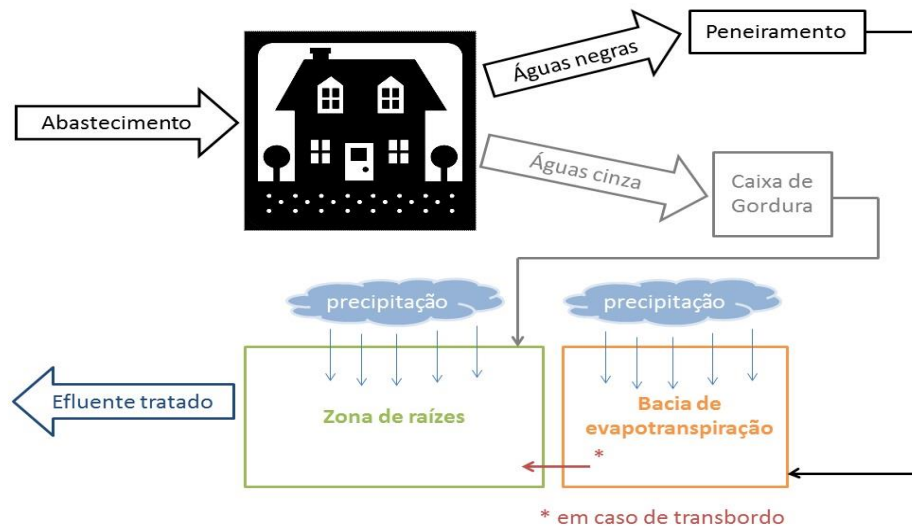


Fonte: o autor.

O sistema proposto combina a destinação adequada do efluente com o cultivo de vegetais, ou seja, a fossa torna-se simultaneamente um jardim. Existe também a possibilidade da concepção do sistema em formato de jardins de inverno, que se forem cobertos poderão apresentar menores dimensões.

Feita a separação de águas cinza e negra, cada um dos dois será redirecionado para um caminho de tratamento. As águas pluviais não precisam de tratamento, porém estarão presentes no processo, devido ao fato de a instalação ficar exposta às intempéries, e acabarão diluindo o esgoto propriamente dito, como representado na figura 2

Figura 2: fluxograma do sistema proposto para tratamento de efluentes domésticos



Fonte: o autor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à falta de referenciais normativos e de dados reais como porosidade dos agregados e solos, evapotranspiração das plantas e consumo de água o dimensionamento é feito de forma empírica, adotando-se o valor de  $2\text{m}^3$  por habitante. Este valor foi estabelecido por permacultores que adotam técnicas similares para a destinação do esgoto. (SANTOS, 2013).

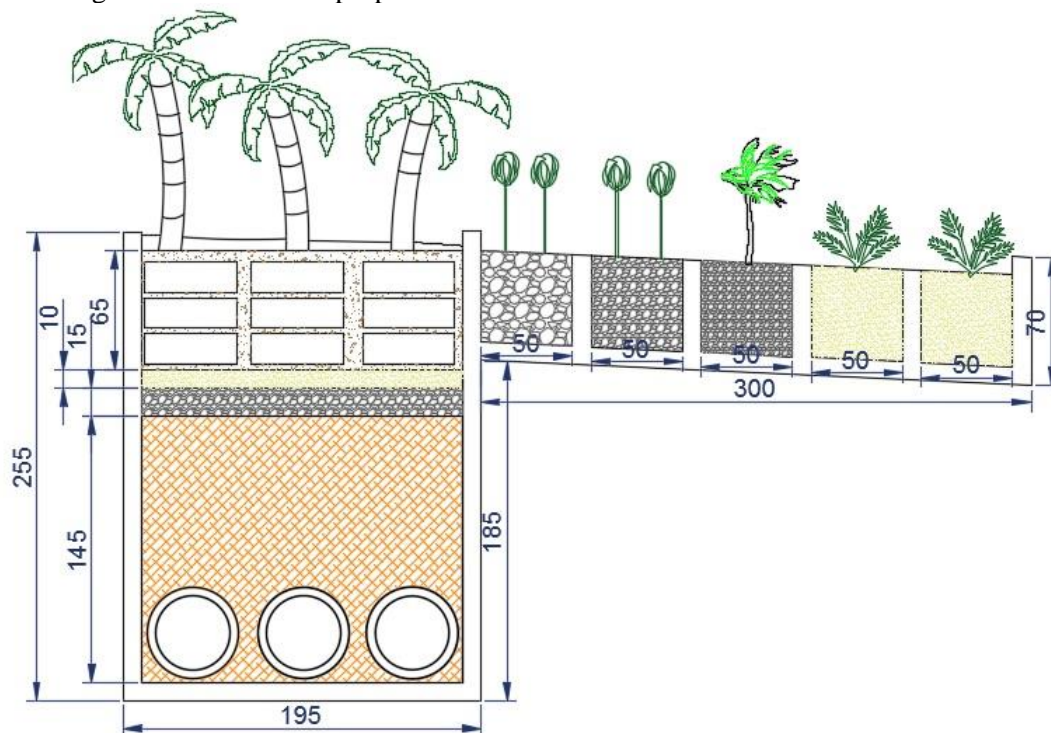
Portanto dimensionou-se um sistema para 5 pessoas, totalizando uma capacidade de dez metros cúbicos, conforme explicitado na figuras 3 e com dimensões de  $4,95 \times 2,20\text{m}$ , em planta.

O projeto do sistema consiste em um reservatório delimitado por paredes monolíticas de solo-cimento com  $0,10\text{m}$  de espessura dividido em duas parcelas: uma mais profunda, com  $2,35\text{m}$ , e de base  $1,75 \times 2,00\text{m}$ ; e outra mais rasa, com  $0,50\text{m}$  e de base  $2,90 \times 2,00\text{m}$ , por sua vez dividida em chicanas, conforme figura 3.

A primeira parcela é preenchida, conforme figura 03, com  $1,45\text{m}$  de resíduo de construção e demolição (RCD) de graduação 4 ou superior, conforme ABNT NBR 7211/83 (fragmentos de telhas e paredes), seguida por uma camada de  $0,15\text{m}$  de brita de graucação 2 ou RCD com granulometria similar, posteriormente uma camada de areia de  $0,10\text{m}$  seguida por uma camada de solo de  $0,65\text{m}$ , sendo as 2 últimas interfaces separadas por uma manta geotextil (bidim) ou tela de mosquiteiro. Na camada inferior haverá pneus dispostos longitudinalmente de maneira a formar uma câmara. Na camada superior haverá pneus dispostos verticalmente de modo a conferir receptáculos onde serão plantadas bananeiras, evitando assim que o desenvolvimento das raízes possa comprometer as paredes do tanque.

A segunda porção do tratamento se dará por meio de chicanas, ou seja, uma composição de paredes que fará com que a água percorra um caminho mais longo. Nesta parte a profundidade do tanque a ser construído é de  $50\text{cm}$  e deverá haver uma declividade de aproximadamente  $5\%$  para que seja garantido o fluxo na direção adequada.

Figura 3: corte longitudinal do sistema proposto



Fonte: o autor.

Divide-se então a segunda parte do sistema em cinco chicanas que serão preenchidas com pedras de rio ou RCD de graduação 4 ou superior, brita 2 ou RCD de granulometria similar, brita 1 ou RCD de granulometria semelhante e duas com areia lavada de granulometria média ou grossa, também conforme limites da ABNT NBR 7211/83, respectivamente, no sentido do fluxo.

Em cada chicana deverão ser plantadas mudas de plantas, variando a quantidade de acordo com o porte dos vegetais, sendo recomendadas as seguintes plantas: taboa (*Typha sp*), taiobas (*Xanthosoma sagittifolium*), copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) e outras macrófitas disponíveis nas regiões próximas.

Foi feito o levantamento quantitativo e orçamento para o modelo concebido, chegando-se aos dados explicitados na tabela 1.

Tabela 1: quantidade e preço dos materiais necessários

Material	Quantidade	Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
Cal - saco (20kg)	35	6,74	235,90
Cimento - saco (50kg)	13	25,17	327,21
Areia - m <sup>3</sup>	1,7	65,33	111,07
Brita 2 - m <sup>3</sup>	0,6	78,16	46,89
Brita 1 - m <sup>3</sup>	1,5	71,50	107,25
Pedra de rio - m <sup>3</sup>	0,6	0,00	0,00
Tubo Esgoto PVC 50mm - m	7	5,08	35,58
Tubo Esgoto PVC 100mm - m	15	6,83	102,50
Curva 90° PVC 50mm	2	3,10	6,20
Curva 90° PVC 100mm	2	6,20	12,40
Caixa de Gordura	1	49,00	49,00
Pintura Impermeabilizante - (18L)	2	148,00	296,00
Ripa (9x300)cm	8	19,51	156,08
Pontalete de madeira - m	10	4,97	49,67
Prego grande - pct	1	7,90	7,90
Tela Mosquiteiro	1	5,60	5,60
Pneu descartado	45	0,00	0,00
Fonte: o autor			1549,25

## CONCLUSÃO

Analisando-se as dimensões obtidas para o sistema e os custos referentes aos materiais necessários para a sua construção, conclui-se que a proposta é viável, pois não apresenta necessidade de mão-de-obra especializada, de materiais específicos, grandes áreas disponíveis nem grande investimento. O sistema proposto mostra-se atraente para a problemática do esgoto sanitário no Brasil pela sua simplicidade construtiva e relação custo/benefício. Todavia devem-se realizar estudos com ensaios quantitativos para comprovar a eficiência do sistema. Uma vez que a eficiência for comprovada é preciso repensar as políticas públicas referentes ao saneamento básico no país para que todas as famílias possam dar a destinação correta aos seus rejeitos, garantindo assim uma boa qualidade de vida e respeito ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 7211: Agregados para concreto. Rio de Janeiro: Abnt, 1983. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 7217: Agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: Abnt, 1987. 3 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: Abnt, 1993. 15 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário: Projeto e execução. Rio de Janeiro: Abnt, 1999. 74 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento. Rio de Janeiro: Abnt, 1986. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 13969: Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: Abnt, 1997. 60 p.
- CONAMA. Constituição (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF.
- FAUSTINO, Adriana Soares. Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.
- GALBIATI, Adriana Farina. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. 2009. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.
- JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. 3 ed. Rio de Janeiro. 1995.
- NASCIMENTO, M. S. F e FERREIRA, O. M. Tratamento de esgoto urbano: comparação de custos e avaliação da eficiência. Goiânia, 2007.
- NOGUEIRA, Bruno Binotto. Propostas para implantação de tratamento de esgoto alternativo em unidades de conservação do estado do Paraná. 2015. 46 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Projetos e Obras Públicas de Edificações, Residência Técnica do Governo do Estado do Paraná, Ponta Grossa, 2015.
- PAMPLONA S & VENTURI M. Esgoto à flor da terra. Permacultura Brasil. Soluções ecológicas. V16. 2014.
- SANTOS, Jonas Rodrigo dos. Tratamento de esgoto doméstico associado a detritos suínos por meio da zona de raízes. 2013. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Dinâmico das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2013.
- VON SPERLING M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. Série: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996.
- VON SPERLING M. Princípios básicos de tratamento de esgotos. Série: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996.