

DIMENSIONAMENTO, IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE WETLANDS CONSTRUÍDOS PARA O TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

JANETE FEIJÓ^{1*}; HIGOR MEURER²;
TÂNIA DENISE PEDRELLI³

¹MSc. Eng. Civil, Professora, UNIVALI, Itajaí-SC, janetef@univali.br;

²Eng. Ambiental e Sanitarista, UNIVALI, Itajaí-SC, higorm93@yahoo.com.br;

³MSc. Eng. Química, Professora, UNIVALI, Itajaí-SC, taniapedrelli@yahoo.com.br.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho objetivou dimensionar, implantar e avaliar a eficiência de *wetlands* construídos, que são unidades de tratamento de esgoto sanitário relativamente simples quanto aos aspectos construtivos e operacionais e que vem apresentando resultados satisfatórios em termos de eficiência. Os *wetlands* construídos são basicamente compostos por um compartimento impermeabilizado, o qual comporta um leito filtrante (substrato constituído de areia e/ou brita), vegetação cultivada e dispositivos de entrada e saída. Foram utilizados diferentes tipos de vegetação em cada um dos três módulos implantados: *Hedychium coronarium*, *Chrysopogon zizanioides* (L) *Roberty* e *Typha sp.* O dimensionamento de todo o sistema foi realizado através da analogia com os sistemas valas de filtração e filtro de areia, já normatizados pela ABNT. O monitoramento do sistema se deu através da avaliação da realização de análises físico-químicas do esgoto bruto e tratado. Como resultados, a área superficial total do sistema foi de 10,4m², sendo 3,47m² para cada módulo. O sistema apresentou boa remoção de vários dos parâmetros analisados.

PALAVRAS-CHAVE: *Wetlands* construídos, tratamento de esgoto sanitário, eficiência.

SIZING, IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF THE BUILT WETLANDS EFFICIENCY FOR THE SEWERS TREATMENT

ABSTRACT: This paper porpoise is scale, implement and evaluate the efficiency of built wetlands, which are a type of secondary wastewater treatment relatively simple to build and operate and have been satisfactory in terms of efficiency. The built wetlands are composed by a waterproofed compartment, containing a filter bed (subtract consisting of sand and/or gravel), cultivated vegetation and input and output devices. Different types of vegetation were used in each of the three implanted modules: *Hedychium coronarium*, *Chrysopogon zizanioides* (L) *Roberty* and *Typha sp.* The entire system sizing was designed by analogy with the filtration swales and sand filter systems, already standardized by ABNT. The system monitoring occurredthrough the evaluation of the physical and chemical analysis of the raw and treated sewage. As a result, the system total surface area was 10.4m², of which 3.47m² for each module. The system showed good removal of several analyzed parameters.

KEYWORDS: Built wetlands, sewage treatment, efficiency.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de *wetlands* construídos são ideais para atender pequenas comunidades, escolas e edificações residenciais unifamiliares ou multifamiliares, pois são de baixo custo de construção e operação, podem ser implantados no próprio local onde há a geração do esgoto, não há necessidade de mão de obra especializada na operação e manutenção e resistem a variações de carga sem comprometimento significativo da sua eficiência.

O tratamento de esgoto sanitário por *wetlands* construídos assemelha-se aos processos de depuração de águas em ambientes naturais alagados, sendo o mesmo constituído por mecanismos físicos, químicos e biológicos. O diferencial do sistema de *wetlands* construídos, em relação aos demais sistemas, está no uso da vegetação, as quais tem a função de aumentar a remoção de poluentes

através da assimilação dos mesmos e do fornecimento de oxigênio para a depuração realizada por parte da comunidade microbiana.

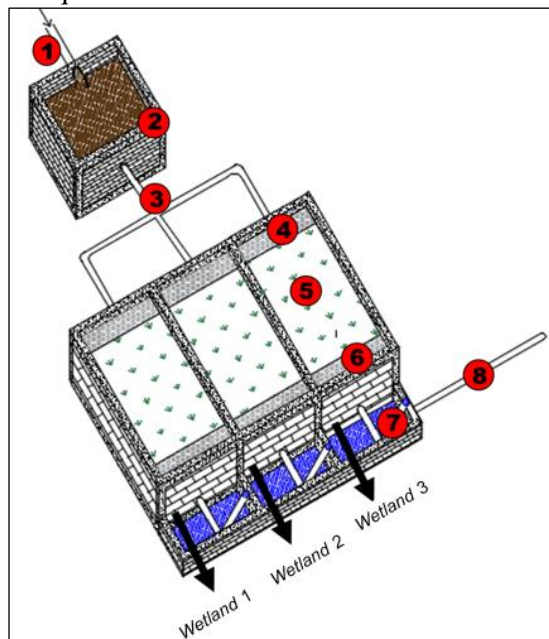
Os três módulos de *wetlands* construídos (WC 1, WC 2 e WC 3) foram implantados no município de Biguaçu/SC, cujo esgoto sanitário doméstico, proveniente de edificações residenciais unifamiliares de padrão médio, foi pré-tratado em unidades de tanques sépticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O dimensionamento dos *wetlands* construídos foi realizado através de uma analogia com unidades de pós-tratamento de tanque séptico nas modalidades valas de filtração e filtro de areia, seguindo-se as determinações da ABNT NBR 13.969/1997, pois são, dentre todas as unidades normatizadas nacionalmente, as que mais se assemelham ao sistema aqui estudado. A estimativa da vazão de esgoto no sistema foi realizada com base no número de moradores das residências (08 pessoas) e suas respectivas contribuições *per capita* diária, equivalente à 130 litros/pessoa.dia.

O modelo do sistema construído é totalmente impermeabilizado, de fluxo subsuperficial com escoamento horizontal, sendo que seus principais componentes são: tubulação proveniente do tanque séptico (1); caixa de distribuição dos esgotos (2) para os módulos; dispositivos de entrada (3) e saída (8) do efluente; camada de brita, à montante (4) e à jusante (6) do substrato arenoso, com a finalidade de proteger as tubulação de entrada saída e facilitar a distribuição e drenagem do efluente; substrato arenoso (5), que é um meio suporte para filtração do esgoto e cultivo da vegetação empregada (5), correspondendo à três espécies diferentes; e caixa de manobra (7) com tubulação maleável para regular o nível do efluente dentro do módulo.

Figura 1. Esquema do *Wetland* construído dimensionado e implantado para o presente estudo.

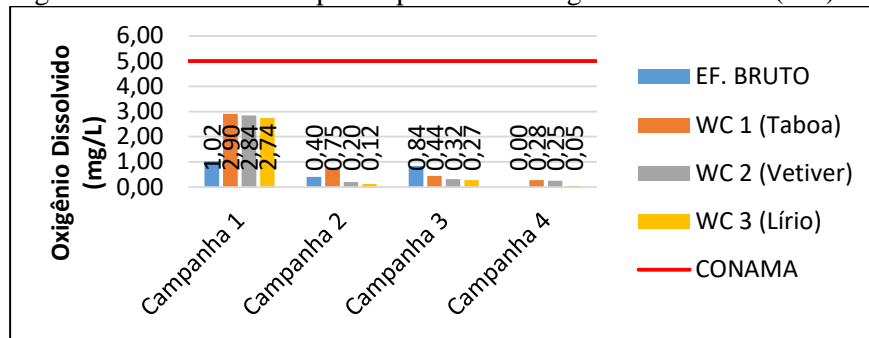


As espécies vegetais implantadas em cada um dos módulos (WC 1, WC 2 e WC 3) foram *Hedychium coronarium*, *Chrysopogon zizanioides* (L) Roberty e *Typha sp*, respectivamente, sendo popularmente conhecidos como taboa, capim vetiver e lírio do brejo.

Para a avaliação da eficiência, foram realizadas quatro campanhas amostrais com análises físico-químicas do efluente de entrada (coletado na caixa de distribuição) e do efluente tratado, para obtenção dos seguintes parâmetros: Temperatura, pH, Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Totais, Sólidos Fixos, Sólidos Voláteis, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) e Fósforo Orgânico Total. O período amostral foi de junho a setembro/2017.

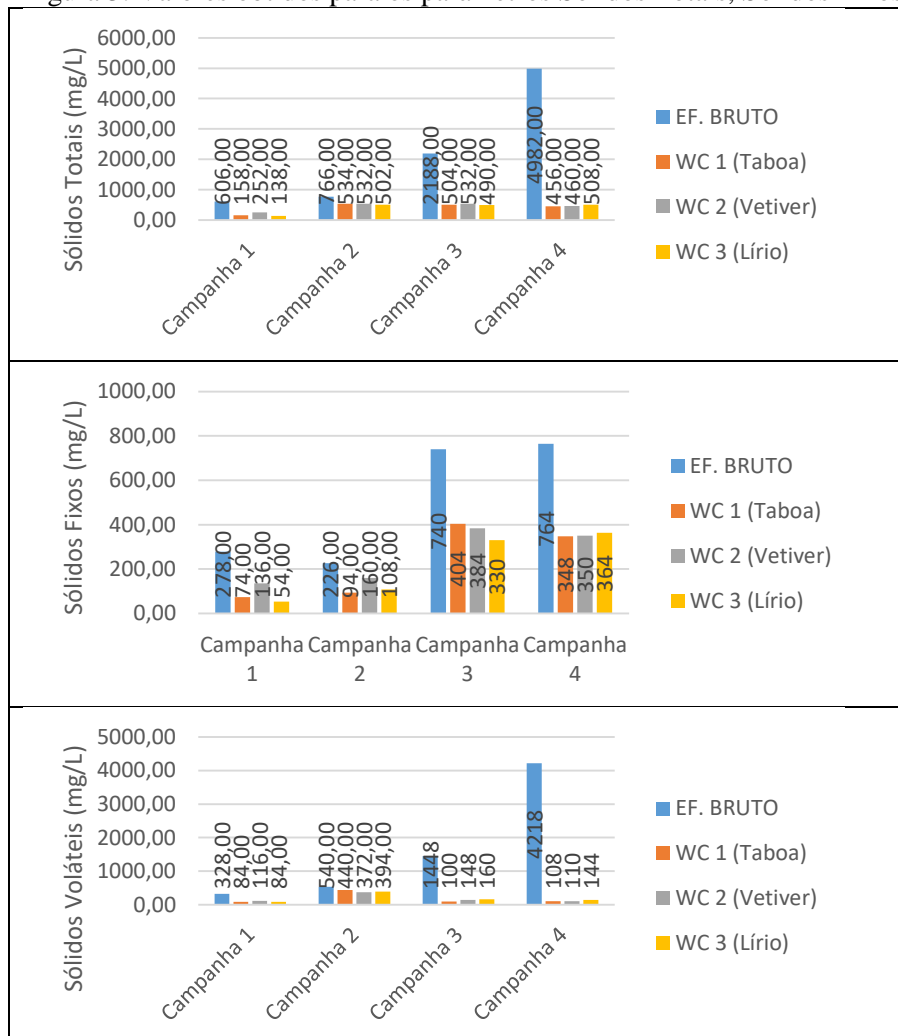
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 2: Valores obtidos para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD).



É possível observar o déficit de Oxigênio Dissolvido no efluente de entrada assim como no efluente tratado. Os valores deste parâmetro tendem à ser levemente acima de zero no efluente de entrada, pois no local onde o esgoto é coletado (caixa de distribuição) a canalização que despeja o esgoto está a uma cota elevada, acima do nível da lâmina de água formada pelo esgoto, o que acabava por aerar levemente o efluente de entrada à medida que o mesmo era introduzido na caixa de distribuição.

Figura 3: Valores obtidos para os parâmetros Sólidos Totais, Sólidos Fixos e Sólidos Voláteis.



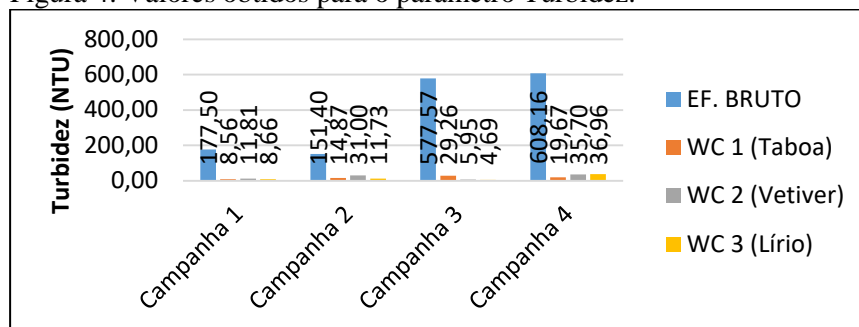
Das quatro campanhas amostrais, a maior percentual de remoção de Sólidos Totais foi no WC3, onde foi cultivada o lírio do brejo. Em seguida vem o WC1 e, por último, o WC2 que obteve o

menor percentual de remoção de Sólidos Totais. Porém, a diferença de remoção média entre os *wetlands* é quase que desprezível.

Os Sólidos Fixos são compostos por toda a fração inorgânica dos poluentes presentes no esgoto e estes, por sua vez, não podem ser assimilados pela vegetação, sendo contidos apenas através da remoção física (filtração). Pitaluga (2011), utilizando um sistema de *wetland* construído pós filtro anaeróbio, com lírio do brejo, obteve uma remoção média de 26% de Sólidos Totais Fixos. Assim como no estudo realizado por Pitaluga (2011), no presente, a remoção de Sólidos Fixos foi dentre todos os parâmetros analisados o que apresentou o menor índice de remoção.

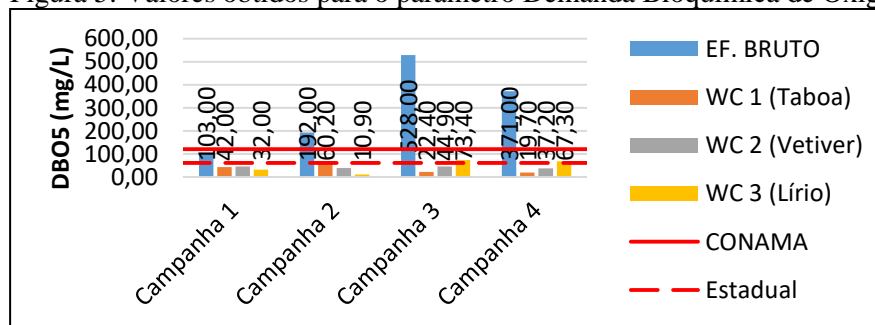
Diferentemente dos Sólidos Fixos, os Sólidos Voláteis estão relacionados à presença de matéria orgânica. Portanto, é esperada uma maior remoção de Sólidos Voláteis do que de Sólidos Fixos e Totais. Nos sistemas de *wetlands* construídos estudados, o WC3 foi o que apresentou o maior percentual na remoção de Sólidos Voláteis.

Figura 4: Valores obtidos para o parâmetro Turbidez.



A Turbidez da água está diretamente ligada à presença de Sólidos em suspensão. Como pôde ser observado anteriormente, o sistema de *wetlands* construídos remove significativamente os Sólidos presentes no esgoto. Essa remoção de Sólidos resulta, conseqüentemente, na redução da Turbidez do efluente.

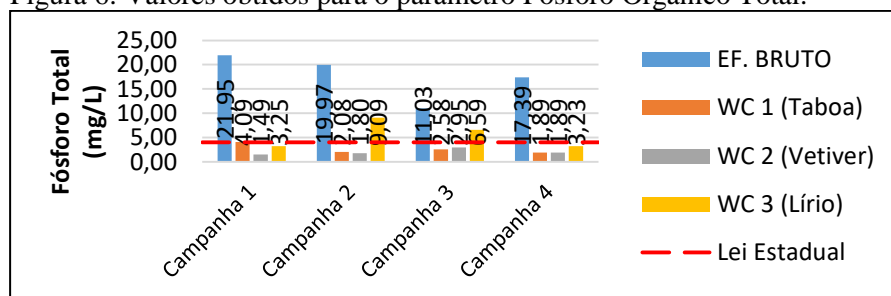
Figura 5: Valores obtidos para o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20°C}).



Os valores de DBO₅ no esgoto afluente ao sistema variou, durante as quatro campanhas amostrais, numa faixa de 103 a 528 mg/L. Considerando a carga de DBO₅ aplicada de 360g/dia, é possível ter uma estimativa da carga de DBO₅ consumida pelo sistema de *wetlands* construídos. Considerando, hipoteticamente, que a carga total de DBO₅ calculada se distribua igualmente entre os *wetlands* construídos, ou seja, 120g/dia em cada WC, o sistema consome a seguinte carga de DBO₅: WC 1 = 95,5 g/dia; WC 2 = 95,1 g/dia; e WC 3 = 99,4 g/dia; totalizando 290 g/dia

O módulo WC3 foi o que apresentou o maior percentual de remoção de DBO₅. Tratando-se do atendimento à legislação, com exceção do WC3 nas campanhas amostrais 3 e 4, todos os sistemas de *wetlands* construídos atenderam ao exigido na legislação estadual e federal, as quais determinam que o limite de DBO₅ de efluente tratado a ser lançado em um corpo hídrico é de 60mg/l e 120mg/l, ou apresente remoção de 80% e 60%, respectivamente.

Figura 6: Valores obtidos para o parâmetro Fósforo Orgânico Total.



Nitidamente foi possível observar uma grande eficiência do sistema implantado na remoção de Fósforo Orgânico Total. O valor máximo de remoção foi na primeira campanha amostral, onde no *wetland* contendo capim vetiver (WC 2) chegou a remover 93,22%. Na campanha seguinte, no mesmo módulo ainda se obteve a maior taxa de remoção de Fósforo Orgânico Total, chegando à 90,97% de remoção. Foi possível observar que, dentre todos os *wetlands* construídos, a unidade onde foi cultivado o lírio do brejo (WC 3) foi a que apresentou a menor eficiência na remoção desse poluente.

Considerando que não há, na legislação vigente valores limites de Fósforo Orgânico Total em efluente tratados lançados em rio de água doce, foram adotados como referência os limites estabelecidos pela Lei Estadual nº 14.675/2009 que define o valor máximo de 4mg/L ou remoção mínima de 75% de Fósforo Total no lançamento de efluentes tratados em lagoas, lagunas e estuários. Dessa forma, considerando os valores de referência desta legislação, foi possível observar que houve o atendimento aos limites pelo WC 1 (taboa) e WC 2 (capim vetiver) em todas as campanhas e pelo WC 3 (lírio do brejo) apenas nas campanhas amostrais 1 e 4.

CONCLUSÃO

Com as análises realizadas no efluente foi possível atestar a eficiência do sistema de *wetlands* construídos implantado. Além de apresentar alta remoção dos poluentes, praticamente todos os parâmetros analisados apresentaram conformidade com os limites estabelecidos pela legislação vigente, o que estabelece sua eficiência.

Dentro os principais parâmetros analisados podemos destacar os valores relativos à remoção da matéria orgânica em termo de DBO₅, que foram de 79,58%, 79,28% e 82,80% para os três módulos, respectivamente, sendo a espécie Lírio do brejo (WC 3) a que apresentou a maior remoção. No entanto, observou-se que a variação da remoção da matéria orgânica pode ser considerada insignificante entre as três espécies. Para a variável Fósforo Total, o sistema apresentou remoção de 84,19%, 86,65% e 65,34%, respectivamente. A espécie que apresentou maior remoção de Fósforo Total foi a de capim vetiver (WC 2). Quanto à remoção de Sólidos Totais, a remoção foi, respectivamente, de 68,01%, 63,86% e 69,78%. Novamente a espécie de lírio do brejo (WC 3) foi a que apresentou maior remoção. A espécie de taboa (WC 1) apresentou bons resultados, mesmo sendo prejudicada ao longo do monitoramento pela necessidade de se ter realizado o replantio de todo o módulo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7.229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro (RJ): Printed In Brazil, 1993. 15 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro (RJ): Printed In Brazil, 1997. 60 p.
- Pitagula, D. P. da S. Avaliação de diferentes substratos no tratamento de esgoto sanitário por zona de raízes. 2011. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás, Goiânia (GO), 2011.
- SANTA CATARINA (Estado). Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009. Institui O Código Estadual do Meio Ambiente e Estabelece Outras Providências. Florianópolis, SC, 14 abr. 2009.