



Projeto e avaliação de custos de um sistema compacto de *wetlands* construídos para habitação social no município de Bauru-SP

Design and cost assessment of a constructed wetlands compact system for affordable housing in Bauru-SP

Diseño e evaluación de costos de un sistema compacto de humedales construidos para viviendas sociales en Bauru-SP

Maria Fernanda Nóbrega dos Santos

Pesquisadora de Pós-Doutorado, UNESP, Brasil.
mfnsantos@yahoo.com.br

Marta Enokibara

Professora Doutora, UNESP, Brasil.
marta.enokibara@unesp.br

Eduardo Luiz de Oliveira

Professor Doutor, UNESP, Brasil.
el.oliveira@unesp.br



RESUMO

Os sistemas descentralizados para o tratamento das águas residuárias urbanas por meio dos *wetlands* construídos têm sido fortemente estimulados nos últimos anos. Com eficácia comprovada, estas técnicas apresentam um grande potencial de integração com a paisagem a ser explorado projetualmente. Entretanto, um dos desafios para sua ampla incorporação no Brasil, está justamente na questão da habitação de interesse social. Além do modelo usualmente adotado por estes loteamentos (ocupação horizontal, lotes com dimensões reduzidas), também existem diversas restrições relacionadas aos custos de construção destes dispositivos a serem observadas. Deste modo, o presente trabalho se dedica a explorar o tema por meio do desenvolvimento de um projeto para tratamento de esgoto por *wetlands* para uma residência unifamiliar média (5 habitantes) no loteamento de habitação social Joaquim Guilherme de Oliveira, município de Bauru-SP. Também foi conduzida uma análise de viabilidade da proposta, por meio da avaliação de custos da implantação do sistema. Para o desenvolvimento do projeto foi empregada metodologia apresentada por Campbell e Ogden (1999) em seu trabalho sobre *wetlands* no paisagismo sustentável e as diretrizes do manual *Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters* da U.S. EPA (2000). Enquanto resultados do trabalho, é importante destacar que – apesar das restrições apresentadas por um loteamento de habitação social – foi possível conciliar aspectos técnicos e paisagísticos, por meio de um projeto compacto e adequado a uma residência. Com relação aos custos do sistema, obteve-se um valor de R\$ 5.493 por lote. Espera-se que com maior disseminação da técnica, este valor possa ser reduzido.

PALAVRAS-CHAVE: *Wetlands* construídos. Paisagismo. Habitação de interesse social.

ABSTRACT

Decentralized urban wastewater treatment systems using constructed wetlands have been strongly encouraged in recent years. With recognized effectiveness, these techniques have a great potential for landscape integration to be explored in the projects. However, one of the challenges for its widespread use in Brazil is the issue of affordable housing. The urbanization pattern usually adopted in these areas (horizontal occupation, lots with small dimensions), and the construction costs of these devices, are some of the several constraints to be observed. Therefore, the present work is dedicated to explore the theme, developing a project for sewage treatment using constructed wetlands for an average single-family residence (5 inhabitants) in the Joaquim Guilherme de Oliveira affordable housing, municipality of Bauru-SP. A feasibility analysis of the proposal was also conducted, using cost evaluation of the system implementation. For the development of the project was used the methodology presented by Campbell and Ogden (1999) in their work on sustainable landscaping wetlands, besides guidelines of the Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters from U.S. EPA (2000). As results of the work, it is important to stress that - despite the restrictions presented by an affordable housing - it was possible to address technical and landscape aspects, through a compact design, suitable for a residence. Regarding the system costs, a value of R \$ 5,493 per lot was obtained. It is hoped that this value may be reduced with further dissemination of the technique.

KEYWORDS: *Constructed wetlands. Landscaping. Affordable housing.*

RESUMEN

*Los sistemas descentralizados para el tratamiento de aguas residuales urbanas por humedales construidos han sido fuertemente alentados en los últimos años. Con eficacia comprobada, estas técnicas tienen un gran potencial para la integración con el paisaje que se explorará proyectivamente. Sin embargo, uno de los desafíos para su incorporación generalizada en Brasil es precisamente el tema de la vivienda social. Además del modelo generalmente adoptado por estos lotes (ocupación horizontal, lotes con pequeñas dimensiones), también se deben observar varias restricciones relacionadas con los costos de construcción de estos dispositivos. Por lo tanto, el presente trabajo está dedicado a explorar el tema a través del desarrollo de un proyecto para el tratamiento de aguas residuales por humedales construidos para una residencia unifamiliar promedio (5 habitantes) en las viviendas sociales Joaquim Guilherme de Oliveira, municipio de Bauru-SP. También se realizó un análisis de factibilidad de la propuesta a través de la evaluación de costos de la implementación del sistema. Para el desarrollo del proyecto, se usó la metodología presentada por Campbell y Ogden (1999) en su trabajo sobre humedales en paisajismo sostenible y las pautas del manual *Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters* de la EPA de EE. UU. (2000). Como resultado del trabajo, es importante destacar que, a pesar de las restricciones presentadas por una subdivisión de vivienda social, fue posible conciliar aspectos técnicos y paisajísticos, a través de un diseño compacto e adecuado para una residencia. En cuanto a los costos del sistema, se obtuvo un valor de R\$ 5.493 por lote. Se espera que con una mayor difusión de la técnica, este valor pueda reducirse.*

PALAVRAS-CLAVE: *Humedales construidos. Paisajismo. Vivienda social.*



1. INTRODUÇÃO

Os tradicionais sistemas de tratamento de efluentes são baseados nas atividades biológicas de microrganismos, tanto aeróbicos quanto anaeróbicos. Cada tipo de bactéria desempenha uma função durante o tratamento da água, nas diferentes etapas do processo. Porém, conforme apontam Campbell e Ogden (1999), o que não existe nestes sistemas é um ambiente onde ambos os tipos de bactérias possam se desenvolver – sendo que esta é a situação ideal para que os processos de nitrificação e desnitrificação possam ocorrer de forma mais eficiente. Ainda de acordo com os autores, um sistema de *wetlands* construídos, entretanto, é capaz de propiciar este ambiente ideal: uma zona anaeróbica ao redor das raízes, ao mesmo tempo em que proporciona uma microzona aeróbica ao redor dos filamentos das raízes, fixando o oxigênio bombeado pela vegetação para o meio.

Os alagados naturais e os *wetlands* construídos têm sido utilizados em sistemas de tratamento de águas residuárias, visto que o alto tempo de retenção e uma extensa área de superfície do sedimento em contato com a água que flui provêm efetiva remoção da matéria orgânica particulada (Brix e Schierup, 1989). A atividade microbiana da superfície do sedimento afeta a qualidade da água, em face da oxidação da matéria orgânica e da remineralização. No Brasil, os resultados de pesquisas sobre a qualidade da água tratada pelos *wetlands* construídos apontam para uma elevada eficiência destes sistemas. Nessa linha, podem ser citados os trabalhos: Zanella (2008), sobre a construção e monitoramento de um sistema de *wetlands* para uma área no campus da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Avelino (2012) e Von Dreifus (2012), construção e monitoramento de um sistema de *wetlands* para a Moradia Estudantil e o Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru.

É importante destacar que a distinção básica entre os *wetlands* construídos e os alagados naturais está no grau de controle dos processos. Por exemplo, os *wetlands* construídos operam com vazão afluente controlada e relativamente estável, pois se trata de um sistema de tratamento, em contraste com a grande variabilidade da vazão encontrada nos ambientes naturais. Como resultado, os organismos que vivem nos *wetlands* são mais susceptíveis às variações de vazão, da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST), da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e de outros poluentes (U.S. EPA, 2000).

Van Kaick (2002) cita que estes sistemas são longevos, exemplificando com um sistema introduzido há mais de 120 anos na Suíça, e que funciona sem interrupções. Chernicharo (2001) respalda as vantagens de baixo custo, fácil operação e alta eficiência das enraizadas na remoção de nitrogênio, fósforo, metais e SST. Como desvantagens, os autores apontam a necessidade de grandes áreas disponíveis para implantação das lagoas e o uso de substratos não suscetíveis a entupimentos. Zanella (2008) também evidencia que, por apresentar requisitos ambientais (como insolação e temperatura) favoráveis ao seu funcionamento, o Brasil possui grande potencial na implantação dos sistemas de *wetlands* construídos.



Além disso, considerando a corrente situação socioeconômica no país, o investimento no desenvolvimento de alternativas de baixo custo e de alta eficiência no tratamento de esgotos é fundamental para atender o atual cenário de carência sanitária no país (Leoneti et al., 2011). Diante deste quadro, faz-se necessário o desenvolvimento de sistemas de tratamento de águas residuárias que sejam simples, não mecanizados, econômicos e fáceis de construir e operar, utilizando materiais de construção de fácil aquisição, mão de obra não especializada e que possam ser incorporados à paisagem local, criando uma harmonia no ambiente.

2. OBJETIVOS

Em vista do exposto, o presente trabalho se dedica a explorar o tema, por meio do desenvolvimento de um projeto e posterior análise de custos para a construção de um sistema tratamento de esgoto por *wetlands* construídos para uma residência unifamiliar no loteamento de habitação social Joaquim Guilherme de Oliveira, município de Bauru-SP.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi empregada a metodologia de projeto apresentada por Campbell e Ogden (1999), em seu trabalho sobre a utilização de *wetlands* construídos para um paisagismo mais sustentável, assim como as diretrizes propostas pelo manual *Constructed Wetlands: Treatment of Municipal Wastewaters* publicado pela U.S. EPA (2000), que apresenta o dimensionamento das estruturas necessárias para os sistemas de *wetlands* construídos.

Segundo Campbell e Ogden (1999), para a elaboração de um projeto desta natureza é necessário obter inicialmente informações referentes à quantidade de pessoas atendidas pelo sistema, à quantidade de águas residuárias geradas por habitante ao dia, caracterizar o tipo de água residuária que é gerado, determinar se existe a mistura deste efluente com águas pluviais e a superfície disponível para implantação do sistema.

Com o objetivo de testar a viabilidade do uso do sistema em lotes de padrão popular, foi escolhido como objeto de estudo o Conjunto Habitacional Joaquim Guilherme de Oliveira para balizar o desenvolvimento do projeto. O Joaquim Guilherme de Oliveira é um loteamento de habitação social, construído no final na década de 1990 em Bauru-SP. A área total do lote é de 200 m², sendo que o lote padrão apresenta dimensões de 10 m por 20 m. Em geral, nestes loteamentos (em função do diminuto espaço) estabelece-se como recuo frontal e lateral o mínimo exigido pela prefeitura. Na Figura 1, a seguir, apresenta-se uma foto aérea mostrando o loteamento e uma imagem aproximada, na qual é possível observar seu padrão de ocupação.

Figura 1: Imagens aéreas do Loteamento Joaquim Guilherme de Oliveira, Bauru-SP



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Google Maps (2007).

Também é necessário avaliar o local com relação à topografia, ao tipo de solo da região e a existência de outros sistemas de tratamento. Em relação ao solo da cidade de Bauru, predomina o Latossolo Vermelho-Escuro fase Arenosa, com possíveis ocorrências de Solos Podzolizados de textura média (CAVASSAN et al., 1984). Já com relação à topografia, para tornar o projeto mais amplo e possível de ser implantado em diferentes situações, foram avaliados os tipos mais comuns de lotes: com inclinação para frente; com inclinação para o fundo; e os lotes planos.

Aualmente, estima-se que apenas 10% da população do município de Bauru possui o esgoto tratado, sendo que a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) prevista para entrar em funcionamento no ano de 2014 ainda não foi concluída, conforme informações do Departamento de Água e Esgoto de Bauru (DAE, 2019). A respeito do clima, de acordo com Figueiredo e Paz (2010, p. 5): “A classificação climática para Bauru é clima Úmido (B), Mesotérmico (B’), com moderada eficiência da umidade no verão (s) e marcha anual da temperatura (b) concentrada em cerca de seis meses no ano (outubro-março) [...]”.

Na Tabela 1, apresenta-se um resumo das principais informações utilizadas para o dimensionamento do sistema de *wetlands* para o loteamento Joaquim Guilherme de Oliveira.

Tabela 1: Informações para dimensionamento dos *wetlands* construídos

Informações para dimensionamento dos <i>wetlands</i> construídos	Valor	Unidade
Número de habitantes da residência	5	hab
Água potável consumida por dia (considera-se um consumo médio de 200 l por habitante para a cidade de Bauru)	1000	l
Quantidade de água lançada no esgoto sanitário por dia (considera-se um valor de 80% do consumo diário de água potável)	800	l
Área de tratamento para o volume de esgoto (considera-se que cada habitante necessita de uma área de tratamento de 2 m ²)	10	m ²

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.



Antes dos efluentes iniciarem o tratamento no sistema de *wetlands* é necessária a pré-sedimentação em uma fossa séptica, que funciona como um decantador primário. Para estabelecer o diâmetro necessário da fossa, foi empregada a metodologia apresentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 7229:1993), que dispõe sobre o projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. O volume da fossa séptica para cada lote foi estimado em 2.085 litros, segundo a equação:

$$V = 1000 + N(CT + KLf) \quad (1)$$

Sendo:

V = volume útil, em litros

N = número de pessoas ou unidades de contribuição

C = contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia, ver Tabela 1 da ABNT NBR 7229 (1993)

T = período de detenção, em dias, ver Tabela 2 da ABNT NBR 7229 (1993)

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco, ver Tabela 3 da ABNT NBR 7229 (1993)

Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia, ver Tabela 1 da ABNT NBR 7229 (1993)

Após a pré-sedimentação ocorrida na fossa séptica, é necessária a passagem dos efluentes pela caixa de entrada. A caixa de entrada se constitui de um reservatório de 100 cm de largura x 50 cm de comprimento x 70 cm de profundidade, com a função de distribuir os efluentes nas duas células de tratamento. Além da caixa de entrada, o sistema necessita de uma caixa de saída, com as mesmas dimensões da caixa de entrada. Além disso, conforme a quantidade de efluentes que deverá percorrer o sistema, estabeleceu-se o diâmetro da tubulação: 100 mm de diâmetro em todas as etapas do sistema projetado.

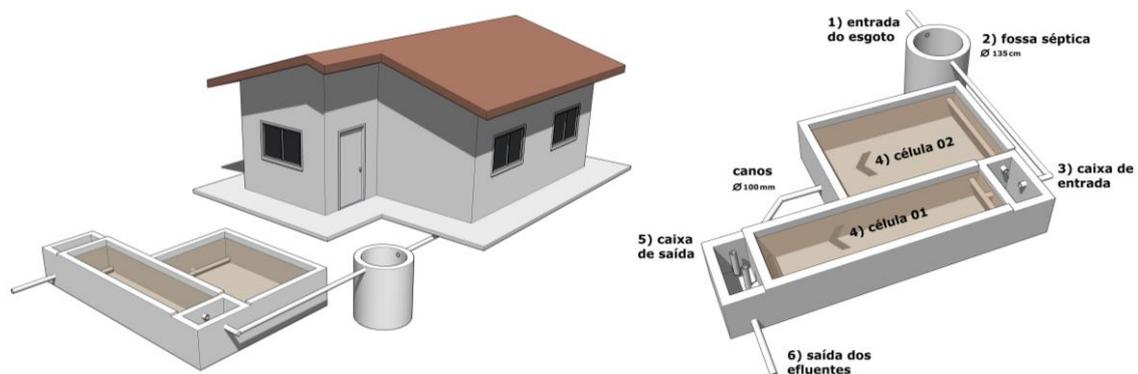
A última etapa do trabalho é o estudo da viabilidade econômica do projeto, já que o aspecto econômico é um grande incentivador para a dissipação (ou não) de algumas práticas. De acordo com Campbell e Ogden (1999), o gasto com a construção de um sistema de *wetlands* construídos pode ser estimado pela contabilidade de custo dos componentes: escavação, tubulação, pedras, plantas, fechamento e estruturas de controle.

Para este projeto, a estimativa de custos foi elaborada com base nos valores para o estado de São Paulo, setembro/2019, estabelecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2019), cujas composições incluem tanto os materiais, horas de serviços e equipamentos necessários para diferentes atividades relacionadas à construção civil.

4. RESULTADOS

Após a realização do dimensionamento, foi desenvolvido um esquema mostrando como ficaria o implantado o sistema de *wetlands* construídos em relação à residência padrão do loteamento, bem como uma ilustração demonstrando as diferentes etapas que os efluentes percorrerão durante o tratamento, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2: Esquema de implantação do sistema de *wetlands* construídos



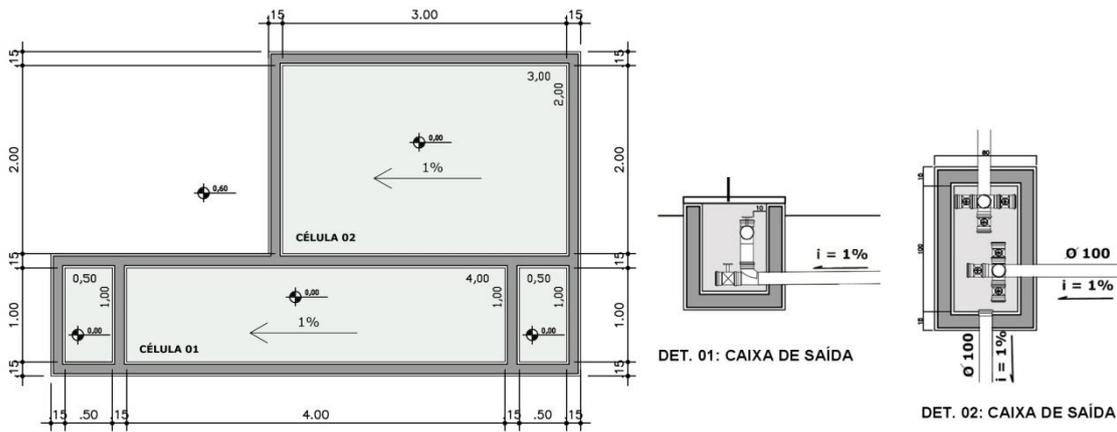
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

4.1 Descrição do Projeto

O projeto é composto de duas células de tratamento que funcionam separadamente, de modo a facilitar a manutenção – se houver necessidade de realizar um serviço em uma das células, a outra pode continuar em funcionamento. Além disso, o sistema foi projetado para ser o mais compacto possível, tendo em vista o tamanho dos lotes. Assim, optou-se por células de tratamento em formato retangular, bem próximas uma da outra.

As caixas de entrada e de saída também foram projetadas visando ocupar o menor espaço. Para isso, foram acopladas às células de tratamento, tendo a mesma dimensão e profundidade. A fossa séptica permanece enterrada. Na Figura 3 é apresentado um esquema com uma planta baixa do sistema e detalhes da caixa de saída, sem escala.

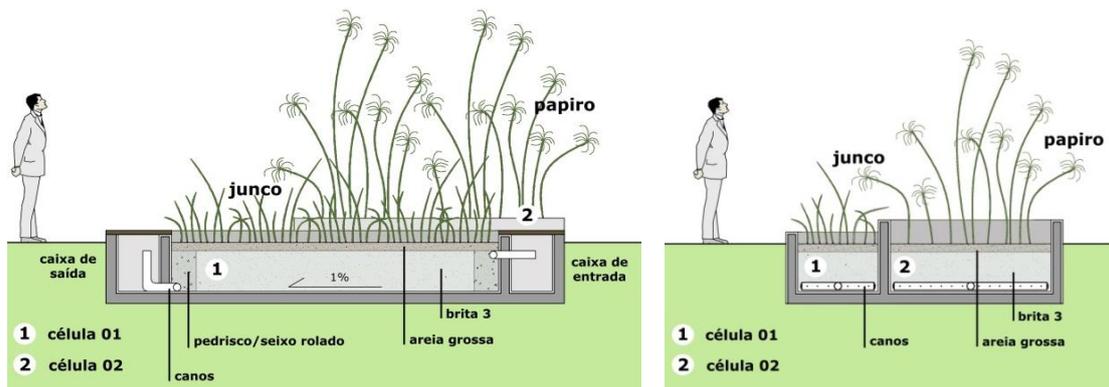
Figura 3: Planta baixa e detalhes do sistema de wetlands construídos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

O sistema escolhido para o projeto são os wetlands construídos de escoamento horizontal subsuperficial. As macrófitas a serem utilizadas podem variar, mas optou-se pelo junco (*Juncus spp*) na célula 01 e pelo papiro (*Cyperus papyrus*) na célula 02, espécies de eficiência comprovada para estes sistemas (SPERLIG e SEZERINO, 2018). Na Figura 4, são apresentados dois cortes do sistema proposto, com indicação dos locais onde estão previstas as espécies de macrófitas.

Figura 4: Cortes esquemáticos do sistema de wetlands construídos



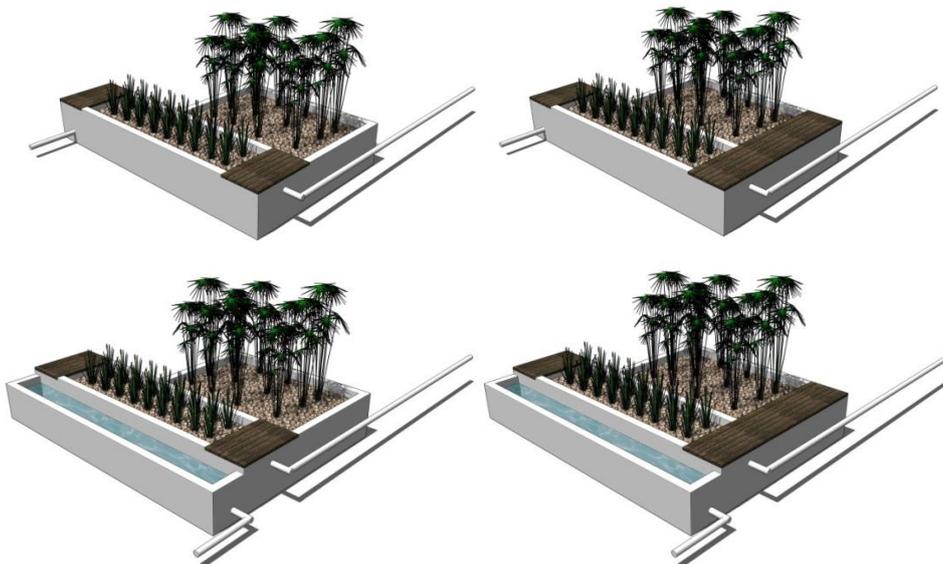
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Ainda em busca de soluções que facilitassem a manutenção, mas sem perder de vista o valor estético do conjunto como jardim residencial, as caixas de entrada e saída receberam um revestimento de madeira na tampa. Assim, como a maior parte delas está enterrada, apenas a tampa com revestimento de madeira é visível, assemelhando-se a um banco (quando

elevadas) ou a um deck (quando no mesmo nível do solo). No momento em que a manutenção se faz necessária, as tampas são fáceis de retirar.

Também se observou que o sistema podia apresentar uma maior redução na carga orgânica, assim como um apelo estético mais interessante, se as duas células de tratamento estivessem associadas a um espelho d'água (que poderia receber algumas macrófitas flutuantes como as ninfeias). Assim, a partir do modelo básico apresentado, com as duas células de tratamento, foram elaborados três modelos alternativos (aumentando a complexidade e o custo do sistema, bem como a área necessária para implantação de cada um deles), conforme Figura 5.

Figura 5: Perspectivas representando os diferentes modelos de *wetlands* construídos



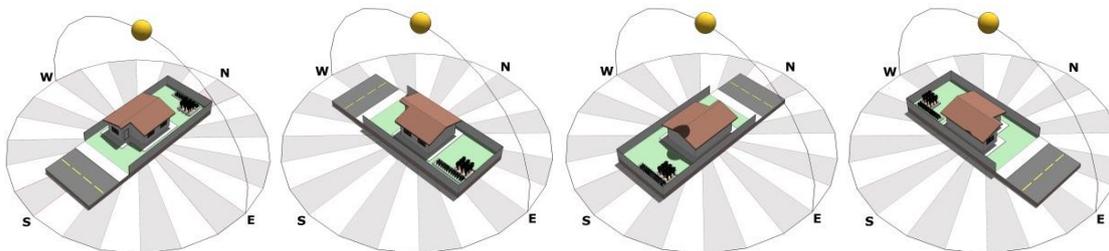
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

4.2 Recomendações para implantação

Aconselha-se implantar o sistema de *wetlands* construídos no sentido Leste - Oeste, pois desse modo ele irá receber sol durante um período mais longo. Com relação ao local de implantação do sistema, isso irá variar conforme a orientação solar do lote, pois é necessário averiguar qual o local onde irá ocorrer o maior período de insolação.

Assim, quando o lote estiver com a sua frente voltada para o Norte ou Sul é indicado construir o sistema o mais próximo possível do muro face Oeste, pois assim o sistema irá receber o sol da tarde, contribuindo para a vegetação. Já quando o lote estiver com a sua frente voltada para o Oeste ou Leste, é indicado construir o sistema o mais próximo possível do muro face Sul. Foi elaborada uma série de esquemas mostrando o local mais indicado para a implantação do sistema em cada caso, conforme Figura 6, a seguir.

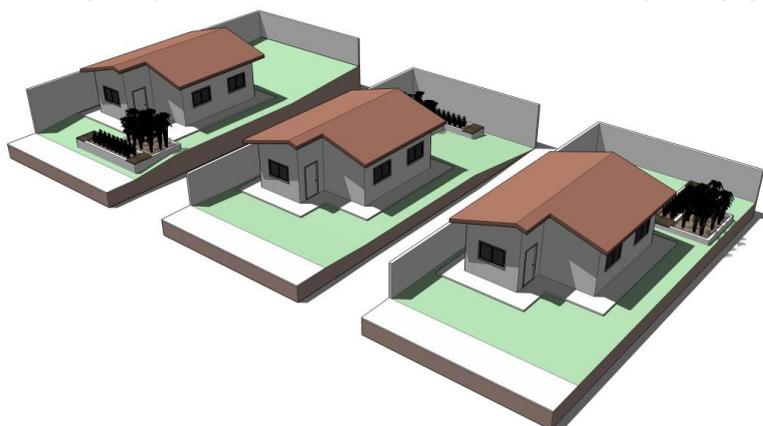
Figura 6: Implantação do sistema de *wetlands* construídos com relação à insolação



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Com relação à topografia, quando o terreno estiver inclinado para frente, é mais conveniente implantar o sistema de tratamento de esgoto na parte frontal do lote, pois a gravidade ajuda o sistema, conforme Figura 7. Do mesmo modo, quando o terreno estiver inclinado para trás, é mais coerente implantar os *wetlands* construídos nos fundos do lote. Em lotes planos, recomenda-se seguir as instruções relacionadas à insolação.

Figura 7: Implantação do sistema de *wetlands* construídos com relação à topografia



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

4.3 Estimativa de custos

Tendo em vista que, atualmente, o SINAPI não contempla atividades específicas para construção de um sistema de *wetlands* construídos, foram necessárias algumas adaptações para atender às particularidades do projeto desenvolvido. Sendo assim, na ausência de algumas composições, foram utilizadas àquelas que descreviam atividades mais próximas. Os materiais de construção, unidades, quantidades utilizadas, custos unitários e custo total do sistema para um lote estão apresentados na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2: Estimativa de custos do sistema de *wetlands* construídos

Composições: materiais e serviços	Unidades	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Concreto para laje (áreas $\leq 20,0 \text{ m}^2$)	m^3	1,4	533,37	746,718
Alvenaria (tijolo maciço cerâmico)	m^2	22,0	64,87	1427,14
Impermeabilização (floreiras)	m^2	12,0	33,38	400,56
Tubos de PVC (rede esgoto, 100 mm)	m^2	16,0	23,10	369,60
Registro (de gaveta, bruto)	Unidade	6,0	30,52	183,12
Tanque séptico (circular, 5 contribuintes)	Unidade	1,0	1.083,43	1.083,43
Camada drenante (brita)	m^3	4,0	97,52	390,08
Camada drenante (areia)	m^3	1,0	88,99	88,99
Camada drenante (cascalho)	m^3	1,0	60,86	60,86
Plantio de forração (mudas regionais)	m^2	10,0	42,17	421,70
Madeira para tampas (1ª qualidade)	m^2	5,2	35,95	186,94
Pintura (tinta látex, paredes externas)	m^2	9,0	14,91	134,19
Total				5493,32

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em SINAPI (2019).

5. CONCLUSÕES

O projeto que foi desenvolvido neste trabalho procurou associar o tratamento de efluentes com aspectos paisagísticos, criando um sistema compacto de *wetlands* construídos planejado especialmente para residências. O objetivo era que o sistema pudesse se adequar até mesmo aos lotes de dimensões reduzidas de um loteamento de habitação social. Segundo dimensionamento do sistema para uma residência unifamiliar de 5 habitantes, os *wetlands* construídos ocupariam uma área de 10 m^2 , tratando cerca de 800 litros de esgoto sanitário por dia. A partir do modelo básico ainda foram desenvolvidas outras três variações, que podem ser implantadas com a mesma finalidade.

Por meio da estimativa dos custos, chegou-se a um valor do sistema de *wetlands* construídos proposto (para o modelo do Tipo 01) de R\$ 5493,32, sendo que desse total, um dos maiores custos está relacionado à aquisição do tanque séptico para a pré-sedimentação (R\$ 1.083,43). Outro aspecto que influenciou o custo, é o fato do sistema ter sido concebido em tanques de alvenaria – o que se justifica tanto por questões projetuais, como o espaço disponível para sua implantação; quanto estéticas, visando sua adequação à uma residência. Para reduzir os custos do sistema, outras opções podem ser desenvolvidas, como projetos baseados em solo escavado com impermeabilização por mantas.

Considerando que os *wetlands* construídos ainda são uma alternativa relativamente recente e ainda pouco empregada no tratamento de efluentes no país, espera-se que esses valores também possam ser reduzidos com sua maior disseminação. Ademais, o Brasil apresenta um grande potencial para a utilização dos *wetlands* construídos, já que além da ampla necessidade de saneamento básico, é um país de clima quente, propício ao desenvolvimento das macrófitas e microrganismos que fazem parte do sistema.



AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Além disso, os autores também agradecem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - Código do Processo 07/01812-8.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 15 p.

AVELINO, M.C.G.S. **Construção de um sistema de alagados construídos e o comportamento dos parâmetros físico-químicos e biológicos da fase de maturação dos leitos de fluxo vertical**. Bauru, 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

BRIX, H.; SCHIERUP, H.H. The use of aquatic macrophytes in water pollution control. **AMBIO Journal of the Human Environment**, v. 18, n. 2, p. 100-107, 1989.

CAMPBELL, C.S.; OGDEN, M.H. **Constructed wetlands in the sustainable landscape**. New York: John Wiley & Sons Inc., 1999. 270 p.

CAVASSAN, O.; CESAR, O.; MARTINS, F.R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 7, n. 2, p. 91-106, 1984.

CHERNICHARO, C.A.L. Tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por sistemas de aplicação no solo. In: CHERNICHARO, C.A.L. (Coord.) **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: SEGRAC, 2001.

DAE (Departamento de Água e Esgoto de Bauru), 2019. **Estações de Tratamento de Esgoto**. Disponível em: <<http://www.daebauru.sp.gov.br/2014/esgoto/esgoto.php?secao=tratamento&pagina=4>> Acesso em: 06 out. 2019.

FIGUEIREDO, J.C.; PAZ, R.S. Nova classificação climática e o aspecto climatológico da cidade de Bauru/São Paulo. In: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2010, Belém. **Anais eletrônicos...** Belém: SBMET, 2010. Disponível em: <http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/403_55000.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.

LEONETI, A.B.; PRADO, E.I.; OLIVEIRA, S.V.W.B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), 2019. Gerência Nacional Padronização e Normas Técnicas. Caixa Econômica Federal. **Relatórios de Insumos e Composições para o Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx>> Acesso em: 07 out. 2019.

U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency) **Manual constructed wetlands treatment of municipal wastewaters**. EPA/625/R-99/010, September/2000, Cincinnati: U.S. EPA, 2000. 158 p.

VAN KAICK, T. S. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes**: Uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná. Curitiba, 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

VON DREIFUS, T. **Tratamento de águas residuárias por alagados construídos de fluxo subsuperficial horizontal, utilizando vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.)**: Avaliação e desempenho de três leitos distintos. Bauru, 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

VON SPERLING, M.; SEZERINO, P.H. 2018. **Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil**. Documento de consenso entre pesquisadores e praticantes. Boletim Wetlands Brasil, Edição Especial, dezembro/2018. 65 p. Disponível em: <<http://gesad.ufsc.br/boletins/>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

ZANELLA, L. **Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte**. Campinas, 2008. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.