

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA

ANDRÉ LUIZ IAQUELI

***WETLANDS* CONSTRUÍDOS: APLICAÇÕES, BENEFÍCIOS E VANTAGENS
DO SISTEMA**

SÃO PAULO, 2016

ANDRÉ LUIZ IAQUELI

***WETLANDS* CONSTRUÍDOS: APLICAÇÕES, BENEFÍCIOS E VANTAGENS
DO SISTEMA**

SÃO PAULO, 2016

RESUMO

As *wetlands* construídas são um sistema de tratamento e polimento de esgotos com comprovada eficiência. As principais vantagens de sua utilização são o baixo custo de implantação e manutenção, bem como a simplicidade de operação. Este artigo reúne algumas pesquisas realizadas, principalmente no Brasil, para expor as aplicações, benefícios e vantagens desta tecnologia, divulgando-a para profissionais e estudantes. Percebeu-se que as *wetlands*, naturais ou construídas, possuem ação depuradora sobre agentes poluidores e podem ser de grande utilidade na recuperação de corpos hídricos, melhoria na qualidade de água no pós – tratamento de esgotos e é uma solução para núcleos isolados de atividade humana.

Palavras-chave: *wetlands* construídas, benefícios, vantagens e aplicações.

Abstract

Constructed wetlands are proven to be an efficient technology for treating and polishing wastewaters. The main advantages of its use are the low cost of implantation and maintenance, as well as the simplicity of operation. This article gathers some researches made, mostly in Brazil, to explain the applications, benefits and advantages of the technology, divulging it to professionals and students. It was noticed that wetlands, natural or constructed, have purifying actions over pollutants agents and can be of great utility on the recovery of hydrous bodies, quality water improvement at post-treatment of sewage and it is a solution for isolated centers of human activity.

Keywords: constructed wetlands, benefits, advantages and applications.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	6
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1. O que são <i>wetlands</i>?	6
3.2. Funcionamento de uma <i>wetland</i>	6
3.3. Tipos de <i>wetlands</i> construídas	6
3.4. Aplicações e benefícios de <i>wetlands</i> construídas	8
3.4.1. Melhoria da qualidade de água em manancial	8
3.4.2. Efluentes com metais pesados	9
3.4.3. Tratamento e pós-tratamento de efluentes de ETE	9
3.4.4. Tratamento de chorume	10
3.4.5. Harmonia entre paisagismo, fauna e flora	10
3.5. Vantagens do sistema de <i>wetlands</i> construídos	11
4. CONCLUSÃO	12
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

1. INTRODUÇÃO

No último século, ocorreu um crescente aumento populacional no mundo, acompanhado de industrialização e produções agrícolas em massa, resultando em uma demanda gigantesca pela água e geração de esgotos na mesma proporção. Embora o uso consciente e sustentável tenha se tornado cada vez mais necessário, no Brasil apenas 28,5% dos municípios que possuem rede coletora de esgoto fazem algum tipo de tratamento (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008).

A tecnologia em tratamento de água e esgotos é bastante avançada, no entanto, ainda muito cara, dependendo da concentração dos poluentes. A qualidade da água dos mananciais está cada vez pior devido à ocupação irregular do solo e o despejo *in natura* dos efluentes. Conclui-se que seja necessária a busca por uma melhor gestão, não só de recursos hídricos, mas como da crescente malha urbana.

As *wetlands* construídas, ou sistema de alagados construídos, são alternativas que ajudarão a suprir o déficit de saneamento básico no Brasil. Trata-se de um sistema composto por camadas de brita, pedrisco, areia, podendo ainda conter bambu ou casca de arroz, e a presença de plantas do tipo macrófitas, que atuam no equilíbrio de nutrientes (como nitrogênio e fósforo) e outros compostos químicos.

O sistema de alagados construídos é aplicado em muitos países, como EUA, Canadá e alguns europeus, em tratamento de efluentes urbanos, industriais, recuperação de corpos d'água, entre outros que são abordados neste artigo. As principais vantagens são: o baixo custo e simplicidade de operação; não apresentar odores, vibrações e ruídos como em tratamentos convencionais; melhorar a qualidade da água em mananciais, possibilitando reduzir custos em estações de tratamento de água (ETA); a presença de vegetação na zona de tratamento confere harmonia paisagística com o entorno.

Para sustentar os argumentos que defendem a utilização da tecnologia de *wetlands* construídos, este artigo baseia-se em pesquisas e teses sobre o tema. Após breve conceituação teórica, são expostos as inúmeras vantagens e benefícios ambientais, sociais e econômicos.

2. OBJETIVO

Este artigo objetiva conceituar uma *wetland* construída e expor as vantagens e benefícios do sistema, divulgando-o para profissionais e estudantes da área de Engenharia Civil, Sanitária e de Meio Ambiente, bem como motivar novas pesquisas sobre o tema.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O que são *wetlands*?

São denominados de *wetlands* os locais que ficam inundados periódica ou permanentemente, onde o solo saturado permite o crescimento de macrófitas. As *wetlands* podem ser naturais (brejos, pântanos ou várzeas) ou construídas.

As *wetlands* naturais possuem como principais funções a proteção de margens de corpos d'água contra ações erosivas, a regularização do fluxo hidrológico e a retenção ou transformação de nutrientes presentes na água. Um projeto de um alagado construído busca imitar a natureza, servindo para as mesmas funções e ainda para o tratamento de esgotos. O sentido de fluxo, tipo de macrófitas e materiais filtrantes são determinados conforme o tipo de poluente a ser tratado.

3.2. Funcionamento de uma *wetland*

Basicamente o sistema funciona por gravidade, permeabilidade e degradação biológica. Atua como um tratamento secundário – remoção de matéria orgânica por meio de reações bioquímicas - e terciário de esgotos – controle e remoção de nutrientes. O tratamento secundário acontece pelo fato de o sistema ser também um filtro granulométrico. O terciário, principalmente pela presença das macrófitas.

A importância das plantas para o sistema se deve principalmente pela zona de raízes, que concentra as bactérias consumidoras de matéria orgânica e realizam processos bioquímicos para remoção de nutrientes.

3.3. Tipos de *wetlands* construídas

As *wetlands* construídas podem ser de fluxo horizontal (superficial ou subsuperficial, figuras 1 e 2 respectivamente) ou vertical (ascendente ou descendente, figura 3). Na intenção de potencializar a remoção de compostos nitrogenados

desenvolveram-se sistemas híbridos, que é uma associação em série das *wetlands* construídas de fluxo vertical e horizontal (POÇAS, 2015).

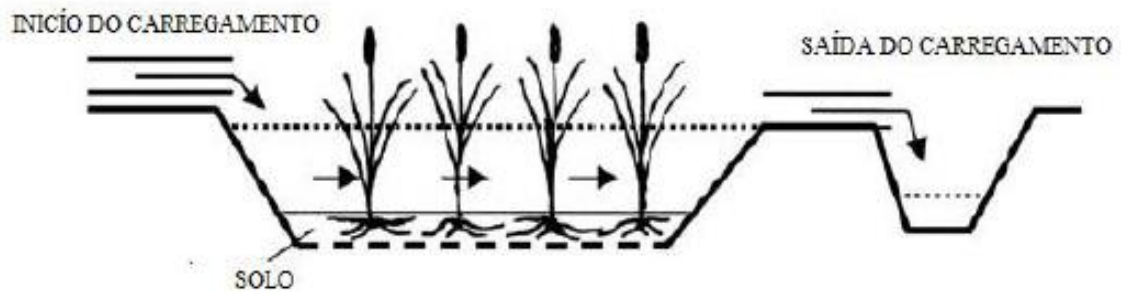


Figura 1. Esquema de uma wetland de fluxo de horizontal superficial. Fonte: VYMAZAL (2007), retirado de Scientia Amazonia, v.2, n.1, 2013, p. 28-40.

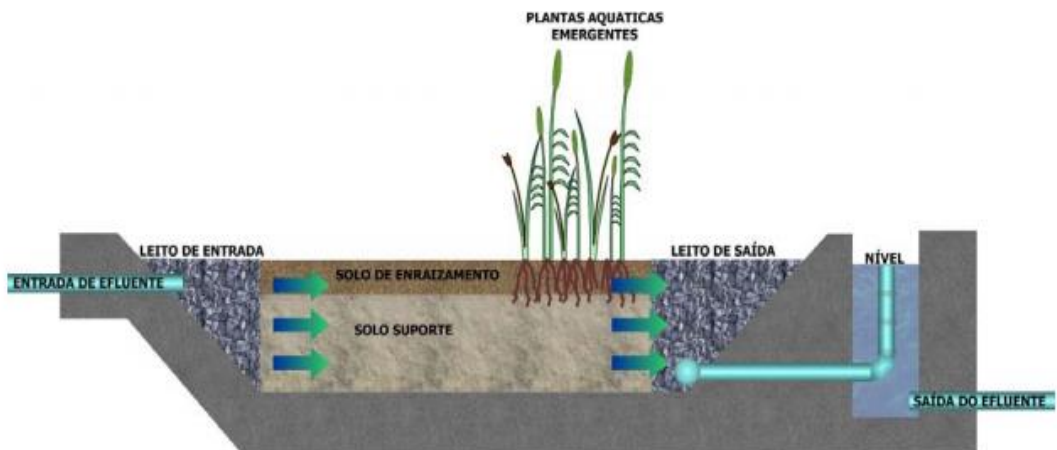


Figura 2. Sistema de Fluxo Horizontal subsuperficial. Ecocell, Pelotas (2003).

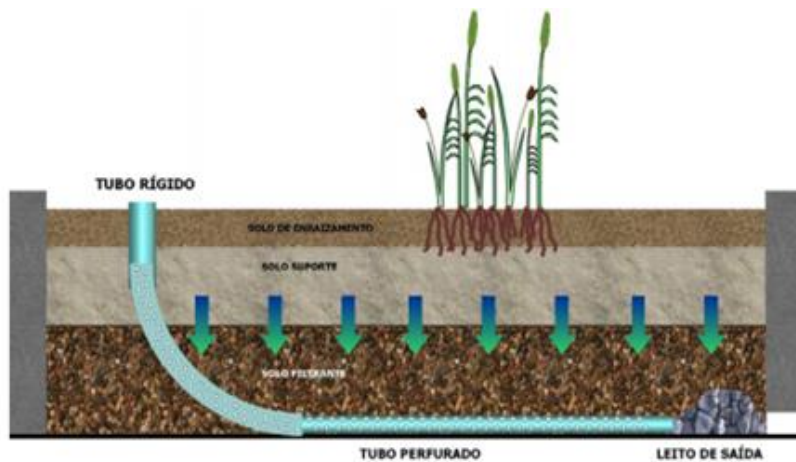


Figura 3. Sistema de fluxo vertical descendente. Ecocell, Pelotas (2003).

3.4. Aplicações e benefícios de *wetlands* construídas

3.4.1. Melhoria da qualidade de água em manancial

Na região metropolitana de São Paulo (RMSP) a Represa de Guarapiranga é alimentada, entre outros, pelo Rio Parelheiros e o Ribeirão Itaim. Há uma *wetland* natural entre o deságue dos rios e o encontro com a represa. A Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (SABESP) pretendia implantar uma *wetland* piloto nesta várzea (licitação revogada em 10/03/2016) para melhoria da qualidade da água do manancial.

Um estudo realizado por Salati et. al, apresentado no XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, mostra que a melhoria de qualidade da água seria significativa, ao comparar valores estimados após a implantação do sistema com os máximos permissíveis.

Tabela 1. Estimativa dos valores médios de qualidade da água obtidos através da simulação após passagem pelo sistema de Wetlands Construídos (25% canais de plantas aquáticas flutuantes, 50% sistema DHS, despoluição hídrica com solos, e 25% canais de plantas aquáticas emergentes) e comparação com os padrões e limites estabelecidos para rio Classe 2, Classe 3 (Resolução CONAMA 357) e Ponto 30 A (ponto localizado próximo a foz do Rio Parelheiros) – SABESP. Fonte: Adaptado de Salati et al. (2002)

Parâmetros	Unidades	Média dos valores estimados	Classe 02	Classe 03	P 30A
Cor	U.C.	14	75	75	30
Turbidez	NTU	3	100	100	5,9
STD	mg/L	1,9	500	500	8
Fósforo Total	mg/L	0,018	0,03	0,05	0,058
Nitratos	mg/L	0,209	10	10	0,37
Nitritos	mg/L	0,006	1	1	0,043
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,04	0,5	1	0,52
Ferro dissolvido	mg/L	-	0,3	5	-
Ferro total	mg/L	0,125	-	-	-
Manganês total	mg/L	0,024	0,1	0,5	-
DQO	mg O ₂ /L	11,2	-	-	30
Colif. Fecal	NMP/100 mL	57	1000	4000	2200

Cabe ressaltar que a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) número 357 utiliza como parâmetro a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), enquanto os autores estimaram valores de demanda química de oxigênio (DQO). O parâmetro “Ferro dissolvido” foi acrescentado à tabela para este artigo, de acordo com a

resolução citada. Ainda assim, observa-se que a concentração de ferro total estimada é menor que a máxima admissível para ferro dissolvido, portanto, atende à especificação.

Mesmo sem a execução do sistema artificial, foi constatado melhora em alguns parâmetros da água em uma análise de eficiência da várzea do Rio Parelheiros (Andrade, 2005). Comparando as concentrações na entrada e saída da várzea, a demanda química de oxigênio, DQO, apresentou redução, em média, de 21,1%.

3.4.2. Efluentes com metais pesados

As *wetlands* tem capacidade de remover metais pesados tóxicos de águas residuais, os principais mecanismos para isso são a adsorção (fixação de moléculas líquidas a uma superfície sólida) e precipitação. De acordo com PIO et al., os compostos orgânicos formados no sistema *wetland* apresentam cargas negativas capazes de adsorver cátions mono, di e trivalentes, como Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Al^{3+} . Algumas espécies de macrófitas apresentam uma tolerância maior a metais pesados, com capacidade de acumulá-los em suas raízes e transferí-los para as folhas.

Por sua capacidade de tolerar metais pesados e comuns, *wetlands* são utilizados para tratamento de Drenagem Ácida de Mina (DAM). Este efluente se origina de oxidação de minerais expostos à água e ao oxigênio, pode apresentar íons dissolvidos de As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Al, Cr, Mn, Mg, entre outros.

3.4.3. Tratamento e pós-tratamento de efluentes de ETE

A aplicação de alagados construídos é uma solução muito interessante para o tratamento de efluentes sanitários. É comum nos EUA a utilização deste sistema em comunidades agrícolas. A Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA), em seu Manual de *wetlands* construídas para tratamento de esgotos municipais (2000), traz diversos casos em cidades pequenas do interior do país, a maioria para complementar os tratamentos convencionais, melhorando significativamente a qualidade do efluente para lançamento no corpo hídrico.

A utilização deste sistema como um complemento à Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) não só favorece a qualidade do tratamento, traz também um aspecto visual atraente e pode ser usado como um marketing ambiental. Outro benefício indireto é a redução de custos em estações de tratamento de água (ETA), se a qualidade da água

despejada nos mananciais for melhor, a tecnologia para o tratamento desta será menos avançada e, portanto, mais barata.

3.4.4. Tratamento de chorume

As *wetlands* podem ser construídas para tratamento de chorume proveniente dos aterros sanitários. Na cidade de Recife (PE), o Aterro Controlado de Muribeca possui uma estação de tratamento de chorume, que consiste de 5 lagoas em série: lagoa de decantação; lagoa anaeróbia; e três lagoas facultativas. Apenas uma pequena parte (10%) do tratamento das lagoas é direcionada para as células de *wetland*.

A concentração de DBO e DQO do chorume é muito variável. Em pesquisa feita por Beltrão et al., constatou-se que a concentração de DBO na entrada da *wetland* variou de 66 mg/L a 2094 mg/L, enquanto a de DQO, de 1931 mg/L a 4363 mg/L. Após o tratamento, a concentração da primeira foi em torno de 40% menor e a da segunda, 47,8% menor.

3.4.5. Harmonia entre paisagismo, fauna e flora

Os principais problemas atribuídos às ETEs são o mau cheiro, ruídos e a necessidade de grandes espaços, estética questionável e pouco atraente. O uso de *wetlands* favorece uma harmonia paisagística, controla odores (quando o fluxo é subsuperficial) e não emite ruídos, pois não necessita de grande energia. A vegetação atrai diversas espécies de pássaros, podendo ainda ser habitável para peixes e girinos na saída do efluente, quando oferecida boa oxigenação (SCHULZ, 2009).

Os sistemas de alagados construídos podem ser integrados a parques que se situam em áreas de várzeas de rios, servindo inclusive para atividades educacionais e de pesquisa. Um exemplo é o Centro de Educação e Difusão de Tecnologias Ambientais (CEDTA), no Parque Ecológico do Tietê, São Paulo, em que há um canal de macrófitas aquáticas, seguidos de solos filtrantes. O efluente tratado é então despejado no Poço do Jacaré, como esquematizado na figura 4.



Figura 4. Esquema do sistema de alagados construídos na CEDTA. Fonte: Cunha (2006), retirado de Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, FBDS, (2004).

3.5. Vantagens do sistema de *wetlands* construídos

Como já visto o sistema é muito amplo em suas aplicações e traz benefícios ambientais (alternativa para recuperação de mananciais), econômicos (mais barato que outros sistemas, potencial turístico e geração de renda nas obras e operação), e até sociais (educação ambiental e participação da comunidade). Baseia-se na simplicidade de operação e manutenção, pois não são utilizados processos mecanizados, os grandes consumidores de energia. A grande vantagem é ser um sistema que independe de energia elétrica e produtos químicos, pois as reações são biológicas, sendo este um ponto positivo para a aplicação desta tecnologia em países tropicais, já que a ação depuradora de micro-organismos é mais eficiente em temperaturas maiores.

Ao contrário das ETEs convencionais não há lodo a ser tratado, e a biomassa proveniente das plantas pode ser reutilizada como adubo. Se o sistema for aplicado adequadamente, os efluentes das *wetlands* atendem às exigências do CONAMA quanto ao lançamento de efluentes e controle de nutrientes.

4. CONCLUSÃO

Wetlands naturais são de grande importância hidrológica e ecológica, devem ser recuperados e preservados. Com a constatação de sua capacidade depuradora, o homem decidiu “copiá-la” para tratar seus resíduos.

Diversas pesquisas realizadas sobre *wetlands* construídos mostram que este é um sistema viável e eficaz. Pode ser implantado para diversos fins: industrial, residencial, recuperação de corpos hídricos e melhoria da qualidade de água. É preciso salientar, no entanto, que novas pesquisas são necessárias para o desenvolvimento da tecnologia, aumentando a quantidade de dados e, conseqüentemente, sua confiabilidade. O baixo custo, simplicidade de operação e aspecto atraente são suas principais vantagens.

Os alagados construídos são uma ótima solução de saneamento para núcleos isolados de atividade humana. Seja um hotel no interior em local onde ainda não há rede coletora de esgoto, ou nas grandes cidades, próximo de mananciais (uso e ocupação irregular do solo). Isso favorece uma política descentralizada de saneamento, o que é necessário para a boa gestão de recursos hídricos, educando ambientalmente a comunidade e aproximando-a das resoluções dos problemas ambientais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. A. S. **Análise da Eficiência da Várzea do Ribeirão Parelheiros na Melhoria de Qualidade das Águas que Afluem à Represa do Guarapiranga, São Paulo**. 2005. 91 p. Dissertação (Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

BELTRÃO, K. G. B. et al. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 23, 2002, Campo Grande. **Sistema de Barreira Bio-Química como Alternativa de Tratamento para Chorume em Aterros Sanitários**. 12 p.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Diretoria de Pesquisas. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2008. 219 p.

CERVO, A. L et al. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2007. 162 p.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 53, de 18 de março de 2005, p 58-63.

CUNHA, C. A. G. **Análise da Eficiência de um Sistema Combinado de Alagados Construídos na Melhoria da Qualidade das Águas**. 2006. 157 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ECOCELL – PROJETOS E CONSULTORIA AMBIENTAL. GERBER, Wagner; GERBER, Michel; SCHULZ, Guilherme. **Resumo informativo: Tratamento de efluentes com plantas aquáticas emergentes**. Pelotas, 2003. 12 p.

ESTADOS UNIDOS. USEPA (United States Environmental Protection Agency). Office of Research and Development. Cincinnati, Ohio. **Manual: Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters**, 2000. 165 p.

NUNES, D. G. et al. SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15, 2003, Porto Alegre. **Remoção de íons sulfato de águas de drenagem ácida de carvão por precipitação química.** Porto Alegre: UFRGS, 2003.

PIO, M. C. S. Wetlands Construídas (Terras Alagadas): Conceitos, Tipos e perspectivas para remoção de metais potencialmente tóxicos de água contaminada: Uma Revisão. **Scientia Amazonia**, v.2, n.1, 2013. Páginas 28-40. Disponível em: <<http://www.scientia-amazonia.org/index.php/volume-publicado/14-volume-2>>. Acesso em: 24 de março de 2016;

POÇAS, C. D. **Utilização da Tecnologia de Wetlands para Tratamento Terciário: Controle de Nutrientes.** 2015. 93 p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SALATI, E. et al. CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. XXVIII, 2002, Cancún. **Melhoria da Qualidade da Água da Várzea do Parelheiros Através dos Sistemas de “Wetlands” Construídos.** 6 p.

SCHULZ, G. **Sistema de Tratamento de Efluentes com Plantas Aquáticas Emergentes (PAE) para o Processo de Parboilização de Arroz.** 2009. 63 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas.