



Wetlands: uma alternativa ecológica para o tratamento de efluentes

Wetlands: An ecological alternative for the treatment effluents

Wetlands: Una alternativa ecológica para el tratamiento de efluentes

Márjori Brenda Leite Marques

Mestranda em Engenharia Civil, UNESP – Ilha Solteira/SP, Brasil.
marjori_brenda@hotmail.com

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro

Professora Doutora, Universidade Brasil (UNIVBRASIL), Brasil.
americo.ju@gmail.com

**RESUMO**

No Brasil, a falta de saneamento básico como o tratamento de água e esgoto, é uma realidade que ainda persiste em diversas regiões do país, principalmente em áreas rurais onde o efluente doméstico é lançado a céu aberto, poluindo o solo, águas superficiais e subterrâneas, além de contribuir para a proliferação de insetos e doenças de veiculação hídrica. Atualmente, existem inúmeros processos e diferentes modelos para o tratamento de esgoto, tanto individuais como combinados. O tratamento do efluente e seu reuso em unidades habitacionais tornou-se algo importante para alcançar a sustentabilidade hídrica. Os *wetlands*, também conhecidos como Jardins Filtrantes ou brejos artificiais, são uma alternativa ecológica para dar destino adequado à efluentes domésticos e industriais. Nesta opção de tratamento, a despoluição é realizada por espécies de macrófitas que atuam em simbiose com microrganismos capazes de agir em diferentes contaminantes. O trabalho objetiva-se avaliar o funcionamento e características de modelos de *wetlands* para o tratamento de efluentes domésticos e industriais pela fitorremediação de plantas aquáticas, por meio de um levantamento bibliográfico acerca de trabalhos que analisaram a eficácia da ação despoluidores de diferentes espécies de plantas. Apesar de utilizar plantas encontradas no meio ambiente, o sistema precisa ser bem projetado, e sua manutenção deve ser contínua, devido a significativa produção de biomassa e crescimento das plantas. Portanto, a utilização de *wetlands* para o tratamento de água, é uma alternativa ecológica e acessível, que, apesar de exigir manutenção contínua, a água final tratada pode ser utilizada para diversos fins.

PALAVRAS-CHAVE: Fitorremediação. Macrófitas. Esgoto sanitário.

ABSTRACT

In Brazil, the lack of basic sanitation such as water and sewage treatment is a reality that still persists in several regions of the country, especially in rural areas where domestic effluent is released into the open, polluting the soil, surface water and groundwater, besides contributing to the proliferation of insects and waterborne diseases. Currently, there are numerous processes and different models for the treatment of sewage, both individual and combined. The treatment of the effluent and its reuse in housing units has become important in achieving water sustainability. The Wetlands, also known as Filtering Gardens or artificial marshes, are an ecological alternative to give proper destination to domestic and industrial effluents. In this treatment option, the depollution is performed by species of macrophytic plants that act in symbiosis with microorganisms capable of acting on different contaminants. The objective of this work was to evaluate the functioning and characteristics of Wetlands models for the treatment of domestic and industrial effluents by the phytoremediation of aquatic plants, through a bibliographical survey about works that analyzed the effectiveness of the action of different species of plants. Despite using plants found in the environment, the system needs to be well designed, and its maintenance must be continuous due to significant biomass production and plant growth. Therefore, the use of wetlands for the treatment of water is an ecological and accessible alternative which, although requiring continuous maintenance, the final treated water can be used for various purposes.

KEYWORDS: Phytoremediation. Macrophytes. Sanitary sewage.

RESUMEN

En Brasil, la falta de saneamiento básico como el tratamiento de agua y alcantarillado, es una realidad que aún persiste en diversas regiones del país, principalmente en áreas rurales donde el efluente doméstico es lanzado a cielo abierto, contaminando el suelo, aguas superficiales y subterráneas, además de contribuir a la proliferación de insectos y enfermedades de transmisión hídrica. Actualmente, existen innumerables procesos y diferentes modelos para el tratamiento de aguas residuales, tanto individuales como combinados. El tratamiento del efluente y su reutilización en unidades habitacionales se ha vuelto algo importante para alcanzar la sostenibilidad hídrica. Los Wetlands, también conocidos como Jardines Filtrantes o brejos artificiales, son una alternativa ecológica para dar destino adecuado a los efluentes domésticos e industriales. En esta opción de tratamiento, la descontaminación es realizada por especies de plantas macrófitas que actúan en simbiosis con microorganismos capaces de actuar en diferentes contaminantes. El trabajo se objetiva evaluar el funcionamiento y características de modelos de Wetlands para el tratamiento de efluentes domésticos e industriales por la fitorremediación de plantas acuáticas, por medio de un levantamiento bibliográfico acerca de trabajos que analizaron la eficacia de la acción despolizadores de diferentes especies de plantas. A pesar de utilizar plantas encontradas en el medio ambiente, el sistema necesita ser bien



proyectado, y su mantenimiento debe ser continua, debido a la significativa producción de biomasa y crecimiento de las plantas. Por lo tanto, la utilización de wetlands para el tratamiento del agua, es una alternativa ecológica y accesible, que, a pesar de exigir mantenimiento continuo, el agua final tratada puede ser utilizada para diversos fines.

PALABRAS CLAVE: Fitorremediación. Macrófitos. Alcantarillado sanitario.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento é definido como o controle de todos os fatores do meio físico do ser humano, que exercem ou podem exercer efeitos prejudiciais ao bem-estar físico, mental e social. Nesse sentido, pode-se dizer que saneamento é caracterizado pelo conjunto de ações sociais, econômicas e ambientais que tem por objetivo alcançar salubridade ambiental (OMS, 2017).

De acordo com Marques (2017), a falta de esgoto encanado, fossas negras construídas inadequadamente e a ausência da coleta de lixo, são um dos principais problemas de saneamento básico ainda persistente em várias cidades do Brasil. Em muitas propriedades rurais, é comum observar que a água residencial proveniente de chuveiros, pias e máquinas de lavar é eliminada e exposta à céu aberto no quintal de muitas residências.

Segundo PROSAB (2006), uma solução para a preservação dessas águas é o investimento em saneamento e no tratamento do esgoto sanitário, que é realizado por meio de estações de tratamento de esgoto (ETE) que reproduzem, em um menor espaço e tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d'água. As águas recuperadas por essas estações possuem uma grande variedade de aplicações, entre elas: irrigação de campos de esportes, praças; usos paisagísticos; descarga de toaletes; combate a incêndios; lavagem de automóveis; limpeza de ruas e usos na construção.

O sistema de wetland é baseado em uma estação de tratamento de poluentes, utilizando a fitorremediação. Esse sistema de tratamento constitui-se na combinação de ecossistemas, no qual as plantas são selecionadas conforme a região em que o jardim será implantado, pelo potencial de tolerância a variações do tempo, tipos de poluentes e em relação ao consumo de oxigênio. Os jardins utilizam as propriedades das plantas, microrganismos e substratos na rizosfera para extrair, fixar e tratar poluentes (HYDRO, 2010).

Atualmente, a construção de *wetlands* é utilizada em vários países para tratamento secundário e terciário de esgotos e para recuperação de rios degradados. Comparando-se com os sistemas convencionais de tratamento, os *wetlands* apresentam baixo custo, fácil operação e manutenção. Esse sistema de tratamento desenvolvido e divulgado pelo francês, engenheiro, arquiteto, urbanista e horticultor Thierry Jacquet, fundador da Phytorestore, empresa de origem francesa especializada em fitorestauração, prova ser eficiente o uso de sistemas em que as plantas são o principal agente no tratamento de água, ar e solo contaminados (PHYTORESTORE BRASIL, 2017).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o funcionamento e características de modelos de *wetlands* para o tratamento de efluentes domésticos e industriais pela fitorremediação de

plantas aquáticas, por meio de um levantamento bibliográfico acerca de trabalhos que analisaram a eficácia da ação despoluidora de diferentes espécies de plantas.

2 SANEAMENTO BÁSICO E SAÚDE NO BRASIL

Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e à produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais (TRATA BRASIL, 2018).

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte. A maioria dos problemas sanitários que afeta a população mundial estão relacionados com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia que, com mais de quatro bilhões de casos por ano, é uma das doenças que mais atinge a humanidade (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

Segundo o SNIS (2016), o Brasil está entre as 10 maiores economias do mundo, no entanto, não conseguiu levar serviços de saneamento básico a todos os brasileiros. Somente 34 milhões de brasileiros não têm acesso à água tratada; 49% da população não possui coleta de esgoto; somente 44% dos esgotos são tratados (Tabela 1).

Tabela1: Avanços médios do Brasil no atendimento ao saneamento em comparação com país que possuem as 100 maiores cidades, no período de 2011 a 2016.

Ano	População total com água tratada (%)		Esgoto Tratado x água consumida (%)		Esgoto tratado x água consumida (%)		Perdas de água na distribuição (%)		Investimento (R\$ bilhões médios de 2015)	
	Brasil	maiores cidades	Brasil	maiores cidades	Brasil	maiores cidades	Brasil	maiores cidades	Brasil	maiores cidades
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2011	82,4	93,52	48,1	69,05	37,5	46,65	38,8	39,78	10,91	5,83
2012	82,7	93,45	48,3	69,39	38,7	48,8	36,9	37,82	12,07	6,09
2013	82,5	92,91	48,6	69,14	39	48,03	37	39,08	12,16	5,85
2014	83	93,27	49,8	70,37	40,8	50,26	36,7	38,34	13,29	6,48
2015	83,3	93,84	50,26	71,05	42,67	51,72	36,7	37,77	12,18	6,53
2016	83,3	-	51,92	-	44,92	-	38,05	-	-	-

Fonte: SNIS (2016)

Segundo a ANA (2018), os serviços de saneamento são prestados pelos Estados ou municípios, e compreendem o abastecimento de água, tratamento de esgoto, destinação das águas das



chuvas nas cidades e resíduo sólido urbano, todos regulamentados pela Política Nacional de Saneamento (Lei nº 11.445/2007). A quantidade de água necessária para o desenvolvimento das atividades humanas, tanto no processo de produção de vários tipos de produtos quanto no abastecimento para o consumo de água propriamente dito, vem aumentando significativamente ano após ano no Brasil. Em contraponto, a quantidade de água potável ou de água que possa ser utilizada para satisfazer esses diversos tipos de finalidades não aumentou (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

2 CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS E INDUSTRIAIS

De acordo com as Normas Brasileiras de Estudos de Concepção de Sistemas de Esgoto (NBR 9648/ABNT, 1986), o esgoto sanitário é definido como o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. O esgoto doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas; o esgoto industrial é o despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos; a água de infiltração é toda água proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações; a contribuição pluvial parasitária é a parcela do deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede de esgoto sanitário.

Segundo Tomaz (2003) apud Dias, Nascimento e Meneses (2016), a água cinza é definida como todo efluente gerado em uma habitação excluindo-se a contribuição das bacias sanitárias. A água cinza pode ser discriminada em água cinza clara e escura. De acordo com May (2008), a diferença entre elas se encontra no fato de que a água cinza clara é composta pelo efluente do chuveiro, lavatório e da lavagem de roupas, enquanto que a água cinza escura abrange também o efluente da pia da cozinha. As águas negras são as águas residuais provenientes dos vasos sanitários, contendo basicamente fezes e urina e tem em sua composição elevadas cargas de matéria fecal (GONÇALVES, 2006).

Os detergentes contêm hidróxido de sódio ou potássio, fósforo entre outros compostos que afetam a qualidade da água diretamente e secundariamente por meio do crescimento de algas que podem ser prejudiciais para uso humano e para a vida aquática. A carga orgânica forma um meio de cultura para moscas e mosquitos, além de microrganismos causadores de odores fétidos. São frequentes as denúncias de mau cheiro e de proliferação de insetos próximos a lagoas de decantação de frigoríficos. Entretanto, despejar esse líquido no solo não é uma solução, apenas transfere o problema de local, de onde a água da chuva pode carregá-lo para o sistema fluvial e contaminar o lençol freático (POTT; POTT, 2002).

A atividade industrial tem contribuído para um aumento significativo nas concentrações de íons metálicos em águas, representando uma importante fonte de contaminação dos corpos aquáticos, principalmente quando consideramos que tais íons podem ser disseminados via cadeia alimentar. Os efluentes líquidos industriais apresentam composição química bastante



complexa, contendo compostos orgânicos e inorgânicos. O método mais utilizado no tratamento de efluentes líquidos contendo matéria orgânica é o biológico. No entanto, a presença de compostos inorgânicos pode inibir este processo. Neste caso, é necessário realizar uma etapa de tratamento químico antes da realização do tratamento biológico, visando à remoção desta carga inorgânica. O tratamento clássico de efluentes contendo metais pesados envolve processos físico-químicos de precipitação, troca iônica, adsorção e extração por solventes (JIMENEZ; DAL BOSCO; CARVALHO, 2004).

Dentre as principais fontes poluidoras dos mananciais aquáticos, destaca-se a indústria de galvanoplastia, que manipula metais extremamente nocivos à saúde pública, tais como níquel, cádmio, cromo, cobre e zinco, durante seus processos de eletroplatação. Essas empresas costumam trabalhar com elevados teores de metais e terminam por descartar seus resíduos diretamente no fluxo das águas, perturbando o equilíbrio ambiental aquático e contaminando o solo da região. Uma vez ingerido, os metais passam a se acumular nos tecidos e órgãos, provocando efeitos indesejáveis à saúde pública (HILÁRIO et al., 2007).

3 WETLANDS E O TRATAMENTO DE EFLUENTES

Novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas de forma a reduzir o impacto de lançamentos de efluentes domésticos sem tratamento nos corpos hídricos, dentre as diversas tecnologias o sistema de *wetlands* configura-se como uma alternativa viável e de baixo custo (DIAS; NASCIMENTO; MENESES, 2016).

De acordo com Henry (2003) apud Diniz et al. (2005), os “*wetlands* naturais” são ecótonos, ou seja, são zonas naturais de fronteiras entre a água dos ambientes lênticos (lagos, açudes e represas) e os ambientes terrestres adjacentes, desenvolvendo uma biota altamente diversificada. Constituem-se em locais de recepção e de atenuação dos impactos terrestres, em que as plantas exercem atividade filtradora e ocorrem transformações bioquímicas, químicas e físicas, que modificam a qualidade da água.

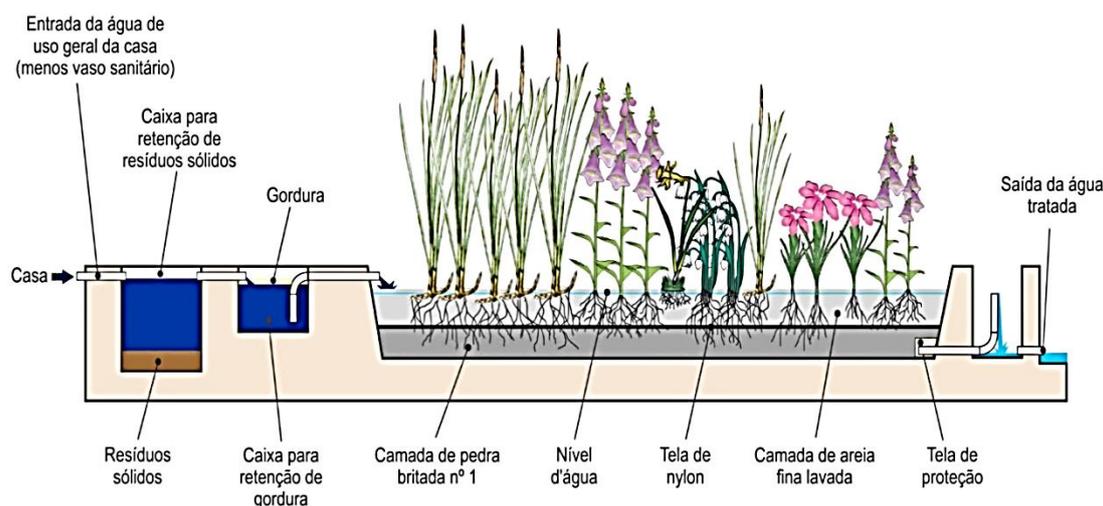
O sistema de tratamento pode atender uma ou mais residências, sendo denominados uni ou multifamiliares, respectivamente, é usualmente classificado em preliminar, onde há remoção de sólidos em suspensão grosseiros; primário, onde ocorre a remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis; secundário, com a remoção de matéria orgânica; e terciário, onde acontece a remoção de nutrientes, microrganismos patogênicos, compostos não biodegradáveis e metais pesados (REBÊLO, 2011).

O Jardim Filtrante é constituído por uma caixa aberta no solo com aproximadamente 50 cm de profundidade e área superficial de 2,0 m²/morador. O fundo da caixa é impermeabilizado com uma geomembrana de EPDM e as tubulações de entrada e saída são ligadas em pontos opostos da caixa. O efluente, antes de chegar ao Jardim, passa por uma caixa de retenção de sólidos e, na sequência, por uma caixa de gordura, para evitar entupimento dos poros. Após a impermeabilização, a caixa é preenchida com uma camada de brita no 2 e uma de areia grossa,

sendo, em seguida, saturada com água. Depois de colocado o meio suporte, são plantadas as espécies desejadas, visando produzir um ambiente visualmente agradável (LEONEL; MERTELLI; SILVA, 2013).

Morais et al. (2015) confirmam que utilizar sistemas naturais para o tratamento de esgoto é uma alternativa limpa e ecologicamente correta. Segundo Silva (2013), no Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária utiliza essa tecnologia adaptada para complementar o uso da fossa séptica biodigestora e do clorador desenvolvidos pela própria empresa (Figura 1). Esse modelo foi desenvolvido pela Embrapa em parceria com outras empresas e é utilizado no Brasil para o saneamento básico rural.

Figura 1: Modelo de wetland recomendado pela Embrapa para o saneamento básico rural



Fonte: EMBRAPA (2018).

4 AÇÃO DESPOLUIDORA DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS

Algumas plantas despoluidoras são sugeridas pela sua capacidade de retirar da água nutrientes e substâncias tóxicas, dando condições favoráveis para a base alimentar nos ecossistemas aquáticos. Lemnáceas ou lentilhas d'água são muito usadas no caso das águas servidas (esgoto), pela capacidade de se propagarem rapidamente e de retirarem substâncias tóxicas da água. Outras plantas eficientes são o aguapé (*Eichhornia crassipes*), a alface-d'água (*Pistia stratiotes*), a orelha-de-onça (*Salvinia auriculata*) e a taboa (*Typha domingensis*) (POTT; POTT, 2002).

As principais características biológicas das macrófitas são: tendência para acumular biomassa, aceleração do ciclo de nutrientes, influência marcado na química da água, atuam como substrato para outras algas, detritos e cadeias de comida de suporte herbívoros. São também importantes componentes estruturais do metabolismo nos ecossistemas aquáticos da América do Sul, onde estão presentes ao longo do ano, por serem favoráveis e favoráveis. No entanto,

seu crescimento é potencialmente prejudicial em reservatórios de água de diversas utilidades, como geração de energia e abastecimento de água (POMPÊO, 2008).

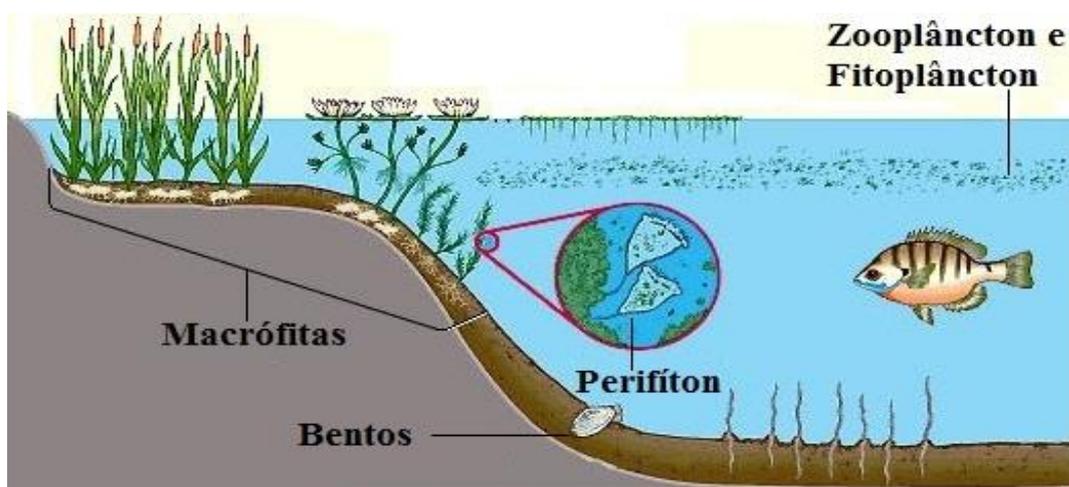
Segundo Pott; Pott (2002), na escolha de espécies despoluidoras, deve-se sempre utilizar plantas aquáticas nativas, para evitar a introdução de espécies exóticas de plantas e da fauna associada, que poderiam ser invasoras em ecossistemas aquáticos e eliminar as nativas, reduzindo a biodiversidade. Segundo os autores, propágulos podem ser carregados pela água (por exemplo, “tanner-grass” ou braquiária-d’água (*Brachiaria subquadripara*), no Pantanal, em solos argilosos).

5 ORGANISMOS QUE ATUAM NA FITORREMEDIAÇÃO

O termo “periphyton” (= perifíton) foi utilizado pela primeira vez por Behning em 1924, para definir organismos aderidos a substratos artificiais na água. A palavra é de origem grega, que significa literalmente “ao redor da planta” (prefixo “peri” = “ao redor de”; “phyton” = “planta, vegetal”). Posteriormente ao trabalho de Behning, o termo ganhou conotação mais ampla, sendo então “perifíton” denominado para todos os organismos aquáticos que crescem em superfícies submersas (COOKE, 1956 apud BURLIGA; SCHWARZBOLD, 2006).

Perifíton é definido como uma complexa comunidade de microrganismos (algas, bactérias, fungos e animais), detritos orgânicos e inorgânicos aderidos a substratos orgânicos ou inorgânicos, vivos ou mortos (Figura 2). Constitui-se em importante base alimentar para as cadeias tróficas. As algas perifíticas são excelentes bioindicadores da qualidade da água e de seu estado trófico, tendo a capacidade de acumular substâncias poluentes como inseticidas, herbicidas e fungicidas, metais pesados e materiais orgânicos (MOSCHINO-CARLOS, 1999).

Figura 2: Representação de Perifíton em macrófitas e microorganismos dispersos e ao substrato.



Fonte: Encyclopædia Britannica, Inc. (2018).

Segundo Coutinho e Barbosa (2007), as pesquisas sobre fitorremediação estão sendo desenvolvidos visando uma série de benefícios para o meio ambiente, no entanto, os mecanismos necessários são vários, as plantas, possuem maneiras específicas para remoção, imobilização ou transformação de poluentes específicos (Quadro 1).

Quadro 1: Levantamento sobre a capacidade de bioacumulação de plantas com relação à diferentes poluentes.

Plantas	Local de Tratamento	Resultados	Autores
<i>Lemna</i> , <i>Spirodela</i> <i>Pistia stratiotes</i> <i>Eichhornia crassipes</i>	Bacia do riacho Mussuré (João Pessoa, PB) com despejo de efluente doméstico bruto.	<i>Eichhornia crassipes</i> , obteve melhores resultados físico-químico e bacteriológico com redução de 95% de cor, 83% de turbidez e 53% de DBO.	DIAS; NASCIMENTO; MENESES (2016).
<i>Canavalia ensiformes L.</i>	Solução nutritiva contendo chumbo (Pb)	Espécie tolerante e hiperacumuladora de Pb, principalmente nas raízes.	ROMEIRO et al (2006)
<i>Eichhornia crassipes</i> <i>Vetiveria zizanioides L.</i>	Simulação uma zona de lâmina de água superficial contaminada com metais pesados: chumbo (Pb), cádmio (Cd), níquel (Ni) e zinco (Zn), existente em um projeto de sistema de wetland construída.	Excelente absorção de chumbo de ambas as espécies, remoção de Cd apenas com o pH da água entre 6 e 9.	TAVARES (2009)
<i>Typha domingensis</i>	Efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí – Paraná	Redução da concentração de N e P, requerendo um grau mínimo de fertilidade para assegurar seu desenvolvimento.	MARTINS et al. (2007)
<i>Ricinus Communis L</i>	Efluente sintético contendo chumbo (Pb)	Remoção de 50 % a 80% de Pb de acordo com o tratamento aplicado.	De LIMA et al. (2010)
<i>Potamogeton natans</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Lemna minor</i>	Rio Mondego em Porto-Portugal próximo à jazidos uraníferos	Elevada capacidade de acumulação de Urânio revelando significativa produção de biomassa e crescimento	PRATAS et al. (2010)
<i>Eleocharis acutangula</i>	Tratamento de efluente de uma central de processamento de alimentos vegetais, lançado no córrego da Glória - Uberlândia	Reduções significativas nos teores de fósforo, nitrogênio e DQO. Redução de 87,9% de fósforo, 80,8% de nitrogênio e 92,69% de DQO em relação ao efluente bruto.	FAXINA, BERTOLINO, AZEVEDO (2018)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas sobre a utilização da fitorremediação como alternativa para o tratamento de efluentes, tanto domésticos como industriais, estão sendo desenvolvidos visando uma série de benefícios para o meio ambiente e para as futuras gerações. Diferentes de outros métodos de tratamento de efluentes, é um sistema de tratamento lento, simplesmente por utilizar plantas como principal fator de despoluição.

Apesar de utilizar plantas facilmente encontradas no meio ambiente, para um bom funcionamento do sistema, o modelo precisa ser bem projetado, e principalmente, sua manutenção deve ser contínua, pois, as espécies de plantas aquáticas geralmente possuem uma significativa produção de biomassa e crescimento.

Portanto, a utilização de *wetlands* para o tratamento de água, é uma ótima alternativa ecológica e acessível, que, apesar de exigir manutenção contínua, a água final tratada pode ser utilizada para irrigação de pastos, flores, árvores, limpeza, entre outras ações visando a reutilização da água.

7 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 9648. **Estudo de concepção de sistemas de esgoto**. 1986. Disponível em <<https://pt.scribd.com/doc/61140917/NBR-9648-Estudo-de-concepcao-de-sistemas-de-esgoto>> Acesso em: 17 out. 2018.

ANA - **Agência Nacional de Águas**. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br/>> Acesso em: 13, out. 2018.

BURLIGA, L. A. SCHWARZBOLD, A. **Perifíton: Diversidade Taxonômica e Morfológica**, In: BURLIGA, L. A., SCHWARZBOLD, A., TORGAN, C., L. Ecologia do Perifíton. RIMA, 2006. cap. 1, p. 2 – 6.

COUTINHO, D. H.; BARBOSA, R. A. Fitorremediação: Considerações Gerais e Características de Utilização. **Silva Lusitana**. v. 15, n.1, p. 103 - 117, 2007.

Decreto-lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Política Nacional de Saneamento**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-normaatualizada-pl.pdf>> Acesso em: 17 out. 2018.



DE LIMA, M. A.; DE SOUSA M., J. L.; DE SOUZA M. H. N.; GOMES, C., F. Avaliação do potencial fitorremediador da mamona (*Ricinus communis* L.) utilizando efluente sintético contendo chumbo. **Holos**, v. 1, 2010, p. 51-61.

DIAS, S. F.; NASCIMENTO, A. P. J.; MENESES, M. J. Aplicação de macrófitas aquáticas para tratamento de efluente doméstico. **Revista Ambiental**, v.2, n. 1, p. 106 -115, 2016.

DINIZ, R. C. CEBALLOS; O. S. B.; BARBOSA, L. E. J. KONIG, M. A. Uso de macrófitas aquáticas como solução ecológica para melhoria da qualidade de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.9, (Suplemento), p.226 -230, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Folder Jardim Filtrante**. Disponível em <https://www.google.com/search?q=jardim+filtrante+embrapa&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjW4qX0uZPeAhUGhZAKHUPhARIQ_AUIDigB&biw=1093&bih=674#imgrc=scBF_a9iPS5ncM:>> Acesso em 17 out. 2018.

ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA, Inc., 2018. Principais comunidades biológicas de lagos de água doce. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/inland-water-ecosystem/images-videos/media/288440/38> > Acesso em: 23 out. 2018.

FAXINA, R. R. C.; BERTOLINO, S. M.; AZEVEDO, L. C. B. Espécie de vereda na fitorremediação de efluente de uma central de processamento de alimentos vegetais. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 6, n. 1, 2018, p. 1 – 14.

GONÇALVES, R. F. Uso Racional da Água em Edificações. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: **ABES**, 2006. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_5.pdf > Acesso em: 16 out. 2018.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento básico- IT 179. Apostila**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2018.

HILÁRIO, S. L. MORAIS, E. F., LIMA, B. S. M., PEREIRA, C. P. Remoção de alguns metais pesados de efluentes industriais e descartes de laboratórios químicos. IN: Associação Norte Nordeste de Química _ANNQ, 3, 2007, Rio Grande do norte *Anais...* Rio Grande do Norte, Átomo, 2007. p. 1 – 2.

HYDRO - Federação Internacional de Sociedades Hidrográficas. **Despoluição de água e efluentes através de jardins filtrantes**. Ago, 2010. Disponível em <<http://www.hydroconferences.org/hydro2010> >. Acesso em: 16 out. 2018.

JIMENEZ, S. R. DAL BOSCO, M. S. CARVALHO, W. A. Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolcita – Influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares. **Química Nova na Escola**, vol. 27, nº. 5, p. 734-738, 2004.

LEONEL, L. F.; MARTELLI, L. F. A. M.; SILVA, W. T. L. Avaliação do efluente de fossa séptica biodigestora e jardim filtrante. In: III Simpósio Internacional Sobre Gerenciamento De Resíduos Agropecuários E Agroindustriais, 3, 2013, São Pedro *Anais...* São Pedro: Embrapa Suínos e Aves, 2013, p. 1-4.

LEONETI, A. B. PRADO, E. L. 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.



MARQUES, M. B. L. **Construção de jardim filtrante (wetlands) como alternativa de tratamento de água cinza em uma propriedade rural do município de Ilha Solteira-SP.**2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo. 56 f.

MARTINS, L. O. A.; REISSMANN, B. C.; FAVARETTO, N.; BOEGER, T. R. M.; OLIVEIRA, B. E. Capacidade da *Typha dominguensis* na fitorremediação de efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí – Paraná. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.324–330, 2007.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinza e reaproveitamento de águas pluviais em edificações.** Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo. 2008. 223 f.

MORAIS, P. M. A. SILVA, M. M. B. M. ACIOLI, A. N. R. SILVA, S. G. LIMA, F. S. Jardim filtrante como alternativa para o tratamento do riacho águas do ferro, antes de seu lançamento na praia de lagoa da anta. **Ciências exatas e tecnológicas**, v. 3, n.1, p. 83-94, 2015.

MOSCHINI-CARLOS, V. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: POMPÊO, M.L.M. (Ed.). *Perspectivas da limnologia no Brasil*. São Luis: União, 1999. p. 91-103.

OMS - **Organização Mundial da Saúde**. Disponível em: <<http://www.paho.org/bra/>> Acessado em: 12, out. 2018.

PHYTORESTORE BRASIL, Disponível em :< <http://phytorestore.com.br/>> Acesso em: 16, out. 2018.

PRATAS, J., FAVAS, P.; RODRIGUES, N. PRASAD, M.N.V. Acumulação de urânio em plantas aquáticas (região uranífera das Beiras): possibilidades de bioindicação e fitorremediação. **Revista Eletrônica de Ciências da Terra Geosciences On-line Journal**, v. 9, n. 15, 2010, p. 1-4.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, 2008. P. 1-19.

POTT, J. V.; POTT, A. **Potencial de Uso de Plantas Aquáticas na Despoluição da Água.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- EMBRAPA- Documentos 133, ISSN 1517-3747, dez. 2002. Disponível em: < <https://core.ac.uk/download/pdf/33884086.pdf> > Acesso em : 18 out. 2018.

PROSAB - Programa De Pesquisas em Saneamento Básico. Reuso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologia de tratamento para esse fim. Rio de Janeiro: **Abes, 2006**. Disponível em : <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Esgoto-Prosab_-_final.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

REBÊLO, P. M. M. **Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbio com chicanas.**2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011, 115 f.

ROMEIRO, S.; LAGÔA, A. M. M. A.; FURLANI, R. P. ABREU, A. C.; PEREIRA, F. F. B. Absorção de chumbo e potencial de fitorremediação de *Canavalia ensiformes* L. **Bragantia**, v.66, n.2, p.327-334, 2007.

SILVA, L. W. Jardim filtrante: o que é e como funciona. **Embrapa Instrumentação**, 2013. Disponível em: <<http://gool.gl/TGzUct.>> Acesso em: 17 out. 2018.



SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Disponível em: <<http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/>> Acesso em: 15 out. 2018.

TAVARES, L. R. S. **Fitorremediação em solo e água de áreas contaminadas por metais pesados provenientes da disposição de resíduos perigosos.** 2009, Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro, rio de Janeiro, out. 2009. 415 f.

TRATA BRASIL, **Estudo Trata Brasil.** Ranking do Saneamento – 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: 16 out. 2018.