

ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE “WETLANDS” CONSTRUÍDAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NO BRASIL

Thamires Maria Campos Zinato (*), Márcia Maria Guimarães

* Centro Universitário Una, e-mail: thazinato2@gmail.com

RESUMO

Atualmente no Brasil menos de 1/3 dos municípios efetuam tratamento de esgoto. As *Wetlands* construídas vêm como uma solução sustentável para o tratamento dos efluentes antes de serem lançados nos rios e mares. O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo sobre a aplicação das *Wetlands* construídas no Brasil, identificando parâmetros de projeto, operacionais e benefícios de sua aplicação. Aborda-se a classificação para o sistema, destacando suas diferentes formas, tipos de efluentes tratados e macrófitas utilizadas. Conclui-se com uma avaliação da sua eficiência e parâmetros mais utilizados no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: *Wetlands* construídas, tratamento de esgoto, parâmetros de projeto, estudo estatístico, sistema de alagados.

INTRODUÇÃO

De acordo com Guimarães (2006),

A utilização dos meios fluvial e marinho como locais de lançamento de rejeitos de origem industrial, agrícola, doméstica ou nuclear teve um crescimento considerável a partir do término da II Guerra Mundial. Isso resultou numa ameaça de escassez de água devido às demandas crescentes, associadas à degradação das bacias hidrográficas e à poluição dos escoamentos naturais, levando a sociedade a questionar e discutir seus modelos de desenvolvimento. Desde então, tem sido também crescente a conscientização da comunidade técnica, dos órgãos ambientais e governamentais de vários países, da necessidade de se estabelecerem critérios que minimizem os impactos negativos sobre os recursos hídricos, provocados pela introdução de nutrientes, metais pesados, óleos e graxas, pesticidas e herbicidas, dentre outros compostos químicos, nos corpos d'água; evitando que estes se tornem nocivos ao Homem e ao Ecossistema. (GUIMARÃES, 2006, pg.2)

Segundo a pesquisa nacional de saneamento básico do ano de 2008, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o esgotamento sanitário é o serviço de saneamento básico com menos cobertura nos municípios Brasileiros. Somente 55,2% desses municípios têm o serviço de coleta de esgoto, ou seja, quase metade dos municípios tem como principais receptores do esgoto in natura os mares e rios. Além disso, ainda segundo a pesquisa nacional de saneamento básico do ano de 2008, menos de 1/3 dos municípios brasileiros efetuam o tratamento de esgoto; em relação ao esgoto que é coletado, apenas 68,8% é tratado de alguma forma.

O lançamento de águas residuais nos rios acarreta vários problemas, como a poluição hídrica, que afeta diretamente o ecossistema aquático. Isso ocorre devido ao consumo de oxigênio durante o processo de decomposição da matéria orgânica presente no esgoto, prejudicando o meio ambiente aquático, aumentando as vias de transmissão de doenças e afetando a saúde pública. Cada vez mais existe a necessidade de soluções simples e economicamente viáveis que possam ser empregadas a fim de realizar o tratamento de águas residuais.

Uma das tecnologias mais promissoras para tratamento de águas residuais é o sistema de *Wetlands* construídas (WC), ou sistema de alagados construídos. Exemplos de *Wetlands* naturais são os pântanos e mangues. Uma WC é aquela com finalidade de controle da poluição e manejo de águas residuais em específico (DORNELAS, 2008).

As WC possuem benefícios como baixo custo de construção, manutenção e operação. Sendo também de fácil operação, além de servirem como área de lazer se acompanhadas de um projeto paisagístico.

OBJETIVOS

Realizar um estudo sobre a aplicação de *Wetlands* construídas no Brasil, identificando parâmetros de projeto, operacionais e benefícios de sua aplicação.

JUSTIFICATIVA

Tendo em vista a disseminação de conteúdo sobre o tema, este artigo busca reunir algumas pesquisas realizadas no Brasil sobre WC, para expor as aplicações, benefícios e identificar dados de projeto e operacionais desta tecnologia.

IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE MATÉRIA ORGÂNICA NOS CURSOS D'ÁGUA

Uma das principais complicações decorrentes da poluição nos cursos d'água é o consumo do oxigênio dissolvido após o lançamento de esgotos. Segundo Sperling (2005), é de suma importância a compreensão deste fenômeno na área de tratamento de esgotos, uma vez que se relaciona à determinação da qualidade mínima permitida para o efluente tratado ser lançado nos cursos d'água, compreendendo o ponto de tratamento necessário, a eficiência a ser alcançada na remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que é a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica, e também da Demanda Química de Oxigênio (DQO), que é um parâmetro indispensável para determinação do grau de poluição da água, ela avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) consumido em meio ácido que leva à degradação de matéria orgânica. Estes dois parâmetros são muito úteis quando analisados juntos, pois assim consegue-se observar a biodegradabilidade de despejos.

A inserção de matéria orgânica em um corpo d'água tem como efeito, indiretamente, a utilização do OD disponível, por meio dos processos de estabilização da matéria orgânica realizados pelas bactérias decompositoras, que utilizam tal oxigênio para sua respiração. A redução do OD disponível tem diversas consequências para o meio ambiente, sendo um dos principais problemas da poluição dos corpos receptores. Segundo Jordão (2011) este sistema de decomposição biológica que ocorre naturalmente nos cursos d'água nomeia-se autodepuração, e está vinculada à recuperação do equilíbrio no meio aquático, após as transformações induzidas pelos despejos afluentes. Além da diminuição do oxigênio disponível afetando o ecossistema aquático, o lançamento de matéria orgânica nos cursos d'água, pode ocasionar efeitos prejudiciais à saúde da população de municípios que utilizam tal corpo receptor como fonte de abastecimento.

WETLAND CONSTRUÍDA

O sistema de Wetland Construída representa uma solução natural ecológica para o tratamento de águas residuais. Segundo Zanella (2008), os sistemas naturais, são aprimoramentos de processos que ocorrem na natureza, porém os sistemas naturais contam como diferencial uma pequena necessidade de equipamentos mecânicos, gastos reduzidos com energia elétrica e pequena necessidade de insumos químicos.

O termo Wetland natural, do qual a tradução do inglês é terra úmida, constitui na natureza um conjunto de terrenos que permanecem saturados durante parcial ou permanentemente o ano inteiro devido a sua posição e localização na topografia do local. São conhecidos como pântanos, mangues, brejos e etc. É um tipo de habitat muito rico em diversidade, e segundo Zanella (2008), são um arranjo de água, substrato, plantas, animais invertebrados e microrganismos como bactérias, que são o grupo mais importante, que se relacionam entre si e contribuem para a melhoria na qualidade da água através dos mecanismos: (i) Retenção de material particulado suspenso; (ii) Filtração e precipitação química; (iii) Transformações químicas; (iv) Sorção e troca iônica na superfície das plantas; (v) Quebra, transformação e metabolização de poluentes e nutrientes por microrganismos e plantas; e (vi) Predação e redução natural de organismos patogênicos;

Ainda segundo Zanella (2008), diversas dessas características são de interesse ao tratamento de esgoto e águas pluviais, o que levou a elaboração de sistemas específicos para o tratamento de águas residuais baseados neste sistema, aliados ao controle necessário para o recebimento de resíduos.

As *Wetlands* Construídas podem ser definidas como um sistema alagado construído especificamente para o tratamento de águas residuais. Portanto, simulam e aceleram os processos naturais. Segundo Iaqueli (2016), estes sistemas funcionam basicamente por gravidade, permeabilidade e degradação biológica. Operam como tratamento secundário para remoção de matéria orgânica por meio de reações bioquímicas e também como tratamento terciário de esgotos para controle e remoção de nutrientes. O tratamento secundário acontece, pois o sistema pode ser também um filtro granulométrico. 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.

Apresenta benefícios como fácil implantação, manutenção e operação. Além disto, sua construção pode ser ajustada ao terreno, funcionando através da gravidade, evitando assim a implantação de bombas para bombeamento do efluente a ser tratado. Assim a WC não requer um alto investimento, e se trata de um sistema de fácil integração à paisagem do ambiente em que está situada.

As *Wetlands* construídas apresentam diferentes tipos de configurações de acordo com a posição do nível d'água em relação ao leito, com a direção do fluxo hidráulico e ao tipo de macrófita utilizada. Segundo Stiegemeier (2014) para definição do tipo de WC utilizado deve-se avaliar cada sistema de tratamento de efluentes e ajustar o mais apropriado de acordo com as necessidades do projeto.

Os modelos mais utilizados são: (i) *Wetlands* de fluxo superficial (WFS); (ii) *Wetlands* de fluxo subsuperficial (WFSS); (iii) *Wetlands* de fluxo horizontal subsuperficial (WFHS); e (iv) *Wetlands* de fluxo vertical (WFV).

Wetlands de fluxo superficial (WFS)

Neste tipo de sistema WFS (**Figura 1**) o efluente possui fluxo acima da superfície, passando pelas folhas e caules, e as plantas apresentam-se enraizadas na camada de sedimento localizada na base. A incorporação de oxigênio é maior neste modelo em decorrência da exposição do efluente ao meio atmosférico, ocorre também à exposição aos raios ultravioleta, gerando maior inativação de patógenos. A exposição ao meio ambiente ocasiona também um fator negativo a este tipo de sistema, já que o mesmo fica visível ocasionando a criação e proliferação de vetores (STIEGEMEIER, 2014).

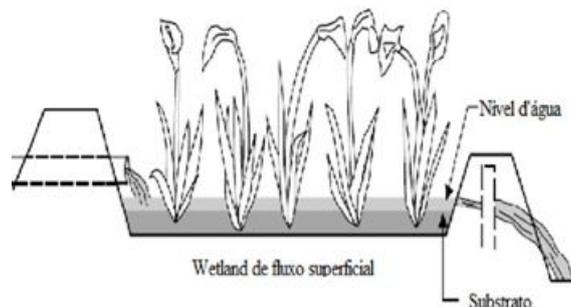


Figura 1: Sistema com macrófitas emergentes de fluxo superficial (WFS). Fonte: Stiegemeier, 2014.

Wetlands de fluxo subsuperficial (WFSS)

Neste tipo de configuração (**Figura 2**), o efluente possui seu fluxo atravessando em contato com o substrato, o efluente não entra em contato com a superfície, é mantido abaixo do nível do leito. Segundo Zanella (2008) devido a isto o risco de geração de odores, proliferação de agentes patógenos, e a exposição ao homem e animais são minimizados. A passagem do efluente pelo substrato ocasiona o contato com bactérias facultativas e com raízes das plantas macrófitas onde ocorre à depuração da matéria orgânica através da formação de biofilme.

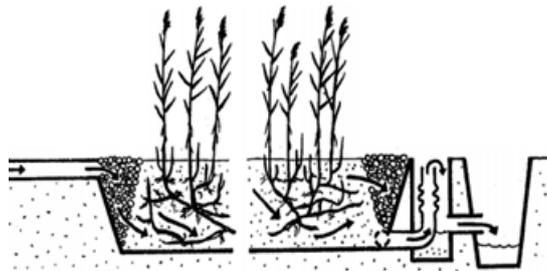


Figura 2: Sistema com macrófitas emergentes de fluxo subsuperficial (WFSS). Fonte: Stiegemeier, 2014.

Wetlands de fluxo horizontal subsuperficial (WFHS)

Nos WC de fluxo horizontal subsuperficial (**Figura 3**), o efluente percorre o leito em fluxo horizontal, nessa concepção a entrada no efluente inicia-se no leito do material construído e segue dentro do sistema através de certa declividade, passando por zonas aéreas e anóxicas. A zona aeróbia funda-se quando o efluente está em contato com o sistema radicular das macrófitas, dado que elas transportam oxigênio e fazem a convecção e difusão do oxigênio na atmosfera. Nas zonas aéreas e anóxicas processa-se a depuração por processos de origem físicos, químicos e a degradação microbiológica. (STIEGEMEIER, 2014). Neste tipo de sistema o fluxo segue a inclinação do leito, não havendo necessidade de implantação de bombas.

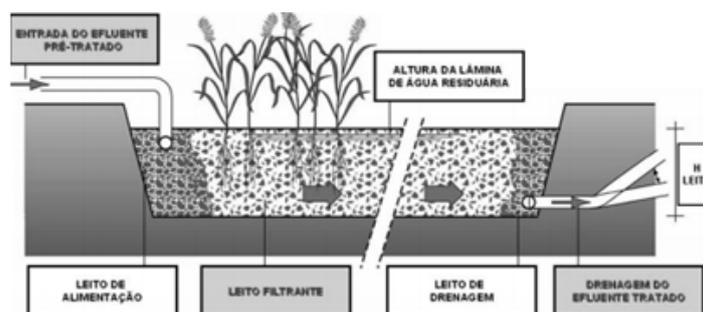


Figura 3: Representação de uma *Wetland* de fluxo horizontal subsuperficial. Fonte: Dornelas, 2008.

Wetlands de fluxo vertical (WFV)

Os sistemas de fluxo vertical se constituem com entrada do efluente na parte superior e saída pela parte inferior do sistema (Figura 4). É construído em superfície plana e as macrófitas são plantadas na superfície superior do reator, assim seu sistema radicular infiltra nas camadas inferiores. Diferente dos outros tipos de configuração este necessita de bombas para drenar e levar o efluente até a parte superior. O sistema é alimentado de forma intermitente e drenado pelas camadas de areia e cascalho e com o fluxo vertical é coletado pelo sistema de drenagem.

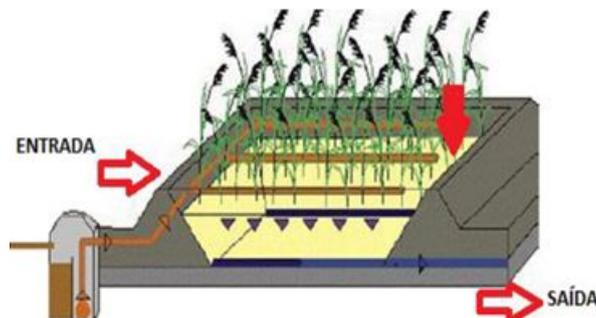


Figura 4: Sistema de *Wetland* construída com fluxo vertical (WFV). Fonte: Stiegemeier, 2014.

EMPREGO DE MACRÓFITAS NAS WETLANDS CONSTRUÍDAS.

Na construção destas *Wetlands* podem ser utilizados diversos tipos de plantas, dentre elas as espécies macrófitas que pode ser flutuante fixa ou livre, submersa fixa ou livre e emergente (ZANELLA, 2008).

Estas plantas possuem características de conduzir o oxigênio para o sistema radicular, criando zonas de oxidação e rizosfera decompondo a matéria orgânica presente, viabilizando o crescimento e fixação do nitrogênio. As plantas selecionadas para o sistema devem ter características físicas e químicas propícias para suportar o ambiente úmido por um longo período de tempo. (Figura 5).

Segundo Poças (2015), a utilização deste tipo de vegetação para tratamento de águas residuais, requer um manuseamento contínuo da vegetação para manter a eficiência na remoção dos poluentes, gerando assim uma elevada quantidade de biomassa. E para reduzir os problemas causados com a geração dessa biomassa, existem diversos estudos sobre sua utilização para produção de ração animal, energia e biofertilizantes.



Figura 5: *Thypha Latifolia* (tipo de macrófita). Fonte: Vasconcellos, 2015.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil este tipo de sistema ainda é pouco conhecido e popularmente divulgado, tendo em vista a propagação do tema, este artigo traz uma análise estatística do cenário atual de implantação e utilização das *Wetlands* Construídas no país. Foi realizado um estudo estatístico, com 23 publicações sobre o assunto, dentre elas teses e dissertações, relacionando os parâmetros de projeto e operacionais mais importantes dos sistemas WC e também sua eficiência na remoção do DBO e DQO.

Existem algumas classificações para os sistemas WC de acordo com o fluxo que o efluente percorre, como já citado anteriormente. De acordo com o presente estudo as configurações mais utilizadas no Brasil (**Figura 6**) são as de fluxo subsuperficial horizontal, fluxo vertical e fluxo superficial horizontal. O fluxo subsuperficial horizontal se destaca devido sua capacidade de adaptação ao terreno, ocasionando assim maior facilidade de implantação.

É importante destacar a versatilidade deste tipo de sistema para o tratamento de esgoto, o mesmo pode ser utilizado para tratamento de diversos tipos de efluentes desde o doméstico até o industrial, de acordo com o objetivo definido no projeto. O tipo de efluente mais comumente tratado pelo sistema WC no Brasil (**Figura 7**) é o doméstico e urbano, seguido pelo industrial e comercial. Demonstrando que este tipo de sistema pode ser empregado para tratamento de esgotos de pequenas à grades comunidades.

Como já citado anteriormente, este tipo de sistema no Brasil ainda é pouco conhecido popularmente, sendo utilizado mais para desenvolvimento de pesquisas e tratamento de águas residuais de pequenos projetos. Devido a isto, se tratando de dimensionamento, não existem grandes projetos realizados no Brasil e segundo Sezerino et al (2015), não existe na literatura brasileira uma padronização de área requerida. Por este motivo existe uma grande variabilidade em relação à área do sistema como mostrado na **Figura 8**.

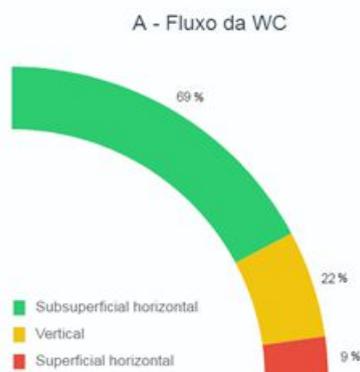


Figura 6: Fluxo das *Wetlands* Construídas no Brasil. Fonte: Autores do Trabalho.

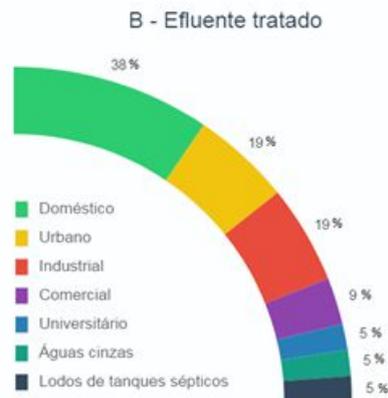


Figura 7: Tipos de efluentes tratados. Fonte: Autores do Trabalho.

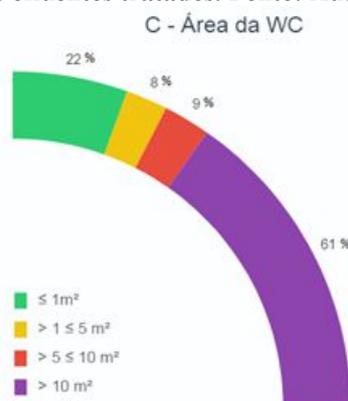


Figura 8: Variabilidade da área das *Wetlands* Construídas. Fonte: Autores do Trabalho.

Para dimensionamento do sistema também se calcula o tempo de detenção hidráulica que é o tempo em que o efluente permanece no sistema para ser tratado; e que leva em consideração a vazão do efluente que entra no sistema, o volume da unidade e a porosidade do meio. A eficácia na melhoria da qualidade da água é diretamente proporcional ao tempo de detenção do efluente a ser tratado dentro do sistema. O tempo de detenção é representado em dias e tem grande variabilidade de acordo com o projeto. Nos estudos realizados no Brasil (Figura 9) este tempo se manteve em sua maioria entre 1 e 2 dias.



Figura 9: Tempo de detenção hidráulica. Fonte: Autores do Trabalho.

Outro importante parâmetro de projeto é a escolha do tipo de macrófita a ser utilizada, para o tratamento de esgotos podem ser utilizados diversos tipos de macrófitas. Estas vegetações precisam suportar áreas permanentemente alagadas e o fluxo constante dos mais diversos tipos de poluentes. No Brasil são utilizados diversos tipos de macrófitas (Figura 10), porém a mais utilizada é a *Typha Latifolia*, popularmente conhecida como Taboa. A função desta vegetação no tratamento de esgoto ainda é muito discutida com pesquisas afirmando que são fundamentais para a oxigenação da água no conjunto do processo, enquanto outras afirmam que sua contribuição é pequena.



Figura 10: Tipos de macrófitas mais utilizados no Brasil. Fonte: Autores do Trabalho.

Em relação aos resultados, para se obter a eficácia do sistema para o tratamento de águas residuais, dentre todos os parâmetros analisados os mais relevantes são o DBO e DQO. No presente estudo foi analisada a remoção destes parâmetros em questão de porcentagem em relação à quantidade analisada antes do tratamento ser realizado (Figura 11). Em geral, as remoções de ambos os parâmetros ficaram dentro do mínimo exigido pela legislação local. A eficiência na remoção de DBO foi em 32% dos casos analisados maior ou igual a 90%, e a eficiência na remoção de DQO em 33% dos casos analisados esteve entre 70% e 90%.

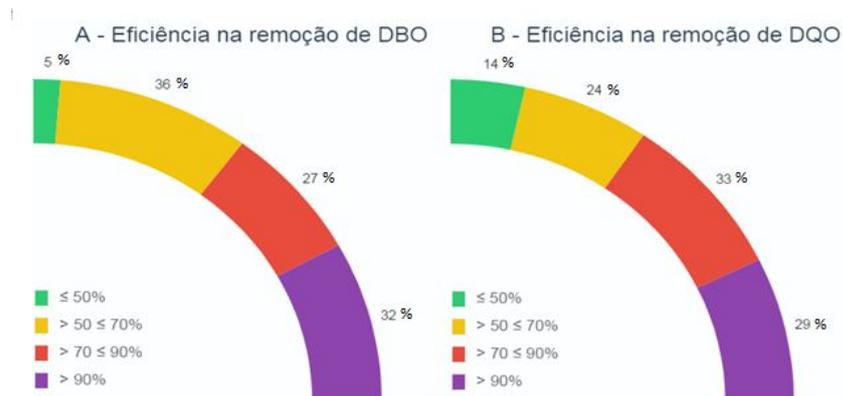


Figura 11: Eficiência na remoção de DBO e BQO. Fonte: Autores do trabalho.

O sistema WC é muito aplicado como tratamento secundário, pois o mesmo garante uma qualidade ainda maior da água. Segundo Zanella (2008), os sistemas de pós-tratamento são fundamentais à adequação dos efluentes à legislação ambiental aplicável. Os tipos de tratamento preliminares utilizados no Brasil são muito diversificados (Figura 12) e são definidos de acordo com aquele que melhor atende ao projeto.



Figura 12: Tipos de tratamento preliminar. Fonte: Autores do trabalho.

O último parâmetro estudado é o material suporte, ele apresenta o quanto o efluente irá conseguir percolar e permear através das raízes das macrófitas. A seleção do material suporte utilizado é baseada nos custos do material, na configuração de fluxo, vegetação empregada e nas necessidades de tratamento. Os tipos de materiais suporte utilizados no Brasil (Figura 13) também variam de acordo com o projeto e sua disponibilidade no local, levando em consideração o transporte.



Figura 13: Tipos de material suporte. Fonte: Autores do trabalho.

CONCLUSÕES

Devido às características de baixo custo, fácil operação e manutenção, e possibilidade de utilização como sistema paisagístico, o sistema de WC se evidencia como uma alternativa promissora para o tratamento de esgotos, se apresentando como uma opção sustentável e que proporciona benefícios sociais e ambientais.

Em relação aos parâmetros analisados pode-se concluir que o efluente mais comumente tratado por esse tipo de sistema é o urbano com pequenas comunidades, o que era esperando tendo em vista que esse tipo de sistema ainda não é muito utilizado no Brasil e por ser mais indicado para tratamento de pequenas comunidades.

Já a configuração mais utilizada no Brasil é a de fluxo horizontal subsuperficial, pois apresenta benefícios, como a operação por gravidade evitando assim a utilização de bombas, e reduzindo custos de instalação, operação e manutenção. Nessa configuração a superfície da lâmina d'água é mantida abaixo do nível do leito, evitando assim o risco de contaminação, geração de vetores, e exposição das águas residuais ao homem e animais. Além disso, o meio suporte deste tipo de configuração proporciona superfície para adesão de biofilme funcionando como área ativa no tratamento dos efluentes.

Também foi observado que são diversas as macrófitas utilizadas neste tipo de sistema, algumas vezes sendo utilizadas mais de uma em um único sistema, e até mesmo a utilização do mesmo sistema sem a utilização das macrófitas, porém desta forma os resultados obtidos não são considerados satisfatórios. Dentre as espécies utilizadas nos estudos destacam-se a *Thypha Latifolia* (taboa) e a *Zantedeschia aethiopica* L. (Copos-de-leite), devido a sua capacidade de adaptação ao sistema.

A eficiência na remoção de DQO ficou entre 70% e 90% e a de DBO entre 50% e 60%, o que em maior parte dos casos foi satisfatório e atendeu ao mínimo exigido pela lei de cada estado.

Com isto pode-se concluir que os sistemas de *Wetlands* construídas realmente são uma alternativa sustentável e satisfatória para o tratamento de esgoto, além de serem muito versáteis em relação ao tipo de efluente que pode ser tratado. Em relação a sua configuração existem diversas formas de alocar o sistema, podendo ser definida de acordo com aquela que mais se adapta ao projeto e atinge os parâmetros desejados para o tratamento do efluente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brandt, Emanuel Manfred Freire. Avaliação da remoção de fármacos e desreguladores endócrinos em sistemas simplificados de tratamento de esgoto (reatores UASB seguidos de pós-tratamento), 2012. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 2012.
2. De Paoli, André Cordeiro. Análise de desempenho e comportamento de *wetlands* horizontais de fluxo subsuperficial em modelos hidráulicos e cinéticos, 2010. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. Belo Horizonte, 2010.
3. Dias Poças, Cristiane. Utilização da tecnologia de *Wetlands* para tratamento terciário: controle de nutrientes, 2015. **Dissertação** (mestrado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

4. Dornelas, Filipe Lima. Avaliação do desempenho de *Wetlands* horizontais subsuperficiais como pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, 2008. **Dissertação** (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – UFMG, Belo Horizonte, 2008.
5. Guimarães, Márcia Maria. Estudo do movimento de partículas de sedimentos finos nos escoamentos com superfície livre com transferências verticais. **Tese** (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil / Recursos Hídricos). COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.
6. Iaqueli, André Luiz. **Wetlands** **construídos: aplicações, benefícios e vantagens do sistema**, 2016. Centro Universitário de Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo, 2016.
7. IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Pesquisa nacional de saneamento básico, 2008**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>.
8. Jordão, E.P., Pessoa, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.
9. Lautenschlager, Sandro Rogério. Modelagem do desempenho de *Wetlands* construídas, 2001. **Dissertação** (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, 2001.
10. Matos, Mateus Pimentel de. Colmatação em sistemas alagados construídos de escoamento horizontal superficial: principais fatores e métodos de identificação em unidades plantadas e não plantadas, 2015. **Tese** (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2015.
11. Mendonça, Henrique Vieira de. Avaliação da eficiência de sistemas alagados construídos em operação por bateladas no tratamento de efluentes da indústria de laticínios, 2011. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.
12. Monteiro, Rodrigo Cesar de Moraes. Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo “*wetlands*” para tratamento de água cinza visando o reuso não potável, 2009. **Dissertação** (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, 2009.
13. Salati, E. Filho; Salati, E.; Elias, J. M.; De Angelis, J. A.; Mincherian, R.; Pereira, M. R. M.; Medeiros Jr, J. V.; Sampaio Jr, J. A. **Melhoria da qualidade da água da várzea do Parelheiros através dos sistemas de “*wetlands*” construídos**. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México. 27 a 31 outubro, 2002.
14. Segundo, João Marcelo Freire. Desempenho de sistema para tratamento de água residuária doméstica em assentamento da Chapada do Apodi, 2014. **Dissertação** (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.
15. Sezerino, Paulo Heleno *et. al.* **Experiências brasileiras com *wetlands* construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, volume 20, n.1, p. 151-158, 2015.
16. Souza, Grécia de Andrade. **Estrutura e composição florística em diferentes microambientes de uma floresta sazonalmente alagada na região do Médio São Francisco, norte de Minas Gerais**, 2015. **Dissertação** (Mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
17. Sperling, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
18. Stiegemeier, Ana Mara. Avaliação do sistema de *Wetland* construído no polimento do efluente da indústria frigorífica de aves, 2014. **Monografia** – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.
19. Vasconcellos, Gabriel Rodrigues. Avaliação das condições de oxirredução em sistemas alagado construído de escoamento horizontal subsuperficial, 2015. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2015.
20. Vilas Bôas, Regina Batista. Avaliação de sistemas alagados construídos combinados com diferentes configurações, 2013. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
21. Zanella, Luciano. Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: *Wetlands*-Construídos utilizando brita e bambu como suporte, 2008. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil) – Saneamento e Ambiente, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.