

WETLANDS CONSTRUÍDAS DE FLUXO VERTICAL COMO PÓS-TRATAMENTO DE REATOR RAHLF UTILIZANDO ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE SUINOCULTURA

DOI: 10.19177/rgsav8e22019595-611

**João Batista Bezerra Ito¹, Aldecy de Almeida Santos²,
Margarida Marechetto³, Eduarda Conceição Oliveira⁴**

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho de *Wetlands* construídas de Fluxo Vertical vegetadas com as macrófitas *Helicônia Pisittacorum* (WCHP) e *Pontederia Parviflora* (WCPP) e *Wetlands* Construídas de Fluxo Vertical Não Vegetado (WCNV), em escala piloto, na remoção de matéria orgânica e nutrientes, como pós-tratamento de Reator Anaeróbio Horizontal de Leito Fixo (RAHLF), utilizando-se águas residuárias da suinocultura da fazenda experimental da Universidade Federal de Mato Grosso. A metodologia consistiu em projetar e construir o RAHLF e o sistema de *Wetlands* construídas, em escala piloto, que foi instalado e monitorado na área do Centro Experimental de Hidráulica e Saneamento Ambiental (CEHISA), no *Campus* de Cuiabá/UFMT. Foram monitorados os efluentes brutos da suinocultura, o efluente tratado do reator RAHLF, e também foi monitorado o sistema de *Wetlands* construídas com Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 5 a 10 dias. Os parâmetros analisados foram: temperatura, pH, Condutividade elétrica (CE), Oxigênio dissolvido (OD), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Sólidos Suspensos Totais (SST), Cor, Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio (Nitrito, Nitrato e Nitrogênio Total), Fósforo (P), Sulfato, de acordo com os métodos estabelecidos pelo *Standard Methods* (APHA, 2012). Os resultados obtidos demonstraram que houve remoção nas *Wetlands* vegetadas com a macrófita endêmica do pantanal brasileiro, a *Pontederia Parviflora*, com eficiências médias de 84-91%, para DBO₅ e DQO, e de 98-93-84% para Nitrito, Nitrato e Nitrogênio Total, e de 93% para o Fósforo, respectivamente.

Palavras-chave: Impactos ambientais. *Helicônia Psittacorum*. *Pontederia Parviflora*.

¹ UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL. <https://orcid.org/0000-0002-4156-5441> E-mail: jbbito2@yahoo.com.br

² ENGENHEIRO SANITARISTA. DOUTOR EM ENGENHARIA CIVIL. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO. PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS. E-mail: aldecy_allmeida@yahoo.com.br

³ FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA. PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS. E-mail: marcheto.ro@gmail.com

⁴ PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS. Email: eduarda.ambiental@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A carne suína é a segunda proteína animal mais consumida do mundo, estando atrás apenas dos pescados. Em terceiro lugar vem o frango e, em quarto, os bovinos. O consumo de carne suína é concentrado: China (50,7%), União Europeia (19,1%) e Estados Unidos da América (8,5%). O consumo de carne suína tem crescido e apresenta boas perspectivas para o Brasil no mercado internacional (CUSTODIO et al., 2017).

O Brasil tem exportado, nos últimos anos, aproximadamente 15% de sua produção, dos quais cerca de 80%, em volume, em cortes resfriados ou congelados para os cinco continentes e mais de setenta países (ABPA, 2016).

A concentração regional da produção de carne suína está no Sul, responsável, em 2015, por 67% dos abates com algum tipo de fiscalização (federal, estadual ou municipal). A região Centro-Oeste corresponde a 14%, e o estado de Mato Grosso aponta uma evolução do efetivo de suínos de 2014 para 2015, quando passou de 1,840 milhão para 2,849 milhões, alta de 54,83% (IBGE, 2016).

A produção de suinocultura de forma inadequada pode gerar uma série de problemas ambientais, tais como a contaminação do solo e dos recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas) (LÜDDEKE et al., 2015; AMINI et al., 2016).

Ademais, os efluentes gerados pela suinocultura são constituídos de altas cargas de matéria orgânica e nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que quando lançados diretamente em corpos d'água potencializam o processo de eutrofização da água, além de disseminar microrganismos patogênicos (LUCA et al., 2017).

Contrera et al. (2006) salientam que os sistemas de tratamento anaeróbio vêm se apresentando como uma alternativa econômica e tecnicamente viável para o tratamento de águas residuárias, principalmente em países de clima quente, como é o caso do Brasil.

O reator RAHLF pode ser construído e operado de forma a minimizar os custos do tratamento com baixa produção de sólidos, e grandes economias de área. Contudo, esse sistema apresenta capacidade limitada de remoção de matéria orgânica, de remoção de nutrientes e patógenos, em geral demandando pós-tratamento, seja para o lançamento em corpos receptores, seja para o reuso (CHERNICHARO, 2001).

As *Wetlands* construídas (WC) apresentam condições para formar um sistema de pós-tratamento bastante completo e eficiente, sobretudo para efluentes anaeróbios, uma vez que, apresentam elevada capacidade de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) (SILVA; BERNARDES; RAMOS, 2015; CALIJURI et al., 2009). Alguns estudos demonstraram que esta tecnologia chega a apresentar eficiência na remoção de DBO de 80% (CALIJURI et al., 2009), 81-89% (RAMOS et al., 2017) e 97-99% (SILVA; BERNARDES; RAMOS, 2015).

Os sistemas WC são uma tecnologia de tratamento de águas residuárias baseada nos processos encontrados em ecossistemas das várzeas naturais, podendo ser classificados como um sistema natural (COSTA et al., 2018).

O emprego de WC para o tratamento de esgotos sanitários tem crescido substancialmente em várias partes do mundo, particularmente em instalações de pequeno porte (CALIJURI et al., 2009). Dentre as suas vantagens, UFABC (2018) destaca o seu baixo custo de implantação, operação e manutenção, potencial para reuso da água e a reciclagem de nutrientes.

Estudos realizados com a macrófita *Pontederia Parviflora* e com a espécie ornamental *Heliconia psittacorum* em *Wetlands* Contruídos indicaram alta eficiência de remoção significativa de DBO₅ e DQO (92%-85%), (RAMOS et al., 2009) e de Fósforo (98%) MELLO et al. (2015), Sólidos Totais, Turbidez e Nitrogênio (80,6; 83,4 e 82,3%, respectivamente) (LO MONACO et al., 2017).

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho de *Wetlands* Construídas com Vegetação (WCV), (*Pontederia Parviflora* e *Heliconia psittacorum*) e *Wetlands* Construídas Não Vegetado (WCNV), em escala piloto, na remoção de matéria orgânica (DBO₅ e DQO) e nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), como pós-tratamento de Reator Anaeróbio Horizontal de Leito Fixo (RAHLF), utilizando águas residuárias da suinocultura da fazenda experimental da Universidade Federal de Mato Grosso.

2 MATERIAL E MÉTODOS

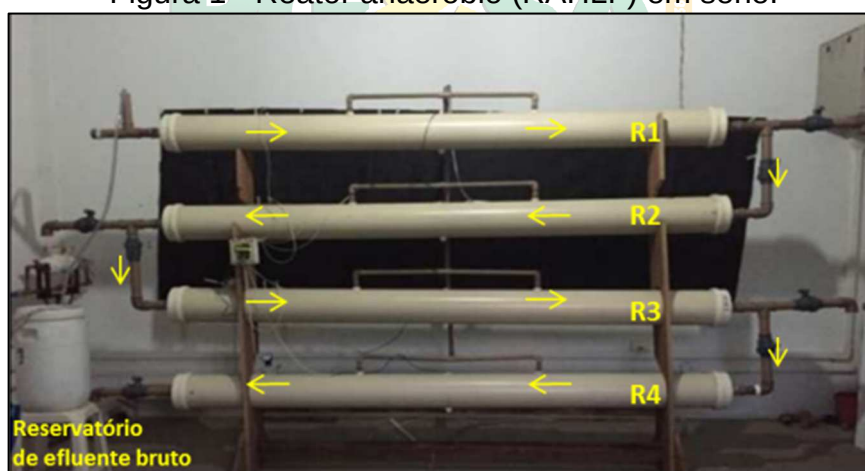
O Reator (RAHLF) e a *Wetland* Construída, em escala piloto, foram instalados e monitorados na área do Centro Experimental de Hidráulica e Saneamento Ambiental (CEHISA), no Campus de Cuiabá/UFMT localizado nas coordenadas UTM-21S- E 599.963, N 8.274.062m - SIRGAS 2000.

O efluente da suinocultura foi coletado na cidade de Santo Antônio de Leverger, Estado de Mato Grosso, na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso. Atualmente, estão confinados na fazenda experimental um total de dezessete cachacos (macho adulto reprodutor) e duas matrizes (fêmeas reprodutoras), sendo todos alimentados com ração a base de sorgo, soja e/ou milho.

O reator anaeróbico utilizado neste estudo foi construído em escala piloto, em tubos de PVC (Policloreto de polivinila) contendo quatro reatores dispostos em série de fluxo horizontal, cada um com as seguintes dimensões: comprimento de 2,90m e diâmetro de 200mm. O reator possui um volume total de 91L ou 0,091m³, porém o mesmo foi preenchido com meio suporte, sendo eles anéis de plástico, ou seja, conduíte corrugado de aproximadamente 5cm com diâmetro de 7 cm, ocupando 2/3 do reator, assim, o volume útil do reator é 30,33 L ou 0,03033m³, devido ao diâmetro do meio suporte, o volume não é equivalente ao que foi inserido no RAHLF.

Os reatores identificados por Reator R I, R II, R III e R IV possuem conexões para entrada do afluente e saída do efluente líquido e biogás (Figura 1).

Figura 1 - Reator anaeróbico (RAHLF) em série.



Fonte: Elaboração própria.

No corpo de cada reator, foi instalado uma conexão de ½ polegada para registrar temperatura.

O RAHLF passou pelo procedimento de teste de estanqueidade, o qual verificou a existência de vazamentos. O teste foi realizado com água, colocando-se o volume total dos reatores para observar os possíveis vazamentos a serem vedados.

O RAHLF foi inoculado com o lodo proveniente do reator anaeróbico de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), este reator está localizado na Estação de

Tratamento de Efluentes no Município de Várzea Grande – MT. O volume do lodo colocado nos reatores preencheu cerca de 10% do volume de cada reator.

As *Wetlands* Construídas utilizadas para realizar o pós-tratamento, em escala piloto foram dimensionadas de acordo com o volume do efluente do reator anaeróbio (RAHLF) do experimento anterior.

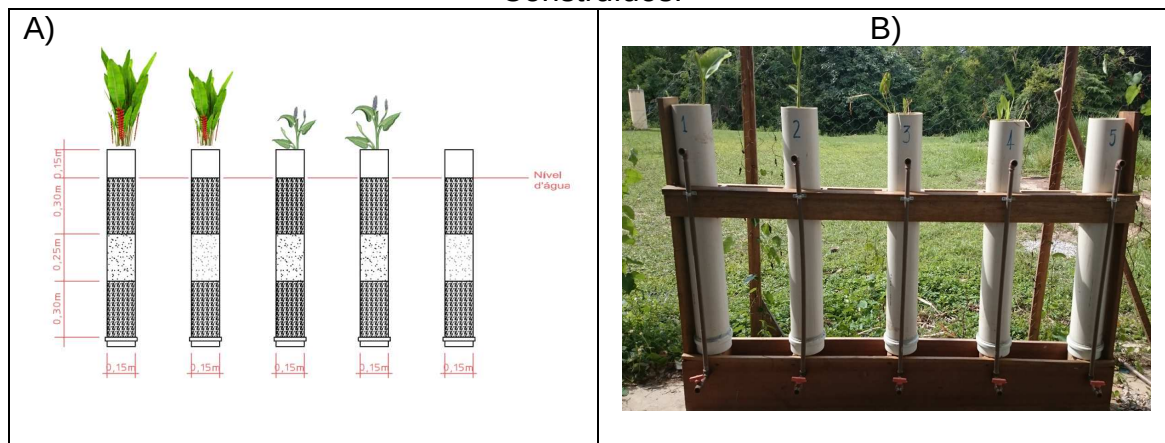
Foram utilizados cinco tubos de PVC com diâmetro de 0,15m e comprimento de 1,00m, dispostos verticalmente em paralelo. O sistema possui 5 (cinco) *Wetlands* Construídas, sendo dois *Wetlands* Construídos Vegetados com as espécies *Heliconia psittacorum* (WCHP) e dois com as espécies *Pontederia parviflora* (WCPP), e um *Wetland* Construído Não Vegetado (WCNV).

Foram plantadas dois rizomas de *Heliconia psittacorum* em cada WCHP, e dois rizomas de *Pontederia parviflora* em cada WCPP. Elas foram cultivadas de outubro/2017 a fevereiro/2018, durante o período que durou o experimento.

O meio filtrante foi preenchido com as seguintes camadas: 0,30m de brita nº 2 na base; 0,25m de areia média na camada intermediária; e 0,30m de brita nº 2 na camada superior (Figura 2.A).

O volume total de cada *Wetland* Construído piloto (Figura 2.B) foi calculado em 0,0150m³, sendo o volume de vazios em 0,0043m³ (28,67%) resultando num volume de sólidos (brita e areia) de 0,0107m³ (71,33%). O volume de vazios foi preenchido a partir de um reservatório com o efluente do RAHLF, por gravidade, através de gotejamento com vazão controlada. O RAHLF e os *Wetlands* Construídos piloto não foram interligados diretamente.

Figura 2 - A) Meio filtrante dos WCV e WCNV; B) Sistemas de *Wetlands* Construídos.



Fonte: Elaboração própria.

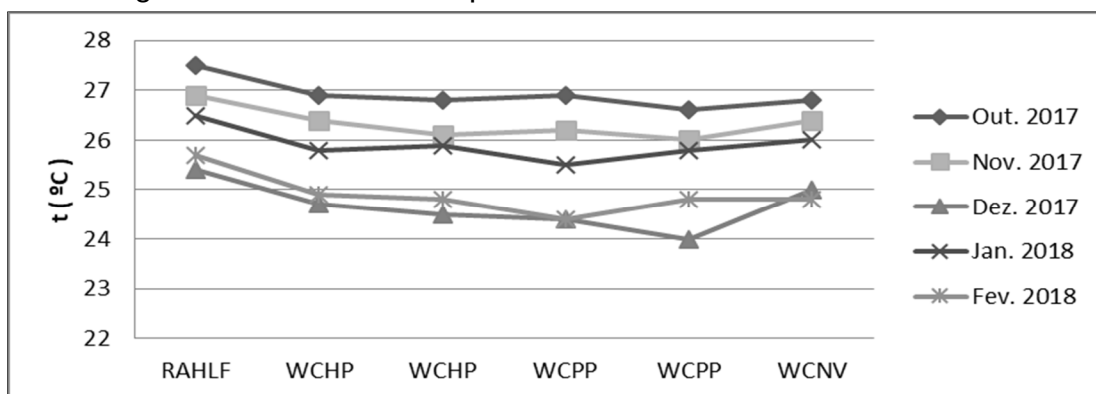
As amostras foram coletadas em triplicata do efluente bruto da suinocultura, do efluente tratado do reator RAHLF e depois de 5 e 10 dias no sistema de *Wetlands* Construídas. O monitoramento do reator RAHLF e *Wetlands* Construídas ocorreu por meio de análises físicas e químicas. Os parâmetros avaliados foram: temperatura do ar e do líquido, pH, DBO₅, DQO, sólidos em suspensão totais (SST), sólidos dissolvidos totais (STD) cor, turbidez, nitrato, nitrito, sulfato, nitrogênio total e fósforo total, conforme descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Temperatura

A média da temperatura do ar constatada durante o período do experimento foi 27,4 °C, valor próximo as temperaturas médias internas do Reator RAHLF (26,4 °C) e dos WCs (WCHP= 25,7 °C; WCHP= 25,6 °C; WCPP= 25,5 °C; e WCPP= 25,8 °C) (Figura 3). Este fato ocorreu devido aos microrganismos que não possuem meios de controlar sua temperatura interna, por isso, a temperatura interior das células é determinada pela temperatura ambiente externa (CHERNICARO, 2001).

Figura 3 - Valores da temperatura interna do RAHLF e dos WC.



Fonte: Elaboração Própria.

Ainda de acordo com a Figura 3, durante o período do monitoramento, as temperaturas dos WC apresentaram pouca variação devido à estabilidade climática da região cuiabana. Em experimentos realizados em Ohio (EUA) ocorreram variações na faixa de 10 a 30 °C para *Wetlands* cultivados (USEPA, 1999).

Segundo Von Sperling (2007), o controle da temperatura é importante porque à medida que a temperatura se eleva as taxas das reações físicas, químicas e

biológicas aumentam, diminuindo a solubilidade dos gases (ex: oxigênio dissolvido) e aumentando as taxas de transferência de odores desagradáveis.

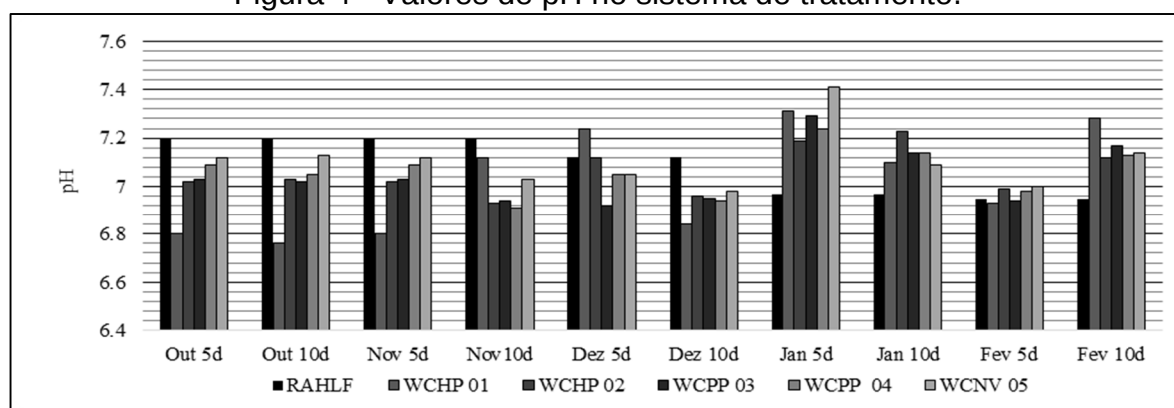
3.2 pH

O valor do pH no reator RAHLF se estabelece após o equilíbrio iônico dos diferentes sistemas ácido/base presentes no sistema de tratamento (VAN HAANDEL & LETTINGA, 1994). As bactérias formadoras de ácidos fracionam a matéria orgânica e produzem os ácidos voláteis, resultando no aumento da acidez do meio e uma redução do pH (CHERNICHARO, 2007) no reator RAHLF.

As bactérias *Archaea* metanogênicas envolvidas no processo de digestão anaeróbia constituem a população mais sensível a alterações de pH, e segundo Speece (1996) a operação do reator anaeróbio deve ocorrer com pH entre 6,5 e 8,2 para evitar inibição da metanogênese.

Ao longo do ciclo monitorado nos WCs, de 5 e 10 dias, a variação na faixa do pH foi de 6,76 a 7,31 (Figura 4), o que é considerado uma faixa adequada de pH para o processo de neutralidade, propiciando crescimento microbiano de bactérias generalistas adaptadas a estes valores, como as nitrificantes. Chang et al. (2012) obtiveram valores de pH próximo a neutralidade no efluente de sistemas de *Wetlands* Construídas Verticais com combinações das espécies *Typha orientalis* e *Arundo donax* var. *versicolor* e *Canna indica* e *Pontederia cordata*, respectivamente.

Figura 4 - Valores de pH no sistema de tratamento.



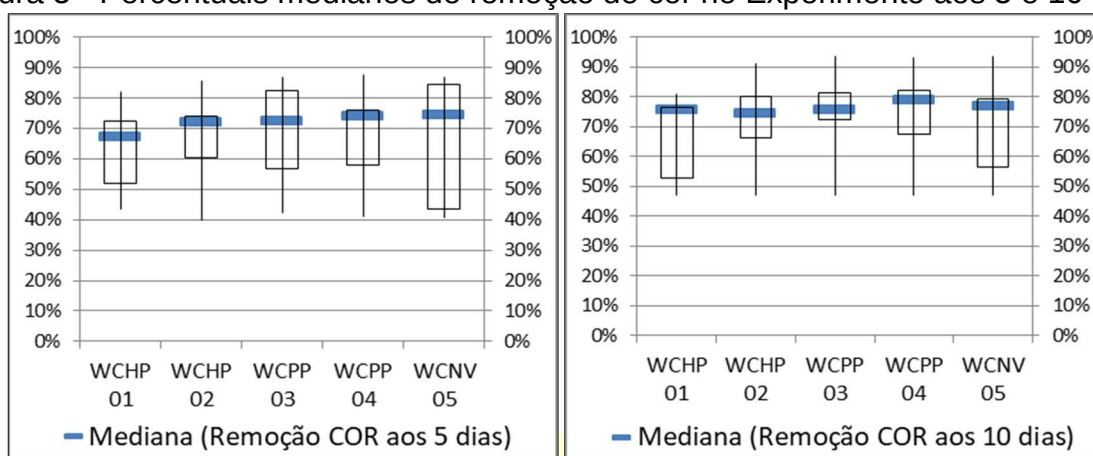
Fonte: Elaboração Própria.

A faixa de pH, estabelecida pela Resolução CONAMA Nº 430/2011 (BRASIL, 2011), é de 5,0 a 9,0 para lançamento de efluentes, o que é atendido pelos sistemas propostos nesta pesquisa.

3.3 Cor

A redução deste parâmetro no experimento (Figura 5) representa a sorção do material dissolvido ocorrida no sistema de tratamento. A sorção (adsorção e absorção) está relacionada com o material de enchimento e o biofilme de microrganismos que utilizam esse material para obtenção de energia (OLIVEIRA & COSTANZI, 2014).

Figura 5 - Percentuais medianos de remoção de cor no Experimento aos 5 e 10 dias.



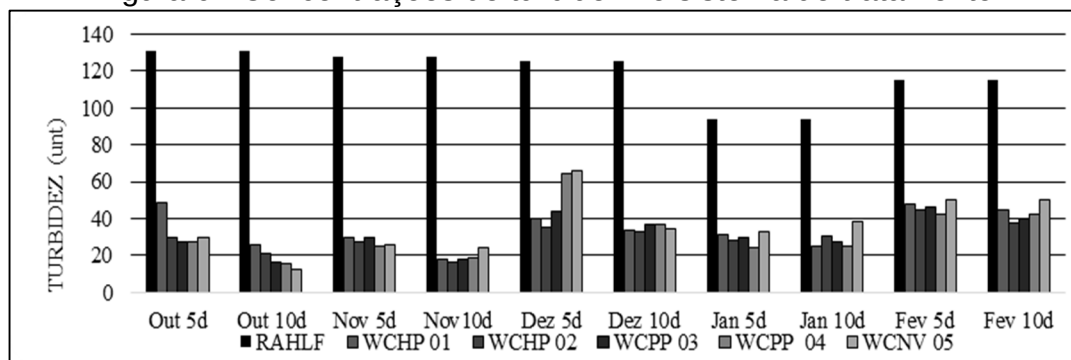
Fonte: Elaboração Própria.

Nas WCHP 01 e WCHP 02 houve remoção mediana de 68% e 72% aos cinco dias, e de 76% e 75% aos dez dias, respectivamente. Nas WCPP 03 e WCPP 04 houve remoção mediana de 73% e 74% aos cinco dias, e de 76% e 79% aos dez dias, respectivamente. Na WCNV 05 houve remoção mediana de 75% aos cinco dias, e de 77% aos dez dias. Observa-se que não ocorreram diferenciações significativas nas remoções tanto para as WCVs vegetadas como para a WCNV não vegetada, e também para os tempos de detenções de cinco e dez dias.

3.3 Turbidez

A Turbidez apresentou remoção considerável (Figura 6) pela sorção (adsorção e absorção), que está relacionada com o material de enchimento e o biofilme de microrganismos que utilizam esse material para obtenção de energia (DORNELAS, 2008).

Figura 6 - Concentrações de turbidez no sistema de tratamento.



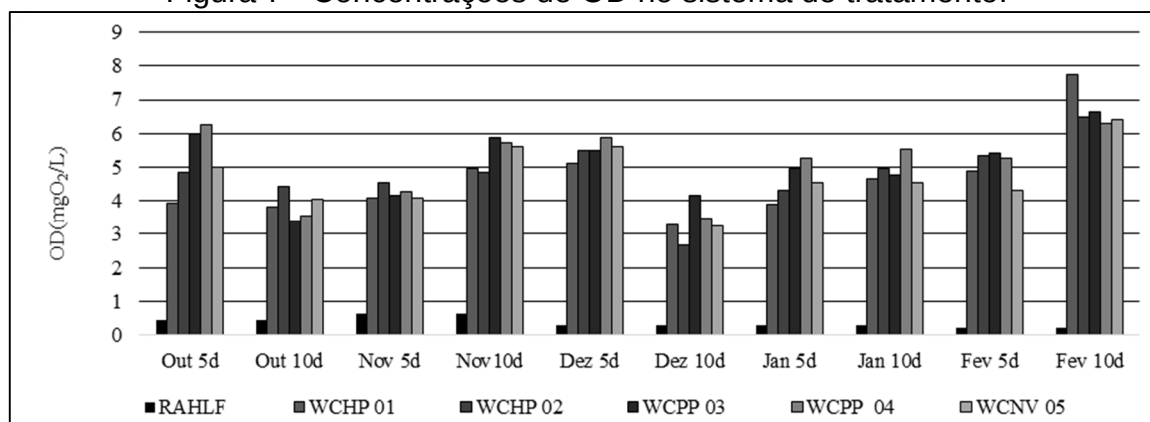
Fonte: Elaboração Própria.

Nas WCHP 01 e WCHP 02 houve remoção mediana de 67% e 72% aos cinco dias, e de 73% e 73% aos dez dias, respectivamente. Nas WCPP 03 e WCPP 04 houve remoção mediana de 68% e 74% aos cinco dias, e de 71% e 73% aos dez dias, respectivamente. Na WCNV 05 houve remoção mediana de 65% aos cinco dias, e de 72% aos dez dias. Observa-se que não ocorreram diferenciações significativas nas remoções tanto para as WCVs como para a WCNV, e também para os tempos de detenções de cinco e dez dias.

3.4 OD (Oxigênio Dissolvido)

A Figura 7 demonstra os valores de OD no experimento, demonstrando que as WC's conseguiram incorporar O₂ no efluente, sendo que na WCNV também houve eficiência, provavelmente pela entrada de oxigênio por difusão atmosférica que se dá em função da área superficial (PLATZER, 1999).

Figura 7 - Concentrações de OD no sistema de tratamento.



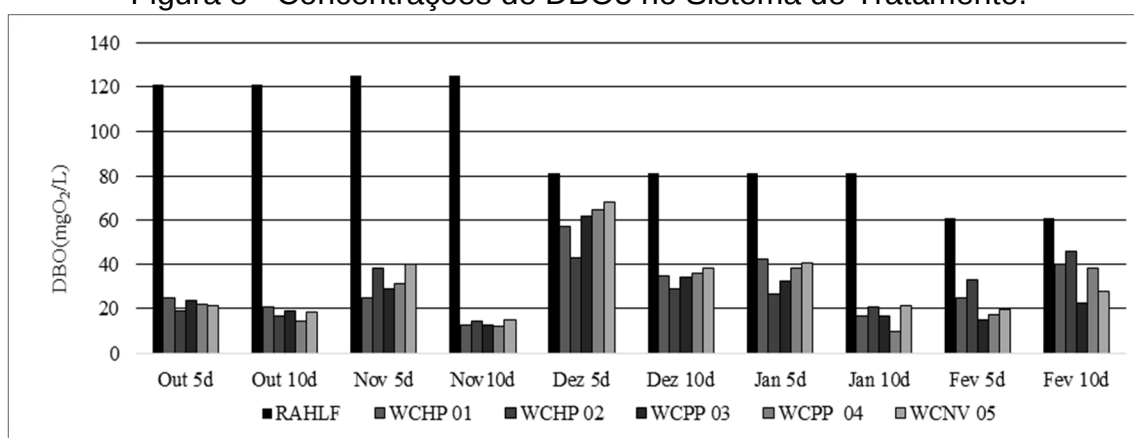
Fonte: Elaboração Própria.

Para enquadramento em corpos d'águas doces classe 2, no qual se inclui a maioria dos corpos hídricos do Estado de Mato Grosso, a taxa de Oxigênio dissolvido não pode ser inferior à 5mg/L.

3.5 DBO₅

Na Figura **Erro! Fonte de referência não encontrada.8** estão plotados os valores de DBO₅ encontrados durante o sistema de tratamento, demonstrando que houve remoção significativa.

Figura 8 - Concentrações de DBO5 no Sistema de Tratamento.



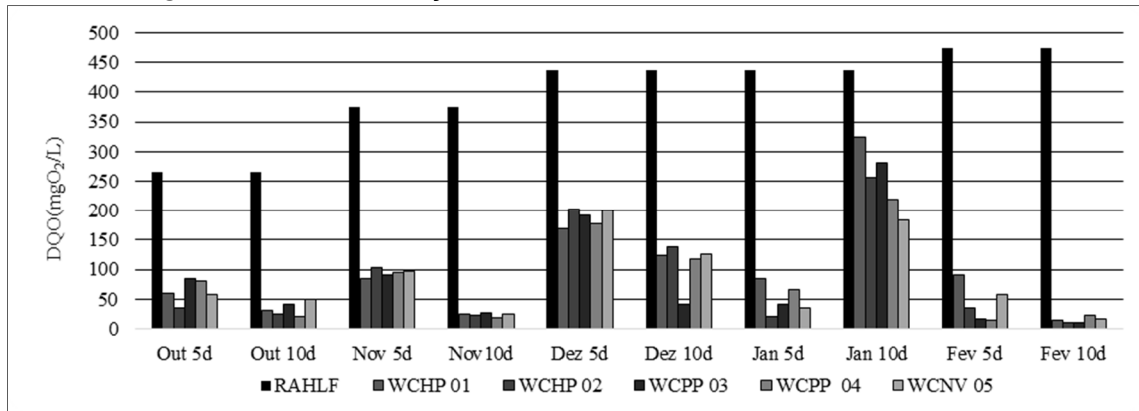
Fonte: Elaboração Própria.

Nas WCHP 01 e WCHP 02 houve remoção mediana de 60% e 67% aos cinco dias, e de 79% e 74% aos dez dias, respectivamente. Nas WCPP 03 e WCPP 04 houve remoção mediana de 75% e 71% aos cinco dias, e de 79% e 88% aos dez dias, respectivamente. Na WCNV 05 houve remoção mediana de 68% aos cinco dias, e de 74% aos dez dias. Esgotado o oxigênio, as águas dos rios ou dos lagos são incapazes de sustentar a vida aeróbia. Portanto, deve haver um limite mínimo (DBO₅ 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/l) (CONAMA 430/2011).

3.6 DQO

A DQO apresentou uma eficiência global com ótima taxa de remoção na depuração do sistema de tratamento (Figura 9**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Mazzola et al. (2005) utilizaram sistemas de *Wetlands* Construídas verticais alimentadas com efluente de um reator anaeróbio que trata esgoto doméstico, e obtiveram valor médio de DQO de 223 mg/L, superior ao reportado neste trabalho.

Figura 9 - Concentrações de DQO no Sistema de Tratamento.



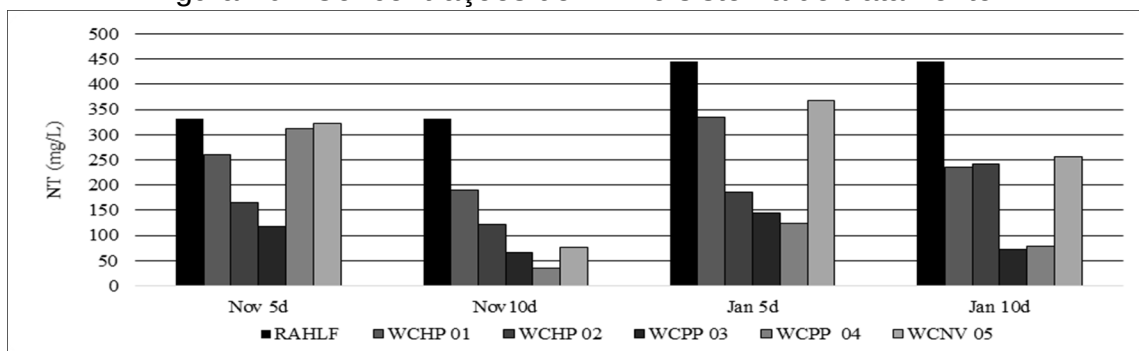
Fonte: Elaboração Própria.

Pelos valores de eficiências de remoção, é possível observar que o WC apresenta excelente desempenho na remoção de DQO. Nas WCHP 01 e WCHP 02 houve remoção mediana de 78% e 86% aos cinco dias, e de 88% e 91% aos dez dias, respectivamente. Nas WCPP 03 e WCPP 04 houve remoção mediana de 75% e 75% aos cinco dias, e de 90% e 92% aos dez dias, respectivamente. Na WCNV 05 houve remoção mediana de 78% aos cinco dias, e de 81% aos dez dias. Zhao et al. (2010) conseguiram remoção de 68% de DQO em águas residuárias de esgoto, com tempo de detenção de dois dias e utilizando *Wetlands* vegetadas e com fluxo vertical.

3.7 Nitrogênio Total

A Figura 10 apresenta os valores das concentrações de NT encontrados no experimento, demonstrando que houve remoção considerável durante o sistema de tratamento.

Figura 10 - Concentrações de NT no sistema de tratamento.



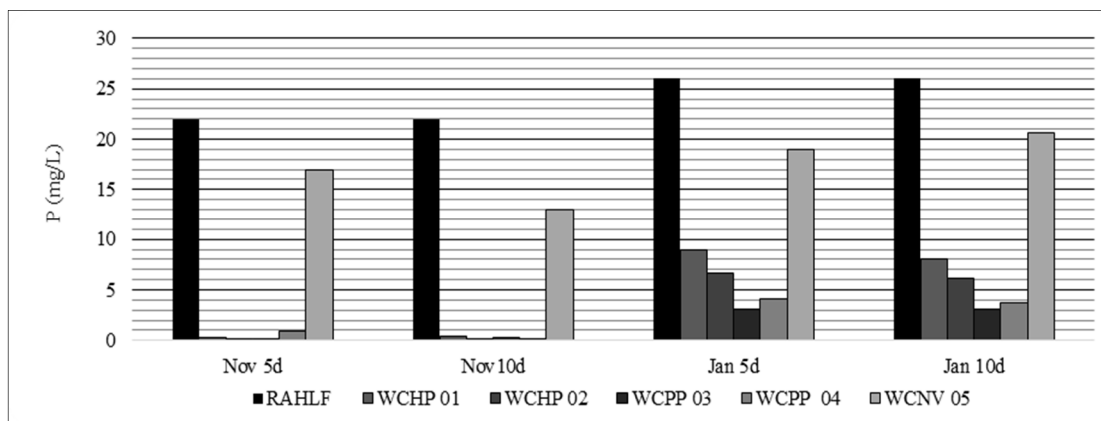
Fonte: Elaboração Própria.

Nas WCHP 01 e WCHP 02 houve remoção mediana de 23% e 54% aos cinco dias, e de 45% e 54% aos dez dias, respectivamente. Nas WCPP 03 e WCPP 04 houve remoção mediana de 66% e 39% aos cinco dias, e de 82% e 86% aos dez dias, respectivamente. Na WCNV 05 houve remoção mediana de 10% aos cinco dias, e de 60% aos dez dias. Sousa et al. (2004) estudaram o desempenho de três sistemas WC's, operados com efluente de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB, durante três anos de monitoramento, e conseguiram remoção de 66% de Nitrogênio. Este experimento demonstra que houve remoção de N através de incorporação pelas macrófitas e também, provavelmente, pelo biofilme formado por microrganismos presentes no interior do filtro, que se formou a partir do efluente.

3.8 Fósforo Total

As concentrações de Fósforo total encontrados durante o período de monitoramento estão plotadas na Figura 11. Nota-se que houve remoção considerável deste parâmetro no experimento.

Figura 11 - Concentrações de fósforo no sistema de tratamento.



Fonte: Elaboração Própria.

Nas WCHP 01 e WCHP 02 houve remoção mediana de 82% e 87% aos cinco dias, e de 84% e 88% aos dez dias, respectivamente. Nas WCPP 03 e WCPP 04 houve remoção mediana de 94% e 90% aos cinco dias, e de 93% e 93% aos dez dias, respectivamente. Na WCNV 05 houve remoção mediana de 25% aos cinco dias, e de 31% aos dez dias. Abou-Elela et al. (2012) conseguiram remoção de 62% de Fósforo

em águas residuárias de esgoto, com tempo de detenção de 7,7 dias e utilizando *Wetlands* vegetadas e com fluxo vertical.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento apresentou alta percentagem de remoção de matéria orgânica do efluente do RALHF, demonstrando ser uma ótima alternativa para tratamento de águas residuárias de suinocultura.

Ao comparar as WC, o melhor desempenho foi com o tempo de detenção hidráulica de dez dias, demonstrando uma melhor performance para as *Wetlands* vegetadas, com ligeira vantagem para as *Wetlands* vegetadas com a *Pontederia Parviflora*.

Nas remoções de Nitrito, Nitrato e Total de Nitrogênio também houve melhor desempenho com o tempo de detenção de dez dias, demonstrando um melhor desempenho para as *Wetlands* vegetadas, e também com melhores resultados para as *Wetlands* vegetadas com a *Pontederia Parviflora*.

Na remoção de Fósforo houve melhor eficiência com o tempo de detenção também, de dez dias, e enorme diferenciação entre as WCs com vegetação e a WC não vegetada, demonstrando que a vegetação é preponderante na remoção deste nutriente. Entre as *Wetlands* vegetadas também houve ligeira vantagem para as WCPPs.

WETLANDS CONSTRUCTED VERTICAL FLOW AS POST-TREATMENT OF RAHLF REACTOR USING SUINOCULTURE RESIDUE WATERS

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the performance of Wetlands constructed of Vertical Flow vegetated with *Heliconia Pisittacorum* (WCHP) and *Pontederia Parviflora* (WCPP) and Wetlands Constructed of Non-Vegetal Vertical Flow (WCNV), on a pilot scale, in the removal of organic matter and nutrients, such as post-treatment of Horizontal Anaerobic Fixed Bed Reactor (RAHLF), using wastewater from pig farms of the experimental farm of the Federal University of Mato Grosso. The methodology consisted of designing and constructing the RAHLF and the Wetlands system built on a pilot scale that was installed and monitored in the area of the Experimental Center for Hydraulics and Environmental Sanitation (CEHISA), in the

Campus of Cuiabá / UFMT. The crude effluents from swine were monitored, the treated effluent from the RAHLF reactor, and also the Wetlands system was built with a Hydraulic Detention Time (TDH) of 5 to 10 days. The parameters analyzed were: Temperature, pH, Electrical Conductivity (CE), Dissolved Oxygen (OD), Total Dissolved Solids (STD), Total Suspended Solids (TSS), Color, Turbidity, Biochemical Oxygen Demand (BOD) (Nitrogen, Nitrate and Total Nitrogen), Phosphorus (P), Sulphate, according to the methods established by Standard Methods (APHA, 2012). The results showed that there was removal in the Wetlands vegetated with the endemic macrophyte of the Brazilian wetland, the *Pontederia Parviflora*, with average efficiencies of 84-91%, for BOD5 and COD, and 98-93-84% for Nitrite, Nitrate and Total Nitrogen, and of 93% for phosphorus, respectively.

Keywords: Environmental Impacts. *Helicônia Psittacorum*. *Pontederia Parviflora*.

REFERÊNCIAS

ABOU-ELELA, S. I.; HELLAL, M. S. Municipal wastewater treatment using vertical flow constructed wetlands planted with Canna, Phragmites and Cyprus. **Ecological Engineering**, [s.l.], v. 47, p.209-213, out. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.06.044>.

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2016**. 2016. Disponível em: Acesso em: 01 dez. 2017.

Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

AMERICAN Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22 ed. Washington: APHA, 2012.

AMINI, H., WANG, L., SHAHBAZI, A. Efeitos da densidade de células de colheita, profundidade média e fatores ambientais na produtividade de biomassa e lipídios da *Chlorella vulgaris* cultivada em águas residuárias de suinocultura. **Chemical Engineering Science**, 152, 403-412. 2016.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente, 2011.

CALIJURI, M. L. et al., 2009. Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/Wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes. **Eng. Sanitária e Ambiental**, v.14, n.3, p. 421-430, jul-set 2009.

CHANG, J. et al. Treatment performance of integrated vertical-flow constructed wetland plots for domestic wastewater. **Ecological Engineering**, [s.l.], v. 44, p.152-159, jul. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.03.019>.

CHERNICHARO, C. A. L. (Coord.) **Pós-tratamento de reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: ABES, 2001. Projeto Prosab.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores Anaeróbios**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2016. 379 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 5).

CONTRERA, R.C.; ZAIAT, M.; SCHALCH, V. Tratamento biológico de lixiviados de aterros sanitários utilizando reator anaeróbio horizontal de leito fixo (RAHLF). **Minerva**, São Carlos, v.2, n.1, p.65-74, 2006.

COSTA, J. F. et al. Avaliação do desempenho de sistemas alagados construídos de escoamento horizontal subsuperficial tratando efluente de reator UASB, com base em quatro anos de monitoramento. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 23, n. 1, p.191-200, fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-4152201890370>.

CUSTODIO, S. et al. **Agroindústria. Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. BNDES Setorial 45, p. 85-136. 2017.

DORNELAS, F. L. **Avaliação do desempenho de wetlands horizontais sub-superficiais como pós-tratamento de efluentes de reatores UASB**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**, 2016.

LO MONACO, P. A. V. et al. Nota Técnica: Tratamento de água residuária de suinocultura em sistemas alagados construídos cultivados com *Heliconia psittacorum* e *Hedychium coronarium*. **Revista Engenharia na Agricultura - Reveng**, [s.l.], v. 25, n. 6, p.561-568, 21 dez. 2017. <http://dx.doi.org/10.13083/reveng.v25i6.788>.

LUCA, S. Q. J. de et al. Estudo da eficiência de um sistema de tratamento de efluentes líquidos de suinocultura. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 14, n. 1, p.72-85, jan-jun. 2017.

LÜDDEKE, F. Removal of total and antibiotic resistant bacteria in advanced wastewater treatment by ozonation in combination with different filtering techniques. **Water Research**, [s.l.], v. 69, p.243-251, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2014.11.018>.

MAZZOLA, M.; ROSTON, D. M.; VALENTIMR, M. A. A.. Uso de leitos cultivados de fluxo vertical por batelada no pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio compartimentado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 9, n. 2, p.276-283, jun. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662005000200020>.

MELLO, D. de et al. Avaliação de wetland construída com *Pontederia parviflora* Alexander no pós-tratamento de esgoto sanitário de reator UASB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE WETLANDS CONSTRUIDOS, 2., 2015, Curitiba. **Anais...**

. Curitiba: UTFPR, 2015. p. 1 - 8. Disponível em: <http://2sw.ct.utfpr.edu.br/anais/MELLO_DEBORA.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

OLIVEIRA, D. M. C.; COSTANZI, R. N. *Wetlands* construídos para o tratamento de água cinza. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., 2014, Belo Horizonte. **Anais...**. Bauru: IBEAS, 2014. p. 1 - 5. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/IX-029.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2018.

PLATZER, C. Design recommendations for subsurface flow constructed wetlands for nitrification and denitrification. **Water Science And Technology**, [s.l.], v. 40, n. 3, p.247-263, set. 1999. IWA Publishing. [http://dx.doi.org/10.1016/s0273-1223\(99\)00420-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0273-1223(99)00420-5).

RAMOS, M. R. et al. Remoção da carga orgânica de água residuária de lavanderia têxtil utilizando *Pontederia parviflora* Alexander. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 1., 2009, São Paulo. **Anais...**. São Paulo: ABAS, 2009. p. 1 - 7. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21957>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

RAMOS, N. F. S. et al. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em sistemas alagados construídos, com *Chrysopogon zizanioides* e *Polygonum punctatum* cultivadas em leito de argila expandida. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 22, n. 1, p.123-132, 13 out. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-4152201687067>.



SILVA, S. C. da; BERNARDES, R. S.; RAMOS, M. L. G. Remoção de matéria orgânica do esgoto em solo de wetland construído. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 20, n. 4, p.533-542, dez. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522015020040075357>.

SOUSA, J. T. et al. Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 9, n. 4, p.285-290, dez. 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522004000400004>.

SPEECE, R. E. **Anaerobic biotechnology for industrial wastewaters**. Tennessee: Vanderbilt University, 1996. 394 p.

UFABC. Roseli Frederigi Benassi. Universidade Federal do ABC (Org.). **Manual de Sistemas de Wetlands construídas para para o tratamento de esgotos sanitários**: Implantação, operação e manutenção. São Paulo: UFABC, FUNASA, SABESB, 2018. 53 p.

USEPA-UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters**. Cincinnati, Ohio.1999. 166p.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 588 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 7).

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. **Anaerobic sewage treatment: a practical guide for regions with a hot climate**. Chichester: John Wiley & Sons, 1994, 226 p.

ZHAO, Y. J. et al. Performance of pilot-scale vertical-flow constructed wetlands in responding to variation in influent C/N ratios of simulated urban sewage. **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 101, n. 6, p.1693-1700, mar. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2009.10.002>.

