



REMOÇÃO DE NITROGÊNIO DE EFLUENTE PROVENIENTE DE ABATEDOURO AVÍCOLA UTILIZANDO WETLAND CONSTRUÍDO E MACRÓFITAS FLUTUANTES

Rubens de Carvalho Filho¹, Edmilson Cesar Bortoletto²

1 Graduação em Engenharia Agrícola - DEA - Universidade Estadual de Maringá, (rubinhocfuem@hotmail.com) Cidade Gaúcha, Paraná - Brasil;

2 Professor Doutor do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha, Paraná - Brasil;

Recebido em: 08/04/2016 – Aprovado em: 30/05/2016 – Publicado em: 20/06/2016
DOI: 10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_100

RESUMO

As indústrias de alimentos, em especial o setor frigorífico, são um dos ramos industriais de maior consumo de água e, conseqüentemente, grande gerador de efluentes líquidos de alta carga orgânica. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo principal avaliar a remoção de nitrogênio presente em efluentes oriundos de abatedouros avícolas, por meio de "Wetlands" utilizando macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes* e *Salvinia sp*). Os ensaios foram realizados em fluxo contínuo, para ambas as plantas, sendo adotado um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 12 dias. A coleta do efluente foi realizada a cada 3 dias por um período de 18 dias, obtendo assim 6 amostras, avaliando-se os parâmetros: NTK (Nitrogênio Total Kjeldalh, pH (potencial hidrogeniônico) e ST (Sólidos Totais). Os resultados obtidos demonstraram elevada eficiência de remoção do NTK, 60 e 68 %, para *Eichhornia crassipes* e *Salvinia sp*, respectivamente. A *Salvinia sp* apresentou maior capacidade de remoção de NTK do efluente de abatedouro avícola, quando comparado ao sistema com a *Eichhornia crassipes*, nas condições operacionais utilizadas. O pH para a *Eichhornia crassipes* variou de 7,7 até 6,1 e na *Salvinia sp* de 7,9 até 6,5. Em relação ao teor de ST o sistema com a *Eichhornia crassipes* demonstrou maior capacidade de retenção de ST, atingindo 49 % na Amostra 6. Dessa forma, conclui-se que o uso de *Wetland* pode ser uma alternativa viável para a redução do teor de nitrogênio, minimizando os impactos causados por seu despejo em rios, lagos e oceanos.

PALAVRAS-CHAVE: Preservação Ambiental, Remoção de Poluentes, Sistemas Alagados

NITROGEN REMOVAL OF EFFLUENT FROM POULTRY SLAUGHTERHOUSE USING CONSTRUCTED WETLAND AND FLOATING MACROPHYTES

ABSTRACT

The food industry, especially the refrigerator sector, are one of the industrial sectors of higher consumption of water and, consequently, large generator of effluent liquid high organic load. Thereby, this study had as main objective to evaluate the nitrogen removal present in effluents from poultry slaughterhouse, through "Wetlands" using

floating aquatic macrophytes (*Eichhornia crassipes* and *Salvinia sp*). The experiments were realized in continuous flow, for both plants, being adopted a hydraulic detention time (HDT) of 12 days. The collection of the effluent it was made every 3 days for a period of 18 days getting six samples, evaluating the parameters: TNK (Total Nitrogen Kjeldahl), hp (hydrogen potential) and TS (Total Solids). The results showed high removal efficiency of the TNK, 60 and 68% for *Eichhornia crassipes* and *Salvinia sp*, respectively. The *Salvinia sp* showed higher TNK removal capacity of the poultry abattoir effluent when compared to the system with *Eichhornia crassipes*, in operating conditions used. The hp for *Eichhornia crassipes* varied from 7,7 to 6,1 and *Salvinia sp* 7,9 to 6,5. With respect to the content TS, the system with *Eichhornia crassipes* demonstrated great retention capacity of TS, reaching 49% in Sample 6. In this way, conclude that the use of *Wetland* it can be a viable alternative for reducing the nitrogen content, minimizing impacts of their eviction in rivers, lakes and oceans.

KEYWORDS: Environmental Preservation, Removal of Pollution, *Wetlands*

INTRODUÇÃO

A água é um dos mais importantes recursos naturais, a qual é de fundamental importância para o abastecimento público, industrial e agropecuário, na geração de energia, na aquicultura e pesca, navegação, recreação e lazer, além de ser decisivo para sobrevivência de qualquer ser vivo como: preparação de alimentos, higiene pessoal e, principalmente, para consumo próprio.

Com a expansão populacional e crescimento na demanda, enfrentam-se sérias crises de escassez e graves problemas de poluição e contaminação dos recursos hídricos. A poluição da água indica que um ou mais de seus usos foram alterados, podendo atingir o homem de forma direta. Por isso, a água deve ter aspecto limpo, pureza de gosto e estar isenta de microrganismos patogênicos. Entre as formas de contaminação mais frequentemente observados na água encontram-se os dejetos de humanos e animais (VILAS BÔAS, 2012).

Apesar do fácil acesso a água, é possível notar que sua qualidade encontra-se inadequada em grande parte dos mananciais de água doce disponíveis, concluindo que o estágio de desenvolvimento humano de uma população está diretamente ligado às condições de saneamento ambiental dentre outras questões relacionadas a fatores econômicos, sociais, históricos e culturais (FIGUEIREDO, 2014).

No abate de aves, devido ao aumento do setor de produção avícola, principalmente no âmbito nacional industrial, houve também um aumento expressivo em relação ao lançamento de efluentes nos corpos hídricos (STIEGEMEIER, 2014). O lançamento desses efluentes pode causar sérios impactos ambientais, aumentando os níveis de nitrogênio, fósforo, sólidos totais e a demanda bioquímica de oxigênio nos corpos d'água receptores, além da presença de microrganismos patogênicos de aves, que podem ser transmitidos aos seres humanos que utilizam a água destes corpos receptores (BARROS, 2005).

De acordo com FERREIRA (2012), *Wetland* (área alagada) são sistemas projetados para tratamento de esgoto, na qual são formados por lagoas ou canais rasos coberto por água, em torno de 1 m de profundidade durante grande parte do tempo, sendo muitas vezes cultivados com plantas aquáticas ou macrófitas, as quais serão utilizadas nesse trabalho. No Brasil existem diversas denominações para esse processo, tais como: terras úmidas, alagados construídos, terras alagadas

cultivadas, terras úmidas artificiais, zonas de raízes, zonas úmidas, banhados construídos e filtros plantados (SARNAGLIA, 2014).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de remoção de nitrogênio de águas residuárias provenientes de abatedouros de aves, utilizando *Wetland* com macrófitas aquáticas flutuantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi executado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), Campus do Arenito, no município de Cidade Gaúcha, com coordenadas geográficas localizadas pelo google Earth: 23°22'37"S, 52°56'00"W.

O Efluente bruto utilizado nos ensaios foi coletado na última lagoa de tratamento (lagoa de estabilização) de um abatedouro avícola, localizado na região Noroeste do Estado do Paraná, sendo armazenado em um galão de 20 litros e transportado para o Laboratório de Qualidade de Água. Para cada ensaio de tratamento foi efetuada uma nova coleta do Efluente bruto, para evitar possíveis alterações em suas características físico-químicas.

Na condução dos ensaios para tratamento do efluente de abatedouro avícola em *Wetland* foram utilizadas as espécies *Eichhornia crassipes* e *Salvinia sp.* Essas plantas (Figura 1) foram obtidas junto ao Horto Florestal da UEM (Campus Sede), o qual pertence ao Centro de Ciências Biológicas.



FIGURA 1 Espécies *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Salvinia sp.*, respectivamente, utilizadas neste trabalho.
Fonte: autores

Para avaliar o tratamento do efluente de abatedouro avícola em *Wetland* de bancada foi utilizado um reservatório retangular com 55 cm de comprimento, 14 cm de largura e 9 cm de profundidade útil, resultando em um volume útil de 7,0 L. Os ensaios foram realizados em fluxo contínuo, para ambas as plantas, *Eichhornia crassipes* e *Salvinia sp.*

Foi adotado um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 12 dias, correspondendo a uma vazão de aproximadamente 0,4 mL min⁻¹ no reservatório, mantida constante por um controlador de vazão digital. A coleta do efluente tratado foi realizada a cada 3 dias, por um período equivalente a 18 dias, obtendo-se assim, 6 amostras. Na Figura 2 está apresentado o esquema utilizado em escala de bancada para execução dos ensaios.



FIGURA 2 Desenho esquemático do processo de tratamento do efluente em *Wetland*.

Fonte: autores.

O principal parâmetro avaliado no processo de tratamento do efluente por *Wetland* foi o Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK). No entanto, com intuito de melhor acompanhar o comportamento desse sistema, também foram analisados no Efluente bruto e nas amostras os parâmetros ST (Sólidos Totais) e o pH (potencial hidrogeniônico). Para a determinação do NTK e ST, a análise foi realizada em triplicata. As eficiências de remoção de Sólidos Totais (E_{ST}) e NTK (E_{NTK}) foram calculadas a partir da variação percentual entre o Efluente bruto e a amostra após “n” dias de tratamentos.

A determinação de nitrogênio foi realizada por meio do método “nitrogênio total kjeldahl”, seguindo a metodologia APHA; AWWA e WEF (1998). A digestão do Efluente bruto e das amostras foi efetuada em um bloco digestor. Posteriormente a amostra passou pela etapa de destilação, a qual foi realizada no destilador de nitrogênio da marca TECNAL 0363 e, por fim, foi efetuada a titulação com ácido clorídrico. Esses testes foram realizados no Laboratório de Química do Departamento de Engenharia Agrícola da UEM.

Para a determinação da concentração de sólidos totais no Efluente bruto (sem tratamento) e as amostras (passadas pelo processo de tratamento) foi utilizado o método gravimétrico, seguindo a metodologia APHA (1998). Primeiramente foram aquecidas cápsulas de porcelana na mufla em temperaturas a 550 °C durante 30 minutos e pesadas, resultando o peso inicial. Depois foi adicionado 40 mL de amostra na cápsula de porcelana e em seguida foi levada para a secagem em estufa, com temperatura aproximadamente igual a 100 °C por 12 horas obtendo o peso final. A diferença entre o peso final e o peso inicial, dividido pelo volume da amostra gerou o teor de ST. Os valores de pH do Efluente bruto e das amostras foram mensurados com o auxílio de um pHmetro da marca TECNAL 3 MP, seguindo os passos descritos no aparelho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

NTK

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios da concentração de NTK e a eficiência de remoção para ambas as plantas.

TABELA 1 Concentração de NTK nas amostras e sua remoção para ambas as espécies.

Efluente	Tempo (dias)	NTK (mg L ⁻¹)		E _{NTK} (%)	
		<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Salvínia sp</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Salvínia sp</i>
Efluente bruto	0	140	154	-	-
Amostra 1	3	112	105	20	32
Amostra 2	6	98	91	30	41
Amostra 3	9	84	84	40	45
Amostra 4	12	77	56	45	64
Amostra 5	15	63	49	55	68
Amostra 6	18	56	49	60	68

Verifica-se na Tabela 1 que a concentração de NTK no Efluente bruto foi um pouco superior na amostra coletada para o ensaio com a *Salvínia sp*, representando uma diferença de 14 mg L⁻¹ entre as duas coletas. As diferenças observadas na concentração de NTK no Efluente bruto podem ser devido às variações climáticas durante o período da coleta, realizada na saída da lagoa anaeróbia, que segundo LIMA (2012) influenciam consideravelmente.

O Efluente bruto avaliado para *Eichhornia crassipes* foi coletado durante um período chuvoso, enquanto que para a *Salvínia sp* a coleta foi realizada em período sem chuvas. Além disso, as variações de cargas do efluente do processamento das aves podem ter contribuído para essa alteração.

Observa-se na Tabela 1 que ambas as plantas demonstraram boa capacidade de remoção de NTK do efluente de abatedouro de aves. Para melhor visualização dos resultados, nas Figuras 3 e 4 estão apresentados graficamente os dados obtidos, bem como as respectivas curvas ajustadas a esses dados, para as espécies *Eichhornia crassipes* e *Salvínia sp*, respectivamente.

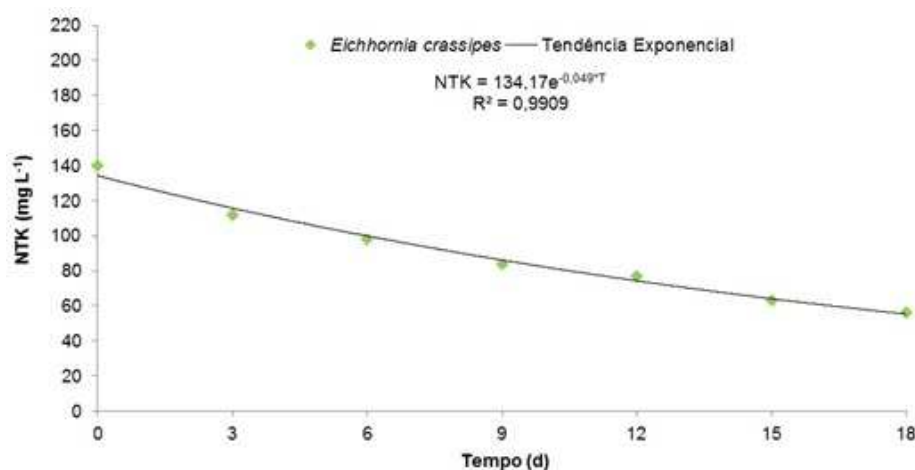


FIGURA 3 Comportamento da concentração (NTK) ao longo tempo, em processo de *Wetland* com *Eichhornia crassipes*.

Por meio da Figura 3 nota-se que os valores medidos de NTK ao longo do tempo, para *Wetland* com *Eichhornia crassipes*, podem ser ajustados por uma curva exponencial, com excelente correlação ($R^2=0,9909$). A amostra coletada após o TDH (12 dias) apresentou 77 mg L⁻¹ de NTK, no entanto, após esse período o NTK foi

reduzido ainda mais nas amostras, atingindo 56 mg L^{-1} na Amostra 6. Provavelmente a planta passou por um período de adaptação ao efluente, melhorando a sua capacidade de assimilação do nitrogênio. Além disso, o aumento das raízes ao longo do tempo pode ter contribuído para esse aumento na eficiência.

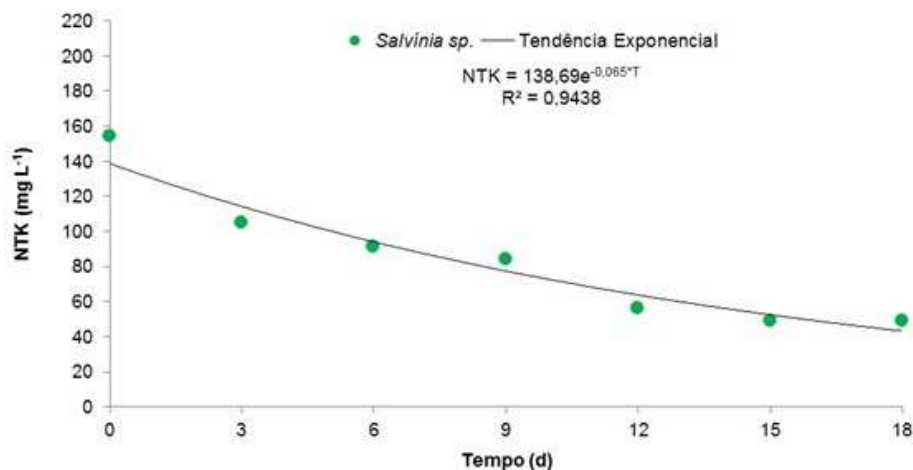


FIGURA 4 Comportamento da concentração (NTK) ao longo tempo, em processo de *Wetland* com *Salvinia sp.*

Em relação ao *Wetland* com a *Salvinia sp*, verifica-se na Figura 4 que o comportamento da concentração de NTK ao longo do tempo foi parecido com a curva da *Eichhornia crassipes*, porém com correlação menor no ajuste exponencial dos dados. Após o TDH a amostra apresentou 56 mg L^{-1} de NTK, com pequena redução nos tempos seguintes. Também neste caso o período de adaptação da planta e o crescimento das raízes podem ter colaborado para o aumento de eficiência do processo após o TDH estabelecido.

Na Figura 5 estão dispostas as porcentagens de remoção do NTK ao longo do tempo, para ambas as plantas. A eficiência de remoção de NTK do efluente de abatedouro avícola foi maior para a *Salvinia sp* quando comparada com a *Eichhornia crassipes*.

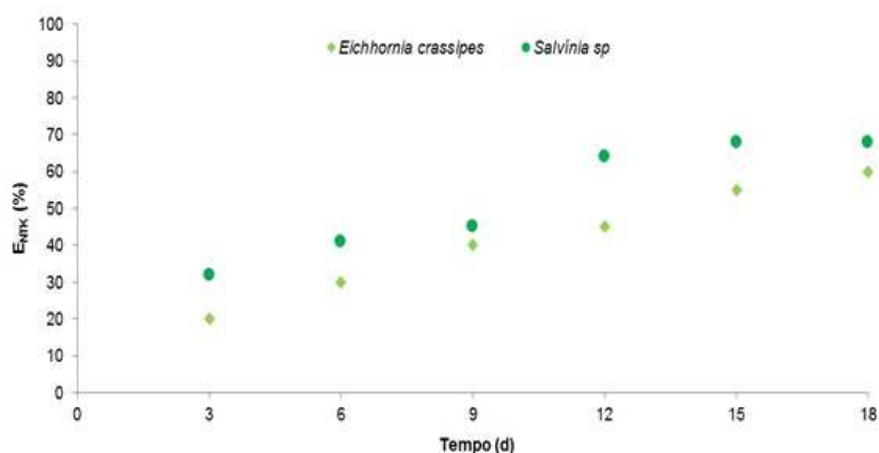


FIGURA 5 Eficiência de remoção de NTK para ambas as espécies ao longo do tempo.

Destaca-se ainda que no ensaio com a *Salvinia sp* a remoção de NTK no TDH (12 dias) foi de 64%, aumentando para 68% nos tempos de 15 e 18 dias, demonstrando tendência à estabilização da curva de eficiência.

Para o ensaio com a *Eichhornia crassipes* observou-se um aumento significativo na remoção de NTK na Amostra 5 (15 dias) em relação à amostra coletada no TDH, de 45 para 55 %. Após 18 dias a eficiência do processo ainda apresentou leve aumento (60%).

Dessa forma, os resultados obtidos indicam que a planta *Salvinia sp* tem maior capacidade de remoção de NTK do efluente de abatedouro avícola nas condições operacionais utilizadas nos ensaios em escala de bancada. Mesmo sendo utilizada carga de NTK superior ao ensaio com a *Eichhornia crassipes*, as amostras coletadas no *Wetland* com a *Salvinia sp* apresentaram menor concentração de NTK ao longo do tempo.

Segundo NEGRISOLI et al. (2002) a *Salvinia sp* possui a característica de rápida multiplicação e fácil reprodução, justificando o fato de obter uma maior porcentagem de remoção do que a *Eichhornia crassipes*, mesmo esta tendo a vantagem de possuir raízes grandes.

ST

Na Figura 6, estão representadas as porcentagens de remoção de ST para ambas as plantas, após serem submetidas ao tratamento.

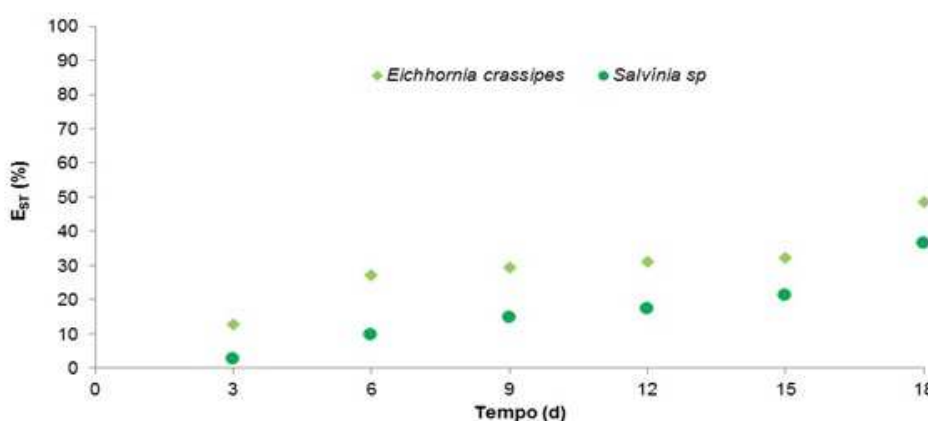


FIGURA 6 Eficiência de remoção de ST para ambas espécies em função do tempo.

Pela Figura 6 é possível notar que a concentração de ST no Efluente bruto foi consideravelmente maior na amostra coletada para a *Salvinia sp*, representando uma diferença de 262,5 mg L⁻¹ entre as duas coletas. Para a *Eichhornia crassipes* houve uma elevada remoção nos seis primeiros dias de tratamento, permanecendo praticamente constante nas Amostras 3, 4 e 5. A *Salvinia sp* apresentou suave queda na concentração de ST ao longo do tempo, até a Amostra 5. Em ambos os ensaios, verificou-se uma queda brusca no teor de ST na última amostra.

O *Wetland* com *Eichhornia crassipes* demonstrou maior capacidade de retenção de ST, atingindo 49 % na Amostra 6, quando comparado ao sistema com *Salvinia sp*, com apenas 37 % de remoção de ST na Amostra 6.

pH

A Figura 7 demonstra graficamente o comportamento observado para este parâmetro.

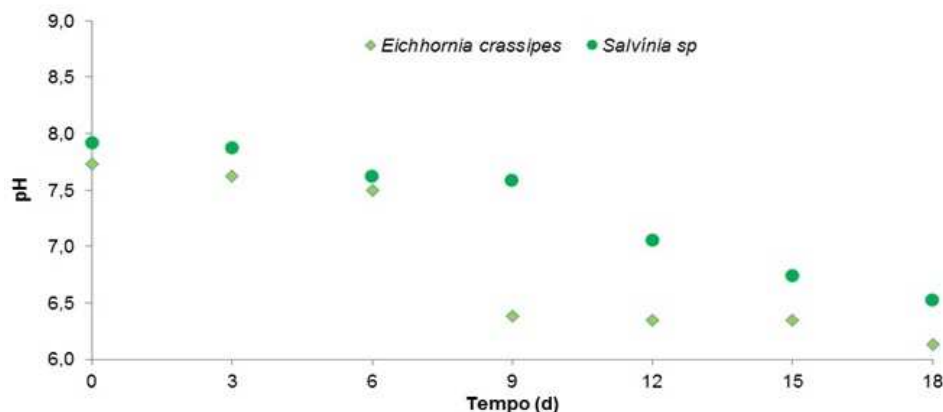


FIGURA 7 Comportamento do pH em função do tempo para as duas espécies.

Por meio da Figura 7 verifica-se que as amostras coletadas nos tempos de 3 e 6 dias apresentaram leve diminuição do valor do pH, para ambas as espécies. No tempo de 9 dias o pH da amostra permaneceu constante para o *Wetland* utilizando a *Salvinia sp*, sofrendo queda gradativa a partir do TDH (12 dias). Já para o *Wetland* utilizando *Eichhornia crassipes* observou-se queda brusca no valor de pH a partir de 9 dias, permanecendo praticamente constante nos tempos posteriores.

Segundo a resolução nº 430/11 do CONAMA, a faixa admissível da variável pH para que o efluente seja lançado em corpos hídricos está entre 6 e 9, sendo assim os resultados encontrados estão dentro deste limite. No entanto, destaca-se que para o sistema com *Eichhornia crassipes* o pH da Amostra 6 apresentou valor de 6,1, muito próximo ao limite inferior estabelecido na resolução. Sendo assim, é fundamental o monitoramento deste parâmetro ao longo do processo.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho indicaram que o *Wetland* com a macrófita flutuante *Salvinia sp* apresentou maior capacidade de remoção de NTK do efluente de abatedouro avícola, quando comparado ao sistema com a *Eichhornia crassipes*, nas condições operacionais utilizadas.

Dessa forma, conclui-se que o uso desse sistema como processo complementar de tratamento de efluente de abatedouro avícola pode ser uma alternativa viável para a redução do teor de nitrogênio, minimizando os impactos causados por seu despejo em corpos receptores hídricos. Destaca-se também a necessidade de acompanhamento de outros parâmetros de qualidade da água, como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Fósforos Totais, para melhor avaliação da eficiência de *Wetland* no tratamento deste efluente.

REFERENCIAS

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA – AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WEF – WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard methods for examination of water and wastewater, 20th Ed. Washington D.C., 1998.

BARROS, L.S.S. **Estudo do potencial do impacto ambiental de águas residuárias de abatedouros avícolas e suinícolas**. 2005. 147 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária – Área de Concentração: Medicina Veterinária Preventiva) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

FERREIRA, D.C. **Pós-tratamento de água residuária da suinocultura em sistemas alagados construídos combinados**. 2012. 228 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas - Área de Concentração: Saneamento Rural) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

FIGUEIREDO, A.M.T.A.; FIGUEIREDO, G.J.A.; LIMA, V.L.A. O uso da biomassa seca da planta aquática *Salvinia sp* no tratamento de efluentes de ETAs para fins agrícolas. In: II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING – II, 2014, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza. 2014. p.5181 – 5386.

LIMA, A.N. **Remoção biológica de nitrogênio de efluente de abatedouro bovino em reator em batelada sequencial**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Área de Concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012

NEGRISOLI, E.; TOFOLI, G.R.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; PALLADINI, L.A. Depósitos unitários de calda de pulverização com e sem surfactante em plantas de *Salvinia molesta*. **Planta Daninha**, v. 20, p. 51-60, 2002. Edição Especial. Disponível em <<http://www.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/5915/S0100-83582002000400006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582002000400006>

SARNAGLIA, S.A.A. **Desempenho de um “Wetland” vertical aplicado ao tratamento do efluente de um filtro anaeróbio em uma estação de tratamento de águas cinzas claras visando o reúso não potável em edificações residenciais**. 2014. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental – Área de Concentração: Saneamento Ambiental) – Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

STIEGEMEIER, A.M. **Avaliação do sistema de Wetland construído no polimento do efluente da indústria frigorífica de aves**. 2014. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014.

VILAS BÔAS, R.B. **Avaliação de sistemas alagados construídos combinados com diferentes configurações**. 2012. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Agrícola – Área de Concentração: Construções, Ambiente e Tratamento de Resíduos) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012