

II-388 - UTILIZAÇÃO DE EICHORNIA CRASSIPES E MICROALGAS PERIFÍTICAS NA REDUÇÃO DE NUTRIENTES EM EFLUENTES ORIUNDOS DE SISTEMA DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO DE ESGOTOS NA ETE PETROLÂNDIA – PE

Maristela Casé Costa Cunha⁽¹⁾

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Mestre em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Doutora em Oceanografia pela Universidade Federal de Pernambuco. Bióloga do Instituto de Tecnologia de Pernambuco. Docente permanente do Mestrado em Tecnologia Ambiental do Instituto de Tecnologia de Pernambuco. Docente adjunta da Universidade do Estado da Bahia.

Gelsomina Lima Mascarenhas⁽²⁾

Graduanda do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia.

Elen Cristina da Silva Santos⁽³⁾

Graduanda do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia.

Aline Valéria Gomes Silva⁽⁴⁾

Graduanda do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia.

Endereço⁽¹⁾: Av. Professor Luiz Freire, 700- Cidade Universitária- Recife- Pernambuco- CEP: 50740-540 – Brasil – Tel: +55 (81) 3183-4304 - e-mail: maristelacase@gmail.com

RESUMO

Lagoas de estabilização são sistemas biológicos de tratamento de esgotos que decompõem a matéria orgânica por processos metabólicos de bactérias aeróbias. Contudo os produtos desses processos ajudam no desenvolvimento de algas que, em concentrações altas contribuem para o aumento da matéria orgânica e consequente eutrofização do corpo receptor. Pensando-se no tratamento dessas lagoas, uma alternativa é a fitorremediação utilizando macrófitas aquáticas que absorvam os nutrientes do meio. Sendo assim, este trabalho objetiva contribuir para eficiência do tratamento de esgotos domésticos por lagoas de estabilização no município de Petrolândia (PE), através da utilização de espécies de microalgas planctônicas e perifíticas como bioindicadoras da qualidade do efluente no processo de tratamento por macrófitas aquáticas da espécie *Eichornia crassipes*. O presente estudo foi composto pela coleta e aclimação das macrófitas, montagem dos experimentos, análises das macrófitas, seguidos de análises dos parâmetros físico-químicos e das microalgas. Todo o procedimento foi realizado nos meses de abril e julho de 2012. Os resultados obtidos foram utilizados para cálculo da taxa de crescimento das macrófitas. Gráficos em Excel foram elaborados a fim de correlacionar os resultados físico-químicos com o crescimento das plantas. Os resultados obtidos mostraram remoção de nutrientes (N e P) superior a 50% com o tratamento de *E. crassipes*. Desta forma, a utilização de *Eichornia crassipes* para remoção de N e P em efluentes pós-tratados na ETE Petrolândia pode ser considerada uma alternativa viável na melhoria da eficiência de remoção de nutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoas de estabilização, Fitorremediação, Macrófitas aquáticas, *Eichornia crassipes*, Microalgas.

INTRODUÇÃO

As lagoas de estabilização são sistemas biológicos de tratamento de esgotos, cujo mecanismo de estabilização consiste na atividade metabólica de bactérias aeróbias, que através de processos oxidativos, decompõem a matéria orgânica a moléculas de menor valor energético. Liberam, neste processo, substâncias que serão importantes para o desenvolvimento das algas, tais como gás carbônico e sais minerais. As algas utilizam estes nutrientes e, através da fotossíntese, liberam oxigênio que ajudam a manter as condições aeróbias no meio (BRANCO, 1978).

As condições ambientais em que o esgoto fica submetido dentro destas lagoas favorecem a remoção de matéria orgânica, por degradação biológica aeróbia e/ou anaeróbia; de microorganismos patogênicos: bactérias e vírus,

por insolação, competição, elevados valores de pH, entre outros, e cistos de protozoários e ovos de helmintos, por sedimentação; e de nutrientes: nitrogênio, por volatilização da amônia e o fósforo, por precipitação.

A necessidade de grandes áreas para a sua implantação e a estreita dependência das condições climáticas não se torna um empecilho para implantação na Região Nordeste. Apesar disto, outros fatores devem ser considerados, como a presença de altas concentrações de algas e nutrientes nos efluentes das lagoas, que contribuem, respectivamente, para o aumento da concentração de matéria orgânica e possível eutrofização do corpo receptor (VASCONCELOS e PEREIRA, 2001).

As microalgas se apresentam como um dos grupos mais diversificados entre os microorganismos observados nesses sistemas, com concentração mais elevada do que a de bactérias; por isso a camada superficial da lagoa é predominantemente verde. Em termos numéricos, a concentração de microalgas em lagoas de estabilização pode atingir contagens na faixa de 104 a 106 organismos.mL⁻¹ (VON SPERLING, 1996). As microalgas possuem um papel biótico essencial no processo de auto-purificação, podendo afetar o processo de tratamento de muitas maneiras durante a depuração de esgotos biológicos em lagoas de estabilização ou outros sistemas de tratamento biológico (WONG e TAM, 1998).

A fitorremediação, utilizada pela primeira vez em 1974 por Reinhold Kickuth, consiste na utilização de plantas para tratamento de águas, é um instrumento moderno da biotecnologia, podendo também tratar os solos, tratando-se de uma técnica conhecida como *in situ*, pois é de fácil aplicação e impacta menos o meio ambiente, podendo ser utilizada em áreas de tamanhos variados (GONÇALVES et al, 2008). Através dessa metodologia os nutrientes disponíveis no meio aquático são convertidos em matéria orgânica que, por sua vez, gera biomassa. Dentre as plantas aquáticas mais utilizadas no tratamento de efluentes, a espécie *Eichhornia crassipes* apresenta alta capacidade de remover nutrientes do meio aquático, usá-los em seu desenvolvimento e reduzir parcialmente a carga resultante da produção de organismos aquáticos, melhorando a qualidade da água (SIPAÚBA TAVARES et al., 2002; GONÇALVES et al., 2008; LAGOS et al., 2009).

Esses fatores tornam essas plantas entre as mais promissoras para o uso no tratamento de efluentes. Essas macrófitas aquáticas têm o poder de remover da água quantidades expressivas de nitrogênio, fósforo e potássio e sua rizosfera constitui um sítio propício à atividade bacteriana e de organismos da microfauna aquática, os quais podem remover patógenos e absorver grandes quantidades de substâncias tóxicas, além de formarem uma densa rede capaz de reter as mais finas partículas em suspensão. (BALLEM, et al., 2007).

Além da utilização de macrófitas na absorção de nutrientes em sistemas de tratamento de esgotos doméstico, outra comunidade biótica que representa considerável biomassa é o perifíton. O perifíton é uma complexa comunidade de microorganismos (algas, bactérias, fungos e animais), composta por organismos autotróficos e heterotróficos, detritos orgânicos e inorgânicos aderidos firme ou frouxamente a substratos submersos, vivos ou mortos (WETZEL, 1983). Dentre os organismos perifíticos, destacam-se as microalgas que, por serem primariamente autotróficas são importantes produtores primários, responsáveis pela fonte de matéria orgânica autóctone do ambiente (WETZEL, 1989 apud BICUDO et al. 1995). Essas comunidades influenciam o fluxo de nutrientes entre o substrato e a coluna d'água e ainda promovem o intercâmbio entre componentes químicos, físicos e biológicos (LOWE, 1996). Desta forma, representam importante papel ecológico no metabolismo de ambientes aquáticos e no estabelecimento de outras comunidades (STEVENSON, 1997).

Considerando a possibilidade de produção de biomassa, as altas concentrações de nutrientes e elevadas densidades de microalgas podem ser revertidos como vantagens. A biomassa vegetal tem inúmeras aplicações, dependendo de sua composição, podendo ser utilizada na produção de energia, de compostos orgânicos, adubo, ração animal, etc. A produção desse tipo de matéria orgânica em uma lagoa de estabilização pode ser realizado não apenas com a retirada da biomassa algal, mas também através da utilização de macrófitas pelo processo de fitorremediação e das comunidades aderidas em suas folhas e raízes (perifíton).

Dessa forma, este trabalho objetivou contribuir para eficiência do tratamento de esgotos domésticos por lagoas de estabilização no município de Petrolândia (PE), através da utilização da macrófita aquática *Eichhornia crassipes* no efluente tratado e da ocorrência de microalgas no sistema radicular das macrófitas como bioindicadoras da qualidade do esgoto tratado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Durante a coleta e aclimação das macrófitas os exemplares da macrófita aquática flutuante, *Eichhornia crassipes*, foram coletados no rio São Francisco, corpo receptor da ETE Petrolândia, nos municípios de Glória (BA) e em Delmiro Gouveia (AL). Após a coleta, as plantas foram transportadas ao laboratório de Biologia Vegetal da UNEB (Campus VIII), onde foram selecionadas quanto à uniformidade de tamanho e forma, lavadas em água corrente e acondicionadas em reservatórios com água limpa por um período duas semanas. Transcorrido o período de adaptação, as macrófitas foram transportadas para o município de Petrolândia (PE), local de realização dos experimentos.

Na etapa de montagem, os experimentos foram conduzidos, em tréplicas, utilizando recipientes com capacidade de 310 litros, contendo efluente retirado da última lagoa de maturação, com as macrófitas tomando cerca de 70% da superfície do recipiente. Amostras das macrófitas, sistema radicular e efluente para análise foram retiradas no início do experimento (dia 0), com 14, 21, 28 e 35 dias.

Na análise das macrófitas foram observadas as condições de crescimento das macrófitas, bem como as condições morfofisiológicas de cada planta ao longo dos experimentos e no final dos mesmos.

Para a análise das microalgas, amostras das microalgas aderidas às raízes das macrófitas foram retiradas do sistema radicular das mesmas, com auxílio de tesoura, no início, durante e ao final de cada experimento, conforme dias mencionados acima. O material biológico foi acondicionado em recipientes, devidamente identificados, e preservado com solução de lugol. A identificação dos organismos fitoplanctônicos ocorreu com auxílio de lâminas contendo uma gota de amostra, as quais foram levadas ao microscópio óptico binocular, com até 100 vezes de aumento. Características morfológicas foram utilizadas para comparação com bibliografia pertinente, possibilitando a correta identificação dos táxons. Para tal, foi utilizada bibliografia pertinente, como Anagnostidis e Komárek (1988), Komárek e Anagnostidis (1989, 1998), para as cianobactérias, Medlin e Kaczmarek (2004) para as diatomáceas, Ettl (1985) para as xantofíceas, Starmach (1985) para as criptofíceas, Komárek e Foot (1983) para as clorofíceas e Bourrelly (1970) para as euglenofíceas.

Para as análises físico-químicas amostras do esgoto foram coletadas, com auxílio de recipientes de polipropileno, no início e ao longo cada experimento, de acordo com o exposto. As amostras foram transportadas sob refrigeração ao Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA) do Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE para análises físico-químicas. As metodologias descritas no *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1995), foram utilizadas para as seguintes análises físico-químicas: nitrogênio total, amoniacal e fósforo total.

Todo o procedimento descrito foi utilizado nos experimentos realizados nos meses de abril e julho de 2012. Os resultados obtidos foram utilizados para cálculo da taxa de crescimento das macrófitas. Gráficos em Excel foram elaborados a fim de correlacionar os resultados físico-químicos com o crescimento das plantas.

RESULTADOS

O número médio de hastes no experimento realizado abril, se elevou de 69 para 298 (Figura 01). O crescimento das macrófitas aumentou 72,5%, desde o início ao dia 14, 82,4%, do dia 14 ao 21, e 150,5%, do dia 28 a 35. No período compreendido entre os dias 21 e 28, foi observada uma diminuição de 82,4% no número de hastes.

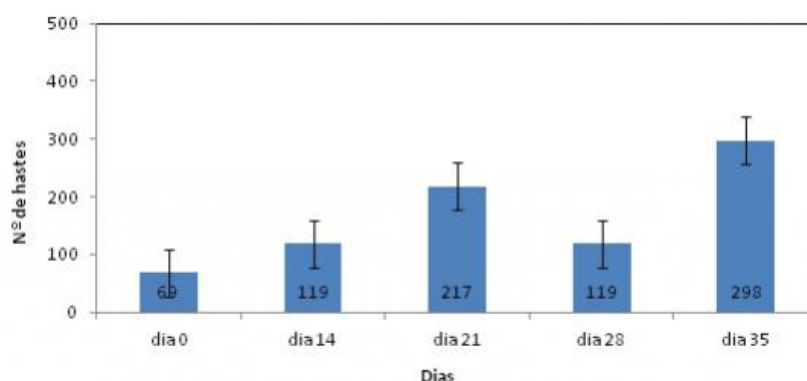


Figura 01: Valores médios e desvio padrão do número de hastes de *Eichhornia crassipes* utilizadas no tratamento de esgotos na ETE Petrolândia (PE) em abril de 2012.

Com relação aos resultados físico-químicos houve diminuição dos níveis de fósforo, amônio e nitrogênio total no vigésimo primeiro dia de experimento superior a 50%. Nos dias 28 e 35, os valores de nutrientes voltaram a sofrer elevação (Figura 02).

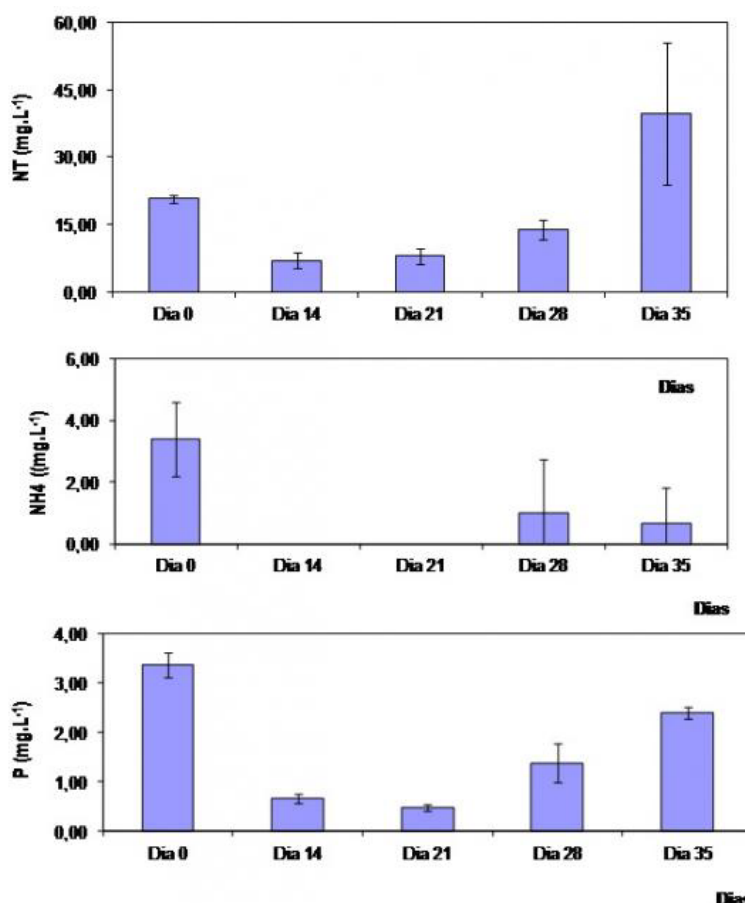


Figura 02: Valores médios de nitrogênio total (NT), amônio (NH4) e fósforo (P) em mg.L⁻¹ da água residual da ETE de Petrolândia (PE), em abril de 2012.

Para o experimento realizado em julho, o número médio de hastes se elevou de 54 para 338, com valores mais elevados nos dias 21, (81 hastes), 28 (157 hastes) e 35 (338 hastes) (Figura 03). Em comparação entre os dias obteve-se uma diminuição entre os dias 14 (54,3%), um aumento nos dias 14-21(131,5%), e 21-28 (93,9%) e novamente um aumento 28-35 (115,3%).

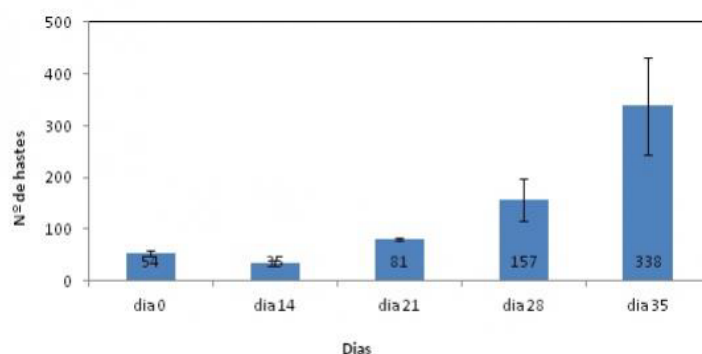


Figura 03: Valores médios e desvio padrão do número de hastes de *Eichhornia crassipes* utilizadas no tratamento de esgotos na ETE Petrolândia (PE), em julho de 2012.

Nas análises físico-químicas ocorreu diminuição de nitrogênio total (NT), amônio (NH_4) e fósforo (P) no dia 35, comparando-se com os dias: 0, 14, 21 e 28. O aumento crescente das hastes correspondente a diminuição dos nutrientes em valores 50% menores que os encontrados no início dos experimentos.

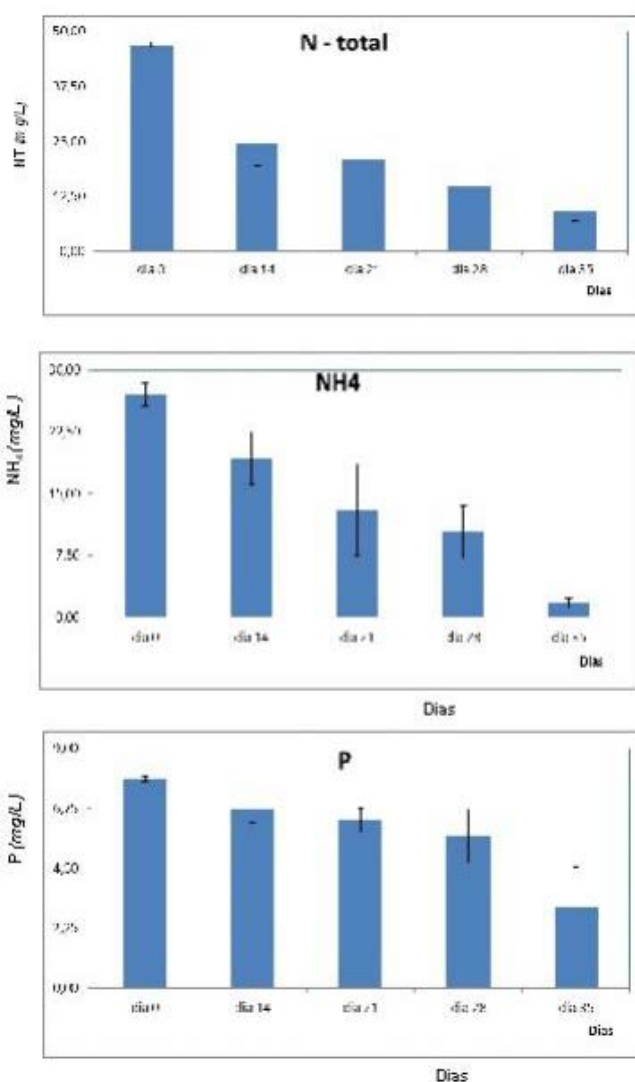


Figura 04: Valores médios de nitrogênio total (NT), amônio (NH_4) e fósforo (P) em mg.L^{-1} da água residual da ETE de Petrolândia (PE), em julho de 2012.

Kutty e colaboradores (2009) utilizaram *E. crassipes* para remoção de nitrato de amônia, e fósforo da estação de tratamento de águas residuais municipais pós-estação de tratamento de efluentes. O crescimento das hastas, assim como no estudo realizado na ETE Petrolândia, ocorreu ao mesmo tempo em que houve remoção de 81% de amoníaco, 67% de fósforo e 92% de nitrato. A eficiência de *E. crassipes* na remoção de formas de N e P de águas residuárias foi demonstrada por Yadav e autores (2011). Em sistemas alagados (*weterlands*) o fósforo observado no afluente superior a 3,48 mg.L⁻¹. Depois do tratamento foi reduzido a cerca de 2,00 mg.L⁻¹. Da mesma forma o nitrogênio foi reduzido a valores inferiores a 50%, corroborando com o estudo realizado em Petrolândia.

A análise das microalgas perifíticas no sistema radicular de *E. crassipes* utilizadas na remoção de nutrientes do efluente pós-tratado da ETE Petrolândia foi composto por Cyanophyta (*Mesrismopedia* sp., *Oscillatoria* sp. e *Pseudanabaena* sp.), Chlorophyta (*Monoraphidium* sp. e *Desmodesmus* sp.) e Bacillariophyta, pertencentes a ordem Pennales. Dentre os táxons encontrados, apenas *Pseudanabaena* sp. ocorreu apenas no experimento realizado em abril. Durante as análises realizadas no mês de julho *Merismopedia* sp. ocorreu apenas nos dias 21, 28 e 35.

CONCLUSÕES

A utilização de macrófitas aquáticas tem sido uma alternativa eficaz para a remoção de nutrientes em sistemas de tratamento de efluentes. Os resultados obtidos no presente trabalho concordaram com a literatura, mostrando remoção de nutrientes (N e P) superior a 50% com o tratamento de *E. crassipes*. Durante o experimento realizado em abril de 2011, período com menor pluviosidade, a remoção de N e P ocorreu até o dia 21, juntamente com o crescimento das macrófitas.

A partir do dia 28 foi observada uma reversão do sistema, com aumento dos nutrientes e diminuição do crescimento das plantas. Isso pode ter ocorrido devido à redução superior a 80% no volume do recipiente do experimento, possivelmente pela alta taxa de evaporação. No mês de julho, correspondente ao período chuvoso, a taxa de crescimento de *E. crassipes* apresentou aumento proporcional a remoção de nutrientes do efluente do dia 0 ao dia 35. P e N apresentaram redução superior a 50%. Durante esse período as cianobactérias *Pseudanabaena* sp. e *Merismopedia* sp. tiveram sua ocorrência restrita, indicando uma possível relação com a diminuição da concentração de nitrogênio e fósforo.

Desta forma, a utilização de *Eichornia crassipes* para remoção de N e P em efluentes pós-tratados na ETE Petrolândia pode ser considerada uma alternativa viável na melhoria da eficiência de remoção de nutrientes. O uso de macrófitas oriundas do corpo receptor não gera o risco de introdução de espécies exóticas e a biomassa resultante pode ser analisada para produção de energias alternativas. Além disso, estudos mais aprofundados sobre a composição das microalgas perifíticas no sistema radicular das macrófitas aquáticas podem contribuir como bioindicadores da melhoria da eficiência do tratamento biológico de esgotos domésticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANAGNOSTIDIS K., KOMÁREK J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3 – Oscillatoriales. Archives Hydrobiology Supplemment. V. 80, n. 1-4. (Algological Studies 50-53), p. 327-472, 1988.
2. APHA – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19 ed. APHA-AWWA-WEF. Washington, DC, USA. 1995.
3. BALLEM, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; HÜBNER, A.P.; PUJOL, S.; LEAL, A. J. Eficiência do sistema lagoa de aguapés na remoção complementar de DQO e N de dejetos líquidos de suínos pré-tratados em reator aeróbico de biogrânulos. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 31, 2007 Gramado/RS.
4. BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 3ª ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 640 p.
5. CHAGURI, P. M. Utilização de escamas e *Eichhornia crassipes* no tratamento de efluente de curtume de peles de tilápias. 2010.14;15p. Dissertação (P6-Graduação em Aquicultura)- Centro De Aquicultura Da Unesp – CAUNESP, Universidade Estadual Paulista, 2010.
6. ETTL H. Xanthophyceae. In: ETTL H., GERLOFF J., HEYING H. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 3, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 530p. 1985.

7. GONÇALVES, J. A. C.; LINDINO, C. A.; ROSA, F. A.; BARICCATTI, R.; GOMES, G. D. Remoção de HUSSAR, G.J.; BASTOS, M.C. Tratamento de efluentes de piscicultura com macrófitas aquáticas flutuantes. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal/SP, v. 5, n. 3, p. 274-285, 2008.
8. HOEK C. VAN DEN, MANN D. G., JAHNS H. M. 1995. Algae: an introduction to phycology. Cambridge: Cambridge University Press. 627 p.
9. KOMÁREK J., ANAGNOSTIDIS K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4 – Nostocales. Archives Hydrobiology Supplement. v.62, n.3. (Algological Studies 56), p.247-345, 1989.
10. KOMÁREK J., ANAGNOSTIDIS K. Cyanoprocaryota. I. Teil Chroococcales. In: ETLL H., Gärtner G., HEYING H., Mollenhauer D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, vol. 19/1, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 548p. 1998.
11. KUTTY, S. R. M.; NGATENAH, S. N. I.; ISA, M. H.; MALAKAHMAD, A. Nutrients Removal from Municipal Wastewater Treatment Plant Effluent using Eichhornia Crassipes. Engineering and Technology, v. 36, p. 828-833. 2009.
12. LOWE, R. L.; PAN, Y. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. (eds.). Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. New York: Academic Press, p.31-56, 1996.
13. SCHULZ, G. Sistema de tratamento de efluentes com Plantas aquáticas emergentes (PAE) para o processo de parboilização de arroz. 2009. 01;02p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Luterana Do Brasil, 2009.
14. SIMONSEN R. The diatom system: Ideas on phylogeny. Bacillaria 2. Braunschweig: J. Cramer, 71p., 1979.
15. SIPAÚBA TAVARES, L.H.; FÁVERO, E.P.G.; BRAGA, F.M.S. Utilization of macrophyte biofilter in effluent from aquaculture: I. Floating plant. Brazilian Journal Biology. v. 62, n. 4, p. 713-723, 2002.
16. STARMACH K. Chrysophyceae und Haptophyceae. In: ETLL H., GERLOFF J., HEYING H. (eds.). In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 1, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag,, 515p, 1985.
17. STEVENSON, R. J. Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. Journal of the North America Benthological Society, v.16, n. 1, p. 248-262, 1997.
18. VASCONCELOS, V. M.; PEREIRA, E. Cyanobacteria diversity and toxicity in a wastewater treatment plant (Portugal). Water Science and Technology, v.35, n.5, p.1354-1357, 2001.
19. WETZEL, R. G. Periphyton of freshwater ecosystems. The Hague: Dr. W. Junk Publishers. 1983. 346 p.
20. YADAV. S. B.; JADHAV, A. S.; CHONDE, S. G.; RAUT, P. D. Performance Evaluation of Surface Flow Constructed Wetland System by Using Eichhornia crassipes for Wastewater Treatment in an Institutional Complex. Universal Journal of Environmental Research and Technology, v. 1, n. 4, p. 435-441. 2011.