



ENSAIO PRELIMINAR EM UMA ETE EM WETLANDS COM MACRÓFITAS E SUA EFICIÊNCIA EM ESTUDOS REALIZADOS

Núbia C. Weber Freitas¹, Daine Lorenzon² Marivane C. Slodkowski³, Tamara M. Matos⁴ Maikow Zago⁴

¹ Professora Mestre do departamento de Ciências Biológicas/ URI Campus Santo Ângelo- RS. E-mail: nwfreitas@santoangelo.uri.br

² Licenciada em Ciências Biológicas / URI Campus Santo Ângelo- RS. E-mail: dainha@gmail.com

³ Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas Bacharelado/ URI Campus Santo Ângelo- RS. E-mail: mary_celmer@hotmail.com

⁴ Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas Bacharelado/ URI Campus Santo Ângelo- RS. E-mail: tamiinhaa@yahoo.com.br

⁵ Acadêmico do Curso de Química Industrial/ URI Campus Santo Ângelo- RS.
E-mail: maikowzago@hotmail.com

Resumo

Os efluentes gerados pelo ser humano têm apresentado grandes impactos ambientais nas águas e nos solos das regiões adjacentes aos locais de geração, tornando prioritária a necessidade de se buscar formas de tratamento eficientes e sustentáveis para esses efluentes. Para tanto o presente trabalho avaliou o tratamento biológico preliminar em efluentes brutos da estação de tratamento de esgoto, ETE Lindóia, de Santo Ângelo – RS. O estudo tem como objetivos principais a avaliação de sistemas de leito cultivado com macrófitas, capim elefante (*Pennisetum purpureum*). As macrófitas são espécies que requerem altas concentrações de nutrientes e podem ser utilizadas na despoluição de lagos e rios, através da remoção e bioassorção de metais pesados, macronutrientes como nos parâmetros físicos químicos DBO, DQO, nitrogênio e fósforo, provenientes de despejo industrial e doméstico. Os wetlands, montados com composição de substrato de areia, pedra brita e formação de biofilmes por bactérias nas raízes das macrófitas. Cada espécie possui uma eficácia diferenciada, mas todas, conforme literatura, embasadas em estudos já realizados, podem ser testadas com diferentes dimensionamentos e fluxos para a obtenção de melhores resultados. Essas plantas realizam um trabalho de baixo custo, dentro das tecnologias limpas, permitindo reutilização das águas, bem como da biomassa, pertinentes à inovações ambientais no desenvolvimento regional sustentável. Esta área, permite continuidade nas pesquisas por seu grande número de espécies que ainda não foram testadas, bem como os ensaios serem de baixo custo.

Palavras Chaves: Macrófitas. Efluentes. Tecnologias limpas.

Tema: Tecnologias Limpas.

Preliminary Test on a tee with Wetlands in Macrophytes and its Efficiency in Studies

Abstract

The effluents generated by humans have shown major environmental impacts on water and land areas adjacent to the generation of local, making a priority the need to seek ways of efficient and sustainable treatment for these effluents. For this purpose the present study evaluated the preliminary biological treatment in raw effluent from the sewage treatment plant, ETE Lindenow, Sant'Angelo - RS. The study's main objective evaluation of wetland systems with weeds, elephant grass (*Pennisetum purpureum*). The weeds are species that require high concentrations of nutrients and can be used in cleaning up lakes and rivers, through the removal and bioremediation of heavy metals, macronutrients as in chemical physical parameters BOD, COD, nitrogen and phosphorus from industrial discharge and domestic . Wetlands, mounted with sandy substrate composition, stone and gravel biofilm formation by bacteria in the roots of weeds. Each species has a different efficacy, but all, as literature, supported in previous studies, can be tested with different sizing and flows to obtain better results. These plants have a combined low-cost labor, in clean technologies, allowing reuse of water, and biomass, relevant to environmental innovations in sustainable regional development. This area enables continuity in the polls for its large number of species that have not been tested, and the tests are inexpensive.

Key words: Macrophytes. Effluents. Clean Technologies.

Theme Area: Clean Technologies.

1 Introdução

As águas residuais oriundas de aglomerados populacionais são responsáveis por grande parte do impacto ambiental causado nos cursos d'água e ecossistemas adjacentes. Para impedir as ações causadas por elas é que são criadas normas e realizadas pesquisas acerca do tratamento eficaz para o efluente gerado. Neste cenário surgem alternativas de sistemas de tratamento, que avaliam custo-benefício, baixo consumo energético e sustentabilidade, além da possibilidade de utilização de recursos regionais naturais.

O tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas objetiva adequar os parâmetros físico-químicos da água, com a implantação e manutenção e pelo impacto reduzido no local inserido, tem sido uma alternativa estudada por diversos autores como Mazzola, 2003; Philippi e Sezerino, 2004; Metcalf e Eddy, 2003; Von Serling, 2005. Os sistemas de leitos de macrófitas, tem sido aplicado em diversos países do mundo, como Áustria, Dinamarca, França, Alemanha, Holanda e Inglaterra, Suécia, Suíça, América do Norte e Austrália foram introduzidos nos anos oitenta (HARBEL, 2003 apud SECO, 2008).

Essas plantas são capazes de adsorver, através de suas raízes e bactérias que formam um biofilme, a degradação da matéria orgânica contida no fluído, além disso as plantas necessitam de sais minerais, fósforo e azoto que existem em abundância nos efluentes de esgoto, o que desta forma auxilia na despoluição do efluente e na sua nutrição. Os sistemas fito-pedológicos (wetlands construídos) procuram imitar algumas das funções existentes nos wetlands naturais, em particular a capacidade de degradação da matéria orgânica e a contenção de nutrientes (fósforo e nitrogênio) (COURACCI FILHO et al, 1999).

A instalação de leitos com macrófitas permite um tratamento de baixo custo dentro das tecnologias limpas a qual objetiva realizar as coletas com efluente bruto e efluente do sistema dos leitos cultivados mensalmente na Estação de tratamento de Esgoto. As análises seguem com parâmetros DBO, DQO, N, P e coliformes fecais, em relação ao efluente bruto dos leitos cultivados e da lagoa final, seguindo à legislação.

O estudo propôs a implantação de leitos cultivados com macrófitas, capim elefante (*Pennisetum perpureum*) em uma Estação de tratamento de Esgotos na região das Missões, a qual permite a avaliação de sua eficácia no tratamento de efluentes e como proposta alternativa de baixo custo como sugestão à Companhia Riograndense de Saneamento. Neste estudo citamos resultados positivos em relação à aplicabilidade dessas plantas no tratamento de águas.

2 Metodologia

O experimento foi desenvolvido, na forma de ensaio, na estação de tratamento de esgoto, ETE Lindóia, responsável pelo tratamento dos efluentes oriundos do sistema de esgotamento sanitário do município de Santo Ângelo RS, no período de agosto a novembro de 2013.

A concepção e montagem dos leitos seguiram dados recomendados em Metcalf e Eddy (1991). O sistema de tratamento dos efluentes foi constituído de dois tanques esféricos experimentais de fibra de vidro instalado ao ar livre, e com volume para 500 litros, altura com tampa de 0,72 m, diâmetro com tampa de 1,24 m, diâmetro da base, 0,95 m. Para integração do sistema, os tanques foram interligados por um tubo PVC de meia polegada que perpassa o

interior dos tanques, possuindo furos de passagem com espaçamento de 10 cm entre eles para distribuição dos efluentes. Para contenção do fluído no primeiro tanque foi instalado um registro e uma torneira na parte inferior do segundo leito para possibilitar a retirada da amostra do efluente.

A biomassa da espécie vegetal preencheu aproximadamente 80% da superfície das unidades experimentais. Para a montagem do substrato do leito cultivado, cada reservatório recebeu uma camada de 20% de pedra brita nº 04, 10% de pedra brita nº 01 e 70% de areia média.

As macrófitas utilizadas na unidade experimental foram coletadas em ecossistemas preservados da região e plantadas em cada leito construído em média quinze mudas de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), distribuídas equitativamente, passou por um processo de adaptação ao substrato o qual foi apenas abastecido com água tratada por 20 dias. Após o plantio e adaptação do capim elefante, realizou-se a transferência de efluente bruto da estação de tratamento para o primeiro leito cultivado de forma manual com o auxílio de baldes, foram transferidos 120 litros para o primeiro tanque.

Realizou-se a coleta da amostra na saída do segundo tanque cultivado, e obteve-se os resultados das análises periódicas que são realizadas no efluente bruto e na saída da lagoa final onde ocorre o descarte do efluente para o Rio Itaquarinchim. As amostras foram armazenadas em vidros âmbar com volume de um litro, e com uma reserva técnica solicitada pelo laboratório em garrafa PET esterilizada, obedecendo às normas técnicas para coleta, armazenamento e análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos, de DQO, DBO, P, N e Coliformes fecais. Foi encaminhado para análise laboratorial em laboratório de águas da região no mesmo dia da coleta.

3 Resultados e Discussões

As análises do efluente operacionalizado pela ETE de Santo Ângelo utilizadas para ensaio nesse estudo apresentam histórico de dados de afluentes e efluentes dos valores de indicadores obtidos em 2013.

Com base nessas análises periódicas realizadas recentemente as cargas médias de aplicação do efluente bruto no projeto experimental tem valores de entrada conforme tabela 1.

Tabela 1: Cargas médias aplicadas no experimento.

Parâmetros	Dados
DBO5 (mg O ₂ /L)	268
DQO (mg O ₂ /L)	555
Fósforo Total (mg P/L)	4,5
Nitrogênio Total (MG N/L)	34
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	460

Fonte: CORSAN, 2013.

O efluente que percolou através dos leitos 1 e 2 foi submetido à análises, em termos de DBO5 e DQOt , comparadas as cargas médias do experimento conforme tabela 1, as reduções foram de 15,8% e 2,6% respectivamente. Os resultados obtidos foram abaixo dos dados da literatura. Provavelmente o tempo de detenção de 72 horas foi determinante para que a eficiência fosse abaixo do esperado. Os estudos também mostram que a eficiência dos *wetlands* pode variar em função da espécie de macrófita utilizada. Henry-Silva & Camargo (2006) constaram que *wetlands* povoadas com *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* removem mais nitrogênio e fósforo totais do efluente do que uma *wetland* povoada com *Salvinia molesta*, que possui menor porte e menor capacidade de estocar nutrientes removidos do efluente. A carga de nutrientes do efluente também influencia a capacidade da *wetland*. Melo et al (2005), observaram redução de 55% na DBO utilizando leitos com capim-elefante.

Em relação ao potencial reativo do substrato, a natureza química do material criar força de atração com certas moléculas orgânicas e inorgânicas presentes nos esgotos, caracterizando um potencial de adsorção. Esta força é afetada por inúmeros fatores como a temperatura, natureza do solvente, área superficial do adsorvente, pH do meio, a presença de sais inorgânicos, entre outros. Vários estudos demonstraram que as macrófitas aquáticas adaptam-se a uma variedade muito grande de material de recheio, desde solos naturais até britas e areias (PHILIPPI & SEZERINO, 2004).

Houve redução de 39,6% de Nitrogênio amoniacal na amostra pois, as raízes do capim elefante possibilita o mecanismo desnitrificante e também a oxidação da forma amoniacal para nitrato e a oxidação posterior deste nitrato. O fósforo total não apresentou redução, conferindo ser o elemento com maior dificuldade de remoção. Em relação ao coliformes totais, ocorreu redução no segundo tanque, com valores de 480 NMP/100 ml para 300 NMP/100 ml. Possibilitado pelo meio filtrante (substrato), atrelado às raízes da planta e ao filme microbiano formado pelas macrófitas capazes de reter os coliformes e que com o auxílio de bactérias degradam esses sólidos e digerem matéria orgânica.

As bactérias heterotróficas que se encontram na zona anóxica (pobre em oxigênio) são responsáveis pela transformação do nitrato em nitrito e posteriormente em nitrogênio gasoso, e na zona anaeróbica, ocorre à remoção da carga orgânica através da decomposição das bactérias anaeróbicas. O fósforo é removido pelas plantas macrófitas, com imobilização microbiana, fica retido no subsolo e precipita-se na coluna de água, não ocorrendo perdas pela forma gasosa (NAIME; GARCIA, 2005).

Diversos outros trabalhos relatam a remoção de nitrogenados e fosforados de efluentes utilizando macrófitas aquáticas, porém vale ressaltar que a redução destes compostos não está ligada somente a absorção direta pelas macrófitas aquáticas, mas também, às bactérias nitrificantes, à volatilização do NH₃ e precipitação dos fosforados. A eficiência de *wetlands* construídos depende de várias características do sistema, como tempo de detenção hidráulica, velocidade de vazão, características do efluente e adaptação das macrófitas aquáticas utilizadas (HERNARES, 2008).

O tempo de detenção de efluente em cada leito cultivado foi de 72 horas em cada, menores que os utilizados por De Freitas (2010), que usou tempo de detenção de 12 dias. Este apresentou reduções superiores a 50% de DBO, fósforo e nitrogênio a partir da metade do experimento. A adaptação das macrófitas foi de um mês, colocou-se efluente após 5 dias para adaptação a este meio, porém ocorreram alguns problemas neste período como precipitações que ocasionaram o aumento do nível de água no leito, o que manteve a macrófita imersa em

alguns períodos sofrendo degradação suas folhas, intercalados com períodos quentes, temperaturas acima de 25°C e forte incidência solar o que ocasionou danos a planta.

O tempo de adaptação e aplicação mostrou-se insuficiente se comparado a outros dados disponíveis, Freitas (2008) analisou as amostras de capim elefante ao longo de cinco meses de aplicação de efluente, sendo que obteve como resultados percentuais de eficiência na remoção de DQO no quinto mês 81%. Estes dados corroboram com as observações de que a macrófita necessita de um tempo de adaptação superior a 4 meses, tornando-a capaz de formar filmes microbianos nos rizomas e aliar suas raízes ao substrato, onde o mesmo autor registrou o desenvolvimento, com variáveis de temperatura 7 cm à 35 cm no final do estudo, com visíveis biofilmes.

A literatura registra trabalhos com macrófitas de diversas espécies, na cinética de biossorção para remoção de metais pesados. A taxa de remoção de zinco e o tempo de equilíbrio, usando-se a *E. crassipes*, são similares àqueles utilizando-se *Pinus sylvestri L.* como biosorvente (Ucun et al., 2008), com tempo de equilíbrio de 60 min. Fagundes-Klen et al. (2007), utilizando-se da biomassa *Sargassum filipendula*, obteve uma taxa de remoção de 70%, para o zinco, cádmio e cobre e um tempo de equilíbrio de 2 h. Lodeiro et al. (2005) relataram uma taxa de remoção de 50%, utilizando-se das biomassas de *Bifurcaria bifurcata*, *Saccorhiza polyschides*, *Pelvetia caniculata*, *Ascophyllum nodosum* e *Laminaria ochroleuca*, com tempo de equilíbrio da ordem de 3 h.

Sob as mesmas condições experimentais, Pietrobelli et al. (2009), utilizando-se da macrófita *Egeria densa*, obteve uma taxa de remoção cerca de 70 % e um tempo de equilíbrio entre 45 e 60 min. para os três metais estudados. Pelos resultados obtidos, verifica-se que a macrófita *E. crassipes* possui um comportamento de adsorção rápida e eficaz, apresentando grande potencial, para ser utilizada como biosorvente.

A macrófita aquática (*Eichornia crassipes*), popularmente denominado de aguapé, pode ser utilizada em estações de tratamento de dejetos como depurador, retentor e removedor de metais como cádmio, níquel, cromo, mercúrio, chumbo, prata, cobalto, estrôncio e, também, de nutrientes como o fósforo e o nitrogênio, com acentuada redução da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) das águas, além de reduzir consideravelmente a concentração de coliformes, tornando as águas mais limpas e adequadas para serem lançadas no meio (MATNI, 1996).

4 Conclusões

Esse estudo permite observar que as macrófitas aquáticas necessitam de um período prolongado para o ensaio, com tempo de detenção maior do efluente nos tanques e com biomassa que obtenha um crescimento saudável, proporcionando a capacidade de retenção dos nutrientes e biossorção do efluente tratado. A grande quantidade de biomassa produzida pelas macrófitas, necessita de manejo, para que essas possam ser agregadas a processos de compostagem, mitigatórios em impactos ambientais, como restauração ambiental.

A configuração de leito isolado do sistema, ou seja, sem fluxo contínuo de efluente bem como o tempo de adaptação e de aplicação do efluente na macrófita, inferior aos da literatura podem ser fatores relevantes no que tange à eficácia do sistema na remoção dos poluentes.

Tratando-se de macrófitas, cada espécie possui uma eficácia diferenciada, mas todas, conforme literatura, embasadas em estudos já realizados, podem ser testadas com diferentes dimensionamentos e fluxos. Essas plantas realizam um trabalho de baixo custo, dentro das tecnologias limpas, permitindo reutilização das águas, bem como da biomassa, pertinente a inovações ambientais no desenvolvimento regional sustentável.

5 Referências

- AULER, Décio e BAZZO, Walter Antonio. **Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro.** Ciência & Educação, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- CANAIS-SECO, T. **Avaliação de Leitos de Macrófitas no Tratamento de Águas Residuais Domésticas em Portugal.** 2008, 111p. Dissertação de Mestrado, Vila Real: UTAD, 2008.
- COURACCI FILHO, B. et al. Bases conceituais da disposição controlada de águas residuárias no solo. In: CAMPOS, J. R. (Coord.) **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 321-56.
- DAGNINO, Renato. **Enfoques sobre a relação ciência, tecnologia e sociedade:** neutralidade e determinismo. Disponível em www.oei.es/salactsi/rdagnino3.htm Acesso em: 20 de janeiro de 2010.
- DE FREITAS, Franklin Vidal. **Biorremediação em efluentes de piscicultura utilizando macrófitas aquáticas eichhornia crassipes (Pontederiaceae) e probióticos.** 2010. Dissertação (Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba) - da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 2010.
- FAGUNDES-KLEN, M. R., FERRI, P., MARTINS, T. D., TAVARES, C. R. G, SILVA, E. A. Equilibrium study of the binary mixture of cadmium - zinc ions biosorption by the *Sargassum filipendula* species using adsorption isotherms models and neural network. **Biochemical Engineering J.**, v. 34, p. 136-146, 2007.
- PHILIPPI, L. S.; SEZERINO, P. H. **Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas.** Florianópolis: Editora do Autor, 2004.
- FREITAS, Núbia Cristina Weber. Tratamento de Efluente de Campus **Universitário via sistema de baixo custo com leitos cultivados (wetlands).** 2008. 55 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2008.
- HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A. F. M. & PEZZATO, L. E. 2006. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-do-nilo(*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. Revista Brasileira de Zootecnia. 35(3): 641-647.
- LODEIRO, P., CORDEIRO, B., BARRIADA, J. L., HERRERO, R., VICENTE, M. E. S. Biosorption of cadmium by biomass of Brown marine macroalgae. **Bioresource Technology**, v.96, p.1796-1803, 2005.
- MATNI, A.S. As macrófitas aquáticas mais frequentemente encontradas nos Lagos Bolonha e Água Preta do Parque Ambiental de Belém. Belém: Universidade Federal do Pará, 1996.

- MAZZOLA, M. **Uso de leitos cultivados de fluxo vertical por batelada no póstratamento de efluente de reator anaeróbio compartimentado.** 2003. 99p. Dissertação de Mestrado, Campinas: UNICAMP, 2003.
- METCALF e EDDY INCORPORATION. **Wastewater Engineering: Treatment, disposal and reuse.** 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1991. 1334 p.
- NAIME, R.; GARCIA A. C. **Estudos tecnológicos: Utilização de enraizadas no tratamento de efluentes agroindustriais**, vol. 1, n. 2, p. 9-20, 2005. Disponível em: <www.estudostecnologicos.unisinos.br/pdfs/42.pdf>. Acesso em: 28/10/15.
- PIETROBELLINI, J. M. T. A., MÓDENES, A. N., FAGUNDES-KLEN, M. R., ESPINOZA-QUIÑONES, F. R. Cadmium, copper and zinc biosorption study by non-living Egeria densa biomass. *Water Air Soil Pollution*, v. 202, p. 385-392, 2009.
- SEZERINO, P. H.; **Utilização de biofiltros com macrófitas (Vertical Constructed Wetlands) como pós-tratamento de Lagoas de Estabilização aplicadas aos dejetos suínos.** 2002. 123 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- UCUN, H., AKSAKAL, O., YILDIZ, E. Copper(II) and zinc(II) biosorption on Pinus sylvestris L. *J. Hazardous Materials*, v. 161, n. 2-3, p. 1040-1045, 2008.
- VON SPERLING, M. (1995). **Princípios de Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** vol 1. Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. 240 p.