



AVALIAÇÃO DE WETLANDS NO TRATAMENTO TERCIÁRIO DE EFLUENTES DE ABATEDOURO DE SUÍNOS

Ariane Mística Rodrigues¹

Bruna Barçante²

Daniele Salgueiro de Melo³

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques⁴

Claudiomir da Silva Santos⁵

Luciano dos Santos Rodrigues⁶

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos

Resumo

Este estudo teve como foco a análise da viabilidade do uso de lagoas de aguapés (*Eichhornia crassipes*), como polimento, em um sistema de lagoas em série para tratamento de efluentes de abate de suínos, como etapa terciária de tratamento, como uma alternativa possível para a remoção de nutrientes. O abatedouro em questão está localizado no sul do estado de Minas Gerais. As plantas foram introduzidas inicialmente na parte final da lagoa facultativa, com o passar dos meses se estendeu por toda a lagoa, para auxiliar na remoção de nutrientes (nitrogênio amoniacal e fósforo), matéria orgânica como DQO e DBO, turbidez e sólidos sedimentáveis. Durante o período de 7 meses, foram realizados o monitoramento de parâmetros físico-químicos, com o intuito de avaliar a eficiência do sistema. Os resultados obtidos foram promissores, observando uma eficiência de remoção de DQO de 91,83% e de DBO de 96,5%, já na remoção dos nutrientes observou uma remoção média de nitrogênio amoniacal de 30,32%, fósforo com remoção média de 36,67% e sólidos sedimentáveis com remoção média de 47,51%, turbidez mostrou-se com um aumento de afluente nos meses que concentram a maior precipitação pluviométrica, porém mostrou-se com eficiência positiva durante todo o período de monitoramento com remoção média de 51,8%. Em geral o estudo mostrou que o uso de lagoas de aguapés, no tratamento é viável, desde que observadas as condições de manejo correto das plantas ao longo do funcionamento do sistema.

Palavras-chave: wetlands, agroindústria, tratamento terciário.

¹Bióloga. Aluna de pós-graduação em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, arianemisticarodrigues@gmail.com.

²Engenheira de Aquicultura, Doutoranda em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, brunabarcante94@gmail.com.

³Engenheira de Aquicultura, Doutoranda em Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, danielesalgueiro08@hotmail.com.

⁴Prof. Dra. Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques, Universidade Vale do Rio Verde, roeflorestal@hotmail.com

⁵Prof. Dr. Claudiomir da Silva Santos, Instituto Federal Sul de Minas, campus Muzambinho, claudiomirsilvasantos@gmail.com.

⁶Prof. Dr. Luciano dos Santos Rodrigues, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, lsantosrodrigues@gmail.com.



INTRODUÇÃO

A exigência pelo uso da água está cada dia crescendo mais à medida que a população mundial cresce, as atividades agrícolas e industriais vêm tomando conta de boa parte desse uso. Os processos industriais por menor que sejam e que ocupam a segunda posição em relação ao consumo de água mundial, são os que mais poluem as mesmas, devido ao seu lançamento nos corpos receptores sem o tratamento adequado, em muitos casos sem tratamento nenhum.

Os empreendimentos industriais ganham destaque, principalmente as agroindústrias, devido as suas elevadas vazões com resíduos com alta concentração de matéria orgânica, principalmente com nitrogênio amoniacal, fosforo, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas. Nestes setores encaixam os frigoríficos e matadores, que são caracterizados pelo seu elevado potencial poluidor.

Esses nutrientes presentes nos efluentes líquidos desses empreendimentos, quando gerados em excesso, podem causar inúmeros problemas, como o fenômeno de eutrofização das lagoas, corpos receptores e represas.

Uma forma que as empresas encontraram para amenizar esses impactos causados pelo lançamento de efluentes ricos em poluentes, são os investimentos em tratamentos avançados principalmente físicos e químicos, efetuando um polimento final em seu sistema de tratamento. Hoje em dia esses tratamentos estão sendo considerados e muitas vezes substituídos por sistemas alternativos mais econômicos, como a remoção biológica através do uso de macrófitas aquáticas como os aguapés.

Levando em conta esse contexto, este estudo tem como objetivo avaliar o uso das macrófitas aguapés (*Echhornia crassipes*) na redução de nutrientes e de matéria orgânica no sistema de tratamento de efluentes no frigorífico.

A *Echhornia crassipes* popularmente conhecida como aguapé, é uma planta aquática que tem origem na região tropical da América central. Sua classificação morfológica é monocotiledônea, flutuante, pertencente à família das Pontederiaceae, planta suculenta, formada por cerca de 95% de água. Sua estrutura é composta por raízes, rizomas,

Realização





estalões, pecíolos, folhas e inflorescências, com altura que podem variar de alguns centímetros a um metro, suspensos em água. Toda a planta, tem peso inferior a 1(um) quilo, devido essa condição de leveza são flutuantes.

A atividade agroindustrial tornou-se um importante segmento da atividade mundial e vem crescendo consideravelmente no decorrer dos anos.

Os processos industriais que são utilizados hoje são os principais causadores da poluição das águas, quando os efluentes são lançados sem um tratamento prévio e/ou adequado, podem causar uma serie de danos ao meio ambiente e ao homem. Segundo BRAILE e CAVALCANTI (1993) os principais despejos agroindustriais que precisam de atenção para evitar a poluição são os lançados pelos matadores e frigoríficos.

Os componentes principais orgânicos presentes nas águas residuais desses empreendimentos são as proteínas, os fenóis, a ureia, os óleos e as gorduras, que podem variar para maiores quantidades ou menores quantidades dependendo do processo industrial que é utilizado.

Os efluentes são compostos principalmente por sangue da lavagem das carcaças, pedaços de carne, pedaços de vísceras brancas e vermelhas, gorduras entre outros. Devido a esse grande volume de matéria orgânica a sua carga de sólidos em suspensão, nitrogênio amoniacal, óleos e graxas são muito elevados, necessitando uma atenção maior para o seu reaproveitamento em alguns casos quando é viável e posteriormente o descarte.

Nitrogênio e Fósforo são os principais nutrientes encontrados e são essenciais para o desenvolvimento de microorganismos, animais e plantas. Porém, quando encontrados em excesso, podem causar diversos problemas no meio ambiente, como por exemplo a eutrofização de corpos receptores, represas, lagos e lagoas de tratamento.

Outro parâmetro que é utilizado e torna-se o principal para o tratamento do efluente é o pH (potencial hidrogeniônico). Segundo METCALF e EDDY (2003) a concentração mais indicada para a existência da maioria da vida aquática está entre 6 e 9. Nos efluentes industriais a concentração inadequada do íon hidrogênio são difíceis de se tratar por método biológico. Porém com o uso das macrófitas nas lagoas a média do pH fica entre 6,83 e 7,11, tornando assim fácil a remoção da matéria orgânica em excesso.

Além da alta carga de matéria orgânica e nutriente, o conteúdo de sólidos totais

Realização





como característica física é muito importante, os quais são compostos por materiais sedimentáveis, em suspensão, coloidal e em solução. Esses paramentos em elevação, causam um desequilíbrio na lagoa de tratamento, tornando-a um alto potencial poluidor para o curso d'água que irá receber o efluente. Com o uso das macrófitas, esses sólidos se dissolvem, pois são a principal fonte de alimento das plantas.

O frigorífico analisado conta com o abate diário de 700 suínos com autorização para 1.200/dia, com consumo de água em média de 0,369 litros por animal. Tornando assim a categoria dos frigoríficos e matadouros como um grande consumidor de água, lançando diariamente grandes quantidades de efluentes no corpo receptor.

De acordo com VILAS BOAS et al. (2001) uma medida preventiva para reduzir o volume dos despejos gerados durante o processo de abate e industrialização é o aproveitamento de subprodutos, como também a decantação preliminar dos resíduos que antecedem o tratamento final dos efluentes com as macrófitas na lagoa de polimento.

Conforme GRADY; DAIGGER; LIM (1999), o objetivo do tratamento de águas utilizadas no abate é remover os poluentes que prejudicam o ambiente aquáticos quando são descartados, reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido nesse ambiente. A grande maioria dos poluentes que necessitam de oxigênio são os compostos orgânicos, porém os inorgânicos como por exemplo o nitrogênio amoniacal e outros compostos químicos orgânicos tóxicos são motivos de preocupação também.

O uso de plantas aquáticas e sua microbiota tornou-se uma alternativa, com a finalidade de remover, degradar ou isolar substâncias tóxicas ao meio ambiente, mas especificamente nessas lagoas o nitrogênio amoniacal e fósforo, devido esses nutrientes serem umas das principais fontes de energia dos aguapés.

Como a maioria dos sistemas de tratamento de águas residuais são compostas por unidades de tratamento sequencialmente direcionados, os quais ocorrem processos de separação e transformação dos efluentes. A utilização dos aguapés pode ser considerada vantajosa na parte de depuração, para se ter uma melhor lapidação do efluente na parte final.

De acordo com OLIVEIRA et.al. (2000), enfatizam que a utilização dos aguapés em lagoas de estabilização proporciona uma forma não só economicamente falando, mas

Realização





ecológica para o tratamento de efluente. O sistema biológico conta com uma alta eficiência e um baixo investimento, não sendo necessário o consumo energético alto e nem uma mão de obra específica. Atualmente essa técnica está sendo mais preferida, por perturbarem menos o meio ambiente e apresentarem a facilidade na sua aplicação. Nesse contexto, a fitorremediação vem surgindo como uma alternativa capaz de aproveitar sistemas vegetais com a finalidade de desintoxicar ambientes degradados e/ou poluídos.

Essas plantas são mais consideradas devido a sua capacidade de acumulação de poluentes, além do que, sua aplicação em lagoas forma uma cobertura fechada e flutuante que reduz a quantidade de oxigênio dissolvido nas outras porções inferiores, abaixo dessas plantas, produzindo condições anaeróbicas. Essas condições ajudam na desnitrificação, aumentando a remoção de nitratos. Com as macrófitas a decantação que ocorre na lagoa torna-se mais eficiente devido ao escudo de proteção ao movimento das águas pela cobertura densa dos aguapés.

Nas estações de temperaturas mais altas, como o verão e a primavera, em torno de 25 a 30°C, são as ideais para que as plantas tenham um melhor rendimento de biomassa. Já as temperaturas na faixa de 20 a 25°C há uma diminuição da produção. Quando a temperatura fica inferior a 10°C, em vários dias consecutivos, como ocorre no inverno a sua produção se anula, causando a morte das plantas. Dessa forma, a temperatura torna-se um fator limitante para o desenvolvimento dos aguapés, o que torna viável seu crescimento em alguns casos excessivos em climas tropicais.

A reprodução na grande maioria das vezes ocorre por processo reprodutivo que são novas plantas produzidas por estalões (estolhos) e o seu crescimento se faz a partir do rizoma. O tempo médio estimado para a duplicação gira em torno de duas semanas. Segundo RUBIO et.al. (2004) a taxa de crescimento é muito variável, em boas condições a média chega a 5% ao dia.

Realização





METODOLOGIA

O presente trabalho foi conduzido em um abatedouro de suínos localizado no sul do Estado de Minas Gerais, e as análises físico-químicas realizadas no Laboratório Saneamento Ambiental do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva- DMVP da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG.

O sistema de tratamento era composto por tratamento primário (peneira estática, caixa de gordura) seguido de tratamento secundário composto por lagoa aerada facultativa, e duas lagoas facultativas.

Foram coletadas amostras afluentes e efluentes da lagoa com os wetlands (lagoa de polimento) e realizadas análises físico-químicas dos seguintes parâmetros: pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos em Suspensão Total (SST), nitrogênio amoniacal, Oxigênio Dissolvido e Alcalinidade Total, de acordo com APHA, AWWA, WEF (2012) no início da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) o esgoto bruto e na parte final da

Na figura 1 podemos observar o desenvolvimento dos aguapés durante o período experimental.

Após atingir maturação suficiente, as plantas que morrerem e/ou ficaram em excesso na lagoa foram retiradas e encaminhadas para a área de compostagem do abatedouro, no qual juntamente com outros resíduos orgânicos oriundos do processo produtivo, passaram pelo processo de compostagem e utilizadas posteriormente como adubo orgânico no próprio empreendimento. Esse controle de retirada foi realizado quinzenalmente quando atingido a ocupação da lagoa, começando pelas plantas pioneiras e posteriormente as demais, renovando assim toda biomassa utilizada no tratamento, tendo sempre plantas novas e com o potencial despoluidor alto.

Realização





FIGURA 1. Desenvolvimento e Ocupação dos Aguapés na Lagoa de Polimento (Wetlands)
Fonte: Arquivo pessoal

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são mostrados os valores médio afluentes e efluentes a lagoa de aguapés durante o período experimental.

Realização





Tabela 1 – Monitoramento dos parâmetros físico-químicos

PARAMETRO	AFLUENTE	EFLUENTE
pH	6,67	6,86
Alcalinidade Total	2.717	1.965
DBO Total	3.188	641
DQO Total	11.039	3.415
Sólidos em Suspensão Totais	1.259	47,15
Nitrogênio amoniacal	118	30,32
Oxigênio Dissolvido	0	1,20

Os valores de pH no afluente e efluente da lagoa tiveram pouca variação ficando próximo da neutralidade, já alcalinidade apresentou redução significativa ao passar pela lagoa, o que indica que houve processo de nitrificação, com conversão de nitrogênio amoniacal em nitrito e nitrato, o que pode ser constatado pela redução do nitrogênio amoniacal na Lagoa. A eficiência de remoção de Nitrogênio amoniacal foi de 74%. É bom salientar que além do processo de nitrificação, a absorção de nitrogênio pelas plantas também foi significativo para essa eficiência.

Os valores de DBO e DQO afluentes foram elevados devido a característica do efluente, com valores dez vezes maior do que do esgoto sanitário. A relação DQO/DBO média foi de 3,5 no afluente o que caracteriza o afluente como de alta degradabilidade biológica.

A eficiência de remoção de DBO e DQO foram respectivamente de 80% e 69%. Quanto aos sólidos suspensos a eficiência de remoção foi de 96%.

Conforme constatado por BRANCO e BERNARDES (1983) a eficiência da remoção dos poluentes está associando ao crescimento das plantas, logo, quanto maior a taxa de crescimento, maior a remoção. Quando há a diminuição do crescimento das plantas, a remoção de poluentes também cai, tornando-se altamente benéfico e economicamente o uso desse tipo de tratamento.

De acordo com BEYRUTH (2004), as plantas aquáticas sofrem com as variações

Realização



sazonais, e constataram uma fase de mortandade mais intensa entre o outono e o inverno. A influência das variações sazonais sobre a remoção de poluentes também foi comprovada por GWENAELLE et al. (2001) em sistemas de *Wetlands*.

KAWAI e GRIECO (1983), em lagoas piloto com aguapé obtiveram remoção de 52% de nitrogênio total e 58% de fósforo, com tempo de detenção hidráulico de 10 dias; de 12% de nitrogênio e 14% de fósforo com tempo de detenção de 2,5 dias.

MORAES e RODRIGUES (2002) obtiveram eficiência média de remoção em efluente de matadouro e frigorífico, de 60% para fósforo total e 55% para DQO, com tempo de detenção de 15 dias, com a utilização das macrófitas *E. crassipes*, *Salvinia sp.* e *Pistia estratiotes*.

REIDEL (2004), aplicando *E. crassipes* como pós-tratamento de efluentes de abatedouro de aves, obteve remoções máximas de DQO de 73%, de nitrogênio total: 80% e de fósforo total: 39,2%, para um tempo de detenção de 5 dias.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados nesse estudo com o uso das macrófitas aguapés, se mostrou bastante viável, principalmente nos meses de verão, devido as plantas se reproduzirem e removerem com maior eficiência os poluentes.

REFERÊNCIAS

APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**, 20 ed. Washington, D. C. 1998.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento e águas residuais industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

BRANCO, S. M.; BERNARDES, R. S. Culturas hidropônicas como forma de remoção e reciclagem de nutrientes minerais dos efluente de sistemas de tratamento de esgotos. **Revista DAE**, São Paulo. n.134, 1983.

BEYRUTH, Z. Macrófitas aquáticas de um lago marginal ao rio Embu-mirim, São Paulo, Brasil. **Revista Saúde Pública**. v. 26, n. 4, 1992. 2004.

Realização





GRADY, C. P. L. et al. **Biological Wastewater Treatment**. 2 ed. New York: Marcel Dekker, 1999.

GWENAELLE, O. L. et al. Release of trace elements in Wetlands role ofseasonal variability. **Water Research; Elsevier Science**, Great Britain. v. 35, n. 4, p. 943-952, 2001.

KAWAI, H.; GRIECO, V. M. Utilização do aguapé para tratamentos de esgoto doméstico. Estabelecimento de critérios de dimensionamento de lagoa de aguapé e abordagem de alguns problemas operacionais. **Revista DAE**, São Paulo. n. 135, p. 79-90, 1983.

METCALF, L.; EDDY, H. **Wastewater engineering: Treatment and reuse**. Boston: McGraw – Hill, 2003.

MORAES, A. J.; RODRIGUES, J. B. **Remoção de fósforo com uso de macrófitas em lagoa facultativa de frigorífico**. Medianeira, 2002. 52 f. Monografia (Graduação em Tecnologia Ambiental) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

OLIVEIRA, R. A. et al. Redução da demanda bioquímica de oxigênio de águas residuárias da suinocultura com o emprego da macrófita aquática. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.4, n.1, 2000.

REIDEL, A. **Pós-tratamento de efluentes de agroindústria em sistema com aguapé *eichhornia crassipes* (Mart. Solms) e sua utilização na piscicultura**. Cascavel, 2004, 73 f. Dissertação (Mestrado em EngenhariaAgrícola). - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

]

RUBIO, J. et al. Plantas Aquáticas: solventes naturais. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.35, n. 205, 2004.

Realização

