



APLICAÇÃO DE *EICHHORNIA CRASSIPES* (AGUAPÉ) EM WETLANDS CONSTRUÍDOS PARA O TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Amanda Brisotto Clemes^a, Angélica Bernardi^a, Liziane Bertotti Crippa^{a*}.

a) FSG Centro Universitário

Informações de Submissão	Resumo
<p>*Liziane Bertotti Crippa, endereço: Rua Os Dezoito do Forte, 2366 - Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-472</p>	<p>Devido ao aumento da produção de águas residuárias faz-se necessário a procura por tecnologias de tratamento que sejam de baixo custo e boa eficiência. Os wetlands construídos, que consiste no tratamento de águas residuárias com o uso de plantas macrófitas aquáticas, é uma tecnologia simples, com fácil manutenção e operação, e baixo custo de implantação. Estudos realizados destacam o uso da macrófita <i>Eichhornia crassipes</i>, popularmente conhecida como aguapé, para esse sistema de tratamento. A aguapé é uma macrófita aquática flutuante capaz de resistir a águas altamente poluídas e apresenta eficiência na remoção de matéria orgânica e nutrientes, como fósforo e nitrogênio. Com isso, através de pesquisas feitas em artigos acadêmicos e experimentos, o presente artigo tem o enfoque de demonstrar o potencial de tratamento obtido pelo aguapé em sistemas de wetlands construídos.</p>
<p>Palavras-chave:</p> <p>Wetlands construídos. Macrófitas aquáticas. <i>Eichhornia crassipes</i>. Aguapé. Águas residuárias.</p>	

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional principalmente nas áreas urbanas é responsável pelo agravamento do descarte irregular de esgoto doméstico e águas residuárias provenientes de processos industriais, sendo este responsável pela contaminação de corpos hídricos, que acaba interferindo no equilíbrio e a qualidade do mesmo.

Esse desequilíbrio do ecossistema, advindo da poluição por matéria orgânica principalmente contendo nitrogênio e fósforo, causa um grave problema chamado de eutrofização. É causado devido ao excesso de nutrientes e luz solar, assim a atividade fotossintética aumenta levando a proliferação das plantas aquáticas. Causa também uma

progressiva degeneração da qualidade da água, provocando problemas no desenvolvimento de espécies aquáticas, mortalidade de peixes e vertebrados.

Antes do descarte destes efluentes ao meio natural é necessário, de acordo com a legislação, a realização de um tratamento capaz de remover o excesso de nutrientes e matéria orgânica, para isso, são estabelecidos padrões e condições para o lançamento do efluente. Para controle destes descartes são aplicadas diferentes resoluções, em esfera nacional segue-se a resolução CONAMA nº 357 (2005) que estabelece em seu Artigo 34 que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

Este tratamento pode ser feito de forma biológica ou físico-química, dependendo da composição do efluente bruto. Uma alternativa de tratamento de águas residuárias utilizando processos biológicos é o uso de wetlands construídos com plantas macrófitas aquáticas, o qual se baseia numa tecnologia simples, com fácil manutenção e operação, e baixo custo de implantação.

Os wetlands construídos são sistemas projetados para a utilização de plantas aquáticas (macrófitas) fixadas ou não em um substrato (areia, solo ou cascalho). São considerados filtros biológicos nos quais os microrganismos (aeróbios e anaeróbios) juntamente com as macrófitas aquáticas são os principais responsáveis pelo tratamento da água.

Nesse tipo de sistema, os poluentes são removidos pela combinação de processos físicos, químicos e biológicos, como a sedimentação, precipitação, adsorção de partículas, assimilação pelo tecido da planta e transformação bacteriana (BRIX; SCHIERUP, 1989 *apud* ASSUNÇÃO, A. 2011). A espécie mais estudada e atualmente utilizada neste tipo de tratamento é a macrófita aquática flutuante *Eichhornia crassipes*, conhecida popularmente como aguapé.

A aguapé é geralmente escolhida devido a sua capacidade de resistir a águas altamente poluídas com diferentes concentrações de nutrientes, pH, substâncias tóxicas, metais pesados e a variações de temperatura. Além da sua eficiência na remoção de matéria orgânica e alguns nutrientes, principalmente Nitrogênio e Fosforo.

A escolha deste assunto tem como finalidade o estudo da eficiência apresentada pela macrófita aquática *Eichhornia crassipes* (aguapé) no sistema de wetlands construídos no tratamento de águas residuárias, para posterior aplicação desta metodologia no tratamento de diferentes efluentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A atual preocupação com o impacto ambiental decorrente do aumento na geração de efluentes e águas residuárias, gera a necessidade de procura por novas tecnologias e a busca por eficiência e baixo custo de métodos alternativos. Uma alternativa que vem sendo cada vez mais aplicada e estudada é o uso de plantas aquáticas no tratamento de efluentes, através de Wetlands construídos.

No Brasil, estes sistemas começaram a ser aplicados na década de 80. Segundo SALATI (2006) a primeira tentativa foi feita por SALATI, E. et al, (1982), com a construção de um lago artificial nas proximidades de um córrego altamente poluído (Rio Piracicamirim) na ESALQ (Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”), em Piracicaba.

2.1. Águas Residuárias

A interferência do homem, quer de uma forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui na introdução de compostos na água, afetando assim sua qualidade (VON SPERLING, 2005).

O tratamento dessas águas residuárias, provenientes de indústrias ou residências, pode ocorrer de forma biológica, em função dos tipos de organismos participantes do processo de tratamento, ou de forma físico-química, por tipo de poluentes removidos e tipos de tratamento com relação ao regime de tratamento visando principalmente a remoção de matéria orgânica (BITTENCOURT e PAULA, 2014).

Devido ao excesso de matéria orgânica lançada pelo homem, o sistema aquático torna-se favorável para a proliferação de bactérias aeróbias que consomem o Oxigênio Dissolvido (OD) em maior velocidade do que ele é incorporado à água. A diminuição do oxigênio disponível (anaerobiose) acaba por influenciar em toda cadeia trófica desse sistema, selecionando espécies adaptadas a baixas concentrações de OD e eliminando outras mais sensíveis, diminuindo a variedade das espécies nesse habitat (VON SPERLING, 2005*apud* FAISSAL, A. 2016).

Esse desequilíbrio do ecossistema, advindo da poluição por matéria orgânica principalmente contendo nitrogênio e fósforo, causa um grave problema chamado de eutrofização. Devido ao excesso de nutrientes e luz solar a atividade fotossintética aumenta levando a proliferação das plantas aquáticas, causando, além do desequilíbrio do ecossistema aquático, progressiva degeneração da qualidade da água, provocando problemas no

desenvolvimento de espécies aquáticas, mortalidade de peixes e vertebrados, reduzir a penetração de luz e aumentar a toxicidade da água por cianotoxinas e amônia (FAISSAL, A. 2016 ; COELHO 2017).

Para a remoção desses nutrientes, minimizar os riscos das águas residuárias e tornar o efluente aceitável a níveis químicos de legislação, tem-se buscado processos biológicos que não danifiquem o ambiente. Os wetlands construídos com a utilização de plantas macrófitas, pode ser considerado uma tecnologia simples, sendo um sistema robusto, de baixo custo e simplicidade de operação e manutenção (BRASIL;MATOS,2008, *apud* DOS SANTOS, B. S, et.al. 2016).

b) Legislação aplicada ao tratamento e disposição de efluentes

Os padrões e condições para o lançamento de efluentes em corpos hídricos são estabelecidos por resoluções de esfera nacional (CONAMA), estadual (CONSEMA), e ainda quando aplicável, para cada indústria de acordo com a atividade desenvolvida especificado na Licença de Operação (L.O).

A sistemática legal de recursos hídricos no Brasil foi construída em torno dos conceitos de classificação dos corpos d'água (rios, córregos, riachos, arroios, etc.). O ato de classificar um corpo hídrico possui como finalidade a definição do nível de qualidade de suas águas, que será avaliado por parâmetros e indicadores específicos de modo a assegurar seus usos principais.

Esses padrões e condições para o lançamento de efluentes, na esfera nacional, foi estabelecido pela resolução CONAMA nº 357 (2005) que estabelece em seu Artigo 34: “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

A resolução CONAMA nº 430 (2011) altera e complementa a resolução anteriormente citada e delega ao órgão ambiental a responsabilidade de determinar a carga poluidora máxima das substâncias que podem estar presentes no efluente de acordo com as diferentes atividades comerciais e industriais.

Cabe às fontes geradoras de efluentes atenderem esses padrões de lançamento previstos na Resolução CONAMA nº 430 (2011) ou em legislação mais exigente que eventualmente vigore no âmbito estadual, CONSEMA nº 357 (2017) “que dispõe sobre os

critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul”, também deverá ser observado se existe exigência de monitoramento por parte do órgão licenciador.

A Lei nº 9605 (BRASIL, 1998), que dispõe sobre crimes ambientais, caracteriza como crime o lançamento de resíduos líquidos que não estiverem de acordo com os padrões exigidos.

2.2. Wetlands

Os wetlands construídos são sistemas projetados para a utilização de plantas aquáticas (macrófitas) fixadas ou não em um substrato (areia, solo ou cascalho). São considerados filtros biológicos nos quais os microrganismos (aeróbios e anaeróbios) juntamente com as macrófitas aquáticas são os principais responsáveis pelo tratamento da água.

Esses sistemas foram desenvolvidos para efetuarem o tratamento de diferentes tipos de efluentes, visando principalmente a decomposição da matéria orgânica e a remoção ou transformação de nitrogênio e fósforo (COOPER; FINDLATER, 1990 *apud* ASSUNÇÃO, A. 2011). Nesse tipo de sistema, os poluentes são removidos pela combinação de processos físicos, químicos e biológicos, como a sedimentação, precipitação, adsorção de partículas, assimilação pelo tecido da planta e transformação bacteriana (BRIX; SCHIERUP, 1989 *apud* ASSUNÇÃO, A. 2011).

Segundo ZACARKIM (2006) o potencial de fitorremediação dos wetlands decorre da capacidade de absorção dos nutrientes pelas plantas uma vez que suas raízes oferecem um mecanismo de resistência a inundações e aumentam o tempo de retenção hidráulico. As plantas que demonstraram maior eficiência nesses sistemas foram as macrófitas aquáticas flutuantes e emersas, variando sua eficiência de acordo com cada espécie, além de ser influenciada pela temperatura, luminosidade, umidade relativa, entre outros fatores.

2.3. Macrófitas aquáticas

Segundo COELHO (2017) “Wearner e Clements (1938) foram os primeiros autores a mencionarem o termo ‘macrófitas aquáticas’, definindo-as como herbáceas que crescem na água em solos cobertos por água ou em solos saturados com água”

O termo macrófitas, segundo CRIPPA (2008) engloba vários tipos de plantas, dentre eles angiospermas, pteridófitas, briófitas, alguns grupos de macroalgas que se tornaram

adaptadas à vida totalmente ou parcialmente submersa em água, e assim, são principalmente classificadas de acordo com o habitat em que vivem ao invés de sua classificação taxonômica. Na Figura 1 a seguir, é possível visualizar a classificação das macrófitas aquáticas.

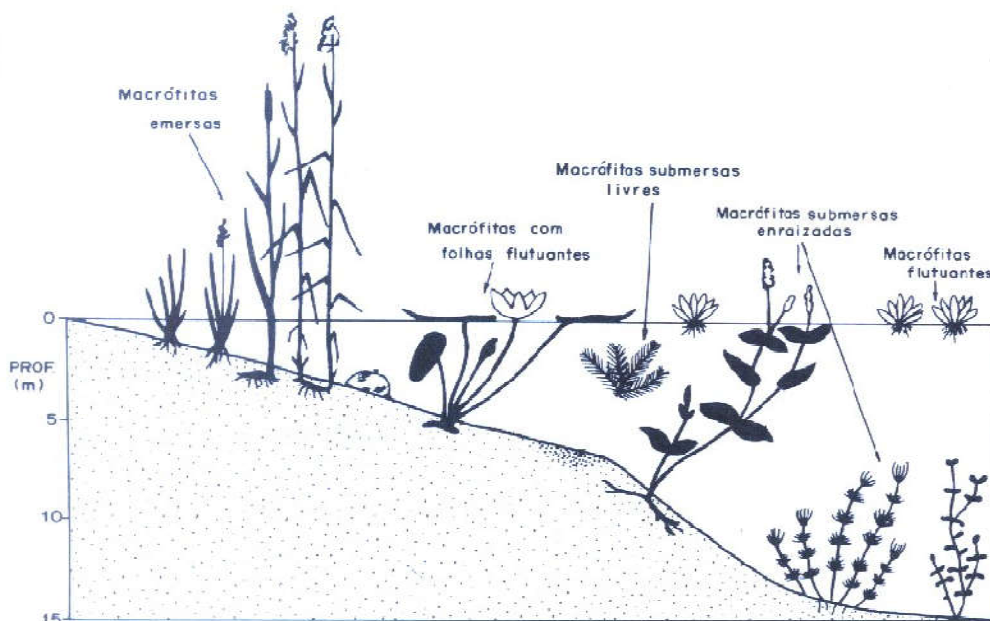


Figura 1: Classificação das macrófitas de acordo com ESTEVES (1998).

Fonte: MEES, 2006.

Segundo COELHO (2017) o uso de macrófitas aquáticas flutuantes tem destaque entre as tecnologias de tratamento de efluentes, devido seu potencial de remoção de nutrientes. “A eficiência da remoção de nutrientes em sistemas contendo macrófitas aquáticas depende do tipo da planta aquática, da sua taxa de crescimento, da concentração dos nutrientes na água e das condições físico-químicas da água, entre outros fatores”(MEES, 2006 pg. 11).

A espécie mais estudada e atualmente utilizada para o tratamento de águas residuárias é a *Eichhornia crassipes*, que pode receber diferentes nomes populares no Brasil, sendo conhecida como aguapé, baronesa, mururé, pavoá, rainha do lago, uapé, Jacinto d'água" e camalote (SALATI, 2006).

c) Aguapé (*E. crassipes*)

A aguapé é classificada como uma planta aquática flutuante livre, nativa da América do Sul e pertencente à família Pontederidaceae, que se reproduz por sementes (HOLM; YEO,

1980^{apud} COELHO, 2017), e possui características de robustez associada a uma grande capacidade de crescimento vegetativo (SALATI, 2006).

É uma planta que apresenta altura bastante variável, podendo ser de apenas 10 cm ou, em condições excepcionais de crescimento, chegar até 1 m. Geralmente o porte fica entre 15 e 40 cm (RODRIGUES, 2005). Segundo MEES (2006) diferentes autores citam uma faixa de temperatura ideal para o crescimento máximo das plantas aguapé, compreendida entre 20 e 30°C. A temperatura ótima para seu crescimento, segundo RODRIGUES(2005) está entre 28 e 30°C e pH entre 4 e 8. Não há produção e crescimento quando a temperatura vai além dos 40°C ou abaixo dos 10°C. Esta planta não sobrevive a excessiva salinidade, acidez ou estagnação.

Além da temperatura, outros fatores influenciam no crescimento dos aguapés como: a velocidade da água em que se encontram, quantidade de luz disponível, concentração de nutrientes (fósforo e nitrogênio), entre outros. Esses fatores, de acordo com CARR (1997)^{apud} MEES (2006), influenciam o processo de fotossíntese, respiração, evapotranspiração e degradação.

A aguapé além de realizar o tratamento da água, é um elemento importante no local onde habita, pois produz um sombreamento nas profundezas impedindo o crescimento de algas e, também, seu sistema radicular é responsável pelo impedimento da movimentação horizontal de material particulado presente na água (SALATI, 2006).

Essas plantas são conhecidas por sua habilidade de acumulação de poluentes, que pode ocorrer por interações físico-químicas ou por mecanismos dependendo do metabolismo (RUBIO et al., 2000^{apud} MEES, 2006). Segundo SALATI (2006) "a eficiência do aguapé na remoção de sólidos em suspensão está bem documentada", que ocorre através da sedimentação ou da adsorção no sistema radicular das plantas.

BEYRUTH (2004) ^{apud} MEES (2006) constatou em seu estudo que a *E. crassipes* possui um maior índice de mortalidade no período entre o outono e o inverno. No outono as plantas apresentaram-se em início de período de senescência, e no inverno atingiu seu grau máximo, com plantas secando, morrendo e decaindo. Ainda segundo BEYRUTH (2004)^{apud} MEES (2006), essa planta possui seu desenvolvimento máximo na primavera e no verão. Isso se dá principalmente pelas mudanças de temperatura das diferentes estações.

d) Aguapé no tratamento de águas residuárias

A utilização do aguapé para fins de tratamento de águas residuárias e efluentes é feita devido a sua capacidade de resistir a águas altamente poluídas com diferentes concentrações de nutrientes, pH, substâncias tóxicas, metais pesados e a variações de temperatura (ZACARKIM, 2006).

RODRIGUES (2005) realizou um experimento utilizando a aguapé (*E. crassipes*) com o objetivo de remoção de nutrientes, como Nitrogênio e Fósforo, em um efluente industrial de uma empresa metal-mecânica localizada na cidade de Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Esse efluente estudado por RODRIGUES (2005) passa por um tratamento físico-químico, após segue para uma lagoa de mistura completa onde passa por um tratamento biológico e segue para uma lagoa de polimento. Para o experimento foram realizados três níveis de recobrimento com aguapés, sem recobrimento, com 50% e totalmente recoberta.

Os valores médios anuais de eficiência de remoção obtidos nos diferentes níveis de recobrimento por aguapés, no experimento de RODRIGUES, estão apresentados na Tabela 1, a seguir.

Parâmetro	0% aguapés	50% de aguapés	100% de aguapé
Sólidos Suspensos (%)	20,3	23,8	15,2
DQO (%)	54,5	44,8	37,6
Nitrogênio Kjeldahl (%)	50,0	77,0	64,5
Fósforo Total	55,1	60,5	56,7
Óleos e Graxas	27,3	44,4	63,6
Ferro	15,3	26,4	13,3

Tabela 1: Resultados de remoção obtidos por RODRIGUES (2005).

RODRIGUES (2005) observa que a lagoa sem aguapés apresentou o melhor resultado em relação ao parâmetro DQO. A lagoa com 50% de recobrimento de aguapés apresentou os melhores valores em relação à sólidos suspensos, nitrogênio Kjeldahl e fósforo total. A lagoa totalmente recoberta de aguapé apresentou os melhores resultados em relação à remoção de óleos e graxas.

Por fim RODRIGUES (2005) conclui que o uso de aguapés é uma alternativa viável no polimento de efluentes do setor metal-mecânico, auxiliando na remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), apresentando sucesso nas condições climáticas de Caxias do Sul, RS.

Outro estudo realizado com aplicação de aguapés no tratamento de águas residuárias foi desenvolvido por COELHO (2017), que realizou um experimento com três espécies de macrófitas aquáticas flutuantes, dentre elas a aguapé *E.crassipes*, para testar a remoção de elementos químicos. O efluente utilizado foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Botucatu, no Estado de São Paulo.

COELHO (2007) pode concluir que o aguapé (*E.crissipes*) obteve a maior produção de biomassa, maior acúmulo de elementos químicos e grande potencial no polimento de efluente de esgoto tratado. A aguapé demonstrou melhor desempenho na redução de concentração dos elementos na água residuária, podendo este ser observado na Tabela 2 abaixo.

Nutriente	Eficiência (%)
Nitrogênio (N)	90,4
Fosforo (P)	96,0
Potássio (K)	95,6
Magnésio (Mg)	97,0
Enxofre (S)	28,7
Sódio (Na)	49,5

Tabela 2: Eficiências de remoção do aguapé no experimento de COELHO (2017).

3. METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida utilizando as ferramentas de busca online “Google Acadêmico”, “Scielo” e “Ebsco” utilizando os seguintes descritores: wetlands, wetlands construídos, macrófitas aquáticas, *Eicchornia crassipes*, aguapé, fitorremediação e tratamento de esgoto com plantas aquáticas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de wetlands construídos com aguapés para o tratamento de águas residuárias tem apresentado destaque em relação a outras plantas macrófitas aquáticas, com eficiência na remoção de matéria orgânica e alguns nutrientes.

Isso pode ser comprovado através dos estudos e experimentos referenciados no artigo, com destaque para os de RODRIGUES (2005) e COELHO (2017), onde é possível concluir

que a utilização da *Eichhornia crassipes* apresenta resultados significativos na remoção de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, para efluentes domésticos e efluentes industriais.

Em estudos futuros propomos a realização de um experimento com a aplicação de wetlands construídos utilizando o aguapé (*E. crassipes*) no tratamento de diferentes efluentes industriais, para que seja comprovada e analisada a eficiência desta planta quando exposta a diferentes condições de poluição e diferentes concentrações de poluentes.

5. REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, Argos W. **Tratamento de efluentes de piscicultura utilizando sistema tipo wetland povoado com espécies de macrófitas aquáticas de três tipos ecológicos diferentes.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista – Centro de Aquicultura. Jaboticabal, São Paulo, 2011.

BITTENCOURT, Claudia; PAULA, Maria Aparecida Silva de. **Tratamento de água e efluentes: fundamentos de saneamento ambiental e gestão de recursos hídricos**, 1. Ed. São Paulo: Érica, 2014.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>.
Acesso em: 19 jun. 2018.

_____. Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L9605.htm>.
Acesso em: 19 jun. 2018.

CARVALHO, Eduardo B. et al. **Pós-tratamento de águas residuárias de suinoculturas em “wetlands” construídos.** Simpósio de Tecnologia Sucroenergética e de Biocombustíveis, Ciência e Tecnologia: Fatec – JB, Jaboticabal, 2013.

COELHO, José C. **Macrófitas aquáticas flutuantes na remoção de elementos químicos de água residuárias.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu – SP, 2017.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

_____. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

CRIPPA, Liziane B. **Macrófitas Aquáticas das Lagoas do Litoral Médio e Sul do Rio Grande do Sul, Brasil.** Monografia apresentada para o Curso de Ciências Biológicas da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul – RS, 2008.

DOS SANTOS, Bruna Souza et al. **Avaliação da Eficiência de Um Sistema de Tratamento por Wetland Construído Aplicado ao Efluente de um Frigorífico de Suínos.** Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 37, n. 2, p. 13-22, Londrina – PR, 2016.

FAISSAL, André Abou. **Sistema construtivo alternativo para wetland de fluxo horizontal empregado no tratamento de esgoto de restaurante universitário.** TCC do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina – PR, 2016.

MEES, Juliana B. **Uso de aguapé (*Eichhornia crassipes*) em sistema de tratamento de efluente de matadouro e frigorífico e avaliação de sua compostagem.** Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2006.

NASCIMENTO, L. et al. **Validação de um modelo de dimensionamento de wetlands de macrófitas aéreas para separação água-óleo.** XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), Florianópolis – SC, 2014.

RODRIGUES, Rodrigo S. **Avaliação do desempenho da lagoa de polimento da indústria metal-mecânica AGRALE S/A, Caxias do Sul – RS.** TCC de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre – RS, 2005.

SALATI, Eneas. **Controle de qualidade de água através de sistemas de wetlands construídos.** Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS, Rio de Janeiro – RJ, 2006.

SALATTI, Eneida; **Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas.** Biológico, São Paulo – SP, 2003.

SANTOS, Alexandre A. **Sustentabilidade ambiental da criação de camarões de água doce e uso de aguapé no tratamento dos efluentes.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista – Centro de Aquicultura, Jaboticabal – SP, 2012.

SANTOS, Estéfani J.; BARCELOS, Beatriz R. **Wetland artificial de subsuperfície para tratamento do lixiviado oriundo do aterro controlado do Jóquei – DF.** XI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos – ABES, Brasília – DF, 2014.

SOUSA, J. T., HAANDEL, A. VAN DE; SILVA, P. R.; GUIMARÃES, A. V. A. **Pós tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas “wetlands” construídos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.1, p.87-91, 2000.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias;** vol. 1). Belo Horizonte: DESA-UFGM, 452p. 2005.

ZACARKIM, Carlos E. **Uso de sistema wetland construído no pós-tratamento de efluentes de curtume.** Dissertação de Pós-Graduação em Agronomia – Nível de Mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon – PR, 2006.