

PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTE DA SUINOCULTURA

Jakeline Marcela Azambuja de Freitas, Carlos Eduardo Weirich, Guilherme Wolff Bueno, Aldi Feiden (Orientador/UNIOESTE), Wilson Rogério Boscolo (Orientador/UNIOESTE), e-mail: jakelinemarcela@hotmail.com

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Engenharias e Ciências Exatas - Toledo – PR.

Palavras-chave: bioacumulação, efluentes agroindustriais, plantas aquáticas.

Resumo

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a produção de biomassa das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata* e *Hydrocotyle ranunculoides*, no tratamento de efluente da suinocultura. O experimento foi conduzido em uma estufa para crescimento de plantas em 20 recipientes com 10 L da mistura água + efluente, (proporção 1:3), perfazendo 4 espécies e 5 repetições. Foram avaliados os parâmetros de peso final, comprimento de raiz, comprimento de parte aérea e ganho de biomassa de cada unidade experimental. As composições do tecido vegetal das macrófitas obtiveram valores médios de 14,63; 20,19 e 85,6% de matéria seca, proteína bruta e cinzas, respectivamente. A *E. crassipes* demonstrou-se mais eficiente na produção de biomassa em relação a *P. stratiotes*, *S. auriculata* e *H. ranunculoides* no tratamento de efluente da suinocultura.

Introdução

As macrófitas aquáticas são plantas herbáceas que originalmente eram vegetais terrestres, porém ao longo de sua evolução sofreram modificações adaptativas para colonizar ambientes aquáticos (Cancian, 2007). Estes vegetais podem colonizar os mais diferentes habitats desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos podendo ser classificadas em submersas, emergentes, com folhas flutuantes e flutuantes livres (Esteves, 1998).

As hidrófitas desempenham diversas funções ecológicas sendo consideradas as mais produtivas dentre as comunidades existentes. Algumas espécies apresentam elevada capacidade em assimilar e estocar nutrientes, o que justifica suas altas taxas de produção primária e importante participação no fluxo de energia (Camargo et al., 1983). Funcionam como base da cadeia alimentar e promovem habitats para muitos organismos bem como refúgio de peixes e outros animais (Araújo et al., 2007).

No Brasil as macrófitas flutuantes mais estudadas são as espécies aguapé (*Eichhornia crassipes*), o alface ou repolho d'água (*Pistia stratiotes*)

e a salvinia (*Salvinia auriculata*). Estas espécies são as mais reportadas (Thomaz, 2002) e amplamente distribuídas em todos os trópicos (Lorenzi, 2000; Kissmann, 1991). O gerânio *Hydrocotyle ranunculoides* é uma erva flutuante encontrada na América tropical e subtropical, que cresce em solo úmido e em águas ricas em fosfato (POTT & POTT, 2000).

Estas plantas aquáticas podem ser utilizadas como atenuadoras do processo de eutrofização em decorrência da sua capacidade de remover, degradar ou isolar substâncias tóxicas do ambiente (LIMA, 2005). Segundo Granato (1995), a utilização destas plantas como “agente purificador” justifica-se pela intensa absorção de nutrientes e pelo seu rápido crescimento, além do fato de oferecer facilidades de sua retirada das lagoas bem como possibilidades de aproveitamento da biomassa colhida.

O lançamento de efluentes agroindustriais em rios, lagos e reservatórios em função do aumento das atividades agrícolas, industriais e urbanas, têm levado estes corpos límnicos a uma condição de desequilíbrio. Este fato requer das indústrias o estabelecimento de medidas que minimizem o impacto ambiental (PELIZER et al., 2007).

A cadeia produtiva da suinocultura gera resíduos desde a criação até a industrialização. O efluente líquido gerado antes de ser disposto no ambiente, normalmente é tratado por meio de sistemas de lagoas de estabilização que, na maioria das vezes, não retiram por completo o excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, provocando sérios problemas de eutrofização (REIDEL et al., 2005). No entanto para a remoção de macronutrientes (N e P) ainda há necessidade de se aprimorar alternativas eficientes para a remoção da carga orgânica. Uma das possíveis medidas a ser tomada e de baixo custo de implantação é a utilização de macrófitas aquáticas, que têm demonstrado bastante êxito no tratamento de efluentes. Naime & Garcia (2005), em estudo realizado utilizando-se plantas enraizadas no tratamento de efluentes agroindustriais, observou uma redução entre 79 e 89% de nitrogênio e 54 e 72% de fósforo com a utilização destes vegetais.

Diversos estudos relacionados com a produtividade primária de macrófitas aquáticas têm demonstrado que a produtividade destes vegetais está diretamente relacionado à temperatura, luminosidade e com a disponibilidade de nutrientes. Camargo et al. (2003), em estudo objetivando verificar a taxa de crescimento de macrófitas aquáticas flutuantes, observou que as maiores taxas de crescimento foram observadas em ambientes ricos em nutrientes.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção de biomassa das macrófitas *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata* e *Hydrocotyle ranunculoides* submetidas ao tratamento de efluente da suinocultura.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado na UNIOESTE – Campus Toledo, em uma estufa para crescimento de plantas do tipo arco, com 35 m de comprimento,

8 m de largura e 6 m de altura máxima, coberta com polietileno transparente de 0,15 mm de espessura e sombrite. O estudo foi conduzido com quatro espécies de macrófitas aquáticas, *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata* e *Hydrocotyle ranunculoides*, coletadas em sistemas naturais não poluídos no Centro de Pesquisa em Aqüicultura Ambiental – CPAA - do Instituto Ambiental do Paraná, em Toledo, durante o período de 15/10 a 15/11/2008. As plantas utilizadas apresentaram peso médio inicial de 25,53g e foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, em 20 recipientes com capacidade de 13L, contendo 10L da mistura de água + efluente na proporção de 1:3 (1 litro de efluente para 3 litros de água). O efluente utilizado foi proveniente de uma suinocultura da região.

Foram avaliados os parâmetros de peso, comprimento de raiz, comprimento de parte aérea. Ao final do experimento as plantas foram removidas das unidades experimentais para determinação do peso final (PF), comprimento de raiz final (CRF), comprimento de parte aérea final (CPAF), ganho de biomassa (GP) e ganho de biomassa por dia (GD).

Os parâmetros físico-químicos da água, pH, condutividade elétrica (mS cm^{-1}) e oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), foram mensurados semanalmente e a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) do ar e da água monitorada diariamente às 9 e 16 horas. Para determinação do fósforo total, ortofosfato, amônia, nitrito e nitrato seguiram-se o proposto pela *Standard methods for the examination of water and wastewater* (2005). Os teores de proteína, matéria seca e matéria mineral de cada unidade experimental foram avaliados ao final do experimento segundo as metodologias descritas pela AOAC (2000).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância a nível de 5% de significância, em caso de diferença foi aplicado teste de Tukey pelo programa estatístico SAEG (UFV, 1997).

Resultados e Discussão

Os parâmetros físico-químicos da água apresentam-se na Figura 1, onde valores do efluente diluído de suinocultura obtiveram valores médios de $2,26 \text{ mg L}^{-1}$ de P-total e $1,15 \text{ mg L}^{-1}$ de ortofosfato. De acordo com Manhães (1996) estão abaixo das características químicas dos dejetos de suínos avaliados pela Embrapa que cita valor médio de 320 mg L^{-1} de P-total. Isto relaciona-se a diluição feita que teve como objetivo simular as lagoas de decantação que devem ser dimensionadas e instaladas após as esterqueiras que derivam seus afluentes nos tributários. Segundo a resolução nº 357/05 do CONAMA as águas residuárias, após tratamento e lançamento nos corpos d'água receptores, devem atender à valores de no máximo $0,15 \text{ mg L}^{-1}$. Tal fato, demonstra a necessidade da diluição e utilização de estratégias que minimizem os altos valores de nutrientes lançados pelos dejetos animais. Sendo uma das principais estratégias o uso de macrófitas para remoção do excesso destes nutrientes. Os valores de amônia, nitrato e nitrito foram de 0,11; 0,33; $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ respectivamente (Figura 1).

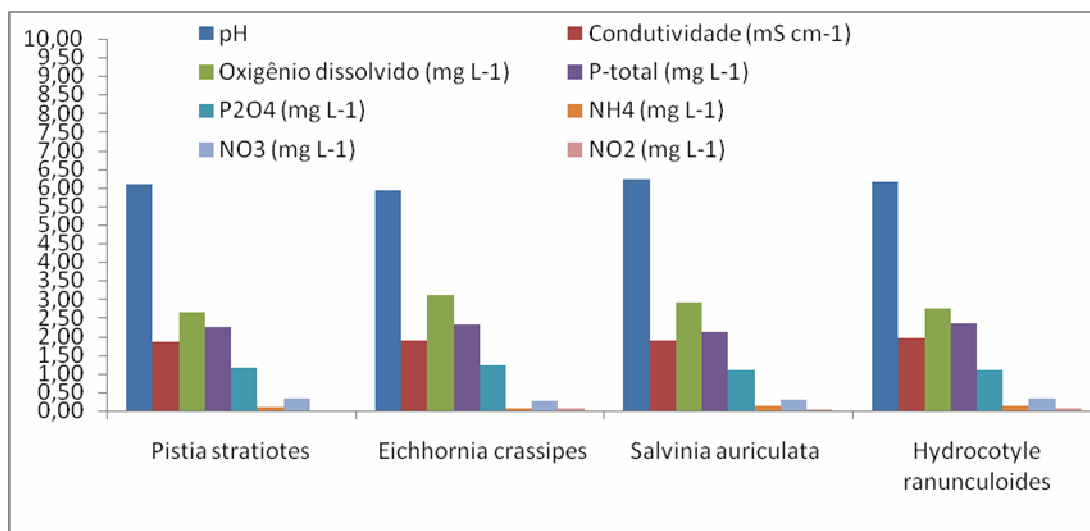


Figura 1 - Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água avaliada no período experimental.

Estes resultados diferem daqueles encontrados por Henry-Silva & Camargo (2008) no efluente tratado com *E. crassipes* e *P. stratiotes*. Line & Chen (2003) salientam que o nitrito é considerado um produto intermediário da amônia dentro do processo de nitrificação bacteriana da amônia ou da desnitrificação do nitrato. Com isso, as variáveis físico-químicas da água podem ter apresentado oscilação durante o período avaliado. Nunes et al. (2005) recomendam níveis inferiores a 1 mg L⁻¹ e para Boyd (2001), a concentração máxima de nitrito aceitável é de 0,3 mg L⁻¹ para ambientes utilizados no cultivo de animais aquáticos ou dessedentação animal, assim sendo, os resultados do experimento encontram-se dentro dos níveis aceitáveis.

As temperaturas médias do ar e da água durante o período experimental apresentaram valores de 22,97 ± 4,23 e 20,63 ± 4,21 °C, respectivamente. Os valores médios de pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.

A condutividade elétrica variou de 1,87; 1,9; 1,88 e 1,94 mS cm⁻¹ para alface d'água, aguapé, salvinia e gerânio, respectivamente. Estes valores encontram-se próximos aos observados por Reidel (2004), que avaliando a eficiência da remoção de nutrientes da *E. crassipes* no tratamento de efluente da lagoa de polimento final de um frigorífico de abate de suínos e aves, obteve valores semelhantes para o tempo de detenção hidráulica de 7 dias, em torno de 1,90 mS cm⁻¹.

O pH não apresentou variações acentuadas entre os tratamentos. Segundo Duarte et al. (2001), o pH de efluentes brutos sempre apresentam valores levemente alcalinos, sendo que por processos de oxidação biológica tendem a se reduzir. O tratamento que apresentou o menor valor de pH foi de 5,96 para o aguapé. Estes valores diferem daqueles encontrados por Gentelini et al. (2008), que no tratamento de efluente com *E. crassipes* e *Egeria* encontraram valores superiores aos observados no presente estudo

de 6,79; 6,96; 6,72; para o *E. crassipes* e 6,95; 6,98 e 6,98 para *Egeria*, nos tempos de detenção de 4, 8 e 12 h, respectivamente.

Em relação ao oxigênio dissolvido, verificou-se uma variação de 2,65 a 3,1 mg L⁻¹ entre os tratamentos. Segundo Esteves (1998) concentrações baixas de oxigênio dissolvido podem ser explicadas em decorrência do consumo pela decomposição da matéria orgânica, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos. Estes valores encontram-se próximos daqueles observados por Reddy et al. (1985) que em sistemas de tratamento de efluente com *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *Hydrocotyle umbellata* as concentrações foram de 2,4 a 3,9 mg L⁻¹.

Os valores de produção de biomassa, comprimento de raiz final e comprimento de parte aérea final estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de peso final (PF), ganho de biomassa (GP), comprimento de raiz final (CRF), comprimento da parte aérea final (CPAF) e ganho diário de biomassa (GD) das macrófitas avaliadas para o tratamento de efluente da suinocultura.

Parâmetros	Macrófitas				CV(%)
	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Salvinia auriculata</i>	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	
PF (g/m ²)	49,21b	63,43a	52,78ab	12,12c	16,04*
GP (g/m ²)	24,21b	38,43a	27,78ab	-12,88	37,04*
CRF (cm)	3,60b	15,87a	0,12c	0,22c	29,11*
CPAF (cm)	3,29b	20,98a	0,16c	4,60b	25,88*
GD (g/m ²)	0,81b	1,28a	0,93ab	-0,43c	37,04

*Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Em relação ao ganho de biomassa, a *E. crassipes* demonstrou-se mais eficiente para produção de biomassa de 14,22; 10,65 e 25,55 g/m² em relação a *P. stratiotes*, *Salvinia auriculata* e *H. ranunculoides*, apesar da temperatura da água apresentar-se abaixo do ideal para o desenvolvimento da *E. crassipes*, que segundo Pedralli (1996) situa-se na faixa de 25 e 31 °C. Gentelini et al. (2008), avaliando a produção de biomassa de *E. crassipes* e *E. densa* em sistema de tratamento de efluente de piscicultura orgânica em três tempos de detenção hidráulica, obtiveram a melhor produção de biomassa para a *E. crassipes* com temperatura média de 18,7 °C. Segundo Camargo et al. (2003) a temperatura é uma variável que influencia diretamente a produção de biomassa e a taxa de crescimento de macrófitas aquáticas. De acordo com Záková et al. (1994), a temperatura apresenta-se como o fator mais limitante para o desenvolvimento das plantas em climas temperados, o que explica seu crescimento excessivo em climas tropicais. Entretanto Cancian (2007) cita que as macrófitas apresentam um grande espectro de adaptação às diversas temperaturas e ambientes.

Henry-Silva & Camargo (2008) utilizando *E. crassipes* e *P. stratiotes* no tratamento de efluente de carnicultura, também obtiveram maior ganho de biomassa para a *E. crassipes*, e recomenda-se a utilização destas macrófitas nos sistemas de tratamento de efluentes em decorrência da sua grande eficiência, pois segundo estes autores os teores de nitrogênio

e fósforo do efluente tratado com a utilização da *E. crassispes* e a *P. stratiotes*, apresentaram redução nas concentrações destes macronutrientes.

O *H. ranunculoides* apresentou déficit de -12,88 g/m² de biomassa. Este fato pode estar relacionado à decorrência do maior valor médio de condutividade elétrica (1,94 mS cm⁻¹) observado entre os tratamentos. Para Martins et al. (2005) o aumento da condutividade elétrica pode estar relacionado à liberação de nutrientes durante o processo de decomposição da planta e conseqüente disponibilização de sais para a água. A redução do *H. ranunculoides* pode estar associada ao baixo teor de fósforo no efluente, pois de acordo com Pott & Pott (2000) esta espécie tem o melhor desenvolvimento, no ambiente natural com altos teores de fósforo.

O comprimento de raiz final e comprimento de parte aérea final da *Eichhornia crassipes* mostrou-se mais eficiente quando avaliado sua significância a 5% em relação as demais macrófitas avaliadas. Segundo Romitelli (1983) plantas que apresentam sistema radicular longo são indicadores de mínimos valores de nutrientes não havendo efeito poluidor, enquanto que plantas com sistema radicular curto e pouco volumoso indicam alta poluição orgânica.

Estes resultados não diferem dos encontrados por Lima (2005), onde a *E. crassispes* apresentou maior massa fresca da parte aérea e raízes em relação a *Pistia stratiotes*. Este autor explica que esta superioridade da *E. crassispes* pode estar associada a decorrência desta macrófita ser um vegetal usualmente de raiz longa e conseqüentemente tem capacidade de explorar diretamente maior volume de água enquanto que a *Pistia stratiotes* apresenta raízes menores, em torno de 20 a 30 cm de comprimento.

Na Tabela 2 a matéria seca (MS) da *E. crassispes* foi superior com valor de 4,16% e as médias das outras plantas aquáticas representaram 3,49%. Segundo Esteves (1998) as macrófitas aquáticas possuem teor de água elevado variando de 85-95% do peso seco, justificando os resultados obtidos.

Em relação ao teor de proteína não houve diferença significativa entre as diferentes espécies de macrófitas aquáticas. Os valores de proteína bruta foram inferiores aos encontrados por Henry-Silva (2006) que obtiveram 12,45% MS e 15,02% MS para *E. crassispes* e *P. stratiotes* no efluente de carcinicultura tratado com ambas espécies.

Tabela 2 - Composição da matéria seca (MS), proteína bruta (PBMS) e cinza (CZMS) ambas com base na matéria seca submetidas ao efluente da suinocultura.

Parâmetros	Macrófitas				CV(%)
	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Eichhornia crassispes</i>	<i>Salvinia auriculata</i>	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	
MS	3,53b	4,16a	3,39b	3,55b	6,84*
PBMS	5,41a	6,87a	5,23a	2,68a	47,17 ^{ns}
CZMS	22,50b	19,88bc	17,33d	25,90a	8,00*

*Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Segundo este mesmo autor, em relação ao teor de matéria mineral, os valores foram de 17,09% e 18,95% para a *E. crassipes* e o *P. stratiotes* respectivamente, valores estes inferiores aos obtidos neste estudo. O autor estabelece que o alto teor de cinzas é decorrente principalmente das incrustações de CaCO_3 , o que limita o uso de macrófitas como forragem. Para animais ainda salienta que valores elevados de matéria mineral tendem a diminuir a porcentagem de matéria orgânica, reduzindo o valor nutritivo destes vegetais.

Contudo, a utilização de macrófitas aquáticas torna-se uma estratégia para a remoção de cargas orgânicas de efluentes agroindustriais com baixo valor de implantação e elevado retorno econômico e ambientalmente sustentável.

Conclusões

A macrófita aquática *Eichhornia crassipes* apresentou maior peso final, ganho de biomassa, ganho de biomassa diário, comprimento de raiz e comprimento da parte aérea em relação aos demais vegetais avaliados quando submetidas ao tratamento de efluentes da suinocultura.

Referências

- Araújo, T.O.; Nascimento, P.R.F.; Pereira, S.M.B. Comparação da biomassa da planta aquática daninha *Salvinia molesta* Mitchell registrada na região metropolitana do Recife e Zona da Mata de Pernambuco, Brasil. In: Anais VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG. 2007.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Horwitz, W. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17 ed. Arlington: AOAC Inc., vol. 1 e vol.2, 2000.
- Boyd, C. E. Parâmetros de qualidade da água: fósforo total. *Revista da ABCC*. 2001, v. 3, n. 3, p. 34-36.
- Camargo, A. F. M.; Pezzato, M. M.; Henry-Silva, G. G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: Thomaz, S. M. & Bini, L. M. *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. 2003, Editora da Universidade Estadual de Maringá. Cap.3, p. 59 – 83.
- Camargo, A.F.M.; Ishii, I. H.; Esteves, F. A. Liberação de compostos orgânicos e inorgânicos para a coluna d'água durante o processo de decomposição de duas espécies de macrófitas aquáticas tropicais. In Anais do III SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, São Paulo, 1983, p. 87-99.
- Cancian, L. F. Crescimento das macrófitas aquáticas flutuantes *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta* em diferentes condições de temperatura e fotoperíodo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, 2007.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação e diretrizes ambientais para o

enquadramento dos corpos de água superficiais, condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 25 de fev. de 2009.

Duarte, M. A. C.; Pereira, E. H. N.; Ceballos, B. S. O. Avaliação comparativa da eficiência de três sistemas de tratamento de esgotos domésticos, em Natal – RN. In Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, 2001.

Esteves, F.A. *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

Gentelini, A.L.; Gomes, S.D.; Feiden, A.; Zenatti, D.; Sampaio, S.C.; Coldebella, A. Produção de biomassa das macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Egeria densa* (egeria) em sistema de tratamento de efluente de piscicultura orgânica. *Semina: Ciências Agrárias*. 2008, v. 29, n.2, p. 441-448.

Granato, M. Utilização do aguapé no tratamento de efluentes com cianetos. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995. (Série Tecnologia Ambiental, 05).

Guimarães, G.L. Impactos do controle de macrófitas aquáticas com herbicidas 2,4 D em mesocosmo. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 2003.

Henry-Silva, G.G.; Camargo, A.F.M. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluente de aquicultura. *Planta Daninha*. 2006, v. 24, n. 1, p. 21-28.

Henry-Silva, G.G.; Camargo, A.F.M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2008, v. 37, n. 2, p. 181-188.

Henry-Silva, G.G.; Camargo, A.F.M. Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluente de aquicultura. *Acta Scientiarum*. 2002, v. 24, n. 2, p. 519-526.

Júnior, A.M.L.; Soares, D.Z.; Guimarães, A.A.; Bianchi, J.L.; Rezende, L.D.; Oliveira, G.M. Sistema de tratamento alternativo de efluentes utilizando macrófitas aquáticas: um estudo de caso do tratamento de efluentes frigoríficos por *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes*. *Caminhos de Geografia Uberlândia* v. 8, n. 23 Edição Especial p. 8 – 19. Disponível em <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. > Acesso em 18 de fev.2009.

Kissmann, K.G. Plantas Infestantes e Nocivas. Tomo I. Ed. BASF Brasileira S.A. –Indústrias Químicas – São Paulo, 1991.

Lima, M.R. Atributos de solos e macrófitas aquáticas flutuantes: uma contribuição à sustentabilidade agrícola e ambiental na bacia do rio Iraí (PR). Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, 2005.

Line, Y. C.; Chen, J. C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. 2003, *Aquaculture*, Amsterdam, 224:193-201.

- Lorenzi, H. Plantas Daninhas do Brasil – terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 2000, Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Nova Odessa – São Paulo, 3ª Ed.
- Manhães, F. C. Resultados de análises laboratoriais do Centro Nacional de pesquisa de Suínos e Aves. 1996, Concórdia. (consulta). Disponível em<http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/7_PauloArmando_agua.pdf> Acesso 18 de fev. 2009.
- Mees, J.B.R. Uso do aguapé (*Eichhornia crassipes*) em sistema de tratamento de efluentes de matadouro e frigorífico e avaliação de sua compostagem. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2006.
- Martins, A. T. ; Pitelli, R. A. Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos. *Planta Daninha*. 2005, v. 23, n°2, p. 233-242.
- Naime, R.; Garcia, A.C. Utilização de enraizadas no tratamento de efluentes agroindustriais. *Estudos tecnológicos*. 2005, Vol. 1, n° 2, p. 9-20.
- Nunes, A. J. P., Gesteira, T. C. V., Oliveira, G. G., Lima, R. C.; Miranda, P. T. C.; Madrid, R. M. Princípios para boas práticas de manejo na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará. 2005, Instituto de Ciências do Mar (Labomar/ UFC). Programa de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Estado do Ceará, 109 p.
- Pedralli, G. Aguapé: biologia, manejo e uso sustentado. *Estudos de Biologia*.1996, v.4, n. 40, p. 33-53.
- Pelizer, L. H.; Pontieri, M. H.; Moraes, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. *J. Technol. Manag. Innov.* 2007, vol. 2 , Issue 1, p. 118-127.
- Pott, V. J.; Pott, A. Plantas Aquáticas do Pantanal. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. (Corumbá, MS). – Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia. 2000, 404p.
- Reddy, K.R.; Debuk, T.A. Nutrient removal potencial of selected aquatic macrophytes. *Journal of Environmental Quality*. 1985, v.14, n.4, p. 459-462.
- Reidel, A.; Damasceno, S.; Zenatti, D.C.; Samapio, S.C.; Feiden, A.; Queiroz, M.F. Utilização de efluente de frigorífico, tratado com macrófita aquática, no cultivo de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2005, v.9, (Suplemento), p.181-185.
- Reidel, A. Pós-tratamento de efluentes de agroindústria em sistema com aguapé *Eichhornia crassipes* (Mart. Solms) e sua utilização na piscicultura. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2004.
- Romitelli, M. S. Remoção de fósforo em efluentes secundários com emprego de macrófitas aquáticas do gênero *Eichhornia*. *Rev. DAE*. 1983, v. 43, n°133, p. 66-88.
- Tavares, F.A. Eficiência da *Lemna sp* no tratamento de efluentes líquidos de suinocultura e sua utilização como fonte alternativa de alimento para

tilápias. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

Thomaz, S.M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. *Planta Daninha*. 2002, v. 20, n.especial, p. 21-33.

Universidade Federal de Viçosa. SAEG Sistema para análises estatísticas e genéticas. 1997, Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário).

Zàková, Z.; Palát, M.; Kocková, E.; Toufar, J. Is it realistic to use water hyacinth for wastewater treatment and nutrient removal in Central Europe? *Water Science Technology*. 1994, v.30, n.8, p. 301-311.