

Produção de biomassa do aguapé em efluente de suinocultura sob diferentes níveis de sombreamento

JULIANA MARA COSTA^{1*}; CARLOS EDUARDO WEIRICH²; WILSON ROGÉRIO BOSCOLO³; ALDI FEIDEN⁴

¹Engenheira agrônoma, mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo/PR, doutoranda em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu/SP. E-mail: juh_agro87@yahoo.com.br. *Autor para correspondência

²Biólogo, mestre em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Marechal Cândido Rondon/PR

³Zootecnista, doutor em Produção Animal pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), professor adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo/PR. E-mail: wilsonboscolo@hotmail.com

⁴Engenheira agrônoma, doutor em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), professor adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo/PR. E-mail: aldifeiden@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção de biomassa do aguapé (*Eichhornia crassipes*) Martius & Solms, em quatro diferentes níveis de sombreamento, cultivado em efluente de suinocultura. O sistema foi composto por 20 baldes, com volume útil de 8 L. O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro níveis de sombreamento (0%, 30%, 50% e 75%), em cinco repetições cada. Foram mensuradas as variações e/ou adições de matéria seca - MS (%), proteína bruta na matéria seca - PB (%), cinza na matéria seca - CZ (%), o ganho de biomassa - GB (kg), variação no número de plantas (VNP), do comprimento da parte submersa e aérea, e para o efluente, realizou-se a análise de fósforo total (PT) e nitrogênio total (NT) inicial. Os resultados foram significativos para variação de número de plantas, apresentando a melhor resposta o tratamento sem sombreamento. Na quantificação de CZ e MS, sendo os maiores valores obtidos no tratamento de 75% e 50%, respectivamente, e na taxa de oxigênio dissolvido (OD), o maior índice corresponde ao tratamento sem sombreamento. A produção de biomassa não sofreu influência da redução do nível de luminosidade, porém o número de plantas foi maior no tratamento com 0% de sombreamento.

Palavras-chave: efluente, eutrofização, macrófitas, *Eichhornia crassipes*.

ABSTRACT

Biomass production of water hyacinth in different levels of shading

This study aimed to assess the biomass of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Martius & Solms in four different levels of shade, grown in swine effluent. This system was consisted of 20 buckets, with a volume of 8 L. It was completely randomized design with four shading levels (0%, 30%, 50% and 75%) in five replicates. It was measured the variations and / or additions of dry matter (%), crude protein in dry matter - crude protein (%), ash in dry matter - CZ (%), the gain of biomass - GB Daily - GBD (Kg) variation in the number of plants (VNP), length of root and shoot, and the effluent was conducted on the analysis of total phosphorus (TP) and total nitrogen (TN) home. The results were significant to the variation of plants number showing the best response to treatment without shading. In the measurement of CZ and MS, the highest value has been obtained in the treatment of 75% and 50% respectively, and the rate of dissolved oxygen (DO), the highest index corresponds to the treatment without shade. Biomass production

was not affected by reducing the level of, but the number of plants was greater in treatment with 0% shading.

Keywords: effluent, eutrophication, macrophytes, *Eichhornia crassipes*.

INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico, a exploração e/ou utilização indiscriminada da água promovem o aumento no volume de água residuária, a qual, sob falta de planejamento, preconiza o processo de deterioração e, muitas vezes, por excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, gera a eutrofização dos recursos hídricos. A eutrofização consiste no excesso de nutrientes nos leitos de rios e lagos, promovendo o crescimento desordenado de algas e plantas aquáticas, e ainda, gerando altos índices de mortalidade de peixes (HUSSAR & BASTOS, 2008).

A poluição ambiental por dejetos suínos é um problema que vêm se agravando na suinocultura moderna. Diagnósticos recentes têm mostrado um alto nível de contaminação dos recursos hídricos que abastecem os meios rurais e urbanos (DIESEL et al., 2002). Conforme Dartora et al. (1998), a causa principal da poluição nas regiões com altas concentrações de suínos é que grande parte dos dejetos é lançada no solo, sem critérios, e em cursos d'água, sem um tratamento prévio adequado.

De acordo com Belli Filho et al. (2001), dentre as principais consequências da produção suinícola indiscriminada e da ausência de controle ambiental pelos órgãos responsáveis, destacam-se a degradação ambiental pela contaminação das águas, a poluição por nitrogênio e fósforo, tanto do solo quanto dos corpos hídricos e a presença de microorganismos enteropatógenos.

Um método de tratamento de águas residuárias que vem se mostrando eficiente e economicamente viável, apresentando baixo custo de implantação e manutenção, é a utilização de plantas aquáticas, que por sua vez, cuja ação pode dar-se de diferentes formas, no caso do aguapé (*Eichhornia crassipes*) Martius & Solms, totalizam-se quatro formas, sendo três através de suas raízes, ocorrendo a filtração de partículas suspensas, a absorção de metais pesados ou outros elementos tóxicos ou ainda, pela atividade bacteriana na sua área radicular, através da oxidação de compostos orgânicos, e uma pela parte aérea, onde há a oxigenação da água através da transferência de oxigênio do ar para a água (ROQUETE PINTO et al., 1992).

O desenvolvimento vegetativo de plantas aquáticas está relacionado a diversos fatores (BIUDES & CAMARGO, 2008), dentre os quais se destaca a temperatura, sendo que este fator influencia a velocidade das reações químicas destes vegetais (KIRK, 1994) de forma diretamente proporcional, havendo uma faixa ideal de temperatura para cada espécie.

A quantidade e a caracterização da luz no local de desenvolvimento das plantas são de fundamental importância, pois é em função destes que os vegetais realizam adaptações e ajustes no aparelho fotossintético, visando o uso da luminosidade disponível de forma mais eficiente (ALMEIDA et al., 2004). Assim, outro condicionante à produção primária vegetal é a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), uma vez que controla sua capacidade fotossintética também de forma diretamente proporcional (COSBY et al. 1984), até uma faixa limitante individual, de cada espécie.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção de biomassa da macrófita aquática aguapé (*E. crassipes*) em quatro diferentes níveis de sombreamento, cultivado em efluente de suinocultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de verão, nos meses de fevereiro e março, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, no município de Toledo/PR. O mesmo foi conduzido ao ar livre, sem cobertura ou lonas laterais, garantindo assim, condições ambientais normais.

No sistema experimental, foram utilizados 20 baldes plásticos com volume de oito litros, divididos em quatro tratamentos, de 0%, 30%, 50% e 75% de sombreamento, tendo, cada

um dos tratamentos, cinco repetições. Para os tratamentos de diferentes níveis de sombreamento, utilizou-se uma porção de sombrite de 0,9 m²/balde.

O efluente utilizado foi proveniente de suinocultura localizada no município de Três Bocas/PR, a qual apresenta um sistema de tratamento de dejetos de suínos denominado BSI - Biosistema Integrado. Tal sistema é composto por dois biodigestores, um tanque de sedimentação, dois tanques para criação de algas e um tanque destinado a piscicultura, o qual recebe o efluente tratado. As coletas de efluente foram realizadas em um dos tanques de criação de algas, tomando-se o cuidado para coletar sempre do mesmo ponto, com o intuito de evitar possíveis alterações na composição do efluente utilizado no experimento.

O efluente coletado passou por uma diluição prévia antes de ser utilizado de duas partes de água e uma de efluente, a fim de garantir a sobrevivência das espécies utilizadas, uma vez que as plantas não resistiram ao efluente puro, devido ao excesso de carga nutricional que apresentou teor de nitrogênio total de 0,49 mg L⁻¹ e o fósforo total apresentou teor de 3,14 mg L⁻¹. A determinação do nitrogênio e fósforo total do efluente foi realizada pelos procedimentos descritos segundo Standart Methods (APHA, 1992).

A macrófita aquática utilizada foi o aguapé (*E. crassipes*), devido à sua grande capacidade de produção de biomassa e de retenção de substâncias nitrogenadas e fosfatadas. As plantas utilizadas foram coletadas no CPAA (Centro de Pesquisa em Aquicultura Ambiental), transportadas até o local do experimento com disposição de água para evitar o stress hídrico, posteriormente depositadas em tanques com volume de 25 m³. Esse processo foi realizado 30 dias antes da instalação do sistema, para permitir a adaptação biológica das espécies ao novo ambiente (ZACARKIM et al., 2007). As plantas apresentaram valores iniciais de parte submersa de 5,21±1,25 cm e aérea de 9,43 ± 0,57 cm.

Na instalação do experimento, as plantas foram retiradas dos tanques de adaptação e separadas, ao acaso, ao número de três por baldes, quando foram coletados os dados individuais de comprimento das partes submersa e aérea de todas as plantas utilizadas no experimento, obtendo-se a média deste valor.

Ao final do experimento, as plantas foram separadas em parte submersa e aérea e lavadas com água deionizada. Após este processo as plantas foram novamente medidas, utilizando um paquímetro, quanto ao comprimento das partes submersa e aérea.

Para os procedimentos analíticos, foram coletadas amostras das plantas iniciais e finais ao período experimento, as quais foram previamente desidratadas em estufa de ventilação forçada, por 24 h a 55 °C de temperatura, para serem moídas em triturador, acondicionadas em embalagens plásticas, para posterior análise em relação ao desenvolvimento vegetativo (biomassa seca) e químico, procedimento realizado no início e no final do experimento, abrangendo a quantificação, em porcentagem, de proteína bruta (PB), matéria seca (MS), cinzas (CZ), nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT), ambas de acordo com as normas analíticas da *Association of Official Analytical Chemists – AOAC* (1990).

Para a determinação de matéria seca realizou-se dessecação de uma amostra com peso conhecido até peso constante, à 105 °C, segundo ref. 650.56. A determinação do nitrogênio total deu-se pelo processo de digestão Kjeldahl, utilizando o fator de transformação de nitrogênio em proteína de 6,25, segundo a AOAC (1990), ref. 94025 e a quantificação de cinzas foi realizada por incineração completa dos compostos orgânicos em mufla, a 550 °C.

As temperaturas do ar e da água de cada unidade experimental foram aferidas três vezes ao dia (8 h, 12 h e 16 h), utilizando termômetro de coluna de mercúrio, e a partir de seus valores, fez-se a média das temperaturas por tratamento de sombreamento em seus respectivos períodos de aferição.

O pH, a condutividade elétrica e o oxigênio dissolvido da água residuária diluída (duas partes de água para uma de efluente) utilizada no experimento, foram medidos semanalmente por potenciometria, utilizando um pHmetro modelo HI 8314, marca HANNA Instruments, oxímetro modelo YSI 550A, marca HSI Incorporated e condutivímetro marca HANNA Instruments, modelo HI9033.

Para a pesagem das plantas utilizou-se uma balança digital modelo ELP-25, da marca BALMAK.

Realizou-se análise de variância dos fatores de variação do número de plantas, variação do comprimento da parte submersa e aérea, ganho de biomassa (peso da biomassa final menos a inicial), nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), comprimento da parte submersa (CRAÍZ) e aérea (CPA), proteína bruta na matéria seca (PBMS), cinza na matéria seca (CZMS) e a variação na temperatura média da água nos diferentes tratamentos, ambos submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SAEG (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de número de plantas final (NPF), variação do número de plantas (VNP), ganho de biomassa (GB), comprimento da parte submersa final (CPSF), variação do comprimento da parte submersa (VCPS), comprimento de parte aérea final (CPAF), variação do comprimento de parte aérea (VCPA), proteína bruta (PB), cinzas (CZ) e matéria seca (MS) estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Parâmetros de desenvolvimento e composição centesimal do aguapé *Eicchornia crassipes* submetido a diferentes níveis de sombreamento utilizando efluentes de suinocultura.

Parâmetros	Tratamento				CV(%)
	0%	30%	50%	75%	
Número de plantas final	10,0a	8,0ab	5,5b	6,0b	21,08*
Varição do número de plantas	7,0a	5,0ab	2,5b	3,0b	35,53*
Ganho de biomassa	85,63a	66,09a	56,96a	52,07a	27,95ns
Comprimento da parte submersa final	8,43a	7,40a	5,96a	6,88a	27,9ns
Varição do comprimento da parte submersa	2,36a	0,87a	1,71a	2,85a	112,56ns
Comprimento de parte aérea final	8,66a	8,00b	8,36a	9,08a	10,81*
Varição do comprimento de parte aérea	0,37a	0,94a	1,26a	1,07a	120,88ns
Proteína bruta (%)	21,54a	21,70a	23,69a	25,12a	13,50ns
Cinzas (%)	18,43b	20,40a	18,98a	20,81a	5,51*
Matéria Seca (%)	5,18ab	4,46a	5,41b	4,79ab	0,40*

*Letras distintas na mesma linha diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A utilização de sombreamento de 50% e 75% promoveu redução no número de plantas final e na variação do número de plantas se comparados com os demais tratamentos.

Observa-se diferença significativa para o tratamento de 0% com relação aos de 50% e 75%, constatando-se uma redução de 4,5% e 4%, respectivamente, para os tratamentos de 50% e 75% de sombreamento, se comparado ao tratamento sem sombreamento. Este resultado pode representar uma baixa tolerância do aguapé ao sombreamento, porém, não ao nível de provocar mortalidade, sendo que ambos os tratamentos apresentaram acréscimo de número de plantas.

Para o ganho de biomassa não houve variação significativa entre os tratamentos, e assim, os diferentes níveis de sombreamento não afetaram o desenvolvimento das plantas. Desse modo, o não sombreamento diferiu apenas no NPF e na VNP com relação aos tratamentos de 50% e 75%, sendo que para os parâmetros de biomassa (GB, GBD, CPSF e CPAF) não houve diferença significativa.

Apesar de não haver diferença significativa para a VCPA, acredita-se que há uma relação positiva entre o aumento do sombreamento e o estiolamento das plantas, fato devido à necessidade das mesmas por luminosidade adequada ao seu desenvolvimento, o que justifica o

alto coeficiente de variação (CV). Uma vez que o metabolismo do aguapé está voltado para seu crescimento vegetativo, em comprimento de parte aérea, pode haver redução de translocação de nutrientes e energia para processos de propagação em número de indivíduos, resultando em um baixo número de plantas final.

Os níveis de luz e de temperatura influenciam diretamente o crescimento de macrófitas aquáticas. De acordo com Cosby et al. (1984), a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) é essencial à produção primária de macrófitas aquáticas, uma vez que controla a fotossíntese destes vegetais, assim, as taxas fotossintéticas das macrófitas aumentam com o aumento da RFA, até o nível de saturação, onde pode ocorrer estabilização ou regressão deste processo, reduzindo o nível de acúmulo. No caso do presente experimento.

Este resultado pode representar boa tolerância do aguapé ao sombreamento, pois todos os tratamentos apresentaram acréscimo de número de plantas, se comparado ao número inicial. Esteves (1998), concluiu que a produtividade das macrófitas aquáticas está relacionada diretamente a três fatores: quantidade de nutriente disponível, fatores climáticos e intensidade luminosa incidente e segundo Wetzel (2001), a eficiência das principais atividades metabólicas vegetais, fotossíntese, fixação de carbono e respiração, são diretamente relacionadas à luz e à temperatura.

Para o comprimento da parte submersa, os maiores valores foram verificados nos tratamentos de 75% e 0%, porém, sem diferenças significativas. Quando se analisa o comprimento de parte aérea, os tratamentos que apresentaram maiores crescimentos foram os de 50 e de 75%, porém sem diferença significativa. Observou-se tendência da maior intensidade de sombreamento permitir o aumento do sistema radicular, porém, sem diferença estatística. Apesar desta tendência ter sido observada, os resultados não apresentaram valores com diferenças significativas entre si.

A proteína bruta apresentou o maior valor, de 25,12%, no tratamento de 75%, porém, para ambos os tratamentos, não houve diferença significativa. Quando se compara os dados de proteína bruta no final do experimento com o inicial (14,92%), verifica-se um incremento desta variável bromatológica nos tecidos vegetais em ambos os tratamentos, sendo o maior acréscimo correspondente a 68,36%.

O maior teor de cinza foi verificado para as plantas que foram submetidas à sombreamento de 75%, apresentando 20,81%.

Para a taxa de matéria seca, o maior valor foi encontrado no tratamento com 50%, sendo este de 5,41%. Houve diferença significativa apenas entre os tratamentos de 30%, com 4,46% de teor de matéria seca, e o tratamento de 50%, sendo estes, o menor e o maior, respectivamente. Comparando os valores finais com o inicial, de 9,55%, verifica-se que houve redução da matéria seca em todos os tratamentos. Isto pode ser devido à alta concentração de nitrogênio no efluente, este um importante constituinte de proteínas, e está relacionado diretamente à promover um aumento na produção primária de macrófitas aquáticas (THOMAZ et al., 2006), porém sem acréscimo na porcentagem de matéria seca.

O fósforo é considerado um dos principais elementos promotores da eutrofização de rios e córregos (BRAGA, 2006), sendo que no efluente utilizado a concentração foi de 3,14 mg L⁻¹, portanto acima do valor permitido pela Res.357/05-CONAMA (2005), que para corpos hídricos classe II, em ambientes com fluxo intermediário, é de 0,050 mg L⁻¹. Como houve aumento na biomassa, pode-se concluir que esse índice, mesmo alto, não impediu o acúmulo de biomassa, não interferindo no desenvolvimento vegetativo do aguapé.

A média do pH durante o período experimental mostrou-se alcalino, com média de 7,6, e a condutividade variou de 0,24 à 0,26 mS cm⁻¹ sem haver diferenças entre os tratamento durante todo o período experimental.

A taxa de oxigênio dissolvido mostrou-se decrescente conforme o aumento do nível de sombreamento, apresentando maior valor sem sombreamento, com 7,26 mg L⁻¹, e o menor valor a 75%, com 4,91 mg L⁻¹, apresentando diferença significativa entre o tratamento com 0 e 30% se comparados ao de 75%.

Segundo Assis (2004), a taxa de oxigênio dissolvido varia de acordo com a temperatura da água, de forma inversamente proporcional, à medida que a temperatura aumenta o OD reduz, e com a pressão atmosférica, de maneira diretamente proporcional.

Uma possível causa da discordância entre os resultados do experimento e da bibliografia citada é o fato de que o saldo de radiação entre os tratamentos deu-se de forma equivalente, uma vez que o maior sombreamento promova redução da entrada de ondas da radiação solar, mas ao mesmo tempo, dificulta a reflexão das que já foram absorvidas, como é o caso das partículas em suspensão na atmosfera da Terra com relação ao efeito estufa (RIGHI, 2008).

Por outro lado, a reduzida concentração de oxigênio dissolvido também pode estar relacionada ao sombreamento da coluna d'água, que inibe o desenvolvimento fitoplanctônico e a decomposição da matéria orgânica (MO) aderida ao sistema radicular da planta, reduzindo o nível de OD (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2008).

CONCLUSÕES

Os níveis de sombreamento não afetaram a produção de biomassa, mas sim o número de plantas ao final do experimento, o que mostra que as plantas reduziram sua propagação vegetativa em função do sombreamento, mas a concentração de nutrientes no efluente permitiu que em todos os tratamentos a *E. crassipes* pudesse utilizar os nutrientes para produção de biomassa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.P.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; ZANELA, S.M.; VIEIRA, C.V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.83-88, 2004.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. Washington, (D.C): 1990. 1.015p.

APHA – American Public Health Association. **Standart Methods for the examination of water and wastewater**. Washington, (D.C): APHA, 1992.

BELLI FILHO, P.; CASTILHOS, A. B.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. 2001. Tecnologias para o tratamento de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.166-170.

BIUDES, J.F.V. ; CAMARGO, A.F.M. Estudos dos fatores limitantes à produção primária por macrófitas aquáticas. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p.7-19, 2008.

BRAGA, E.A.S. **Determinação dos compostos inorgânicos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e fósforo total, na água do açude Gavião, e sua contribuição para a eutrofização**. 2006. 29p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

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: 12 mar. 2009.

COSBY, B.J.; HORNBERGER, G.M.; KELLY, M.G. Identification of photosynthesis-light models for aquatic systems: II. Application to a macrophyte dominated stream. **Ecological Modeling**, v.23, n.1-2, maio, p.25-51, 1984.

DARTORA, V.; PERDOMO, C.C.; TUMELERO, I.L. **Manejo de dejetos de suíno**. Boletim informativo BIPERES, Concórdia – SC: Embrapa Suínos e Aves; EMATER – RS, n. 11. p. 1-3, mar 1998.

DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Boletim informativo Embrapa. CNPSA, 31p., Concórdia, 2002.

ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, 2008.

HUSSAR, G.J.; BASTOS, M.C. Tratamento de efluente de piscicultura com macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista de Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.3, p.274-285, 2008.

KIRK, J.T.O. **Light and photosynthesis in aquatic ecosystems**. Cambridge: University Press, Cambridge, 1994. 509p.

RIGHI, E.Z.; MILLER, A.L.; COSTA, J.M. Evolução da temperatura do ar nos últimos 35 anos nas regiões de Palotina/PR e de Cascavel/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA , 15., 2008, São Paulo, SP, 2008.

ROQUETE PINTO, C.L.; PEREIRA, C.E.B.; BARROCAS, P.R. Utilização de planta aquática Jacinto d'Água para remoção e recuperação de mercúrio de efluentes industriais. In: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2., 1992, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, 1992. p.290-303.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997. p.150.

THOMAZ, S.M.; PAGIORO, T.A.; BINI, L.M.; MURPHY, K.J. Effects of reservoir drawdown on biomass of three species of aquatic macrophytes in a large sub-tropical reservoir (Itaipu, Brazil). **Hydrobiologia**, Bélgica, v.570, p.53-59. 2006.

WETZEL, R. A. **Limnology lake and river ecosystems**. California: Academic Press, California, 2001. 1006p.

ZACARKIM, C.E.; GOMES, S.D.; QUIÑONES, F.R.E.; PALÁCIO, S.M.; WELTER, R.A. Avaliação de sistema wetland construído no pós tratamento de efluente de curtume. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG, 2007.