

Potencial de Uso de Plantas Aquáticas na Despoluição da Água



República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

***Ministério da Agricultura, Pecuária e
Abastecimento***

Marcus Vinicius Pratini de Moraes
Ministro

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Conselho de Administração***

Márcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast

José Honório Accarini

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal

Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Bonifácio Hideyuki Nakasu

José Roberto Rodrigues Peres

Diretores

Embrapa Gado de Corte

Antonio Batista Sancevero

Chefe-Geral



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-3747

Dezembro, 2002

Documentos 133

Potencial de Uso de Plantas Aquáticas na Despoluição da Água

Vali Joana Pott
Arnildo Pott

Campo Grande, MS
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte

Rodovia BR 262 Km 4, CEP 79002-970 Campo Grande, MS

Caixa Postal 154

Fone: (67) 368 2064

Fax: (67) 368 2180

<http://www.cnpgc.embrapa.br>

E-mail: sac@cnpgc.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Cacilda Borges do Valle*

Secretário-Executivo: *Liana Jank*

Membros: *Antonio do Nascimento Rosa, Arnildo Pott, Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima, Ezequiel Rodrigues do Valle, José Raul Valério, Liana Jank, Maria Antonia Martins de Ulhôa Cintra, Rosângela Maria Simeão Resende, Tênisson Waldow de Souza*

Supervisor editorial: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

Revisor de texto: *Sylvia Odinei Cesco*

Normalização bibliográfica: *Maria Antonia M. de Ulhôa Cintra*

Capa: *Paulo Roberto Duarte Paes*

Foto da capa: *Vali Joana Pott*

Editoração eletrônica: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

1ª edição

1ª impressão (2002): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Gado de Corte.

Pott, Vali Joana

Potencial de uso de plantas aquáticas na despoluição da água / Vali Joana Pott, Arnildo Pott. – Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2002.

25 p. ; 21 cm. – (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1517-3747 ; 133)

ISBN 85-297-0149-6

1. Planta aquática. 2. Água - Tratamento. I. Pott, Arnildo. II. Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS). III. Título. IV. Série.

CDD 628.162 (21. ed.)

© Embrapa 2002

Autores

Vali Joana Pott

Bióloga, M.Sc., CRB-1 N^o 03074/01-D, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, Km 4, Caixa Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. Correio eletrônico: vjpot@cnpgc.embrapa.br

Arnildo Pott

Engenheiro-Agrônomo, Ph.D., CREA N^o 19.587 8^a Região, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, Km 4, Caixa Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. Correio eletrônico: apott@cnpgc.embrapa.br

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução	10
Escolha de espécies para despoluição	14
Cuidados com a introdução de plantas	16
Construção ou revegetação de áreas úmidas (brejos)	16
Tanques para despoluição	16
Teste de espécies promissoras	17
Comunidades de lemnáceas	17
Espécie individual	17
Conjunto de espécies	17
Exemplos do uso de plantas aquáticas despoluidoras	17
Aplicação de lemnáceas na Índia	17
Tratamento de efluentes com leitos cultivados de <i>Typha</i> e <i>Eleocharis</i> no Brasil	18
Avaliação do sistema	19
Remoção e uso do excesso de plantas	19
Utilização da biomassa	20
Considerações finais	20
Referências bibliográficas	21

Potencial de Uso de Plantas Aquáticas na Despoluição da Água

Vali Joana Pott

Arnildo Pott

Resumo

A água é um bem limitado, razão da crescente preocupação com os recursos hídricos e a qualidade ambiental. A poluição é um sério problema que impacta nascentes e cursos d'água, havendo necessidade urgente de pesquisas de tratamento e de preservação. Uma das formas de tratamento de esgoto é a utilização de filtros biológicos, com brejos construídos, ou de lagoas com plantas aquáticas. Tanques com plantas aquáticas assim como brejos agem como filtros de poluentes, ajudando a devolver a água limpa aos mananciais. Algumas plantas despoluidoras são sugeridas pela sua capacidade de retirar da água nutrientes e substâncias tóxicas, dando condições favoráveis para a base alimentar nos ecossistemas aquáticos. Lemnáceas ou lentilhas d'água são muito usadas no caso das águas servidas (esgoto), pela capacidade de se propagarem rapidamente e de retirarem substâncias tóxicas da água. Outras plantas eficientes são o aguapé (*Eichhornia crassipes*), a alface-d'água (*Pistia stratiotes*), a orelha-de-onça (*Salvinia auriculata*) e a taboa (*Typha domingensis*). A biomassa produzida pelas macrófitas pode ter vários fins, como forragem para animais (peixes, suínos, aves etc.), adubo orgânico, indústria, obtenção de biogás, entre outros. As lemnáceas podem ser utilizadas até como alimento humano, rico em proteína.

Palavras-chave: esgoto, hidrófitas, lemnáceas, lentilhas-d'água, plantas aquáticas, plantas despoluidoras, tratamento de águas servidas.

Potential Utilization of Aquatic Plants for Wastewater Treatment

Abstract

*Water being a limited resource, there is an increasing concern for water and environmental quality. Pollution is a serious problem which threatens springs and rivers, there being research needed on treatment and conservation. One form of wastewater treatment is the utilization of biological filters, through constructed wetlands and ponds with aquatic plants. Ponds of aquatic macrophytes and swamps play a role of filters for contaminants, helping to return clean water to the watershed. Some plants are suggested for their ability of nutrient and toxin uptake, plus giving support to the food chain of aquatic ecosystems. Lemnaceae or duckweeds are utilized in case of wastewater (sewage), for their ability of rapidly growing and of removing toxic substances from the water. Other efficient plants are water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), water lettuce (*Pistia stratiotes*), water fern (*Salvinia auriculata*) and cattail (*Typha domingensis*). Biomass produced by macrophytes can have various uses, such as animal feed (fish, pigs, poultry, etc.), organic fertilizer, industrial raw material, biogas, etc. Duckweeds may be used even as human food, rich in protein.*

Keywords: *aquatic plants, duckweeds, hydrophytes, lemnaceae, macrophytes, sewage treatment.*

Introdução

O recurso água está sendo cada vez mais valorizado e valorado, pois é um bem limitado. A criação da Agência Nacional de Águas – ANA – é um indicativo da importância da água e da preocupação do Brasil com essa questão. Mesmo cidades que eram consideradas bem providas de água já têm problemas com abastecimento, pelo aumento de demanda *versus* redução de mananciais por falta de proteção adequada da cobertura do solo e contra poluição. Na “Declaração Universal dos Direitos da Água”, da Organização das Nações Unidas – ONU, consta que a água não deve ser poluída nem envenenada, pois faz parte do patrimônio do planeta (www.ambientebrasil.com.br/). O ano de 2003 é o ano internacional da água doce.

Os brejos e as áreas alagáveis, antes considerados imprestáveis e insalubres, vêm tendo seu papel reconhecido como vital na conservação dos recursos hídricos, na mitigação de inundações, como filtro de poluentes e na estabilidade da biosfera, da qual depende toda vida. A flora aquática cumpre um papel importante na ecologia dos ecossistemas aquáticos (Amaral & Bittrich, 2002). As plantas afetam a química da água por assimilação de nutrientes e substâncias tóxicas (Esteves & Camargo, 1986), providenciando condições favoráveis a inúmeros organismos aquáticos como moluscos, artrópodos e perifiton, constituindo ainda a base da rede alimentar destes organismos (Esteves, 1988; Pott & Pott, 1997).

As zonas úmidas estão sujeitas a graves pressões antrópicas, que ameaçam sua biodiversidade, devido à drenagem, por serem consideradas improdutivas (Mereles et al., 1992). Muitas vezes, a especulação imobiliária é uma ameaça muito grande para as áreas úmidas.

As veredas de buriti ao longo dos córregos estão seriamente ameaçadas com o desmatamento das encostas, na maioria das vezes causando o assoreamento destes córregos. Outra ameaça são certas estradas que atravessam veredas, afetando o sistema. As veredas são brejos com minadores de água, portanto, água corrente, que faz com que estes ambientes sejam únicos. O solo é rico em matéria orgânica, funcionando como uma esponja. As veredas são formadas por um estrato gramíneo, contendo comunidades de gramíneas, ciperáceas (piri, tiriricas), eriocauláceas (sempre-vivas) (Ribeiro & Walter, 1998), xiridáceas, alismatáceas (chapéu-de-couro), melastomatáceas, lentibulariáceas (carnívoras,

com pequenas urnas para aprisionar microrganismos que vivem associados na lama) e outras, inclusive dróseras e orquídeas. A biodiversidade é alta, às vezes, com espécies nem conhecidas pela ciência. Uma das recomendações do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP (Brasil, 1997) para o planalto é a observância legal de conservação dos brejos, buritizais, nascentes, cachoeiras e cabeceiras de córregos.

A poluição aquática é um sério problema que impacta nascentes, cursos d'água e aquíferos, sendo urgente pesquisar medidas de tratamento e de prevenção, uma vez que as cabeceiras são áreas de proteção permanente e que têm grande importância como mananciais e na conservação de bacias hidrográficas.

A poluição pode ser de vários tipos e ter origem rural, urbana e industrial. A poluição rural é causada por agrotóxicos, carga de sedimentos e resíduos orgânicos (esterco). A urbana é basicamente de esgoto doméstico e de lixões, além de uma série de resíduos menos percebidos, como os de desgaste de pneus e de tintas de construções, de lavagem de carros (detergentes), dentre outras. A industrial é muito mais variada e intensa, também envolvendo substâncias químicas e orgânicas, contidas em esgoto de agroindústrias como frigoríficos, usinas de açúcar e álcool, e outros.

Os detergentes contêm hidróxido de sódio ou potássio, fósforo etc., que afetam a qualidade da água diretamente e secundariamente por meio do crescimento de algas que podem ser prejudiciais para uso humano e para a vida aquática. A carga orgânica forma um meio de cultura para moscas e mosquitos, além de microrganismos causadores de odores fétidos. São freqüentes as denúncias de mau cheiro e de proliferação de insetos próximos a lagoas de decantação de frigoríficos. Entretanto, despejar esse líquido no solo não é solução, apenas transfere o problema de local, de onde a água da chuva pode carregá-lo para o sistema fluvial e contaminar o lençol freático.

Uma das formas de tratamento de esgoto é a utilização de filtros biológicos, com brejos construídos (= leitos cultivados) e de lagoas com plantas aquáticas (National Academy of Sciences, 1976; Mitsch & Gosselink, 1993; Skillicorn et al., 1993; Valentim, 1999). Diversas plantas aquáticas têm alta capacidade de purificar água servida, efluentes e esgotos (Salati Filho et al., 1998; Skillicorn et al., 1993; Pedralli, 1999). Segundo Junk (1979), as plantas aquáticas flutuantes retiram os sais minerais da própria água para o seu próprio crescimento. Já

foi comprovado que, além da remoção de poluentes, as plantas aquáticas podem descontaminar a água de germes de doenças, reduzindo a população de patógenos (Niering, 1985; Skillicorn et al., 1993; Valentim, 1999), por meio dos microrganismos associados (perifiton), decompositores de substâncias orgânicas, e da absorção de produtos da decomposição e da oxigenação do sistema (Joyce, 1990). Segundo Sutton & Ornes (1975) e Lorenzi (1991), *Lemna* e *Spirodela* são consideradas excelentes filtros biológicos, uma vez que conseguem absorver 97% do ortofosfato de um lago raso em oito semanas, quando colhidas a cada semana.

Segundo Valentim (1999), as vantagens das plantas aquáticas no tratamento de efluentes, em comparação a um filtro convencional (de solo ou de pedras), são a estética e o apelo ecológico; o controle de mau odor, agindo como um biofiltro de odor, possibilitando instalação próxima à comunidade; o tratamento aeróbio e anaeróbio do efluente, retirando sólidos suspensos e microrganismos patogênicos; e o controle de insetos, por ação de plantas superficiais.

Algumas plantas, como por exemplo, a orelha-de-onça (*Salvinia* spp. – Fig. 1), possuem grande capacidade de remover e acumular metais pesados, como chumbo ou cádmio. Porém, quando contaminada não pode ser usada como alimento ou adubo (Amaral & Bittrich, 2002), pois o descarte dessa biomassa pode contaminar também o solo e a água subterrânea (Pitelli et al., 2002). Todavia, os metais pesados capturados podem ser reciclados.

Fig. 1. Orelha-de-onça, *Salvinia auriculata*.



Foto: Arnildo Pott

Infelizmente, o tratamento de águas residuais no Brasil ainda é muito incipiente (Valentim, 1999; Amaral & Bittrich, 2002), e ainda é muito pequena a utilização da alternativa de emprego de plantas aquáticas (Pedralli, 1999). A razão é que são raras as pesquisas sobre depuração biológica de águas com utilização de plantas aquáticas no Brasil. Em São Paulo, o Prof. Enéas Salati Filho (Universida-

de Estadual de São Paulo - Unesp) realizou pesquisas com o uso de macrófitas aquáticas para tratamento de esgoto (Salati Filho et al., 1998). Valentim (1999) testou leitos cultivados na Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, com *Typha* e *Eleocharis*, usando efluente de tanque séptico modificado com pedra britada como meio de suporte. Em Concórdia, SC, a Embrapa Suínos e Aves desenvolveu um sistema de tanques com aguapé (*Eichhornia crassipes* - Fig. 2), para tratamento de efluentes de pocilga (Oliveira, 1993; Bavaresco et al., 1996). Também a empresa americana Lemna Corporation atua em Santa Catarina (www.lemnatechnologies.com).

Foto: Arnildo Pott



Fig. 2. Aguapé, *Eichhornia crassipes*.

Criar ou restaurar ambientes aquáticos vai depender do objetivo. Também cria oportunidade em educação ambiental (Hagen, 1996; Grillas & Roché, 1997; Amaral & Bittrich, 2002), pois num lagunho uma criança pode observar um laboratório vivo de ecologia onde ocorrem vários processos, como estágios na sucessão vegetal e a fauna associada. Segundo Oliveira (1981), lentilhas d'água são úteis nos aquários de criação de peixes, onde, além de constituírem um ótimo refúgio, propiciam substrato para algas perifíticas que podem servir de alimento a alevinos. Rataj & Horemán (1977) também as sugerem para o uso em terrários aquáticos e paludários.

O problema atual de dengue também traz preocupações aos sanitaristas e à população. Diante disto, o controle do mosquito pode ser feito colocando-se, na água de tanques de tratamento, um inseticida biológico granulado, desenvolvido pela Embrapa Recursos Genéticos, que não afeta peixes (Dias, 1992) nem as plantas aquáticas, e monitorando a presença de *Aedes aegyptii* e outros mosquitos e moscas nos tanques.

Com o objetivo de colaborar para a conservação e a melhoria da qualidade ambiental, especialmente da qualidade da água, conseqüentemente da qualidade de vida e uma convivência mais harmônica com a natureza, este documento visa oferecer à sociedade subsídio para adoção de tecnologia alternativa de tratamento biológico de efluentes.

Escolha de espécies para despoluição

Todas as plantas aquáticas podem ser consideradas como despoluidoras. Existem espécies emergentes, flutuantes e submersas. Segundo Gopal (1987), entre as plantas aquáticas mais estudadas e eficientes está o camalote ou aguapé ou mureru (*Eichhornia crassipes*), que é uma planta flutuante livre ou enraizada no fundo quando alcança a margem. Várias lemnáceas ou lentilhas-d'água (Fig. 3 e 4), a taboa (*Typha domingensis* – Fig. 5), a alface-d'água (*Pistia stratiotes* – Fig. 6) e *Azolla* spp. também podem ser usadas.

Foto: Ulrike Nolte



Fig. 3. Lentilha d'água,
Lemna minuta.

Foto: Vail Joana Pott



Fig. 4. Lagoa com milhares de lentilhas d'água, *Lemna aequinoctialis*.

Foto: Arnildo Pott

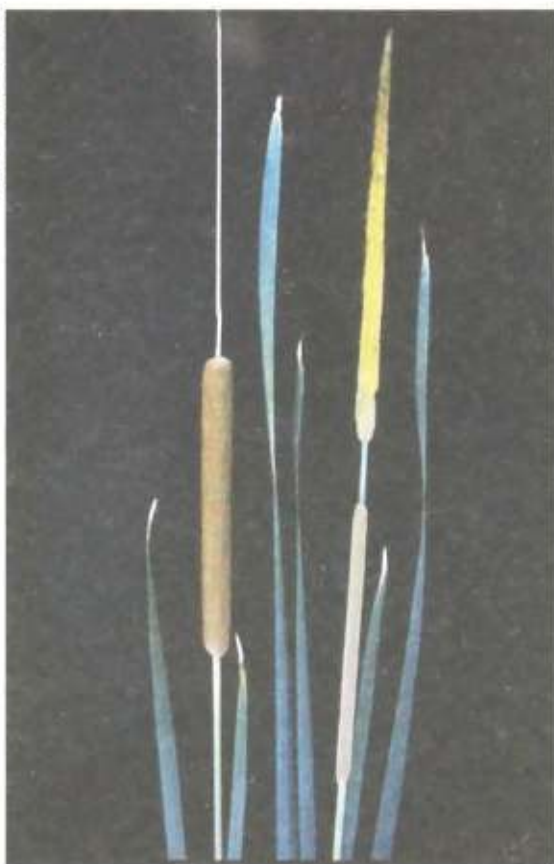


Fig. 5. Taboa, *Typha domingensis*.

Foto: Arnildo Pott



Fig. 6. Alface d'água, *Pistia stratiotes*.

As plantas flutuantes absorvem nutrientes da água enquanto as emergentes os retiram do solo (Mesléard & Perennou, 1996). Dependendo do tipo e quantidade de efluente, e da disponibilidade de terreno adequado, a despoluição da água pode ser feita por meio de leitos cultivados (= brejos) ou de tanques. Nos leitos cultivados, a água residuária pode ser despoluída por plantas enraizadas no solo, as emergentes, enquanto em tanques são utilizadas plantas flutuantes.

Cuidados com a introdução de plantas

Na escolha de espécies despoluidoras, deve-se procurar utilizar plantas aquáticas nativas, para não correr o risco de introdução de espécies exóticas de plantas e da fauna associada, que poderiam ser invasoras em ecossistemas aquáticos e eliminar as nativas, reduzindo a biodiversidade, pois propágulos poderiam ser carregados através da água (por exemplo, "tanner-grass" ou braquiária-d'água (*Brachiaria subquadripara*), no Pantanal, em solos argilosos).

Assim como as plantas têm importância ecológica, elas também podem causar problemas, como em reservatórios (Thomaz & Bini, 1999). O aguapé é tido como um dos grandes problemas de represas e canais, pelo crescimento exagerado (Kissmann, 1997).

Construção ou revegetação de áreas úmidas (brejos)

A espécie mais apropriada para brejos é a taboa (*Typha*), por ser uma espécie emergente. A taboa em condições favoráveis se desenvolve muito, causando problemas de superpopulação, que poderão ser resolvidos com a introdução de tilápia (Kissmann, 1997) ou carpa-capim, na lagoa. Economicamente, da taboa pode ser usada a fibra da folha para fabricação de cestos e esteiras, sendo a polpa usada na fabricação de papel e a penugem dos frutos para enchimento de salva-vidas ou isolamento térmico de paredes e muitas outras utilidades (Kissmann, 1997; Pott & Pott, 2000; Amaral & Bittrich, 2002). Valentim (1999) concluiu que *Eleocharis* (cebolinha) é ainda melhor do que *Typha*, em leitos cultivados para tratamento de esgoto doméstico.

Tanques para despoluição

Para tratamento de água em tanques, as plantas adequadas são flutuantes, como as lemnáceas, azola, alface-d'água, orelhas-de-onça e os aguapés. A alface-d'água (*Pistia stratiotes*), além de despoluir (Joyce, 1990), serve como fixadora de ovos de peixes na desova e de algas que servem de alimento a outras espécies (Berg, 1986). *Azolla* spp. é importante no processo de fixação de

nitrogênio pela alga *Anabaena azollae*, que vive a ela associada, entre as folhas (Pott & Pott, 2000).

No Brasil, existem 13 espécies de lemnáceas, das quais 9 ocorrem no Estado de Mato Grosso do Sul segundo levantamento realizado no Pantanal (Pott & Cervi, 1999; Pott & Pott, 2000). São as menores plantas com flor do mundo, e às vezes são confundidas com algas ou lodo. Na maioria das vezes, se propagam vegetativamente. Seu cultivo requer condições mais próximas às naturais, em local protegido do vento, com suprimento de água com nutrientes, por meio de fertilizantes orgânicos (esgoto) ou minerais (N, P, K). Elas duplicam a biomassa em 2-3 dias em condições ótimas, com pH 7-8 e temperatura entre 17,5°C-30°C (Skillicorn et al., 1993). As lemnáceas, além de despoluir, podem reduzir e até prevenir a proliferação de algas, de patógenos para saúde humana (Skillicorn et al., 1993) e de larvas de mosquitos, quando cobrem um corpo d'água. Buddhavarapu & Hancock (1991) observaram que a cobertura total do lago pelas plantas impossibilita a criação de mosquitos, por falta de luz.

Às vezes, as lemnáceas são confundidas com algas e podem, por isso, erroneamente ser consideradas prejudiciais aos peixes ou à qualidade da água. A diferença prática está na forma, pois algas são filamentos ou apenas uma camada muito fina ("nata") de coloração verde, às vezes vermelha, ao passo que lemnáceas são como pequenas folhas, de pelo menos 1 mm de espessura, algumas tendo uma raiz (*Lemna*) ou mais (*Spirodela*).

Teste de espécies promissoras

O essencial seria fazer testes de espécies promissoras, num sistema piloto, que cresçam bem no efluente e no clima local (não esquecer de coletar uma amostra para herbário, como testemunha para correta identificação das espécies e futuros estudos). Os propágulos devem ser coletados e colocados em tanque em casa de vegetação (telado), para testar facilidade de propagação. O teste de campo consiste em instalar na área apropriada próximo ao local, por exemplo: abaixo de um estábulo, ou de uma área de confinamento de gado, tanques ou valas com 30-50 cm de profundidade forradas com plástico quando o solo for permeável ou de alvenaria.

Comunidades de lemnáceas

As lemnáceas podem ser usadas individualmente ou associadas, segundo

observações de ocorrência em ambientes naturais e em cultivo.

Espécie individual

- *Lemna minuta* (Fig. 2)
- *Lemna aequinoctialis*
- *Spirodela intermedia*
- *Wolffia brasiliensis*

Conjunto de espécies

- *Lemna aequinoctialis* + *Wolffia brasiliensis* (Fig. 3)
- *Lemna aequinoctialis* + *Wolffia brasiliensis* + *W. columbiana*
- *Spirodela intermedia* + *Wolffiella lingulata*
- *Spirodela intermedia* + *Wolffiella oblonga*
- *Spirodela intermedia* + *Wolffiella lingulata* + *Lemna valdiviana* + *Wolffia columbiana*

Exemplos do uso de plantas aquáticas despoluidoras

Aplicação de lemnáceas na Índia

Segundo o "Informativo fonte d'água" (22/2/2001), na Índia são produzidos 15 milhões de m³ de esgoto/dia, com o princípio de que não contém apenas resíduos, mas também elementos nutritivos. Desde 1994, são depuradas águas servidas. Em Cuttack, Orissa, onde há 700 mil habitantes, foi criada, pelo Instituto Central de Aqüicultura de Água Doce em 1986, com ajuda da Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) – FAO, uma Estação de Tratamento de Esgotos com Aqüicultura de lemnáceas e peixes, custando apenas US\$ 38 mil. Uma estação de tratamento convencional custaria quase o quádruplo.

Essa estação tem capacidade para tratar o esgoto de 11 mil pessoas, ou 1 milhão de litros de esgoto/dia, sendo usado um tanque de 0,5 ha, cuidado por dois homens. É feito um tratamento inicial com lemnáceas, passando para tanques de carpas e camarões de água doce. Após cinco dias, a água é usável na agricultura, mas não potável. Há coliformes fecais nas vísceras e brânquias dos peixes, mas não nos músculos. A venda dos peixes após 8-12 meses compensa os custos e ainda resolve problemas ambientais.

Tratamento de efluentes com leitos cultivados de *Typha* e *Eleocharis* no Brasil

Valentim (1999) testou e avaliou durante 4,5 meses um sistema de fluxo subsuperficial de tratamento de águas residuárias mistas, com vazão média de 225 L/dia, através de 3 leitos quadrados e 3 retangulares, de 4 m² cada e de 60 cm de altura, de alvenaria, com fundo de brita, cultivados com as plantas emergentes *Typha* (taboa) e *Eleocharis* (cebolinha), em que esta foi mais vigorosa e mais eficiente do que aquela na redução de sólidos suspensos (mais de 90%), de coliformes fecais (59% a 97%), e de nitrogênio (35% a 90%), mas o sistema não foi muito eficiente na remoção de nitrogênio e de fósforo, porque não houve colheita das plantas. Segundo Roston (citado por Valentim, 1999), o sistema de tanque séptico e leitos cultivados com macrófitas aquáticas é eficiente e barato para o tratamento de esgoto doméstico em áreas rurais e de pequenas comunidades.

Avaliação do sistema

O monitoramento da dinâmica de crescimento das espécies e da qualidade da água poderá ser feito mediante:

- Documentação fotográfica de fases (em tanques) iniciais e finais.
- Avaliação visual de cobertura da vegetação aquática, em intervalos iguais (p. ex. quinzenais).
- Avaliação limnológica, por meio de análises da água na entrada e na saída final, para medir o grau de depuração da água.
- Remoção do excesso de plantas, quando necessário, e seu aproveitamento.

Remoção e uso do excesso de plantas

As plantas começam a competir entre si por superpopulação, por isto devem ser removidas em parte, garantindo a propagação das plantas remanescentes. A remoção também é uma das soluções em caso de excesso de população em represas, mas muito dispendiosa (Pedralli, 1999). Além disto, causa grande impacto à medida que revolve o sedimento, aumenta a turbidez da água e a coleta direta de muitos organismos aquáticos, como peixes, crustáceos e tartarugas (Pitelli et al., 2002). No caso das lemnáceas, a colheita é mais simples, porque são pouco volumosas e ideais para tanques.

Utilização da biomassa

A biomassa produzida pelas macrófitas pode ter vários fins, como forragem para animais (peixes, suínos, aves etc.) e alimento humano, rico em proteína, adubo orgânico, indústria etc. (Lakshman, 1987; Joyce, 1990; Skillicorn et al., 1993), e obtenção de biogás (Pedralli, 1999). Segundo Junk (1979) e Irgang & Gastal Junior (1996), macrófitas aquáticas têm grande valor como adubo orgânico. *Salvinia auriculata* serve de biofertilizante e cobertura morta em horta e pomar (Joyce, 1990).

As lentilhas-d'água removidas podem ter várias utilidades, principalmente na criação de peixes e aves, em estado fresco ou como ração, ou em forma peletizada. Van Dyke & Sutton (1977) usaram-nas para alimentar carpas. Patos e gansos também se alimentam de lemnáceas (Jacobs, 1947), por isso o seu nome em inglês é *duckweed* (erva-de-pato). Em Ouro Preto, há cultivo de lemnáceas em tanques interligados para piscicultura e criação de patos. Muzafanov (1968), Abdulayef (1969), Truax et al. (1972), Culley Junior & Epps (1973), Culley Junior et al. (1981), Oron et al. (1984) e Haustein et al. (1990) utilizaram espécies de Lemnaceae em tratamento de água, usando-as na alimentação de galinhas, e observaram que os ovos apresentaram a gema de cor amarela mais forte, sugerindo que as Lemnaceae sejam usadas como substituto da soja e como alimento para peixes. O teor de proteína em *Spirodela* é equivalente ao da soja, o conteúdo de lisina e arginina é maior do que da proteína da alfafa (Boyd, 1968; Sutton & Ornes, 1975; Lorenzi, 1991). McCann (1942) relata que na Índia são usadas *Lemna* e *Spirodela* como medicinais.

Considerações finais

A tecnologia de tratamento de água poluída e de efluentes orgânicos de pecuária e agroindústria por meio de plantas aquáticas é relativamente simples e barata, todavia requer pesquisa de adaptação às condições locais. O sistema tem que ser dimensionado para cada caso. Utilizando plantas com alta taxa de propagação e sensíveis às características da água servida, o funcionamento é muito dinâmico, e o sistema necessita de ajustes até atingir o ideal, de fluxo contínuo.

A colheita do excedente de plantas aquáticas é um benefício adicional com potencial econômico ainda inexplorado em Mato Grosso do Sul.

Referências bibliográficas

- ABDULAYEF, D. A. The use of common duckweed as green feed for chickens. (In Russian, English summary). **Uzbekskii Biologicheskii Zhurnal**, Tashkent, v. 13, n. 2, p. 42, 1969. (Abstract).
- AMARAL, M. C. E.; BITTRICH, V. **Laguinhos. Mini-ecossistemas para escolas e jardins**. Ribeirão Preto: Ed. Holos. 2002, 89 p.
- BAVARESCO, A. S. do L.; COSTA, H. R. da; PERDOMO, C. C. Lagoas de aguapés em sistemas de tratamento de dejetos de suínos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 20., I - Tratamiento de Aguas Residuales. 1996, México, D. F. **Memórias...** México: Celanese Mexicana, 1996. p. 41-47.
- BERG, M. E. van den. Formas atuais de aproveitamento das espécies nativas e exóticas do pantanal matogrossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984. Corumbá. **Anais...** Brasília: Embrapa-DDT, 1986. p. 131-136. (Embrapa-CPAP. Documentos, 5).
- BOYD, C. E. Fresh-water plants: a potencial source of protein. **Economic Botany**, New York, v. 22, p. 359-368, 1968.
- BUDDHAVARAPU, L. R.; HANCOCK, S. J. Advanced treatment for lagoons using duckweed. **Water Environment & Technology Magazine**, p. 41-44, 1991.
- CULLEY JUNIOR, D. D.; EPPS, E. A. Use of duckweed for waste treatment and animal feed. **Water Pollution Control Federation Journal**, Washington, v. 45, n. 2, p. 337-347, 1973.
- CULLEY JUNIOR, D. D.; REJMANCOVA, E.; KVET, J.; FRYE, J. B. Production, chemical quality and use of duckweeds (Lemnaceae) in aquaculture, waste management, and animal feed. **Journal of the World Mariculture Society**, v. 12, n. 2, p. 27-49, 1981.
- DIAS, J. M. C. de S. Produção e utilização de bioinseticidas bacterianos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, S/N, p. 59-76, 1992. Edição especial.

- ESTEVES, F. A.; CAMARGO, A. F. Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem dos nutrientes. **Acta Limnológica Brasileira**, São Paulo, v. 1, p. 273-298, 1986.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP. 1988. 575 p.
- GOPAL, B. **Water hyacinth**. Amsterdam: Elsevier, 1987. 471 p.
- GRILLAS, P.; ROCHE, J. **Vegetation of temporary marshes, ecology and management**. Arles: Tour du Valat, 1997. 86 p. (Conservation of Mediterranean Wetlands, 8).
- HAGEN, A. **Planting the seed – a guide to establishing aquatic plants**. Ontario: Environment Canada, 1996. 24 p.
- HAUSTEIN, A. T.; GILMAN, P. W.; SKILLICORN, P. W.; VERGARA, V.; GASTANADUY, A. Duckweed, a useful strategy for feeding chickens: Performance of layers fed with sewage-grown Lemnaceae species. **Poultry Science**, College Station, TX, v. 69, n. 11, p. 1835-1844, 1990.
- IRGANG, B. E.; GASTAL JUNIOR, C. V. S. **Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 1996. 290 p.
- JACOBS, D. L. An ecological life-history of *Spirodela polyrrhiza* (greater duckweed) with emphasis on the turion phase. **Ecological Monographs**, Durham, v. 17, p. 437-469, 1947.
- JOYCE, J. C. Practical uses of aquatic weeds. In: PIETERSE, A. H.; MURPHY, K. J. (Ed.). **Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation**. Oxford: Oxford University Press, 1990. p. 274-291.
- JUNK, W. J. **Macrófitas aquáticas nas várzeas da Amazônia e possibilidade do seu uso na agropecuária**. Manaus: INPA. 1979. 23 p.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997. t. 1, 824 p.

LAKSHMAN, C. Ecotechnological opportunities for aquatic plants - a survey of utilization options. In: REDDY, K. R.; SMITH, W. H. (Ed.). **Aquatic plants for water treatment and resource recovery**. Orlando: Magnolia. 1987. p. 49-68.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil : terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1991. 440 p.

McCANN, C. Observations on Indian duckweeds, Lemnaceae. **Journal of the Bombay Natural History Society**, Bombay, v. 43, p. 148-162, 1942.

MERELES, F.; DEGEN, R.; COCHALCA, N. L. de Humedales en el Paraguai: breve resenha de su vegetacion. **Amazoniana**, Manaus, v. 12, n. 2, p. 305-316, 1992.

MESLÉARD, F.; PERENNOU, C. **Aquatic emergent vegetation, ecology and management**. Arles: Tour du Valat, 1996. 86 p. (Conservation of Mediterranean Wetlands, 6).

MITSCH, W. J.; GOSELINK, J. G. **Wetlands**. 2. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993. 722 p.

MUZAFANOV, A. M.; TAUBAYEV, T.; ABDIYEV, M. The use of common duckweed for feeding domestic birds. **Uzbekskii Biologicheskii Zhurnal**, Tashkent, v. 12, n. 3, p. 42, 1968.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Making aquatic weeds useful: some perspectives for developing countries**. Washington: National Academy of Sciences, 1976. 175 p.

NIERING, W. A. **Wetlands**. New York: The Audubon Society, 1985. 638 p.

OLIVEIRA, P. A. V. (Coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa-CNPSA 1993. 188 p. (Embrapa-CNPSA. Documentos, 27).

OLIVEIRA, P. de. **Plantas de aquário**. Lisboa: Ed. Presença, 1981. 238 p.

ORON, G.; WILDSCHUT, L. R.; PORATH, D. Waste water recycling by duckweed for protein production, and effluent renovation. **Water Science and Technology**, Oxford, v. 17, p. 803-817, 1984.

PEDRALLI, G. Plantas aquáticas: políticas, programas e projetos para sua conservação no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., 1999, Blumenau. **Resumos...** Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil, 1999. p. 322-323.

PITELLI, R. A.; BORSARI, R.; MUSTAFÁ, A. L. Impacto ambiental das práticas de controle das macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem. 2002.

POTT, V. J.; CERVI, A. C. A família Lemnaceae Gray no Pantanal (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 153-174, 1999.

POTT, V. J.; POTT, A. Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal. **Acta Botanica Brasilica**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 215-227, 1997.

POTT, V. J.; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Brasília: Embrapa, 2000. 404 p.

RATAJ, K.; HOREMAN, T. J. **Aquarium plants**. USA: TFH, 1977. 448 p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 89-166.

SALATI FILHO, E.; SALATI, Eneida; TAUK-TORNISIELO, S. M.; SALATI, Eneas. Public water supply using constructed wetland systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WETLANDS SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL, 6., 1998, Águas de São Pedro. **Proceedings...** [São Paulo]: Unesp, 1998. p.432-436.

SKILLICORN, P.; SPIRA, W.; JOURNEY, W. **Duckweed aquaculture, a new aquatic farming system for developing countries**. Washington: The World Bank, 1993. 74 p.

SUTTON, D. L.; ORNES, W. H. Phosphorous removal from static sewage effluent using duckweed. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 4, n. 3, p. 367-370, 1975.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. A expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na represa de Itaipu. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, FUNDIBIO: FAPESP, 1999. p. 599-625.

TRUAX, R. E.; CULLEY, D. D.; GRIFFITH, M.; JOHNSON, W. A.; WOOD, J. P. Duckweed for chicken feed. **Louisiana Agriculture**, Baton Rouge, v. 16, p. 8-9, 1972.

VALENTIM, M. A. A. **Uso de leitos cultivados no tratamento de efluente de tanque séptico modificado**. 1999. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Departamento de Água e Solo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

VAN DYKE, J. M.; SUTTON, D. L. Digestion of duckweed (*Lemna* sp.) by the grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Journal of Fish Biology**, London, v. 11, n. 3, p. 273-278, 1977.

Embrapa

Gado de Corte

Patrocínio:



Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária e Ambiental

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

