

Alagados artificiais com macrófitas aquáticas

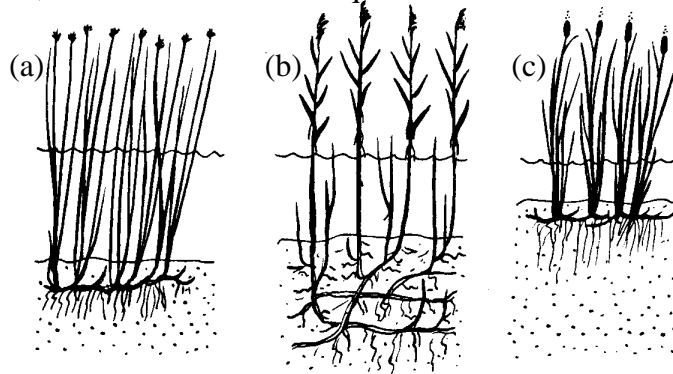
Gustavo Gonzaga HENRY-SILVA

*Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP) - PRODOC-
CAPES (ghgs@rc.unesp.br).*

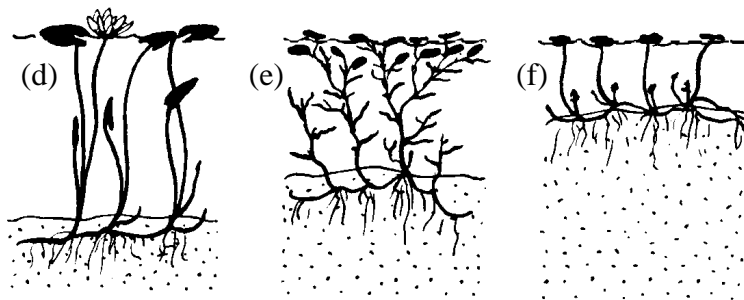
Os "constructed wetlands" ou alagados artificiais podem ser considerados filtros biológicos nos quais os microorganismos (aeróbios e anaeróbios) e as macrófitas aquáticas são os principais responsáveis pela purificação da água. Estes alagados foram desenvolvidos com o intuito de efetuarem o tratamento de efluentes domésticos e industriais, visando principalmente a decomposição da matéria orgânica e a transformação/remoção de nitrogênio e fósforo.

Nos alagados artificiais, o formato, as características hidráulicas e as espécies vegetais visam imitar os processos que ocorrem em um alagado natural. Entretanto, nos alagados naturais a complexidade é extremamente alta, sendo estruturalmente e funcionalmente dominados por uma ampla variedade de microorganismos, especialmente bactérias e fungos, e por macrófitas aquáticas de diferentes grupos ecológicos, além de colonizados uma ampla diversidade de animais vertebrados e invertebrados. Os alagados artificiais podem ser classificados de acordo com o grupo ecológico da macrófita aquática predominante (Figura 1), sendo que as espécies mais utilizadas são as flutuantes, emersas e submersas (Tabela 1). Apesar de existir uma enorme variedade de macrófitas aquáticas que podem ser utilizadas no tratamento de efluentes, alguns aspectos devem ser observados em relação a estes vegetais, tais como: adaptabilidade ao clima local, alta taxa fotossintética, alta capacidade de transporte de oxigênio, capacidade de assimilação de poluentes, resistência a pragas e doenças e sistema radicular bem desenvolvido.

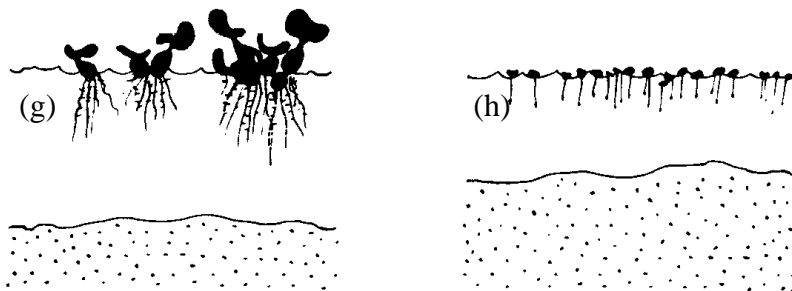
I. Macrófitas aquáticas emersas



II. Macrófitas aquáticas com folhas flutuantes



III. Macrófitas aquáticas flutuantes



IV. Macrófitas aquáticas submersas

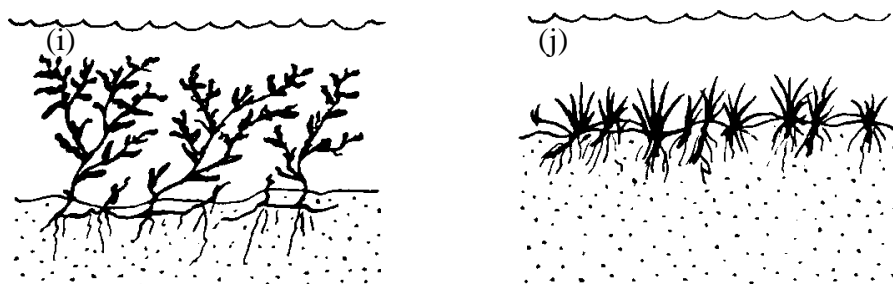


Figura 1. Tipos ecológicos de macrófitas aquáticas utilizadas em alagados artificiais. (a) *Scirpus lacustris*, (b) *Phragmites australis*, (c) *Typha latifolia*, (d) *Nymphaea alba*, (e) *Potamogeton gramineus*, (f) *Hydrocotyle vulgaris*, (g) *Eichhornia crassipes*, (h) *Lemna minor*, (i) *Potamogeton crispus* e (j) *Littorella uniflora*.

Tabela 1. Principais espécies de macrófitas aquáticas utilizadas no tratamento de efluentes.

Flutuantes	<i>Hydrocotyle umbellata</i>	<i>Gyneria maxima</i>
<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Lemna gibba</i>	<i>Eleocharis sphacelata</i>
<i>Azolla caroliniana</i>	Emersas	<i>Iris pseudacorus</i>
<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Scirpus lacustris</i>	<i>Colocasia esculenta</i>
<i>Lemna minor</i>	<i>Phragmites australis</i>	Submersas
<i>Lagorsiphon major</i>	<i>Typha domingensis</i>	<i>Egeria densa</i>
<i>Salvinia rotundifolia</i>	<i>Typha latifolia</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>
<i>Spirodela polyrhiza</i>	<i>Typha orientalis</i>	<i>Elodea nuttallii</i>
<i>Wolffia arrhiza</i>	<i>Canana flaccida</i>	<i>Myriophyllum aquaticum</i>

Macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes

As macrófitas aquáticas flutuantes apresentam elevada diversidade de formas e habitats. *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Pistia stratiotes* (alface d'água) possuem grandes lâminas foliares e sistema radicular bem desenvolvido. Já as espécies da família Lemnaceae apresentam lâminas foliares com reduzida área e sistema radicular pouco desenvolvido.

As espécies flutuantes vêm sendo muito utilizadas no tratamento de efluentes primários e secundários de origem urbana. Nestes sistemas de tratamento, as remoções de sólidos em suspensão e nutrientes ocorrem através dos processos de sedimentação e pela absorção direta pelas macrófitas aquáticas. Além disso, o sistema radicular bem desenvolvido, especialmente de espécies como *E. crassipes* e *P. stratiotes* proporciona extensa área para o desenvolvimento de microorganismos, aumentando o potencial de decomposição da matéria orgânica e de remoção de nutrientes.

Embora as macrófitas aquáticas exerçam um papel importante nestes alagados artificiais, apenas parte do nitrogênio é removida através da absorção direta pelas

plantas. A outra parte é removida ou transformada pelos processos de volatilização da amônia, desnitrificação e nitrificação. A amonificação consiste da transformação biológica do nitrogênio orgânico a amônia (NH₃), pela ação de microorganismos heterotróficos. No ambiente aquático, principalmente quando em pH ácido e neutro, a amônia formada é instável, sendo convertida por hidratação a íon amônio. No entanto, em meio alcalino a efetivação deste processo é muito reduzida e parte da amônia formada pode difundir-se para atmosfera. Já a desnitrificação geralmente ocorre nas camadas mais profundas em decorrência das condições anaeróbias e das fontes de carbono necessárias para o desenvolvimento de bactérias desnitrificantes, enquanto que a nitrificação tende a ocorrer próximo às raízes das macrófitas aquáticas, que proporcionam oxigênio para o desenvolvimento de bactérias nitrificantes.

A remoção do fósforo nos alagados artificiais ocorre principalmente através da assimilação pelas macrófitas aquáticas e pela deposição nos sedimentos. O fósforo na forma de ortofosfato (PO₄³⁻) é assimilado pelas plantas e convertido a fósforo orgânico estrutural, podendo voltar à forma solúvel caso a matriz orgânica seja decomposta. Na Tabela 2 estão apresentadas as principais funções das macrófitas aquáticas flutuantes em alagados artificiais.

Tabela 2. Funções das macrófitas aquáticas flutuantes no tratamento de efluentes

Parte Vegetal	Função
Aérea	Redução do crescimento do fitoplâncton
	Diminuição da velocidade do vento
	Estocagem de nutrientes
	Melhorias estéticas
Submersa	Assimilação de nutrientes
	Aumento da taxa de sedimentação
	Excreção de oxigênio e degradação aeróbia
	Aumento da área para colonização de perifíton

Macrófitas aquáticas utilizadas no tratamento de efluentes de aqüicultura

Apesar de diversos trabalhos comprovarem a eficiência das plantas aquáticas no tratamento de efluentes domésticos, estudos sobre a utilização desses vegetais no tratamento de efluentes de aqüicultura são escassos. Podendo-se destacar os trabalhos de Schwartz & Boyd (1995) que analisaram a eficiência de um sistema composto por macrófitas aquáticas emersas no tratamento de efluentes de *Ictalurus punctatus* (bagre de canal) e o de Redding et al. (1997) que verificaram a capacidade de macrófitas aquáticas de diferentes grupos ecológicos na remoção de nutrientes de efluentes de uma criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). No Brasil, podem ser destacados as pesquisas desenvolvidas por Henry-Silva (2001) e Henry-Silva (2005) que testou a eficiência das macrófitas aquáticas flutuantes *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *Salvinia molesta* no tratamento de efluentes de piscicultura e carcinicultura.

Neste contexto, à medida que as normas ambientais se tornam mais rigorosas, a administração e a eliminação dos resíduos será cada vez mais importante, especialmente nas atividades de piscicultura e carcinicultura. Desta forma, uma estratégia apropriada de manejo dos resíduos torna-se indispensável para manter a legalidade, a rentabilidade e a sustentabilidade de qualquer empreendimento, sendo que os alagados artificiais podem vir a ser uma alternativa para o tratamento de efluentes de atividades de aqüicultura.

Referências Bibliográficas

- HENRY-SILVA, G.G. *Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas, interações ecológicas e valor nutritivo da biomassa vegetal para tilápia do Nilo*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2005. 132p. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, 2005.
- HENRY-SILVA, G.G. *Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (Eichhornia crassipes, Pistia stratiotes e Salvinia molesta) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. 56p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, 2001.
- REDDING, T.; TODD, S. & MIDLEN, A. 1997. The treatment of aquaculture wastewater - A botanical approach. *Journal of Environmental Management*, 50: 283-299.
- SCHWARTZ, M. F. & BOYD, C. E. 1995. Constructed wetlands for treatment of channel catfish pond effluents. *The Progressive Fish-Culturist*, 57: 255-266.