

Influência do efluente doméstico na folha da macrófita *Cladium mariscus* (L.) Pohl, Cyperaceae

Karla Heloise Preussler¹, Leila Teresinha Maranhão², Ana Tereza Bittencourt Guimarães³, Marco Aurélio da Silva Carvalho Filho⁴, Selma Cubas⁵ e Jayme Augusto Menegassi Azevedo⁶

Introdução

Todas as plantas necessitam de oxigênio para o crescimento de suas raízes. Esse gás penetra no solo através de orifícios até as raízes. Os ambientes inundados são pobres em oxigênio, no entanto, as plantas que crescem nesses ambientes possuem em toda a sua estrutura redes com espaços intercelulares, os aerênquimas, que levam o oxigênio atmosférico absorvido pelas folhas até as raízes. Todos os vegetais típicos de locais inundados possuem aerênquima.

Como as estações alternativas de tratamento de efluentes (ETE) por meio da zona de raízes possuem solo inundado, faz-se necessária, então, a escolha de plantas que disponibilizem oxigênio para a degradação aeróbia. O oxigênio vem da atmosfera, pelas folhas, que o transferem para as raízes, através dos tecidos vegetais. Este ao chegar na rizosfera, cria um ambiente oxidado. Brix [1] sugere que essa condição estimula a decomposição de matéria orgânica e o crescimento de bactérias nitrificantes.

Essas plantas têm sistema de raízes preso ao sedimento e as partes aéreas parcialmente submersas. A profunda penetração do sistema radicial permite a exploração de grande volume de sedimentos. Diversas espécies vegetais são utilizadas, no entanto, escassos são os estudos sobre possíveis alterações estruturais que essas podem apresentar ao comporem uma ETE. O presente estudo teve como objetivo avaliar e comparar a estrutura das folhas de plantas de *Cladium mariscus* coletadas em ambiente natural (AN) e numa ETE. Essa espécie foi selecionada para compor uma ETE por apresentar raízes fartas e rede de aerênquima bem desenvolvida, além de ser nativa da região.

Material e métodos

A coleta foi realizada em Ilha Rasa, município de Guaraqueçaba, PR, Brasil. Foram selecionados 30 indivíduos adultos de *Cladium mariscus*, 15 em ambiente natural (AN) e 15 em uma ETE. Foram coletadas folhas expostas ao sol, totalmente expandidas e a partir do quarto nó. O material para análise de dimensões foliares foi herborizado e aquele utilizado na extração de clorofila, envolto em papel alumínio e mantido sob refrigeração. Para o estudo anatômico e densidade estomática amostras foram fixadas em FAA 70, Johansen

[2] e, após, mantidas em etanol 70%, Berlyn & Miksche [3].

O teor de clorofila foi quantificado de acordo com Barnes *et al.* [4]. Para preparo do laminário amostras do terço médio das folhas foram incluídas em metacrilatoaglicol (JB-4) segundo Feder & O'Brien [5] e as especificações do fabricante (Polysciences Inc.). Fotomicroscópio (Olympus-BX 41) com software Image Pro-plus foi usado para mensuração e obtenção das ilustrações. Para a análise estatística dos resultados utilizou-se o programa Statistica for Windows.

Resultados e Discussão

A) Organização estrutural

As folhas de *Cladium mariscus* são anfiestomáticas, os estômatos possuem células-guarda em forma de halteres, estão dispostos em fileiras paralelas (Fig. 1A e 1B) e localizam-se no mesmo nível das demais células epidérmicas (Fig. 1C e 1D).

Em vista frontal, as células epidérmicas das faces abaxial e adaxial têm paredes levemente sinuosas. Já em seção transversal, possuem formato de retangular arredondado. Internamente, ocorre a presença de parênquima clorofiliano homogêneo, e adjacente à epiderme, ocorrem feixes de fibras, isoladas ou associadas ao feixe vascular (Fig. 1C, 1D e 1E).

Na região mediana do limbo existe grande volume de aerênquima. Os espaços de ar são separados por células parenquimáticas e fibras esclerenquimáticas (Fig. 1C, 1D e 1E). Em algumas regiões do aerênquima é possível observar diafragma formado por células braciiformes. Segundo Fahn [6], essas células possuem pequenos espaços intercelulares que permitem a passagem de gases, mas não de água. É freqüente a presença de idioblastos em todo o mesofilo com o conteúdo não identificado (Fig. 1C, 1D e 1E). Os feixes vasculares são colaterais fechados e encontram-se circundados por uma bainha de esclerênquima. Eles são geralmente formados por dois elementos de vaso do metaxilema de grande calibre e o protoxilema, com espessamento em espiral ou apenas lacunas. Ocorrem duas séries de feixes vasculares: uma próxima à superfície adaxial da epiderme e a outra, próxima da abaxial. Nesta última série, todos os feixes estão orientados de forma habitual,

1. Mestranda em Gestão Ambiental, Centro Universitário Positivo (UnicenP), Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 5.300, CEP 81280-330, Curitiba – PR, Brasil. E-mail: karlapreussler@unicenp.edu.br

2. Professora Titular dos cursos Ciências Biológicas e Mestrado em Gestão Ambiental, Centro Universitário Positivo. E-mail: maranhão@unicenp.edu.br

3. Professora Titular do Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário Positivo. E-mail: anat@brturbo.com.br

4. Professor Titular do Curso de Farmácia e Mestrado em Gestão Ambiental. Centro Universitário Positivo. E-mail: mcarvalho@unicenp.edu.br

5. Professora Titular do Curso de Engenharia Civil e Mestrado em Gestão Ambiental. Centro Universitário Positivo. E-mail: scubas@unicenp.edu.br

6. Professor Titular do Centro Universitário Positivo. E-mail: jayme.azevedo@unicenp.edu.br

enquanto que, na série adaxial, alguns feixes estão orientados inversamente, isto é, com o floema voltado para a face adaxial e o xilema para a abaxial e outros orientados normalmente. Os feixes vasculares maiores de ambas as séries estão conectados aos septos dos aerênquimas, aqueles situados próximos à face abaxial da epiderme são, consideravelmente, maiores que os próximos à face adaxial da epiderme (Fig. 1C, 1D e 1E).

A nervura central, em secção transversal, exibe uma reentrância na face adaxial e grande protuberância na abaxial (Fig. 1F). Na região da reentrância, as células subepidérmicas constituem as bandas pulvinares, cujas células têm paredes finas e são maiores do que em outras regiões da folha, exercendo função motriz. Na região da protuberância as células epidérmicas apresentam paredes espessadas e lignificadas (Fig. 1F). No mesofilo, ocorre parênquima fundamental, e na face abaxial, existem feixes de fibras dispersas no clorênquima. O feixe vascular, que está orientado normalmente, não difere dos demais. Na região do bordo, as células epidérmicas são maiores e possuem espessamento da parede periclinal externa.

B) Influência do efluente doméstico nas folhas

Em relação às dimensões foliares, a área específica foliar (AEF) e o peso seco diferiram significativamente entre folhas do AN e da ETE, sendo AEF maior na ETE (Tab. 1). Esse resultado sugere que os índices de nutrientes presentes no meio de desenvolvimento das plantas tenham contribuído para o aumento de cerca de 36% na AEF. Segundo Van Kaick [7], as raízes das plantas que compõem a ETE, fixam-se bactérias que recebem oxigênio conduzidos pela planta de sua parte aérea até as raízes, em troca as bactérias decompõem a matéria orgânica transformando-a em nutrientes que são repassados às plantas.

A análise dos teores de clorofilas demonstra que a clorofila a, b e total diferem significativamente entre o AN e ETE, sendo as médias maiores na ETE. Segundo Malavolta [8] a menor concentração de clorofila pode representar uma resposta química a menor disponibilidade de nitrogênio.

As plantas do AN exibiram maior área foliar e espessura dos tecidos vegetais em relação às plantas da ETE, sendo os valores significativos somente para a espessura dos tecidos (Tab. 1). Para autores como Esau [9] e Metcalfe & Chalk [10], o crescimento e a organização da lâmina foliar são altamente influenciados por fatores ambientais.

O efluente doméstico disponibiliza às plantas maior quantidade de nitrogênio. Abe & Ozaki [11] citam que os ambientes que exibem altas taxas de remoção de

nitrogênio e fósforo possuem plantas com as maiores taxas de produção de biomassa. As plantas ao se adaptarem ao meio podem crescer mais porque absorvem maiores quantidades de nitrito e nitrato, conseqüentemente, assimilam mais nitrogênio. Van Kaick [7] relata a redução nos valores de nitrogênio do efluente após o tratamento pela ETE composta por *Cladium mariscus*.

Larcher [12] e Kerbauy [13] afirmam que o nitrogênio tem um grande significado no crescimento das plantas, uma vez que entre o abastecimento de nitrogênio e o aumento da biomassa há uma estreita relação, que normalmente é expressa por meio da eficiência no uso de nitrogênio para a produção. Os resultados do presente estudo sugerem que o efluente doméstico afetou o crescimento e desenvolvimento das plantas de *C. mariscus* no que se refere às características relacionadas a maior disponibilidade de nitrogênio.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro Universitário Positivo, Curso de Ciências Biológicas e Mestrado em Gestão Ambiental.

Referências

- [1] BRIX, H. 1997. Do macrophytes play a role in constructed treatment Wetlands?. *Water Sci. Technol.* 35 (5): 11-17.
- [2] JOHANSEN, D. A., 1940. *Plant microtechnique*. New York: Mc Graw Hill Book.
- [3] BERLYN, G. P. & MIKSCHÉ J. P. 1976. *Botanical microtechnique and cytochemistry*. Iowa: Iowa State University.
- [4] BARNES, J. D.; BALAGUER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVIDSON, A. W. 1992. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. *Environmental and Experimental Botany* 32: 85-100.
- [5] FEDER, N. & O'BRIEN, T. P. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. *Amer. J. Bot.* 55 (1): 123-142.
- [6] FAHN, A. 1985. *Plant anatomy*. 3. ed. Great Britain: Pergamon.
- [7] VAN KAICK, T. S., 2002. Estação de Tratamento de Esgoto por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba.
- [8] MALAVOLTA, E. 1980. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres.
- [9] ESAU, K. 1974. *Anatomia das plantas com sementes*. 2ª ed. Edgard Blücher, São Paulo, 293 p.
- [10] METCALFE, C. R., CHALK, L. 1979. *Anatomy of the Dicotyledons*. 2 ed. Clarendon Press, Oxford, v. I, 276 p.
- [11] ABE, K. & OZAKI, Y. 1998. Comparison of useful terrestrial and aquatic plant species for removal of nitrogen and phosphorus from domestic wastewater. *Soil Sci. Plant. Nutr.* 44 (4): 550-607.
- [12] LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos, Rima Artes e Textos. 531 p.
- [13] KERBAUY, G. B. 2004. *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 452 p.

Tabela 1. Médias±Desvios-padrão da área foliar, peso seco, área foliar específica (AEF), dosagem de clorofila a, b e total, espessura da cutícula+epiderme em sua face abaxial, da cutícula+epiderme em sua face adaxial e do mesofilo de *Cladium mariscus* no AN e ETE, valores t-student (t-valor, P, n).

	AN	ETE	P	n
Área foliar (cm ²)	106,97 ± 50,11	91,62 ± 25,68	0,07	45
Peso seco - folha(g)	2,77 ± 1,55	1,494 ± 0,53	0,00	45
Área foliar específica (aef)	41,16 ± 5,95	64,27 ± 12,52	0,00	45
Clorofila a mmol.mg ⁻¹	5,04 ± 1,28	8,90 ± 4,23	0,00	45
Clorofila b mmol.mg ⁻¹	1,02 ± 0,44	2,33 ± 1,07	0,00	45
Clorofila total mmol.mg ⁻¹	6,06 ± 1,45	11,33 ± 4,25	0,00	45
Cutícula+epiderme em sua face abaxial (µm)	12,69 ± 2,59	10,93 ± 2,09	0,00	135
Cutícula+epiderme em sua face adaxial (µm)	11,25 ± 10,36	8,61 ± 1,74	0,004	135
Mesofilo (µm)	576,99 ± 208,23	503,82 ± 199,98	0,004	135

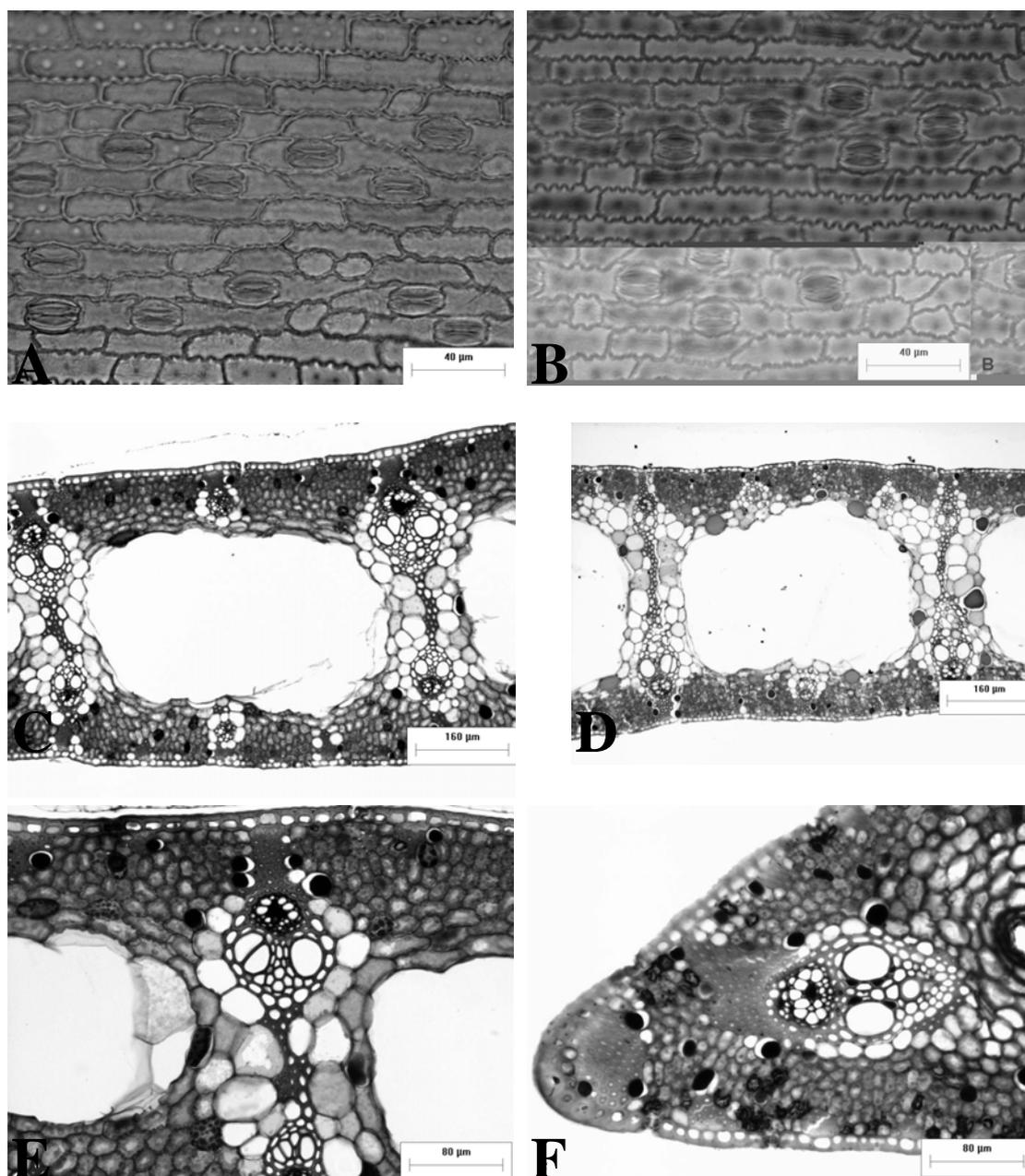


Figura 1. Fig. 1A e1B. Vista frontal da epiderme da folha de indivíduo do AN e ETE, respectivamente. Fig. 1C e 1D. Secção transversal da folha de indivíduo do AN e ETE, respectivamente. Figura 1E. Detalhe da secção transversal de uma folha do AN. Figura 1F. Detalhe da nervura principal em secção transversal de uma folha do AN, mostrando à esquerda a face abaxial da folha.