

# Método não destrutivo de estimativa da área foliar de plantas daninhas de ambiente aquático: tanner-grass e capim-fino

## Non-destructive method for surface leaf area estimate of weeds from aquatic environments: african tanner-grass and capim-fino

Sidnei Roberto de Marchi<sup>1\*</sup>; Dagoberto Martins<sup>2</sup>; Neumárcio Vilanova da Costa<sup>3</sup>

### Resumo

A crescente eutrofização dos corpos hídricos brasileiros tem proporcionado grande explosão demográfica de tropical tanner-grass e capim-fino. Além da expansão na área ocupada, o volume de massa verde produzida por unidade de área é muito elevado, principalmente, devido à maior expansão foliar em função da abundância de nutrientes no ambiente. O objetivo deste trabalho foi obter equações que, através de parâmetros lineares dimensionais da folha, permitam estimar a área do limbo foliar de tropical tanner-grass (*Brachiaria subquadripata* (Trin.) Hitchc.) e capim-fino (*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf.). Para tanto, estudaram-se correlações entre a área foliar real e parâmetros dimensionais do limbo foliar, como o comprimento ao longo da nervura principal ( $L$ ) e a largura máxima ( $W$ ) perpendicular ao eixo principal. Somente as equações lineares simples permitiram boas estimativas da área foliar. Do ponto de vista prático, sugere-se optar pela equação linear simples envolvendo os respectivos produtos do comprimento pela largura máxima, considerando o coeficiente linear igual a zero. Desse modo, estimativas da área foliar do limbo de tropical tanner-grass ( $SS$ ) e capim-fino ( $SM$ ) podem ser feitas pelas fórmulas  $SS = 0,7719 (L \times W)$  e  $SM = 0,7479 (L \times W)$ , com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de 0,9594 e 0,9408, respectivamente. **Palavras-chave:** *Brachiaria subquadripata*, *Brachiaria mutica*, biometria, área foliar

### Abstract

The continuous inputs from agriculture areas and human or industrial sewer have been provided a widely demographic explosion of tropical tanner-grass and para grass plants in the rivers and water reservoirs of Brazil. Considering the importance of these noxious weeds there is a vast necessity of basic studies on aspects related to reproduction, growing, development, nutritional requirements, responses to control systems and others. In most studies, leaf area knowledge is crucial and it is one of the most difficult characteristics to be measured because it usually requires expensive equipments or it uses a destructive technique. The objective of this work was to develop equations for leaf blade dimensional parameters to allow determination of the leaf area of African tanner-grass (*Brachiaria subquadripata* (Trin.) Hitchc) and para grass (*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf.). Correlations between real leaf area and dimensional parameters of leaf blade such as length along the main vein ( $L$ ) and maximum width ( $W$ ) perpendicular to the main axis were studied. Only the linear equations allowed a good leaf area estimate. It is suggested to opt for a simple linear equation involving respective products of length times maximum width considering linear coefficient equal to zero. Thus, *B. subquadripata* ( $SS$ ) and *B. mutica* ( $SM$ ) non destructive leaf blade area estimates may be performed by the following formulas:

<sup>1</sup> Engº Agrº, Prof. Dr. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, Campus Universitário do Araguaia. E-mail: smarchi@ufmt.br

<sup>2</sup> Engº Agrº, Prof. Dr. Deptº de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, FCA/UNESP, Campus de Botucatu, SP. E-mail: dmartins@fca.unesp.br

<sup>3</sup> Engº Agrº, Prof. Dr. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: neumarciovc@hotmail.com

\* Autor para correspondência

$SS = 0.7719$  ( $L \times W$ ) and  $SM = 0.7479$  ( $L \times W$ ), with coefficients of determination ( $R^2$ ) of 0.9594 and 0.9408, respectively.

**Key words:** *Brachiaria subquadripata*, *Brachiaria mutica*, biometry, leaf area

## Introdução

De acordo com Westlake (1975), plantas submersas e emersas são componentes essenciais dos ecossistemas aquáticos e exercem papéis vitais na estrutura e funcionalidade dentro destes habitats. Entretanto, a eutrofização das águas e a invasão por espécies exóticas podem permitir um excessivo crescimento destas macrófitas (ROBERTS; CHUCH; CUMMINS, 1999). Os principais problemas associados com os excessivos crescimentos de plantas aquáticas indesejáveis tem ocorrido em lagos e rios em todo o mundo e estão geralmente relacionados a conflitos de uso ou funções destes corpos hídricos (CLAYTON, 1996; ROBERTS et al., 2001; KAY; OYLE, 2001).

Dentre as várias macrófitas emersas, destacam-se *Brachiaria subquadripata* e *Brachiaria mutica*, ambas pertencentes à família Poaceae, sendo originárias da África e introduzidas como forrageiras em diversos países do Continente Americano (HOLM et al., 1991; AUMEN 1995; HAVENS et al., 1996; KISSMANN, 1997). Essas espécies são muito parecidas e freqüentemente confundidas quando ocorrem simultaneamente na mesma área. São muito abundantes em áreas úmidas e alagadas, resistindo muito bem a inundações temporárias – nessas condições apresentam apreciável massa verde que fica flutuando sobre a água (CARBONARI; MARTINS; TERRA, 2003).

Considerando a importância desta planta daninha, há grande necessidade de estudos básicos envolvendo aspectos relacionados a reprodução, crescimento, desenvolvimento, exigências nutricionais, respostas aos sistemas de controle e outros. Na maioria destes estudos, o conhecimento da área foliar é fundamental e uma das características mais difíceis de serem mensuradas, porque normalmente requer equipamentos caros ou utiliza técnica destrutiva

(BIANCO et al., 1995).

Vários métodos de determinação da superfície da área foliar têm sido desenvolvidos, incluindo técnicas planimétricas (CATTANEO; KALFF, 1980; PEETS; MILLER; BECKETT, 1994), análise de imagens (GERBER; EHLINGER; LES, 1994), métodos colorimétricos (CATTANEO; CARIGNAN, 1983), medidas de peso de imagens (BIOCHINO; BIOCHINO, 1979; GREGG; ROSE, 1982), medidas elétricas de superfície (BROWN; MANNY, 1985) e técnicas fotométricas (WATALA; WATALA, 1994). Uma das opções interessantes é a utilização de equações que permitam a estimativa da área foliar a partir de medidas lineares da folha. Esse método já foi utilizado com sucesso para várias plantas daninhas, tais como *Wissadula subpeltata* (Kuntze) Fries (BIANCO et al., 1983), *Senna obtusifolia* Irvin e Barneby (PERESSIN; PITELLI; PERECIN, 1984), *Solanum americanum* Mill (TOFOLI; BIANCO; PAVANI, 1998) e *Panicum maximum* Jacq (BIANCO; PITELLI; PERECIN, 2001), *Myriophyllum spicatum* L. e *Heteranthera dubia* (Jacq.) MacM. (BALCI; KENNEDY, 2003), *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. (MARCHI; PITELLI, 2003), *Brachiaria plantaginea* (link) Hitchc. (BIANCO; PITELLI; BIANCO, 2005).

O presente trabalho faz parte de uma série de estudos sobre a anatomia e morfologia de diversas plantas daninhas aquáticas e teve o objetivo de obter equações matemáticas, ou seja, um fator de correção que, através de parâmetros lineares dimensionais das folhas, permitisse estimar a área foliar de tropical tanner-grass e capim-fino.

## Materiais e Métodos

Foram coletados 150 limbos foliares de ambas gramíneas aquáticas, sujeitas às mais diversas condições

ecológicas presentes ao longo de reservatórios do Complexo CESP (Centrais Energéticas de São Paulo, Brasil). Foram consideradas todas as folhas da planta, descartando-se apenas aquelas que apresentavam deformações decorrentes da ação de agentes externos, como pragas, doenças e granizo.

As plantas foram acondicionadas em caixas plásticas contendo água, as quais foram levadas ao laboratório para obtenção dos valores necessários para a pesquisa. Esse procedimento procurou evitar que a perda de turgidez das folhas pudesse interferir nos resultados.

No laboratório, em cada folha foram determinados: o comprimento (cm) ao longo da nervura principal ( $L$ ) e a largura máxima (cm) perpendicular à nervura principal ( $W$ ), largura essa coincidente com o terço inferior das folhas de ambas as espécies. Em seguida, as respectivas áreas reais do limbo foliar ( $Sr$ ) foram obtidas através do medidor portátil de área foliar Hayashi Denkoh Co. modelo AAM-7.

Para a escolha da equação que pudesse representar a área foliar em função das dimensões foliares, procedeu-se aos estudos de regressão, utilizando as seguintes equações: linear ( $Y = a + bx$ ), liner pela origem ( $Y = bx$ ), geométrica ( $Y = ax^b$ ) e exponencial ( $Y = ab^x$ ). O valor  $Y$  estima a área em função de  $x$ , cujos valores podem ser o comprimento ( $L$ ), a largura ( $W$ ) ou o produto ( $L \times W$ ). No caso de  $x$  igual ao produto ( $L \times W$ ), estimou-se também a equação linear passando pela origem, o que praticamente significou supor que a área é proporcional a um retângulo. Todas as equações utilizadas são lineares ou linearizáveis por transformação, de modo que os ajustes foram feitos a partir de retas. Para realizar as comparações entre os modelos, foram obtidas as somas de quadrados das diferenças entre os valores observados e os preditos pelos modelos, o que foi denominado de soma de quadrados do resíduo. No caso dos modelos com transformação (geométrica e exponencial), foi feito o retorno para a escala original e, após isso, obtidas as referidas somas de quadrados do resíduo. A melhor equação foi a que apresentou a

menor soma de quadrados do resíduo na escala real e o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Os coeficientes de determinação são os obtidos com as variáveis de trabalho  $x$  e  $y$ , no caso linear, logaritmo de  $y$  e logaritmo de  $x$  no caso geométrico; e logaritmo de  $y$  e  $x$ , no caso exponencial. O número de graus de liberdade é o número de parâmetros estimados para cada modelo. Para se testar o acréscimo de soma de quadrados do resíduo do modelo passando pela origem, em relação ao modelo com intercepto, utilizou-se o teste F condicional:  $F = (SQRes. (0,0) - SQRes. GL) / SQRes. GL / (GL)$ , com 1 e 2 GL (graus de liberdade), em que GL é o número de folhas menos 2 (MEAD; CURNOW, 1983; NETER; WASSERMAN, 1974).

## Resultados e Discussão

Os resultados de regressão efetuados para tropical tanner-grass e capim-fino, relacionando a área foliar real ( $Sr$ ) e as medidas lineares de comprimento ( $L$ ), largura ( $W$ ) e o produto do comprimento pela largura ( $L \times W$ ) e os coeficientes de determinação estão apresentados nas (Tabelas 1 e 2), respectivamente. As melhores estimativas foram obtidas com o uso das equações que apresentam coeficientes de determinação superiores a 0,8000, indicando que 80% das variações observadas na área foliar foram explicadas pelas equações obtidas. Pode-se notar, nas (Tabelas 1 e 2), que somente as equações lineares simples envolvendo o produto do comprimento pela largura máxima da folha permitiram boas estimativas da área foliar para ambas espécies. As demais equações apresentaram baixos coeficientes de determinação e elevados valores do quadrado médio do resíduo, quando comparados com as equações lineares simples mencionadas. Conforme esperado, as equações que representam o produto entre o comprimento e a largura, passando pela origem, não mostraram diferenças significativas quando comparadas entre si, visto que a retirada de uma constante não afeta o comportamento dos dados (NETER; WASSERMAN, 1974).

**Tabela 1.** Equações de regressão, coeficientes de determinação, soma de quadrados do resíduo e graus de liberdade da regressão da área foliar em função das medidas lineares do limbo foliar de tropical tanner-grass.

Dimensão <sup>1/</sup>	Modo	Equação <sup>2/</sup>	R <sup>2</sup>	SQRes.	GL
<i>L</i>	Linear	$SS = 1,3595 + 1,4986 \times L$	0,7882	1.509,7446	148
<i>W</i>	Linear	$SS = 8,3611 + 18,1726 \times W$	0,7284	1.870,7666	148
<i>L x W</i>	Linear	$SS = 2,4608 + 0,6985 (L \times W)$	0,9554	347,6643	148
<i>L x W (0,0)</i>	Linear	$SS = 0,7719 (L \times W)$	0,9554	389,8356	149
<i>L</i>	Geométrica	$SS = 1,8140 \times L^{0,9112}$	0,7234	1.591,6023	148
<i>W</i>	Geométrica	$SS = 11,2664 \times W^{1,2941}$	0,7325	1.862,0767	148
<i>L</i>	Exponencial	$SS = 8,7354 \times 1,0603^L$	0,7325	1.357,6361	148
<i>W</i>	Exponencial	$SS = 6,3439 \times 2,0867^W$	0,7375	1.776,0669	148

1/ Características dimensionais lineares; 2/ Área foliar estimada.

**Tabela 2.** Equações de regressão, coeficientes de determinação, soma de quadrados do resíduo e graus de liberdade da regressão da área foliar em função das medidas lineares do limbo foliar de capim-fino.

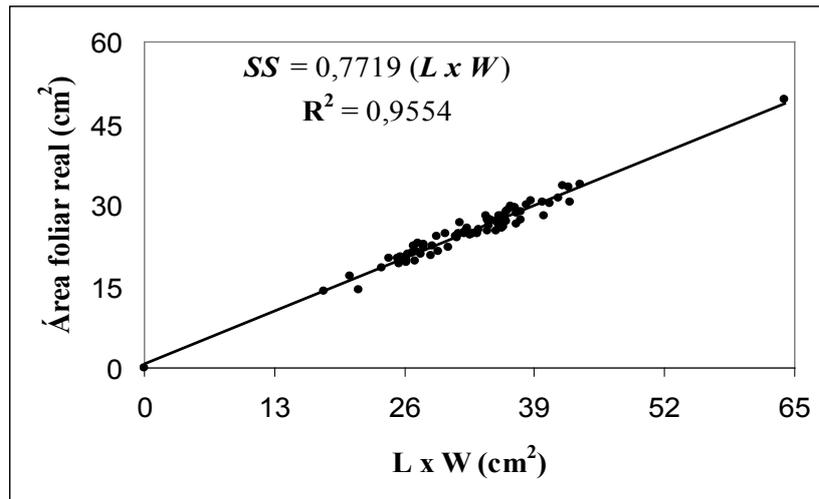
Dimensão <sup>1/</sup>	Modo	Equação <sup>2/</sup>	R <sup>2</sup>	SQRes.	GL
<i>L</i>	Linear	$SM = -11,1043 + 1,6198 \times L$	0,7965	1661,0453	148
<i>W</i>	Linear	$SM = -8,2944 + 21,6844 \times W$	0,7793	1783,9250	148
<i>L x W</i>	Linear	$SM = -0,1626 + 0,7528 (L \times W)$	0,9408	522,3455	148
<i>L x W (0,0)</i>	Linear	$SM = 0,7479 (L \times W)$	0,9408	522,5298	149
<i>L</i>	Geométrica	$SM = 0,2489 \times L^{1,4802}$	0,7920	1661,8256	148
<i>W</i>	Geométrica	$SM = 13,7437 \times W^{1,3625}$	0,7884	1795,9889	148
<i>L</i>	Exponencial	$SM = 5,1990 \times 1,0718^L$	0,7884	1701,7969	148
<i>W</i>	Exponencial	$SM = 5,7990 \times 2,5486^W$	0,7845	1829,7673	148

1/ Características dimensionais lineares; 2/ Área foliar estimada.

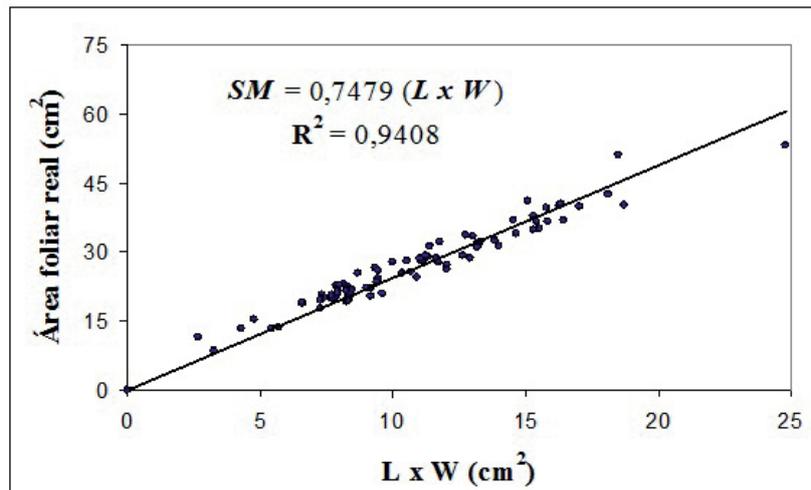
Coincidentemente, os maiores valores do coeficiente de determinação e os menores valores da soma de quadrados do resíduo foram observados para as regressões lineares simples entre a área foliar real e o produto do comprimento pela largura, indicando serem as equações que permitem obter estimativas mais acuradas da área foliar para as três macrofitas estudadas. Nota-se que estas equações apresentaram estimativas do coeficiente de determinação superiores a 0,9400, indicando que, da variabilidade total existente na área foliar, mais de 94% pode ser explicada pela regressão linear.

Nas (Figuras 1 e 2) estão graficamente representados os valores obtidos para o produto do comprimento pela largura máxima do limbo foliar e o correspondente valor real da superfície foliar, bem como a representação gráfica da equação indicada para a estimativa da área de folhas de tropical tanner-grass e capim-fino, respectivamente. Pode-se observar a pequena dispersão dos dados em relação à reta obtida, indicando que estimativas precisas e relativamente simples podem ser obtidas com a equação linear simples com a reta passando pela origem.

**Figura 1.** Representação gráfica da área foliar de tropical tanner-grass e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar da planta daninha, em função do produto do comprimento (L) pela largura (W) máxima do limbo foliar.



**Figura 2.** Representação gráfica da área foliar de capim-fino e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar da planta daninha, em função do produto do comprimento (L) pela largura (W) máxima do limbo foliar.



Conclui-se que a estimativa da área foliar de tropical tanner-grass pode ser feita pela equação  $SS = 0,7719 (L \times W)$  e de *B. mutica* pela equação  $SM = 0,7479 (L \times W)$ . Isto equivale dizer que a área foliar de tropical tanner-grass e *B. mutica* pode ser obtida aplicando um fator de correção de 77,19% e 74,79%, respectivamente, ao produto entre o comprimento e largura máxima da folha. Estes fatores de correção para o produto entre o comprimento e a largura

máxima são semelhantes àqueles observados para diversas gramíneas, tais como 74,68% para *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf (BIANCO et al., 2000), 73,38% para *B. plantaginea* (BIANCO; PITELLI; BIANCO, 2005), 98,10% para *Brachiaria decumbens* Stapf (BIANCO et al., 2000) e 60,58% para *P. maximum* (BIANCO; PITELLI; PERECIN, 2001).

## Referências

- AUMEN, N. G. The history of human impacts, lakes management, and limnological research on Lake Okeechobee, Florida (USA). *Archiv fur Hydrobiology, Advances in Limnology*, Stuttgart, v. 45, n. 1, p. 1-16, 1995.
- BALCI, P.; KENNEDY, J. H. Measures of plant surface-areas for eurasian watermilfoil and water stargrass. *J. Aquat. Plant Management*, Florida, v. 41, n. 2 p. 119-122, 2003.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PAVANI, M. C. M. D.; SILVA, R. C. Estimativa da área foliar de plantas daninhas. XIII - *Amaranthus retroflexus* L. *Revista Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 20, n. 1, p. 5-9, 1995.
- BIANCO, S.; BREDOLAN, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Estimativa da área foliar de plantas daninhas: *Brachiaria decumbens* Stapf. e *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 79-83, 2000.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; BIANCO, E. M. S. Estimativa da área foliar de *Brachiaria plantaginea* usando dimensões lineares do limbo. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 597-601, 2005.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Estimativa da área foliar de *Panicum maximum* usando dimensões lineares do limbo foliar. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 217-221, 2001.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Método para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 2. *Wissadula subpeltata* (Kuntze) Fries. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 21-24, 1983.
- BIOCHINO, A. A.; BIOCHINO, G. I. Quantitative estimation of phytophilous invertebrates. *Hydrobiological Journal*, Ukraine, v. 15, n. 1, p. 74-76, 1979.
- BROWN, C. L.; MANNY, B. A. Comparison of methods for measuring surface area of submersed aquatic macrophytes. *Journal of Freshwater Ecology*, London, v. 3, n. 1, p. 61-68, 1985.
- CARBONARI, C. A.; MARTINS, D.; TERRA, M. A. Controle de *Brachiaria subquadripata* e *Brachiaria mutica* através de diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 79-84, 2003.
- CATTANEO, A.; CARIGNAN, R. A colorimetric method for measuring the surface area of aquatic plants. *Aquatic Botany*, Gainesville, v. 17, n. 3/4, p. 291-294, 1983.
- CATTANEO, A.; KALFF, J. The relative contribution of aquatic macrophytes and their epiphytes to the production of macrophytes beds. *Limnology and Oceanography*, Canmore, v. 25, n. 2, p. 280-289, 1980.
- CLAYTON, J. S. Aquatic weeds and their control in New Zealand lakes. *Lake and Reservoir Management*, Bracebridge, v. 12, n. 4, p. 477-486, 1996.
- GERBER, D. T.; T. J. EHLINGER, T. J.; LES, D. H. An image analysis technique to determine the surface area and volume for dissected leaves of aquatic macrophytes. *Aquat. Bot.*, Gainesville, v. 48, n. 2, p. 175-182, 1994.
- GREGG, W. W.; ROSE, F. L. The effects of aquatic macrophytes on the stream microenvironment. *Aquat. Bot.*, Gainesville, v. 14, n. 3/4, p. 309-324, 1982.
- HAVENS, K. E.; BULL, L. A.; WARREN, G. L.; CRISMAN, T. L.; PHILIPS, E. J.; SMITH, J. P. Food web structure in a subtropical lake ecosystem. *Oikos*, Copenhagen, v. 75, n. 1, p. 20-32, 1996.
- HOLM, L. G.; PLUCKNETT, D. L.; PANCHP, J. V.; HERBERGER, J. P. *The world's worst weeds*. Malabar: Krieger Publishing Company, 1991. 609 p.
- KAY, S. H.; HOYLE, S. T. Mail order, the internet, and invasive aquatic weeds. *J. Aquat. Plant Management*, Florida, v. 39, n. 1, p. 88-91. 2001.
- KISSMANN, K. *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo I. 2. ed. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. 824 p.
- MARCHI, S. R.; PITELLI, R. A. Estimativa da área foliar de plantas daninhas de ambiente aquático: *Eichhornia crassipes*. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 21, p. 109-112, 2003. Edição Especial.
- MEAD, R.; CURNOW, R. N. *Statistical methods in agriculture and experimental biology*. New York: Chapman and Hall, 1983. 335 p.
- NETER, J.; WASSERMAN, W. *Applied models. Regressions, analysis of variance and experimental designs*. Illinois: Rechar D. Irvin, 1974. 842 p.
- PEETS, R.; MILLER, A. C.; BECKETT, D. C. *Effects of three species of aquatic plants on macroinvertebrates in Lake Seminole, Georgia*. US Army Corps of Engineers Waterway Publisher, Technical Report A-94-5, Vicksburg, MS, 1994. 54 p.
- PERESSIN, V. A.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 4. *Cassia tora* L. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 48-52, 1984.
- ROBERTS, D. E.; SAINTY, G. R.; CUMMINS, S. P.; HUNTER, G. J.; ANDERSON, W. J. Managing submersed aquatic plants in the Sydney International Regatta Centre, Australia. *J. Aquat. Plant Management*,

Florida, v. 39, n. 1, p. 12-17, 2001.

ROBERTS, D. E.; CHUCH, A. C.; CUMMINS, S. P. Invasion of *Egeria* into the Hawkesbury-Nepal River, Australia. *J. Aquat. Plant Management*, Florida, v. 37, n. 1, p. 31-34, 1999.

TOFOLI, G. R.; BIANCO, S.; PAVANI, M. C. M. D. Estimativa da área foliar de plantas daninhas: poaia-branca. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 25-29, 1998.

WATALA, K. B.; WATALA, C. A photometric technique for the measurement of plant surface area: the adsorption of Brilliant Blue dye on the plant surfaces. *Freshwater Biol.*, London, v. 31, n. 2, p. 175-181, 1994.

WESTLAKE, D. F. Macrophytes. In: WHITTON, B. A. (Ed.). *River ecology*. Berkeley: University of California Press, p. 106-128. 1975.

