

O EFEITO DO SOMBREAMENTO NO MANEJO DA SAMAMBAIA AQUÁTICA *Salvinia auriculata*: UM ESTUDO DA REPRODUÇÃO

Jessica Cristina Carvalho Medeiros (*), Rayssa de Lima Cardoso, Josiane Carvalho Silva, Tamiris Silveira Campos, Flávia de Freitas Coelho

* Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo – USP. jcc-bio@hotmail.com

RESUMO

Plantas aquáticas expostas a estresses ambientais apresentam respostas plásticas em seu desenvolvimento, sendo uma delas a alocação diferencial de recursos para compensar estes efeitos. Um fator que pode limitar o desenvolvimento e interferir na reprodução de macrófitas aquáticas é a disponibilidade de luz. *Salvinia auriculata* é uma samambaia aquática que forma densos “tapetes” na superfície da água devido ao seu rápido crescimento. Uma das formas de manejo da espécie é o uso do sombreamento. Porém, devido à alta capacidade reprodutiva e conhecida plasticidade de *Salvinia auriculata*, o nosso objetivo foi avaliar o efeito efetivo do sombreamento na sua reprodução e consequente manejo, através de experimento em casa de vegetação. Os rametes foram submetidos a três níveis de sombreamento (0% - controle, 35% e 70% de sombreamento). Contamos e retiramos as estruturas reprodutivas dos rametes para posterior secagem e pesagem do peso seco, e analisamos as diferenças entre os tratamentos através de análise de variância (ANOVA). Nossos resultados mostram que o número de brotos produzidos aumenta e o número de esporocarpos diminui com o sombreamento, mostrando uma relação negativa (*trade-off*) entre o número destas estruturas. Isso mostra que o sombreamento não afeta sua reprodução e crescimento sobre a superfície da água. É importante que o gestor leve em consideração a biologia e reprodução da espécie-alvo para tomada de decisões.

PALAVRAS-CHAVE: Planta aquática, Plasticidade, Planta daninha, *Trade-off*.

INTRODUÇÃO

As plantas aquáticas compõem a principal biomassa produtora e desempenham funções importantes no ecossistema aquático, como participação na ciclagem de nutrientes, abrigo e alimento para a fauna aquática, proteção e estabilização da margem dos corpos d’água, dentre outras (Esteves, 2011). Porém, com o uso inadequado e sem planejamento dos recursos hídricos e com o aumento das atividades antrópicas no entorno, a proliferação de macrófitas aquáticas tornou-se um problema comum ao redor do mundo. No Brasil, a samambaia aquática *Salvinia auriculata* é uma das espécies que mais causa prejuízo aos gestores, já que seu crescimento vigoroso e o hábito flutuante resultam em uma cobertura total de corpos d’água parados. Esta condição traz diversos impactos negativos ao ecossistema e causa problemas para o múltiplo uso da água, como pesca e produção de energia elétrica (Julien *et al.*, 2002; Jampeetong & Brix, 2009). As espécies do gênero *Salvinia* são capazes de dobrar o número de folhas na superfície da água em apenas 2 dias. Caso não haja controle, a planta pode se espalhar a uma taxa de 400 km² por ano, podendo produzir biomassa fresca a uma taxa que excede 200 t/ha em apenas 10 dias (Julien *et al.*, 2002). Esta espécie se reproduz de duas formas: sexuadamente, através da produção de esporocarpos (estruturas resistentes ao período de seca), e clonalmente, com a produção de brotos. Os instrumentos de controle já conhecidos (*e.g.* físico, químico e biológico) não são eficientes ou duradouros, e podem até ser prejudiciais ao meio ambiente. Com isso, o sombreamento tornou-se uma alternativa limpa e de baixo custo para o manejo, impedindo o crescimento de algumas espécies de plantas aquáticas (Yuan *et al.*, 2012).

OBJETIVOS

Devido à alta capacidade reprodutiva e conhecida plasticidade de *Salvinia auriculata*, o objetivo do nosso trabalho foi avaliar o efeito efetivo do sombreamento na sua reprodução e consequente manejo. Nossas hipóteses são: o número de estruturas reprodutivas diminui ao longo do tempo quando os rametes estão sob maior porcentagem de sombreamento; existe um *trade-off* (alocação diferencial) entre o número das estruturas reprodutivas sexuadas (esporocarpos) e clonais (brotos) sob maior sombreamento, o que pode ser reconhecido como estratégia reprodutiva em condições de falta de luminosidade.

METODOLOGIA

Para a condução do experimento em casa de vegetação, medimos, selecionamos e lavamos os rametes, e retiramos suas estruturas reprodutivas (esporocarpos e/ou brotos). Utilizamos potes plásticos (1L) onde foi acondicionado um ramete em cada, e por cima dos potes, utilizamos sombrites de 2 níveis de sombreamento e um controle, totalizando 3 tratamentos com 15 repetições cada (N=45): controle, 35% de sombreamento e 70% de sombreamento. A cada 10 dias,

contamos o número de novos rametes, esporocarpos e brotos. O experimento durou 30 dias, o período em que a planta cresceu e tomou conta da superfície da água do pote. Ao final do experimento, contamos e retiramos as estruturas reprodutivas dos rametes de cada pote para posterior secagem (estufa a 60°C) e pesagem do peso seco (peso total de rametes, esporocarpos e brotos de cada pote).

Realizamos uma análise de variância (one-way ANOVA) para verificar a relação entre o sombreamento e a biomassa seca e o número dos rametes, esporocarpos e brotos. Para verificar a diferença das médias par a par, foi realizado o teste Tukey a posteriori. Para avaliar o número de esporocarpos e brotos ao longo do tempo, foi utilizado o modelo misto do programa R, usando como fator fixo o tratamento com três níveis (controle, 35% e 70% de sombreamento), o tempo com três níveis (10, 20 e 30 dias) e as estruturas reprodutivas como fator aleatório. O modelo misto testou o efeito do tempo, do tratamento e da interação tempo*tratamento. Para testar a existência de um *trade-off* entre o número de esporocarpos e de brotos produzidos ao longo do tempo, realizamos uma regressão linear com a média dos números de cada estrutura.

RESULTADOS

Os diferentes níveis de sombreamento afetaram a biomassa dos rametes e das estruturas reprodutivas de *S. auriculata*. O tratamento de 35% de sombra não afetou a biomassa dos rametes e não apresentou diferença entre os outros tratamentos (0-35, $p=0,271$; 35-70, $p=0,194$), mas houve diminuição na biomassa com 70% de sombra (FIGURA 1A). A biomassa dos brotos permanece estável com 35% de sombreamento, porém, com 70% de sombra a biomassa diminui (FIGURA 1B). O sombreamento prejudicou de maneira mais rígida a biomassa dos esporocarpos, com diminuição nos tratamentos de 35% e 70% de sombra (FIGURA 1C). O número de brotos produzidos ao longo do tempo foi maior com maior sombreamento ($t=-2,27$; $p<0,05$) (FIGURA 2A), mas o ganho de biomassa foi prejudicado. O número de esporocarpos produzidos foi maior no tratamento controle e menor em presença de sombra ($F=10,549$; $p<0,05$) (FIGURA 2B). O número de brotos produzidos aumenta e o número de esporocarpos diminui com o sombreamento (FIGURA 3), e existe uma relação negativa (*trade-off*) entre o número destas estruturas ($R^2=0,775$; $p<0,05$).

CONCLUSÃO

Os resultados mostram que o sombreamento é um fator que afeta a biomassa e, principalmente, os modos reprodutivos de *Salvinia auriculata*, mostrando sua alta plasticidade. O ganho de biomassa dos rametes é prejudicado quando a planta se desenvolve em alto nível de sombreamento (70%), o que já foi verificado por outros trabalhos com plantas aquáticas (Yuan *et al.*, 2012; Wersal & Madsen, 2013; Zhao *et al.*, 2013). Porém, nossos resultados mostram que em nível intermediário de sombra (35%) a biomassa não é fortemente comprometida. Quanto à reprodução, o sombreamento determinou o modo reprodutivo, já que a ausência da incidência de luz impediu a formação e o aumento da biomassa de esporocarpos, estruturas que demandam muita energia da planta para sua produção. A estratégia utilizada por indivíduos de *S. auriculata* foi investir na produção de brotos para tolerar a condição de sombreamento, podendo aumentar sua área fotossintética e continuar realizando as principais funções biológicas: sobrevivência e reprodução. Apesar da redução na biomassa dos brotos em condição de maior sombreamento, estas estruturas foram capazes de se desenvolver e formar novos rametes, se alastrando sobre toda a superfície da água.

O sombreamento pode controlar populações de espécies aquáticas tidas como invasoras. Schooler (2008) mostrou que técnicas de sombreamento são capazes de controlar a espécie *Cabomba caroliniana* (Cabombaceae), desde que com sombra total. Outros estudos buscam formas de controle para o crescimento de macrófitas submersas utilizando-se de espécies flutuantes para o sombreamento (Janes *et al.*, 1996; Scheffer *et al.*, 2003), ou de plantas aquáticas de maior porte para afetar o vigor de plantas flutuantes (Agami & Reddy, 1990). O sombreamento de macrófitas de maior porte ou o uso de sombrites sob *S. auriculata* pode prejudicar seu vigor, porém, nosso estudo mostra que não afetaria sua reprodução e crescimento sobre a superfície da água. Dessa maneira, é importante que o gestor leve em consideração a biologia e reprodução da espécie-alvo para tomada de decisões. Alternativas para o manejo que não são testadas ou que não verificam a plasticidade da planta frente a condições adversas dependem de tempo e gastos sem resultados eficientes.

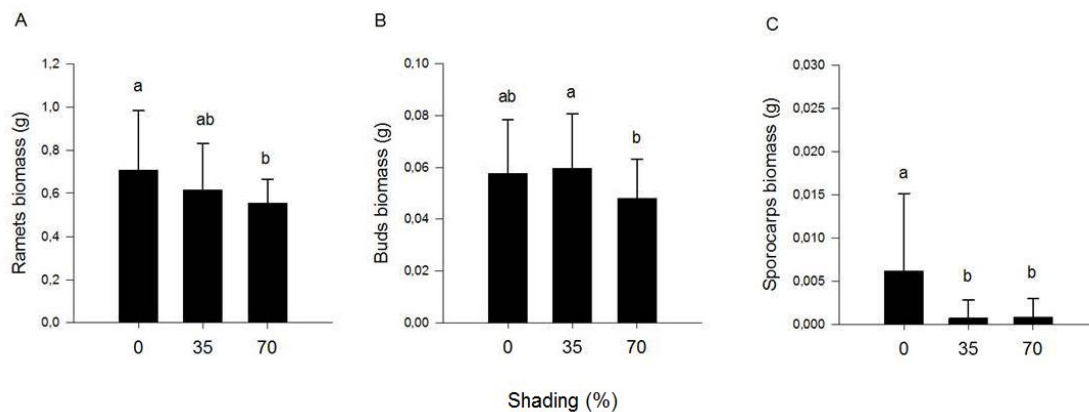


Figura 1: Análise de variância (ANOVA) da biomassa: (a) dos rametes ($F=5,76$; $p<0,05$); (b) dos brotos ($F=3,237$; $p<0,05$); (c) e dos esporocarpos ($F=1,079$; $p<0,05$), de *Salvinia auriculata* para os níveis de sombreamento (0, 35 e 70%). As letras mostram a diferença entre os tratamentos (teste Tukey).

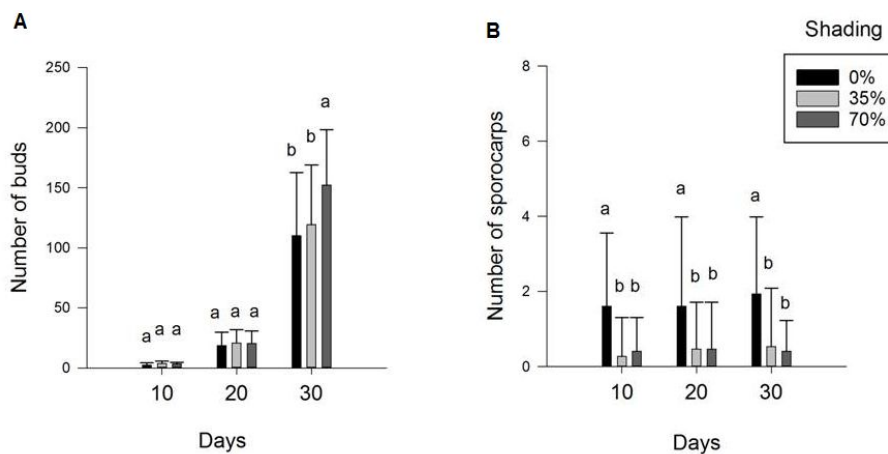


Figura 2: Número de: (a) brotos ($F=1,92$; $p=0,15$); (b) e esporocarpos ($F=10,549$; $p<0,05$), de *Salvinia auriculata* nos três níveis de tratamento (0, 35% e 70% de sombreamento) em função do tempo (10, 20 e 30 dias), através do modelo misto tempo*tratamento.

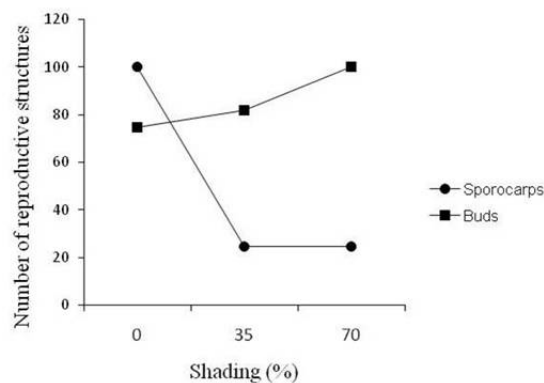


Figura 3: Número de esporocarpos e brotos nos três tratamentos de sombreamento (0, 35 e 70% de sombreamento).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agami, M.; Reddy, K.R., 1990. Competition for space between *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms and *Pistia stratiotes* L. cultured in nutrient-enriched water. *Aquat. Bot.* 38, 195-208.
2. Esteves, F. A. Fundamentos da Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
3. Jampeetong, A.; Brix, H. Nitrogen nutrition of *Salvinia natans*: Effects of inorganic nitrogen form of growth, morphology, nitrate reductase activity and uptake kinetics of ammonium and nitrate. *Aquatic Botany*, Amsterdam, v. 90, n. 1, p. 67-73, Jan. 2009.
4. Janes, R.A.; Eaton, J.W.; Hardwick, K., 1996. The effects of floating mats of *Azolla filiculoides* Lam. and *Lemna minuta* Kunth on the growth of submerged macrophytes. *Hydrobiologia*, 340, 23-26.
5. Julien, M.H.; Center, T.D.; Tipping, P.W., 2002. Floating Fern (*Salvinia*). In *Biological control of invasive plants in the eastern United States*. USDA Forest Service, Publication, 4, 17-32.
6. Scheffer, M.; Szabó, S.; Gragnani, A.; van Nes, E.H.; Rinaldi, S.; Kautsky, N.; Norberg, J.; Roijackers, R.M.M.; Franken, R.J.M., 2003. Floating plant dominance as a stable state. *PNAS*, 100 (7), 4040-4045.
7. Schooler, S.S., 2008. Shade as a management tool for the invasive submerged macrophyte, *Cabomba caroliniana*. *J. Aquat. Plant Manage.* 46, 168-171.
8. Wersal, R.M.; Madsen, J.D., 2013. Influences of light intensity variations on growth characteristics of *Myriophyllum aquaticum*. *J. Freshwater Ecol.* 28, 147-164.
9. Yuan, L.Y.; Li, W.; Liu, G.H.A.; Deng, G., 2012. Effects of different shaded conditions and water depths on the growth and reproductive strategy of *Vallisneria spirulosa*. *Pak. J. Bot.* 44, 911-918.
10. Zhao, C.F.; Li, H.L.; Luo, F.L., 2013. Effects of light heterogeneity on growth of a submerged clonal macrophyte. *Plant Spec. Biol.* 28, 156-164.