

## **Plasticidade fenotípica em folhas de *A. philoxeroides*: aumento do potencial invasivo e adaptação a ambientes aquáticos e terrestres.**

Elaine Aparecida Dias da Costa<sup>1</sup>

Erika Amano<sup>2</sup>

Thomaz Aurélio Pagioro<sup>2</sup>

### **Conservação e Educação de Recursos Hídricos**

#### **RESUMO**

*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb., uma planta aquática anfíbia, nativa da região da bacia do Rio Paraná, apresenta potencial invasor e pode causar prejuízos econômicos e ambientais. O estudo da ecofisiologia dessa espécie pode ajudar a entender seus mecanismos de invasão, e diminuir prejuízos. O objetivo desse trabalho foi investigar os aspectos ecofisiológicos da espécie em meio terrestre e aquático, caracterizando suas alterações, fisiológicas e morfoanatômicas. Hipotetizando que as diferenças geradas a partir da mudança de ambientes estão ligadas à diferenciação em fisiotipos da espécie. Para isso, foram medidos o potencial fotossintético, variáveis morfoanatômicas e a área foliar específica de indivíduos de *A. philoxeroides* em duas comunidades, uma com plantas aquáticas e outra com plantas herbáceas em um reservatório de abastecimento de água na região metropolitana de Curitiba, Paraná, as coletas se deram nos meses de julho e outubro de 2017. Foram encontradas diferenças significativas entre as populações de plantas dos dois ambientes, demonstrando que nas populações submersas, houve um aumento nos valores de área foliar específica e espessura do mesofilo, seguido da diminuição do potencial fotossintético na primavera e no inverno. Também foi possível identificar diferenças entre as estações. A espécie apresenta adaptações distintas para cada ambiente, que estão diretamente ligadas à adequação dos mecanismos fotossintéticos a uma condição de estresse hídrico.

**Palavras-chave: Erva-de-jacaré; Invasão biológica; Heterofilia; Estresse hídrico.**

#### **INTRODUÇÃO**

*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb., conhecida como erva-de-jacaré, é uma planta aquática anfíbia, com alta plasticidade fenotípica e grande potencial invasor (JULIEN et al., 1995). Nativa da região da bacia do Rio Paraná, com ocorrência confirmada em todas as regiões do Brasil (SENNA, 2015). A espécie está presente nos quatro reservatórios de abastecimento da região metropolitana de Curitiba (ALVES-DA-SILVA et al., 2014). Em termos globais, a espécie vem causando grandes problemas de invasão em diversos países causando prejuízos econômicos e ambientais (ZHANG et al., 2017), sua alta plasticidade fenotípica a torna adaptável e resistente a condições de estresse hídrico, salinidade, metais pesados e herbicidas (PAN et al., 2006, TAO et al., 2009).

---

<sup>1</sup>Aluna de mestrado em Ciências e Tecnologias Ambientais, Univ. Tecnol. Fed. do Paraná, Dep. de Química e Biologia, elaine.costa.bio@hotmail.com.

<sup>2</sup>Profa. Dra., Univ. Fed. do Paraná, Campus Politécnico, Dep. de Botânica, erika.amano@gmail.com.

<sup>2</sup>Prof. Dr., Univ. Tecnol. Fed. do Paraná, Campus Ecoville, Dep. de Química e Biologia, thomazap@gmail.com.

Desse modo, o objetivo desse trabalho é investigar aspectos ecofisiológicos de *Alternanthera philoxeroides* em meio terrestre e aquático, caracterizando suas alterações, fisiológicas e morfoanatômicas. Hipotetizamos que a adaptação de *Alternanthera philoxeroides* a ambientes com flutuação do nível da água está ligada à diferenciação em fisiotipos específicos da espécie, originados a partir de mudanças morfofisiológicas nas folhas.

## **METODOLOGIA**

O reservatório Iraí localiza-se na região metropolitana de Curitiba, com área de 15 km<sup>2</sup>, profundidade média de 4,7m e tempo de detenção hídrica de 312 dias (BOLLMANN et al., 2005), classificado como criticamente degradado a poluído pelo Instituto Ambiental do Paraná (2009). No local, as amostragens foram definidas em duas áreas distintas, sendo uma inundada, e uma sem influência direta da água. Para cada área foram marcados quatro pontos amostrais com três repetições por ponto para cada variável, nos meses de julho e outubro de 2017 (inverno e primavera), totalizando 24 amostras.

A obtenção do potencial fotossintético se deu pela concentração de clorofila, determinada a partir de folhas frescas (0,2g) maceradas manualmente, e adicionadas a 5 mL DMSO (dimetilsulfóxido), em tubo Falcon. A extração foi realizada em banho-maria a 70-80°C por 2 horas, após essa etapa, os extratos foram analisados em espectrofotômetro em 648 e 665 nm, as absorbâncias foram utilizadas para calcular as concentrações de clorofila. Toda a metodologia de extração e leitura em espectrofotômetro baseou-se em Barnes et al. (1992).

Para determinar a heterofilia da espécie, as folhas foram submetidas à medição de área foliar específica (SLA), utilizando folhas totalmente expandidas, sem nenhum traço de herbivoria, situadas entre o segundo e quarto nós de três indivíduos diferentes, em ambos os ambientes. A obtenção dos dados foi feita através de fotos com escala, utilizando o programa ImageJ®. O peso seco foi estimado após a secagem em estufa à 60°C até peso constante. A determinação dos valores de SLA se deu através da razão área foliar/peso seco (cm<sup>2</sup>/g<sup>-1</sup>), seguindo o protocolo de Garnier et al. (2001).

Para a mensuração do mesofilo, o terço médio de folhas foram emblocados em resina *Leica Historesin*®, Leica, seccionados em micrótomo e corados em de azul de toluidina. Foram observados em fotomicroscópio (Zeiss Primo Star, AxioCam MRC) e analisados com

o programa ZEN lite 2012®. Os mesmos requisitos utilizados para a coleta de material para SLA foram aplicados para a coleta destinada a morfoanatomia.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para *A. philoxeroides* em julho, o potencial fotossintético foi maior no ambiente terrestre, variando de 54,744  $\mu\text{g. mg}^{-1}$  a 61,213  $\mu\text{g. mg}^{-1}$  e as menores, no ambiente aquático variando de 36,606  $\mu\text{g. mg}^{-1}$  a 54,663  $\mu\text{g. mg}^{-1}$ . Os valores de clorofila para as plantas herbáceas e emergentes no inverno são considerados estatisticamente diferentes entre si ( $p=0,06$ ), não houve diferença significativa desse parâmetro na primavera.

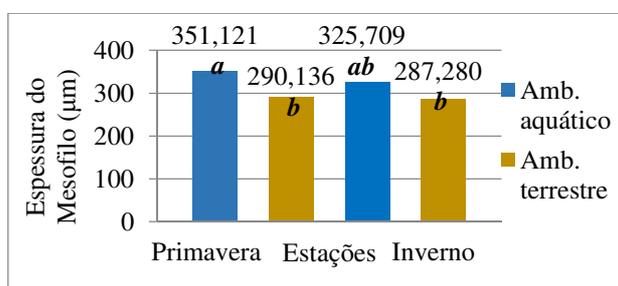


Fig. 1 Valores comparativos da espessura do mesófilo de *A. philoxeroides* nos períodos de primavera e inverno no reservatório do Iraí.

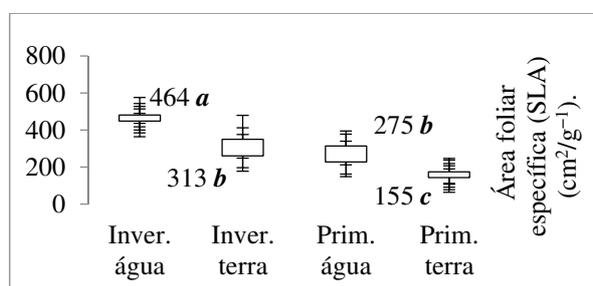


Fig. 2 Valores comparativos de SLA de *A. philoxeroides* nos períodos de primavera e inverno no reservatório do Iraí.

O teste Tukey de comparações múltiplas aplicado às medidas anatômicas entre as estações e entre os ambientes revelou diferenças na espessura do mesófilo entre as plantas com hábito aquático e terrestre (Fig. 1). Na primavera, as maiores médias desse parâmetro foram alcançadas na água, e os menores na terra sendo estatisticamente diferentes entre si com valor de significância de 95% ( $p=0,04$ ). Tao et al. (2009) também encontrou diferenças significativas entre as plantas dessa espécie no ambiente aquático e terrestre. Essas diferenças podem ser atribuídas principalmente às trocas gasosas necessárias aos mecanismos de fotossíntese, de modo que em ambientes secos a espessura mais fina do mesófilo e do parênquima paliçádico facilita as trocas gasosas de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  aumenta a capacidade fotossintética e reduz a perda de água (WRIGHT et al., 2003, TAO et al., 2009).

A heterofilia, em espécies anfíbias, funciona como um ajuste para diminuir os efeitos da submersão e é identificada em níveis morfológicos e anatômicos nas folhas (VOESENEK et al., 2006). Essa abordagem corrobora com os resultados de concentração de clorofila total, que mesmo com pouca diferença, nas duas estações o maior potencial fotossintético foi atribuído aos ambientes terrestres.

O ambiente também foi condicionante para a variação de medidas de SLA em *A. philoxeroides* (Fig. 2 acima), demonstrando que as plantas submersas possuem maiores valores de área foliar específica corroborando com outros trabalhos que também avaliaram esse parâmetro em *A. philoxeroides* (FAN et al., 2014, WANG et al., 2018) e em outras espécies (MOMMER & VISSER, 2005, MOMMER et al., 2006) sob condição de submersão.

Os valores de potencial fotossintético (clorofila-*t*) espessura do mesofilo e área foliar específica indicam diferenças significativas entre as populações de *A. philoxeroides* nos ambientes amostrados. Essa diferença se dá pela modificação de suas funções morfofisiológicas em resposta a uma condição de estresse hídrico resultando em plasticidade fenotípica (WELLS & PIGLIUCCI, 2000). Sob estresse, o funcionamento do aparelho fotossintético, precisa compensar a diminuição das taxas de absorção de oxigênio, carbono e incidência de luz (MOMMER & VISSER, 2005), desse modo o aumento da área foliar específica ajuda a compensar esse déficit (MOMMER & VISSER, 2005, FAN et al., 2014) aumentando também a taxa de sobrevivência da espécie nessas condições (MOMMER et al., 2006).

## CONCLUSÕES

No presente estudo, foi possível observar que *A. philoxeroides* possui comportamentos diferentes ligados aos ambientes aquático e terrestre caracterizados em dois fisiotipos. A estratégia adaptativa da espécie em relação à variação ambiental permite que sua taxa de sobrevivência seja maior em condições de estresse hídrico, possibilitando a colonização e estabelecimento de uma população em locais com variáveis ambientais distintas. As principais adaptações dessa espécie estão relacionadas à adequação dos mecanismos fotossintéticos ao estresse hídrico, como aumento da área foliar específica e espessura do mesofilo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES-DA-SILVA, S.C., BONA, C., MOÇO, M.C.C., CERVI, A.C. Floristic survey and species richness of aquatic macrophytes in water supply reservoirs. **Check List**, v. 10, n. 6, p. 1324-1330, 2014.
- BARNES, J. D.; BALAGUER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVISON, A.W.; 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**, v. 32, p. 85-100, 1992.

- BOLLMANN, H. A., CARNEIRO, C., PEGORINI, E. S. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes. In: Andreoli, C.V., Carneiro, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Sanepar, 2005. p. 213-268.
- FAN, S.; YU, H.; LIU, C.; YU, D.; HAN, Y.; WANG, L. The effects of complete submergence on the morphological and biomass allocation response of the invasive plant *Alternanthera philoxeroides*. **Hidrobiologia**. doi: 10.1007/s10750-014-2005-3. 2014.
- GARNIER, E.; SHIPLEY, B.; ROUMET, C.; LAURENT, G. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. **Functional Ecology**, v.15, p.688-695, 2001.
- IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Monitoramento da qualidade das águas dos rios da Região de Curitiba, no período de 2005 a 2008**. Curitiba: IAP, 2009. p.120.
- JULIEN, M.; SKARRATT, B.; MAYWALD, G. Potential geographical distribution of alligator weed and its biological control by *Agasicleshygrophila*. **Journal of Aquatic Plant Management**, v. 33, p. 55–60, 1995.
- MOMMER, L.; LENNSEN, J.P.M.; HUBER, H.; VISSER, E.J.W.; KROON, H. Ecophysiological determinants of plant performance under flooding: a comparative study of seven plant families. **Journal of Ecology**. v. 94, p. 1117-1129, 2006.
- MOMMER, L., VISSER, E.J.W. Underwater photosynthesis in flooded terrestrial plants: a matter of leaf plasticity. **Annals of Botany**, v. 96, p. 581-589, 2005.
- PAN, X. Y.; GENG, Y. P.; ZHANG, W. J.; LI, B.; CHEN, J. K. The influence of abiotic stress and phenotypic plasticity on the distribution of invasive *Alternanthera philoxeroides* along a riparian zone. **Acata Oecologica**, v. 30, p. 333–341, 2006.
- SENNA, L. *Alternanthera* In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15403>>.
- TAO, Y.; CHEN, F.; WAN, K.; LI, X.; LI, J. The structural adaptation of aerial parts of Invasive *Alternanthera philoxeroides* to water regime. **Journal of Plant Biology**, v. 52, p. 403-410, 2009.
- VOESENEK, L. A. C. J.; COLMER, T. D.; PIERIK, R.; MILLENAAR, F. F.; PEETERS, A. J. M. How plants cope with complete submergence. **New Phytologist**, v. 170, p. 213–226, 2006.
- WANG, T.; HU, J.; WANG, R.; LIU, C.; YU, D. Tolerance and resistance facilitate the invasion success of *Alternanthera philoxeroides* in disturbed habitats: A reconsideration of the disturbance hypothesis in the light of phenotypic variation. **Environmental And Experimental Botany**, v. 153, p. 135-142, 2018.
- WELLS, C.L.; PIGLIUCCI, M. Adaptive phenotypic plasticity: the case of heterophylly in aquatic plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**. v. 3, p. 1-18. 2000.
- WRIGHT, I. J.; REICH, P. B.; WESTOBY, M. Least-cost input mixtures of water and nitrogen for photosynthesis. **The American Naturalist**, v. 161, n. 1, p. 98-111, 2003.
- ZHANG, H.; CHANG, R.; GUO X.; LIANG, X.; WANG, R.; LIU, J. Shifts in growth and competitive dominance of the invasive plant *Alternanthera Philoxeroides* under different nitrogen And phosphorus supply. **Environmental and Experimental Botany**, v. 135, p. 118–125, 2017.