



ANÁLISES ECOFISIOLÓGICAS EM *EICHHORNIA CRASSIPES* (MART.) SOLMS EXPOSTAS A POLUIÇÃO AMBIENTAL NO BAIXO RIO PARAÍBA DO SUL (RPS) E RIO IMBÉ

D.R. Ribeiro

F. Lage - Pinto; A.P. Vitória

Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Biociências e Biotecnologia, Laboratório de Ciências Ambientais –Av. Alberto Lamego, nº 2000, Pq. Califórnia, 28.013 - 602 Campos dos Goytacazes - RJ/Brasil e - mail: gigadrr@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O rio Paraíba do Sul (RPS) apresenta uma bacia que abrange grandes centros urbanos nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. A região do baixo RPS (Campos dos Goytacazes, RJ) caracteriza - se por apresentar poucas indústrias, tendo na agricultura a maior fonte de atividade econômica. Em condições melhores de preservação, o rio Imbé nasce na serra do município de Santa Maria Madalena (RJ), e desemboca na lagoa de Cima na região rural da cidade de Campos dos Goytacazes, RJ.

Em rios muito antropizados, a presença de vegetação nativa nas bordas é rara e as plantas que conseguem sobreviver próximas ou dentro das suas águas devem dispor de estratégias para conviver com a presença de poluentes (orgânicos e inorgânicos, como os metais pesados).

Plantas aquáticas são conhecidas por acumularem metais que estão presentes em seus ambientes, afetando o fluxo destes elementos nestes ecossistemas. A utilização do aguapé neste estudo se deu por esta ser uma das plantas que atrai considerável interesse pela sua habilidade de crescer em águas poluídas e ser capaz de tolerar e acumular íons de metais pesados (planta hiper - acumuladora). Desta forma, o aguapé, tem sido utilizado para diversos estudos envolvendo fitorremediação (Xia e Ma, 2005), avaliação de metais no ambiente (Campaneli, 2008), avaliações ecofisiológicas em ambientes poluídos (Lage - Pinto *et al.*, 008) e avaliação de respostas ecofisiológicas na presença de metais (Paiva *et al.*, 008).

A fitotoxicidade de alguns xenobióticos presentes em águas poluídas pode resultar na inibição do balanço nutricional, mudanças na atividade de enzimas antioxidantes, degradação de pigmentos, diminuição da assimilação de CO₂ entre outros danos. Deste modo, medidas de trocas gasosas podem mostrar a real situação do *status* fisiológico de plantas em seu ambiente natural.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar trimestralmente por um ano (2008) as trocas gasosas (evapotranspiração, taxa fotossintética líquida, condutância estomática e carbono interno) e o conteúdo de cor verde em plantas de aguapé provenientes do baixo RPS sujeitas a descargas de contaminantes ambientais e compará - las às amostras procedentes do rio Imbé (cujo aporte antropogênico é menor), ambos localizados no município de Campos dos Goytacazes, RJ, BR.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo:

A)Rio Imbé-localizado no município de Campos dos Goytacazes, RJ (21°47.75" S; 41°33.37" W) este rio recebe grande aporte de nutrientes trazido da sua bacia na região da serra do Imbé. As plantas foram retiradas próximas a foz do rio com a Lagoa de Cima. O rio neste local tem profundidade de cerca de 3,00m no período chuvoso e 1,00 m no período seco. A distância entre as margens é de cerca de 5,00 m com pouca vegetação ciliar e pastagens ao redor do rio.

B)Rio Paraíba do Sul-localizado no município de Campos dos Goytacazes, RJ (21°45.28" S; 41°19.34" W). O rio, nessa região, em época de cheia pode cobrir boa parte do cais, presente em sua margem direita (sentido de vazão do rio), e em época de seca surgem em suas margens (principalmente na esquerda) bancos de areia, que reduzem sua área.

Coleta do Material Vegetal:

A macrófita aquática *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (aguapé) foi coletada em uma mesma semana nos meses de janeiro de 2008 (1), abril de 2008 (2), julho de 2008 (3) e outubro de 2008 (4), contemplando épocas de alta (1,2) e baixa (3,4) vazão de ambos os rios.

Para chegar às plantas, em ambos os rios, foi utilizando um barco. As mesmas foram acondicionadas em bacias com

água do próprio rio ainda na embarcação e foram posteriormente levadas para a margem.

Análises ecofisiológicas:

Medidas de trocas gasosas:

As medidas foram obtidas no campo, pela manhã, entre 8:30h e 10:30h. As plantas contidas nas bacias foram mantidas por 30 minutos sem manipulação após sua chegada da coleta. A escolha das folhas utilizadas para a tomada de dados foi feita com base na estimativa de indicativo de conteúdo de cor verde no campo, visando padronizar o teor indireto de clorofila das folhas (medidor de clorofila portátil SPAD - 502; Minolta, Japan).

Para as medições de trocas gasosas foi utilizado um analisador de gás carbônico no infravermelho (IRGA) portátil, de circuito fechado, modelo Ciras 2 (PP Systems, UK), tendo integrado a ele uma cuvetta Parkinson com área de 2,5 cm² (Std Broad 2.5, PP System, Hitchin, UK), onde as folhas foram clipeadas. A câmara foliar foi calibrada para 375 ppm de CO₂, sob luz saturante artificial de 2000 μmol de ftons.cm⁻².s⁻¹ e umidade de 80%.

Os seguintes parâmetros foram avaliados: taxa fotossintética líquida (P_n), evapotranspiração (EVAP), condutância estomática (gs), carbono interno (C_i). Estes parâmetros foram expressos nas seguintes unidades: P_n - μmol. m⁻².s⁻¹, EVAP - mmol.m⁻².s⁻¹, gs - mmol.m⁻².s⁻¹, C_i - ppm.

Análise Estatística:

Os parâmetros de trocas gasosas avaliados foram primeiramente submetidos a uma análise descritiva dos dados (média e desvio padrão) e posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA-*two-way*) seguido pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Os dados referentes a trocas gasosas mostraram que a P_n das plantas do rio Imbé foram quase duas vezes maiores no período seco (22,32 μM.m⁻².s⁻¹) do que no período chuvoso (11,45 μM.m⁻².s⁻¹) ($p \leq 0,05$). Os valores de EVAP também se apresentaram maiores no período seco ($p \leq 0,05$). Apesar de estatisticamente não haver diferença para a gs ($p > 0,05$), também são observados maiores valores no período seco. O C_i , diferentemente dos outros parâmetros, apresentou maiores valores no período chuvoso. Para as plantas do baixo RPS, com exceção do C_i , todos os parâmetros apresentaram diferença significativa, com menores valores ocorrendo no período seco ($p \leq 0,05$).

Quando comparamos as plantas coletadas nos dois ambientes dentro do período seco, observamos que apenas o parâmetro EVAP foi significativamente maior no rio Imbé ($p \leq 0,05$). Já no período chuvoso, apenas o parâmetro C_i não diferiu entre as plantas dos dois rios, sendo que as plantas do baixo RPS sempre exibiram valores significativamente mais elevados que as plantas do rio Imbé para os demais parâmetros analisados (P_n , EVAP e gs) ($p \leq 0,05$). Em épocas de chuva a região da bacia do rio Imbé recebe a água proveniente da serra do Imbé, que leva para o rio diversos tipos de substâncias, dentre elas, pesticidas e metais pesados. Estudos feitos por Sousa e colaboradores (2004) determinaram alta concentração de Hg em sedimentos na

região da lagoa de Cima (158 μg Kg⁻¹). Estes mesmos autores sugerem que a presença de Hg+2 esteja associada às plantações de cana-de-açúcar na região da bacia de drenagem. Estas plantações estão ligadas à presença de Hg+2 na região, pelo fato de que, até 1980 havia o uso indiscriminado de fungicidas com este metal em sua composição, que poderia ser lixiviado para o rio, ou ainda ser volatilizado e se depositar na atmosfera pelo uso de queimadas na pré-colheita. Na região da serra do Imbé, Hg seria devolvido ao solo pela deposição atmosférica. Esse fato foi confirmado pela observação da alta concentração de Hg+2 na região da serra do Imbé (mais de 298 μg.Kg⁻¹) (Sousa *et al.*, 004). Lage - Pinto (2008) em um trabalho com a mesma planta em um período anterior a este, sugeriu uma possível interferência de Hg nas plantas presentes no rio Imbé no período chuvoso.

A presença deste metal explicaria o baixo valor de P_n encontrado para as plantas coletadas no rio Imbé no período chuvoso. A incorporação de metais pesados divalentes nas clorofilas prejudica a captação de luz pela fotossíntese, pois afeta os pigmentos do complexo antena e inibe a transferência de elétrons para os centros de reação, resultando na diminuição da P_n (Kupper *et al.*, 1995). Esse mecanismo é rápido e de impacto severo nas reações da fotossíntese, enquanto que em outras partes do metabolismo (respiração) os efeitos podem aparecer muito depois (Kupper *et al.*, 1995). O valor para P_n no baixo RPS no período seco pode estar sendo influenciado pela maior concentração de xenobióticos no rio, já que nesta época o aporte de água no rio é menor. Estudos feitos por Campanelli (2008) mostraram que na região do baixo RPS existe um padrão sazonal na concentração de metais pesados em aguapé. Tanto o Fe quanto Cu, Ni, Cr e Pb tiveram maiores concentrações nestas plantas no período seco.

As concentrações de C_i encontradas nas plantas do Imbé foram maiores para o período chuvoso. O maior valor deste parâmetro sugere que haja maior quantidade de CO₂ sendo estocada na câmara subestomática, sem estar sendo convertido a fotoassimilados, diminuindo assim P_n .

De acordo com Vaillant e colaboradores (2004) a limitação da P_n está associada à condutância estomática e o aumento na concentração de C_i está atribuído a inibição de certas enzimas do ciclo de Calvin. Estes mesmos autores afirmam também que o decréscimo simultâneo da P_n e EVAP, em resposta ao Zn, é diretamente relacionado com gs. Além disso, distúrbios na ultra-estrutura dos cloroplastos ou uso de elétrons gerados na fotossíntese para outras funções ao invés da fixação de carbono é uma possível explicação para o decréscimo do P_n induzido por metal.

De acordo com Krupa e Baszinski (1995) várias enzimas envolvidas no processo de fixação do CO₂ podem ser inibidas por metal pesado. Estudos mostraram que na presença de metais, a RUBISCO, enzima chave do processo bioquímico da fotossíntese, apresenta decréscimo de sua funcionalidade (Krupa *et al.*, 1999; Krupa e Baszinski, 1995).

Com isto podemos sugerir que a diminuição da P_n e o aumento de C_i para as plantas do Imbé no período seco possam estar associados a um possível decréscimo na atividade da Rubisco, dificultando a assimilação de CO₂ e aumentando a quantidade deste na câmara subestomática. En-

tretanto, estudos bioquímicos são necessários para que se confirme esta suposição, assim como a determinação da concentração de metais pesados nas amostras vegetais, inclusive Hg+2, cujas informações de literatura apontam ser um importante poluente do rio Imbé.

CONCLUSÃO

1 - As plantas do rio Imbé apresentaram valores ecofisiológicos que sugerem que algum agente xenobiótico esteja afetando estas plantas.

2- Houve variação temporal nos parâmetros analisados nas plantas de ambos os rios.

Agradecimentos: UENF, FAPERJ.

REFERÊNCIAS

Barbosa, R. M.T.; Almeida, A.A. F.; Mielke, M. S.; Loguercio, L.L.; Mangabeira, A.O.; Gomes, F.P. A physiological analysis of *Genipa americana* L.: A potential phytoremediator tree for chromium polluted watersheds. *Environmental and Experimental Botany*. 61: 264 - 271, 2007.

Campaneli, L. B da S. Avaliação da dinâmica e contaminação por metais pesados no rio Paraíba do Sul e rio Imbé por meio de plantas de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (aguapé), séston e sedimento. 2008. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF)-Dissertação de mestrado em Ecologia e Recursos Naturais.

Krupa, Z.; Baszinski, T. Some aspects of heavy metals toxicity towards photosynthetic apparatus - direct and indirect

effects on light and dark reactions. *Acta Physiol. Plant.*. 17: 177 - 190, 1995.

Krupa, Z.; Siedlecka, A.; Kleczkowski, L. A. Cadmium - affected level of inorganic phosphate in rye leaves influences Rubisco subunits. *Acta Physiol. Plant.*. 21. N. 3: 257 - 261, 1999.

Lage - Pinto, F. Alterações Ecofisiológicas e estruturais em *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (aguapé) no rio Paraíba do Sul e rio Imbé. 2008. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF)-Dissertação de mestrado em Ecologia e Recursos Naturais.

Lage - Pinto, F., Oliveira, J.G., Da Cunha, M., Souza, C.M.M., Rezende, C.E, Azevedo, R.A., Vitória, A.P. Chlorophyll a fluorescence and ultrastructural changes in chloroplast of water hyacinth as indicators of environmental stress. *Environmental and Experimental Botany*. 64:307 - 313, 2008.

Paiva, L.B.; Oliveira, J.G.; Azevedo, R.A.; Ribeiro, D.R.; Silva, M.G.; Vitória, A.P. Ecophysiological responses of water hyacinth exposed to Cr+3 e Cr+6. *Environmental and Experimental Botany*. 65: 403 - 409, 2009.

Sousa, W.P.; Carvalho, C.E.V.; Carvalho, C.C.V.; Suzuki, M.S. Mercury and organic carbon distribution in six lakes from the North of Rio de Janeiro state. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 47(1): 139 - 145, 2004.

Vaillant, N.; Monnet, F.; Hitmi, A.; Sallanon, H.; Coudret, A. Comparative study of responses in four *Datura* species to a zinc stress. *Chemosphere* 59: 1005 - 1013, 2004.

Xia, H. e MA, X. Phytoremediation of ethion by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) from water. *Bioresourse Technol.*. 97: 1050 - 1054, 2006.