

## EFEITOS DO MANGANÊS NA MORFOLOGIA DA *Lemna minor* L. (Araceae)

Samarah Christina Cantanhede Ferreira <sup>1</sup>, Ilisandra Zanandrea <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Maranhão- Email: ferreira.samarah@discente.ufma.br

### INTRODUÇÃO

A poluição da água é um dos grandes desafios enfrentados pelas economias emergentes. Mais de um bilhão de pessoas são afetadas por problemas de contaminação da água, especialmente em países em desenvolvimento. Os recursos de água doce foram amplamente vistos como um receptáculo para resíduos domésticos e industriais. Dentre os principais poluentes, encontra-se o manganês (Mn), este metal em ambiente aquático está relacionado, em grande parte, às interferências antrópicas, como processos de manufatura de papel, resíduos de esgotos domésticos e resíduos de mineração (MARTINS; LIMA, 2001). Ademais, a região do Nordeste possui algumas grandes minas, que estão entre as 200 maiores do Brasil, sendo este metal encontrado em grandes concentrações na água de drenagem das minas tornando-se um desafio para a região (BANKS, 1997). Porém há diversos meios para recuperação de áreas aquáticas contaminadas por metais pesados, e a fitorremediação vem sendo altamente utilizada por ser uma técnica atraente, ecologicamente viável e de menor custo. A fitorremediação é um processo que utiliza plantas como agentes de purificação em ambientes aquáticos e terrestres, que possam estar contaminados e poluídos (PIO et al., 2013). Um grupo de plantas bastante utilizadas é o das macrófitas aquáticas, que possuem potencial de degradar, remover ou inativar possíveis contaminantes do meio, atenuando seus efeitos em organismos vivos e no ambiente, sendo uma alternativa econômica e sustentável (LAMEGO, 2007). Um bom exemplo de macrófitas com capacidade de remoção de contaminantes ambientais e de metais em particular, é a espécie *Lemna minor* L. Esta é uma espécie de pequenas macrófitas flutuantes pertencentes à família das Araceae (CABRERA et al., 2008), conhecida popularmente como lentilha-de-água é considerada um modelo adequado para estudos ecotoxicológicos devido a seu tamanho reduzido, rápida taxa de crescimento, reprodução vegetativa, facilidade de cultivo e de adaptação a diferentes condições do meio e sensibilidade a numerosos poluentes (ALIFERIS et al., 2009). Alguns estudos indicam que a lentilha-de-água consegue acumular elevadas concentrações de diversos metais, havendo já alguns dados referentes à acumulação de níquel (Ni), cobre (Cu) e manganês (Mn) (JAIN et al., 1988). Diante disso, este estudo tem como objetivo avaliar a capacidade do Mn em afetar as plantas e seus efeitos na morfologia na macrófita *Lemna minor* a fim de investigar o potencial dessa espécie em processos de fitorremediação.

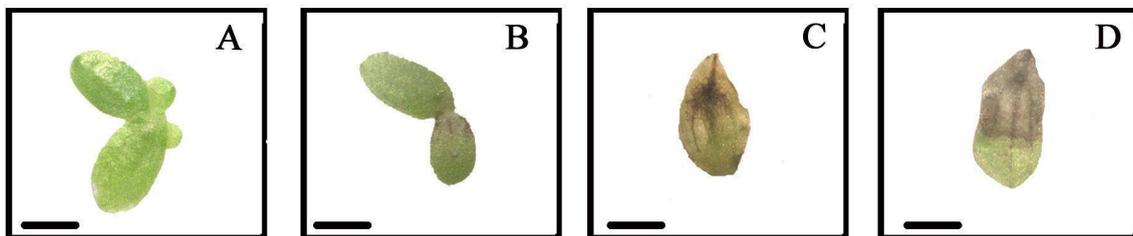
### METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Maranhão (UFMA), em São Luís-MA. Foi utilizada a espécie de macrófita *Lemna minor* para realização do experimento. As plantas foram coletadas em lagos naturais, sem aparente contaminação por manganês, localizado no Viveiro Tracoá na região de São José de Ribamar - MA. As plantas foram levadas para casa de vegetação no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Maranhão (UFMA), em São Luís-MA, onde foram lavadas em água corrente e cultivadas para adaptação, aclimatização e obtenção de biomassa. Estas foram colocadas em placas de petri contendo solução nutritiva de Hoagland (HOAGLAND E ARNON, 1950), com 1/4 de força iônica, sendo o pH mantido em 5,8, sendo esta solução renovada a cada três dias. As plantas-filhas foram selecionadas quanto ao tamanho, número de folhas e ausência de clorose para uniformização das plantas utilizadas no experimento. As plantas controle foram mantidas apenas em solução nutritiva, sendo o pH das soluções medido e, quando necessário, corrigido para 5,8 com HCl (1 M) ou NaOH (1 M). A observação da sintomatologia da espécie que foi exposta às diferentes concentrações de Mn foi realizada diariamente, seguida de registro fotográfico utilizando uma câmera digital e lupa quando necessário. O experimento foi realizado em placas de petri, onde foram adicionados 350 ml de solução nutritiva de Hoagland acrescida de doses crescentes de Mn (0; 0,2; 0,5 e 0,7mM) na forma de MnCl<sub>2</sub>, com 1 / 4 de força iônica. No décimo dia após o início do experimento, as plantas foram removidas das placas de petri e lavadas em solução de ácido nítrico 1% com água destilada. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo a unidade experimental constituída por 30 plantas.

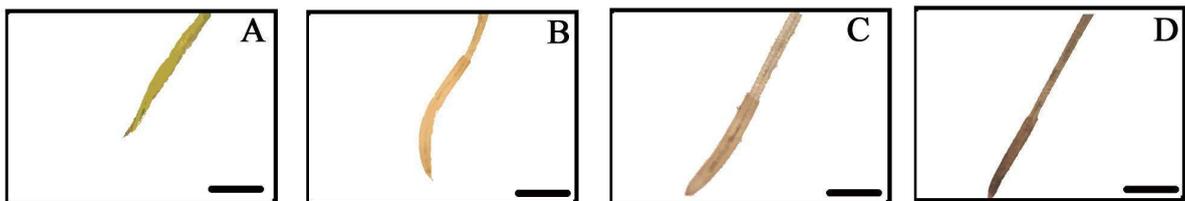
### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliadas características morfológicas em todos os tratamentos. Houve alterações morfológicas nas estruturas da *L. minor*. Os indivíduos de todos os tratamentos utilizados, exceto o tratamento controle (Figuras 1A), apresentaram sintomas visuais de toxidez, observando-se, cloroses, enrugamento e enrolamento da lâmina foliar e necroses. As lesões identificadas nas margens das lâminas foliares de *L. minor* foram caracterizadas como clorose (Figuras 1B), início de necrose e necrose (Figuras 1C e 1D). Nos pecíolos e lâminas foliares observou-se desidratação com enrolamento e enrugamento (Figuras 1C e 1D).

Com o aumento da concentração de manganês foram observadas maiores lesões nas plantas, incluindo lesões foliares, e alterações na coloração das raízes (Figuras 2). As plantas de *L. minor* começaram a apresentar efeitos morfológicos a partir do quarto dia de experimento, em todos os tratamentos, exceto o controle, sendo clorose nas folhas os mais evidentes. Na maior concentração testada, várias folhas estavam senescentes ao final do experimento (Figuras 1). Outra alteração morfológica observada foi a modificação na coloração de raízes, que foi proporcional ao aumento da concentração de Mn na solução nutritiva (Figura 2). A redução do sistema radicular nas plantas submetidas a maiores concentrações foi devido à morte das raízes. Outro efeito do aumento da concentração do Mn na solução foi a redução do surgimento de indivíduos jovens, principalmente nas concentrações de 0,5 e 0,7 mM de Mn (Figura 1).



**Figura 1-** Detalhes dos sintomas visuais de toxidez nas folhas de *Lemna minor* expostas a diferentes concentrações de Mn durante 10 dias. A: controle; B: 0,2mM; C: 0,5mM e D: 0,7mM.



**Figura 2:** Detalhes da coifa das raízes de *Lemna minor* expostas a diferentes concentrações de Mn durante 10 dias. A: controle; B: 0,2mM; C: 0,5mM e D: 0,7mM.

Este trabalho demonstrou que a intensidade dos sintomas de toxicidade das plantas ao Mn depende do estado fisiológico da planta, absorção e translocação do elemento nas raízes e entre as diferentes partes da planta, da idade foliar, bem como da maneira que ocorre a distribuição de Mn e a sua concentração dentro célula, evidenciado na diferenciação de sintomas de uma planta para outra ou de uma folha para outra (KITAO et al., 2001). No presente estudo, plantas de *L. minor* apresentam clorose e pontos marrons nas folhas. Essa sintomatologia tem sido relatada por pesquisadores da área como sendo sintomas específicos de toxicidade por Mn (WISSEIMEIER E HORST, 1987). A clorose nas folhas também pode estar associada à redução do conteúdo de clorofila nas folhas. Acredita-se que a clorose em folhas jovens por toxicidade de Mn seja causada pela deficiência de Fe induzida por Mn, que inibe a síntese de clorofila (SPILLER et al., 1982). Em baixas concentrações de

Mn, as plantas não apresentaram sintomas de toxidez ou qualquer outra indicação de que o metabolismo estivesse sendo alterado. Altas concentrações de Mn no sistema radicular influenciam não somente o modo de crescimento radicular, como também afetam a morfologia (raio médio, coloração e desenvolvimento de pelos radiculares) e a arquitetura radicular (número e comprimento de raízes laterais), o que leva à inibição do crescimento e ao engrossamento e encurtamento das raízes.

## CONCLUSÕES

Plantas de *L. minor* expostas ao Mn sofreram efeitos tóxicos, principalmente, em concentrações elevadas, apresentando alteração na coloração das raízes, cloroses, necroses, enrugamento e enrolamento da lâmina foliar. *L. minor* foi sensível ao excesso de Mn, porém mostrou boa performance nas concentrações testadas, evidenciando índice de sobrevivência e capacidade em gerar filhos saudáveis. Todos esses fatores podem ser úteis para um diagnóstico de campo da toxicidade do Mn. Isso também pode demonstrar o potencial para a aplicação da *L. minor* como indicador precoce de contaminação em água por meio de sintomas foliares e radiculares visíveis distintos de toxicidade de Mn.

Palavras-chave: Fitorremediação. Morfologia. Macrófita aquática.

## REFERÊNCIAS

ALIFERIS, K. A.; MATERZOK, S.; PAZIOTOU, G. N.; CHRYSAYI-TOKOUSBALIDES, M. *Lemna minor* L. as a model organism for ecotoxicological studies performing H NMR fingerprinting. **Chemosphere**, v. 76, p.967–973, 2009.

BANKS, David et al. Química da água da mina: o bom, o ruim e o feio. **Geologia Ambiental**, v. 32, n. 3, pág. 157-174, 1997.

CABRERA, L. I.; SALAZAR, G. A.; CHASE, M. W.; MAYO, S. J.; BOGNER, J.; D ÁVILA, P. Phylogenetic relationships of Aroids and Duckweeds (Araceae) inferred from coding and noncoding plastid DNA. **American J. of Botany**, v. 95, n. 4, p. 1153-1165, 2008.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method of growing plants without soil.[SI]: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p. KERBAUY, G. Biofábrica de orquídeas. **Produção Industrial de Plantas**. São Paulo: São Carlos, p. 22-23, 1995.

JAIN, S.K., GUJRAL, G.S., JHA, N.K. & VASUDEVAN, P., 1988. Heavy metal uptake by *Pleurotus sajor-caju* from metal enriched duckweed substrate. **Biol.Wastes**, 24: 275 – 282

KITAO, M. et al. Toxicidade de manganês indicada por sintomas foliares visíveis de bétula branca japonesa (*Betula platyphylla* var. Japonica). **Poluição Ambiental**, v. 111, n. 1, pág. 89-94, 2001.

LAMEGO, Fabiane Pinto; VIDAL, Ribas Antonio. Fitorremediação: plantas como agentes de despoluição?. Pesticidas: **Revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, v. 17, 2007.

MARTINS, I.; L. I. V. Ecotoxicologia do Manganês e seus compostos. Centro de recursos ambientais, - **CRA Séries cadernos de referência ambiental** v7.Salvador BA- 2001

PIO, M. C. S.; SOUZA, K. S.; SANTANA, G. P. Capacidade da *Lemna aequinoctialis* para acumular metais pesados de água contaminada. **Acta Amaz.**, v.43, n.2, p. 203-210, 2013

SPILLER, Susan C.; CASTELFRANCO, Ann M.; CASTELFRANCO, Paul A. Efeitos do ferro e do oxigênio na biossíntese da clorofila: I. Observações in vivo em plantas deficientes em ferro e oxigênio. **Fisiologia vegetal**, v. 69, n. 1, pág. 107-111, 1982.

WISSEMEIER, AH; HORST, WJ Deposição calosa em folhas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) Como uma resposta sensível ao alto suprimento de Mn. **Planta e solo**, v. 102, n. 2, pág. 283-286, 1987.