

DIMINUIÇÃO DO CRESCIMENTO POPULACIONAL DE SALVINIA MOLESTA POR PLASTICIDADE MORFOLÓGICA E FOTOINIBIÇÃO DA FOTOSÍNTESE

Caio de Araujo Santos e Leandro Tavares Azevedo Vieira

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

Salvinia molesta é uma espécie de pteridófito, classificada ecologicamente como macrófito aquático flutuante livre. Possui grande importância para os ambientes aquáticos dulcícolas, principalmente do Brasil, país de origem da espécie. Sob condições ambientais adequadas apresenta crescimento populacional exponencial, podendo se tornar uma planta infestante caso não haja manejo de suas populações. Diversos fatores podem interferir no padrão de crescimento das macrófitas aquáticas, um dos principais é a luminosidade. O processo de fotoaclimatação é uma resposta ao estresse luminoso sofrido por plantas, consiste em alterações morfológicas e fisiológicas que permitem melhor reprodução e sobrevivência dos indivíduos. O presente estudo objetivou estudar os efeitos individuais e populacionais da exposição de *S. molesta*, fotoaclimatada em baixa iluminação, ao ambiente original das matrizes do experimento, com iluminação alta. Foi realizado experimento de crescimento populacional com um grupo controle e um grupo de fotoaclimatadas, compostos por duas duplicatas cada, além de análises morfológicas de dimensões macroscópicas e microscópicas de indivíduos dos dois grupos. Determinamos que o processo de fotoaclimatação, somado ao processo de fotoinibição da fotossíntese, em *S. molesta* altera o padrão de crescimento populacional da espécie e causa um processo de miniaturização dos indivíduos. São oportunos estudos que explorem a aplicabilidade do uso da fotoaclimatação em conjunto à fotoinibição da fotossíntese como base para desenvolvimento de novos métodos de controle populacional da espécie.

Palavras-chave: Fotoaclimatação, crescimento, *Salvinia*.

ABSTRACT

Salvinia molesta is a species of pteridophyte, ecologically classified as a free-floating aquatic macrophyte. It is of great importance to freshwater aquatic environments, especially in Brazil, where the species originated. Under suitable environmental conditions, it grows exponentially and can become an infesting plant if its population is not managed. Several factors can interfere with the growth pattern of aquatic macrophytes, one of the main ones being light. The process of photoacclimatization is a response to light stress suffered by plants, consisting of morphological and physiological changes that allow for better reproduction and survival of individuals. The objective of this study was to investigate the individual and population effects

of exposing *S. molesta*, photoacclimatized in low light, to the original environment of the experiment matrices, with high light. A population growth experiment was carried out with a control group and a photoacclimatized group, made up of two duplicates each, as well as morphological analyses of macroscopic and microscopic dimensions of individuals from both groups. We determined that the process of photoacclimatization, added to the process of photoinhibition of photosynthesis, in *S. molesta* alters the population growth pattern of the species and causes a process of miniaturization of the individuals. Studies are needed to explore the applicability of using photoacclimatization in conjunction with photoinhibition of photosynthesis as a basis for developing new population control methods for the species.

Keywords: Photoacclimatization, growth, *Salvinia*.

1. INTRODUÇÃO

Salvinia é um gênero de pteridófitas classificadas ecologicamente como macrófitas aquáticas flutuantes livres. As macrófitas aquáticas desempenham papéis ecológicos fundamentais, relacionados à formação de habitats para invertebrados, suprimento de alimento para diversos organismos e ciclagem de nutrientes (ESTEVEES, 2011).

Salvinia molesta, popularmente conhecida como “orelha de onça”, é uma espécie nativa do Brasil, porém pode ser considerada invasora em diversas regiões por conta de seu rápido crescimento. Mesmo em ambientes nativos pode crescer descontroladamente, esse fenômeno ocorre principalmente em corpos d’água onde há despejo de esgoto, por conta do aumento repentino da concentração de nutrientes na água (ESTEVEES, 2011; JULIEN; HILL; TIPPING, 2009, 2009).

A incidência luminosa sobre os ambientes aquáticos exerce grande influência sobre a produtividade primária, podendo ser um fator limitante ao crescimento das macrófitas (ESTEVEES, 2011). Mudanças na luminosidade podem forçar os organismos fotossintetizantes a alterarem sua morfologia e fisiologia para melhor ajuste às condições ambientais, sendo um processo importante para a sobrevivência dos indivíduos. A maior parte dos estudos sobre efeitos da variação da luminosidade foram realizados com algas, portanto pouco se sabe acerca dos efeitos desse fator sobre aspectos populacionais e morfológicos de outras espécies de macrófitas aquáticas, como *Salvinia molesta*.

O presente estudo teve início com a observação da diminuição do tamanho de indivíduos de *S. molesta* mantidos sob baixa iluminação. A população mantida nesta condição derivou de apenas um indivíduo inicial saudável, coletado no Viveiro da Universidade Presbiteriana Mackenzie em abril de 2022. Passados 6 meses houve diminuição expressiva do tamanho dos indivíduos e da população no aquário, portanto consideramos oportuno o estudo do processo que causou as diminuições, visando a possibilidade de estudo de um novo método de controle populacional da espécie. O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos da exposição de *S. molesta* fotoaclimatada em baixa iluminação ao ambiente inicial, com alta iluminação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Macrófitas aquáticas podem ser definidas como organismos fotossintetizantes macroscópicos que crescem ativamente, total ou parcialmente emersos ou flutuando sobre a superfície da água. Por se tratar de um grupo determinado por características ecológicas sua composição é filogeneticamente diversa, sendo representado

principalmente por espécies de pteridófitas e angiospermas. As macrófitas aquáticas são divididas entre anfíbias, emersas, submersas e flutuantes, podendo ser livres ou enraizadas, essas características são importantes para identificação e estudo de suas funções no ambiente aquático (ESTEVES, 2011).

Nas áreas de ocorrência natural as macrófitas aquáticas são responsáveis por importantes serviços ecossistêmicos, podendo ser destacados a formação de abrigos para invertebrados e peixes, que favorecem a reprodução e sobrevivência de juvenis. Também atuam na estruturação de parte da cadeia alimentar, pois concentram grandes quantidades de itens alimentares importantes para peixes, como vários grupos de invertebrados (AGOSTINHO; GOMES; JUNIOR, 2003; ESTEVES, 2011; TAKEDA et al., 2003).

Macrófitas aquáticas podem apresentar crescimento populacional exponencial em regiões onde não ocorrem naturalmente caso sejam introduzidas, isso se deve à falta de consumidores de suas partes vegetativas e doenças que afetem seu desenvolvimento, além dos casos cujo crescimento é impulsionado pelo despejo de esgoto, que eleva a concentração de nutrientes na água (CAMARGO; PEZZATO; HENRY-SILVA, 2003; ESTEVES, 2011; PEDRALLI, 2003). Nesses casos seu crescimento populacional pode chegar ao limite da capacidade de suporte do reservatório, tomando quase toda a superfície, no caso das flutuantes, causando prejuízos ecológicos e econômicos importantes (JULIEN; HILL; TIPPING, 2009; MARCONDES; MUSTAFÁ; TANAKA, 2003; POMPÊO, 2008; XAVIER et al., 2021). O crescimento populacional das macrófitas aquáticas é influenciado pelo número inicial de indivíduos (ESTEVES, 2011). Dentre as macrófitas de importância ecológica e econômica destacam-se as plantas dos gêneros *Salvinia*, *Pistia* e *Eichhornia* (ESTEVES, 2011; XAVIER et al., 2021).

Salvinia molesta D. Mitchell (Salviniaceae) é uma macrófita aquática flutuante livre, caracterizada pela presença de tricomas na superfície das folhas que permitem a flutuação da planta (JULIEN; HILL; TIPPING, 2009).

A reprodução de *S. molesta* pode ser sexuada ou assexuada, portanto, algumas populações podem ser formadas por clones de um mesmo indivíduo. O processo reprodutivo assexual consiste no crescimento de novos ramos e folhas, quando a nova estrutura está suficientemente desenvolvida há o rompimento da ligação no entrenó e o crescimento do novo indivíduo se inicia. Cada nó pode originar até três novos ramos, porém em condições de estresse cada nó pode originar até seis

ramos, e após a separação a planta original se mantém viva (JULIEN; HILL; TIPPING, 2009).

O desenvolvimento de *S. molesta* é afetado pelos fatores abióticos do reservatório, principalmente pela luminosidade, concentração de nutrientes, temperatura, área superficial disponível, velocidade da corrente de água e competição interespecífica (CAMARGO; PEZZATO; HENRY-SILVA, 2003; JULIEN; HILL; TIPPING, 2009). A espécie é nativa do Brasil (JULIEN; HILL; TIPPING, 2009), porém devido à sua grande adaptabilidade e plasticidade fenotípica pode ser encontrada em diversas regiões do mundo, tendo sido introduzida intencionalmente ou acidentalmente (ESTEVES, 2011).

Estresse, em plantas, pode ser definido como uma ou mais condições ambientais desfavoráveis, que limitam o alcance do potencial genético pleno (TAIZ et al., 2017). Segundo Camargo et al. (2003) e Esteves (2011) fatores abióticos podem atuar como limitantes do crescimento das macrófitas aquáticas. As plantas possuem mecanismos para mitigar os efeitos das variações de fatores abióticos, como estresse hídrico, nutricional e luminoso. As respostas imediatas ao estresse podem ser de ordem morfológica ou fisiológica, a depender do tipo de estresse sofrido pelo indivíduo, estas alterações compõem o processo de aclimação (TAIZ et al., 2017).

O processo de aclimação compreende mudanças morfológicas e fisiológicas não permanentes, com objetivo de sustentar a sobrevivência e reprodução do indivíduo até que a condição estressante cesse. É esperado que com o fim do estresse a planta volte a sua condição original, reorganizando seus sistemas e estruturas para melhor explorar os recursos do ambiente (TAIZ et al., 2017). A fotoaclimação é o processo de ajuste fenotípico característico da aclimação, em resposta ao estresse luminoso (FALKOWSKI; LAROCHE, 1991).

Estresse luminoso ocorre sob diversas circunstâncias, em especial quando uma planta fotoaclimatada à condição de baixa iluminação passa subitamente a uma condição de alta iluminação. A luz absorvida pela planta supera a capacidade de síntese de açúcares pelo indivíduo, causando acúmulo de elétrons nos centros de reação durante a fase química da fotossíntese, estes elétrons são desviados para o oxigênio atmosférico e formam espécies reativas de oxigênio, responsáveis pelos danos celulares (TAIZ et al., 2017).

3. METODOLOGIA

Foi realizado um experimento de crescimento *ex situ* com indivíduos de *S. molesta* e duração de 10 semanas a partir de 18 de outubro de 2022. O experimento foi composto por dois grupos, Controle e Tratadas, sendo cada grupo composto por duas duplicatas (subgrupos C1 e C2, T1 e T2). As matrizes dos grupos foram escolhidas com base na massa úmida e número de folhas dos indivíduos (Tabela 1) sendo priorizada a semelhança entre plantas dos subgrupos.

Tabela 1: Caracterização das matrizes.

Matrizes	Controle		Tratadas	
	C1	C2	T1	T2
Nº de folhas	10	10	12	12
Massa úmida (g)	0,73	0,72	0,29	0,21

As matrizes do grupo Controle (Figura 1) foram obtidas no Viveiro da UPM em outubro de 2022, foram escolhidos indivíduos com aspecto saudável, sem manchas indicadoras de fitopatologias e marcas de herbivoria. As matrizes do grupo Tratadas (Figura 2) foram obtidas em um aquário de um dos autores, no qual foram mantidas em tratamento de fotoaclimação em baixa iluminação durante 6 meses.

Figura 1: (C1) matriz de C1, (C2) matriz de C2, (N) não utilizada.

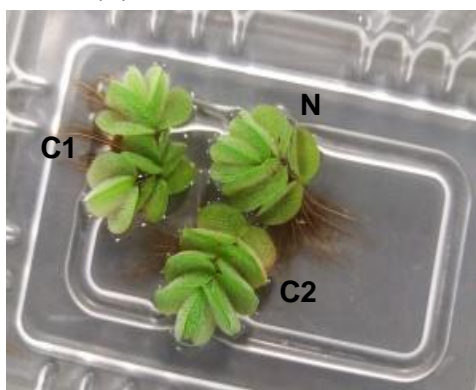


Figura 2: (T1) matriz de T1, (T2) matriz de T2.



As matrizes foram higienizadas com água filtrada sob estereomicroscópio em aumento de 40 vezes utilizando pipeta Pasteur e pinça, para remoção de matéria orgânica e invertebrados aderidos aos indivíduos.

Ambiente de crescimento

As plantas foram mantidas em caixas plásticas de 15L perfuradas lateralmente para permitir circulação de ar, e mantidas com tampa de acrílico translúcido para evitar entrada de água em caso de chuva. Os parâmetros ambientais do Viveiro da UPM foram considerados como ideais para a espécie porque as populações de *S. molesta* não apresentam problemas de crescimento, reprodutivos ou fitopatológicos aparentes.

As caixas foram preenchidas com solução nutritiva de 6L de água filtrada com adição de nutrientes minerais utilizados em hidroponia (Plantpar Flex Azul Folhosas© e Plantpar Flex Vermelho Folhosas©). Foram adicionados 2,25mg de Flex Vermelho© e 0,89mg de Flex Azul© aos 6L de água, mantendo a concentração de fósforo e nitrogênio próxima à utilizada no experimento de Benassi e Camargo (2000), o cálculo foi realizado com base nas garantias nutricionais fornecidas pelo fabricante dos nutrientes. A solução nutritiva foi trocada semanalmente para manter constante a disponibilidade de nutrientes, e junto às trocas foi realizada higienização das caixas para remoção de colônias de algas e matéria orgânica. As quatro caixas foram mantidas sob iluminação solar direta em uma prateleira no Viveiro da UPM (Figura 3), sob mesma condição de iluminação e temperatura na qual as matrizes do grupo Controle se desenvolveram antes do estudo.

Figura 3: Local de realização do experimento e caixas utilizadas.



Crescimento populacional

O crescimento de populações pode ser analisado através de modelos matemáticos, como os modelos de crescimento exponencial e logístico aplicados a

curvas de crescimento (PINTO-COELHO, 2000). Para elaboração das curvas de crescimento é preciso medir a densidade da população e o tempo, sendo a contagem total um dos métodos adotados para quantificação de populações de plantas e animais (RICKLEFS; RELYEA, 2016).

O crescimento das plantas foi medido por meio da massa úmida para evitar erros de contagem, porque *S. molesta* é um organismo modular e seria pouco precisa a determinação de quais partes são indivíduos. Semanalmente foi medida a massa úmida de cada subgrupo, durante 10 semanas, utilizando balança analítica Ohaus Adventurer® AR2140. A água presente nas folhas submersas foi removida utilizando papel toalha.

O crescimento populacional dos subgrupos foi analisado utilizando regressão linear dos logaritmos dos valores medidos semanalmente, para determinar a adequação do crescimento populacional ao modelo de crescimento exponencial, por meio do valor de R^2 .

Morfologia foliar

Ao final do experimento de crescimento foram medidos o comprimento e a largura de uma das folhas do par central de 10 indivíduos de cada grupo, utilizando paquímetro analógico Mitutoyo®, a fim de comparar a morfologia foliar de cada grupo. Adotamos a medida de folhas centrais pois as folhas de *S. molesta* se desenvolvem em pares, ao passo que novos pares nascem os pares mais antigos morrem, portanto, as folhas centrais podem ser consideradas no estágio intermediário de desenvolvimento, possibilitando a comparação das folhas no mesmo estágio. Além das folhas, foram medidos o comprimento e a largura dos 10 indivíduos, bem como contado o número de folhas. Os dados obtidos foram analisados por comparação dos valores de média aritmética e erro-padrão.

Foi realizada análise morfológica qualitativa dos tecidos das folhas para observação alterações na estrutura foliar das plantas. Foi coletada uma folha do par central de uma planta de cada grupo, previamente coletadas de maneira aleatorizada. O protocolo de corte histológico adotado foi o corte à mão livre de amostras frescas, com suporte em medula de embaúba.

Foram feitos cortes transversais à nervura central das folhas, o material então passou por protocolo de diafanização em solução de hipoclorito de sódio 30% e coloração com solução de azul de metileno 1%. Foi realizada observação dos cortes

em microscópio de luz sob aumento de 400X, sendo analisado o alongamento das células dos tricomas e o número de células entre o feixe vascular da nervura central e a epiderme abaxial das folhas.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Crescimento Populacional

A análise das curvas de crescimento populacional dos subgrupos C1 e C2 evidenciou que as plantas matrizes coletadas no Viveiro da UPM eram saudáveis e o ambiente era propício ao desenvolvimento, pois se adequaram ao modelo de crescimento populacional exponencial (Gráficos 1 e 2), já descrito como característico de *Salvinia* em boas condições ambientais por Esteves (2011).

Por outro lado, as curvas de crescimento dos subgrupos T1 e T2 não se ajustaram ao modelo de crescimento exponencial, em especial T2, que apresentou R² inferior a 0,5 (Gráfico 1), portanto houve alteração significativa sobre a taxa de crescimento populacional dos indivíduos do grupo Tratadas. O subgrupo T1 apresentou R² de 0,86, porém a massa total de indivíduos durante todo o experimento se manteve muito abaixo do crescimento de C1 e C2 (Gráfico 2) (Figura 4), indicando que a produtividade de biomassa dos indivíduos foi afetada apesar da manutenção de um crescimento próximo ao exponencial.

Gráfico 1: Linha cheia: crescimento real; linha pontilhada: linha de tendência exponencial.

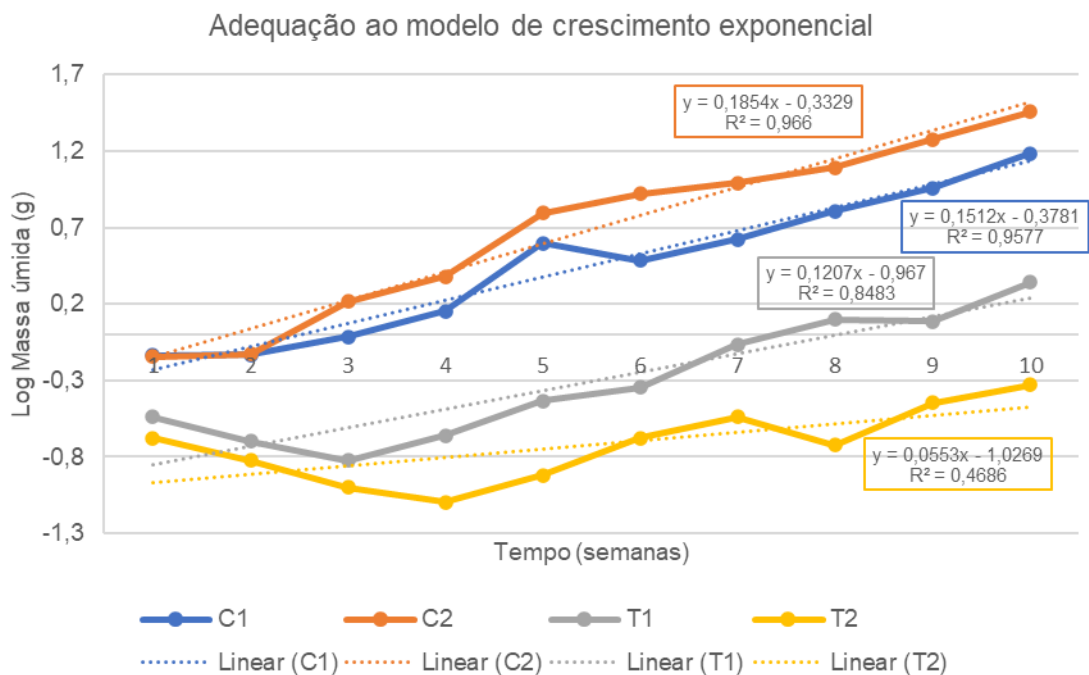
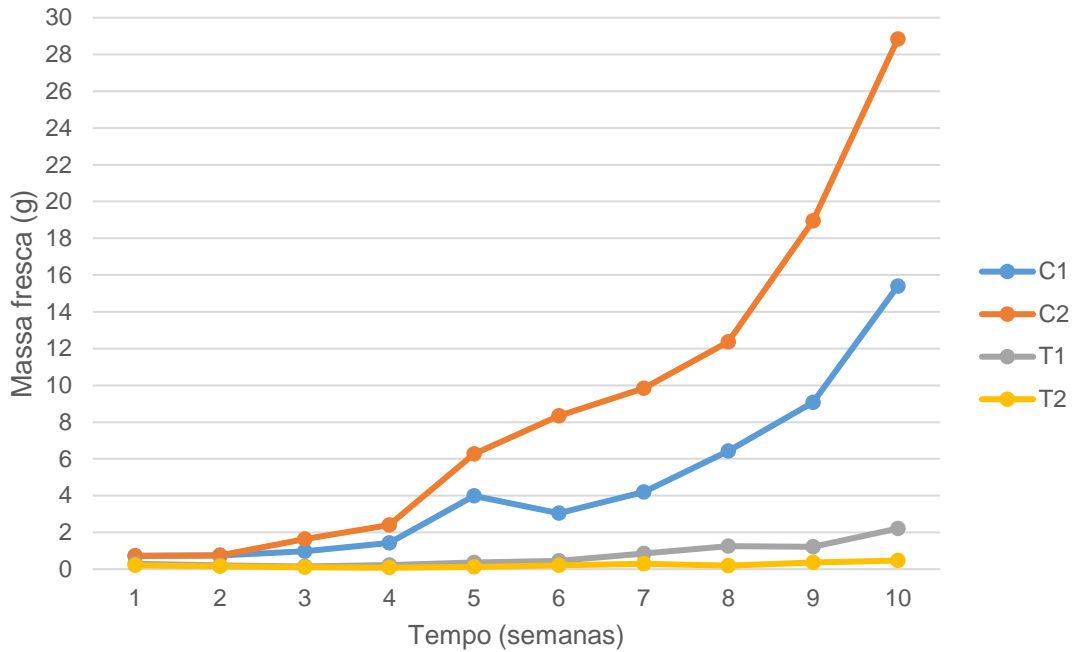


Gráfico 2: Comparação do crescimento populacional dos subgrupos.

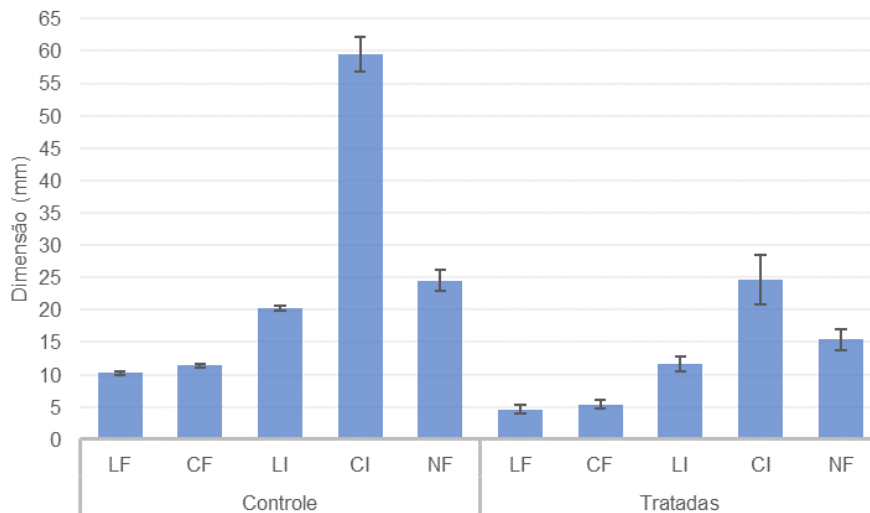


Análise morfológica

Por meio da comparação morfológica dos grupos Controle e Tratadas foi possível observar diferenças significativas entre as dimensões das folhas dos dois grupos (Gráfico 4) (Figura 4).

Gráfico 4: Comparação entre médias.

Médias das dimensões foliares



Em média, em todos os parâmetros medidos as plantas do grupo Tratadas foram menores que as do grupo Controle, sendo a largura foliar (LF) 54,5% menor, comprimento foliar (CF) 52,6% menor, largura dos indivíduos (LI) 42,3% menor,

comprimento dos indivíduos (CI) 58,6% menor, e por fim, o número de folhas (NF) 37,1% menor em relação ao grupo Controle.

A miniaturização dos indivíduos do grupo Tratadas pode estar relacionada com o processo de fotoaclimatação ocorrido no tratamento prévio, pois a diminuição das dimensões foliares permite adequação do consumo de energia à menor produção de açúcares, decorrente da baixa intensidade luminosa. Era esperado que as plantas do grupo Tratadas apresentassem incremento de massa imediatamente após o início do experimento, em taxa menor comparado ao do Controle (Gráficos 3 e 4), porém T1 e T2 perderam massa antes de iniciarem o crescimento (Gráficos 5 e 6).

Figura 4: Comparação entre o tamanho de plantas dos dois grupos com a mesma idade.



A perda inicial de massa pode indicar ocorrência de danos aos tecidos e sistemas fisiológicos das plantas, causados pelo processo de fotoinibição da fotossíntese, como descrito por Taiz et al. (2017). De acordo com do Carmo Araújo e Deminicis (2009), os danos causados nos primeiros estágios da fotoinibição podem ser reversíveis, porém em estágios mais avançados é necessário desmontar e reparar o fotossistema II, estendendo os efeitos da fotoinibição por semanas, como observado principalmente em T2 (Gráfico 6).

O estudo de Boschilia et al. (2006) demonstrou que *S. herzogii* pode variar as dimensões das folhas em resposta à densidade populacional do reservatório no qual se desenvolve, portanto é esperado que *S. molesta* apresente mecanismos de plasticidade morfológica em resposta aos fatores abióticos.

Gráfico 3: Crescimento de C1. Linha cheia: crescimento real; linha pontilhada: linha de tendência exponencial.

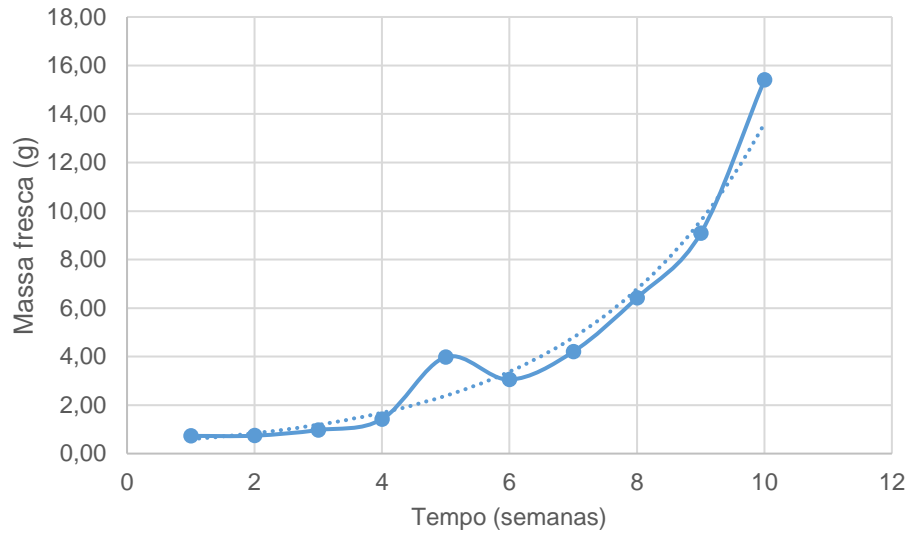


Gráfico 4: Crescimento de C2. Linha cheia: crescimento real; linha pontilhada: linha de tendência exponencial.

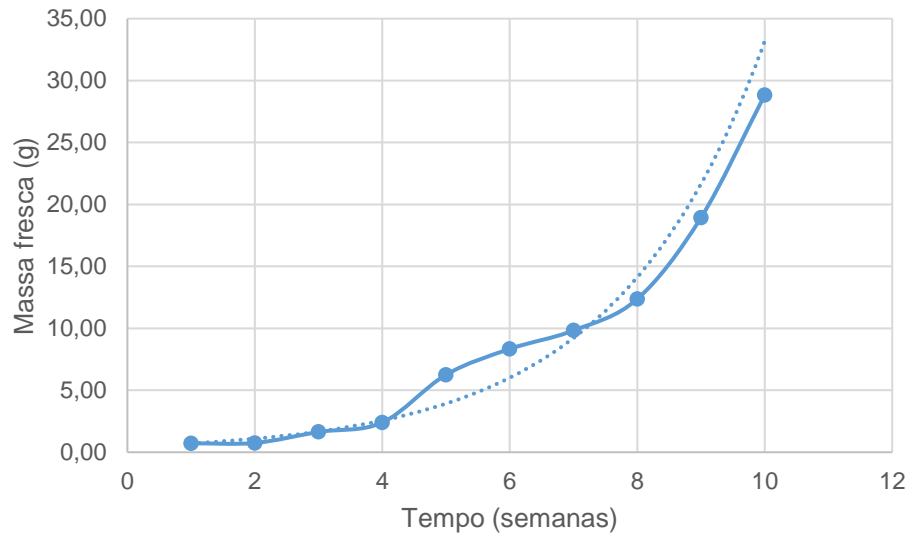


Gráfico 5: Crescimento de T1. Linha cheia: crescimento real; linha pontilhada: linha de tendência exponencial.

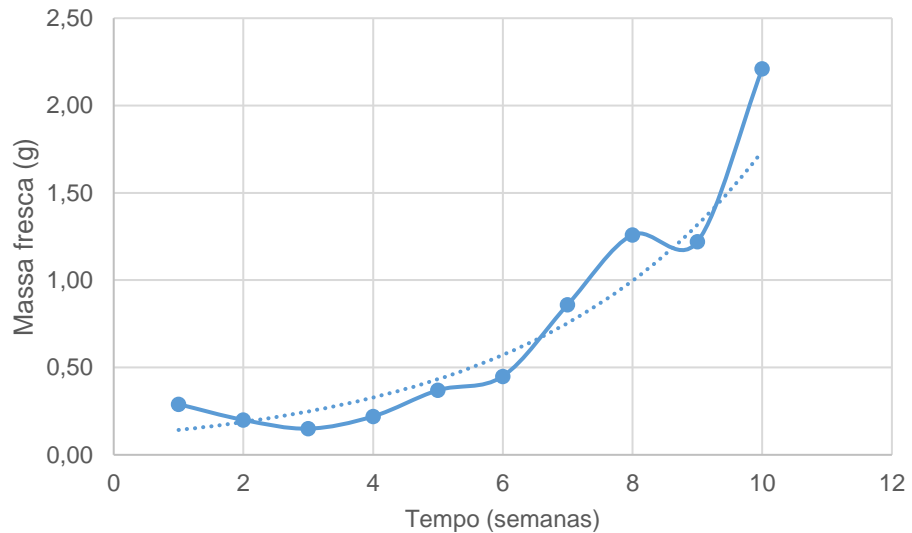
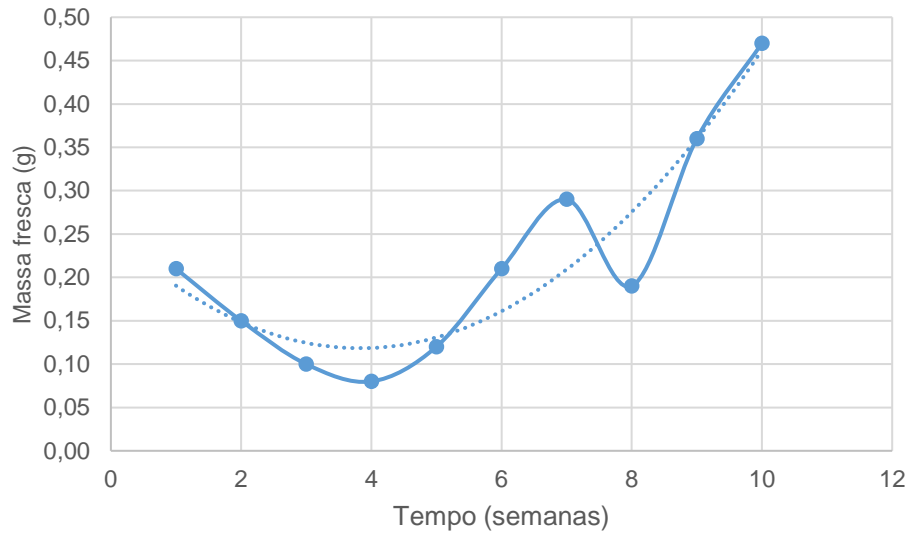
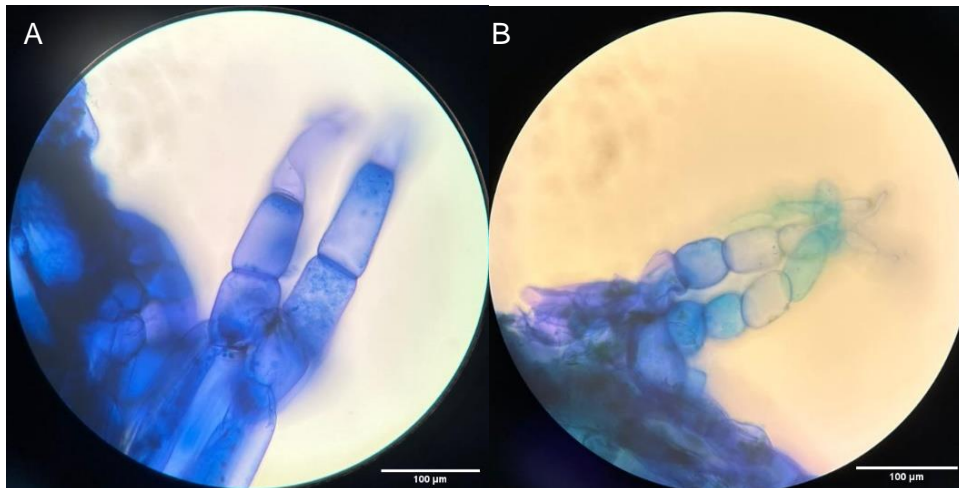


Gráfico 6: Crescimento de T2. Linha cheia: crescimento real; linha pontilhada: linha de tendência exponencial.



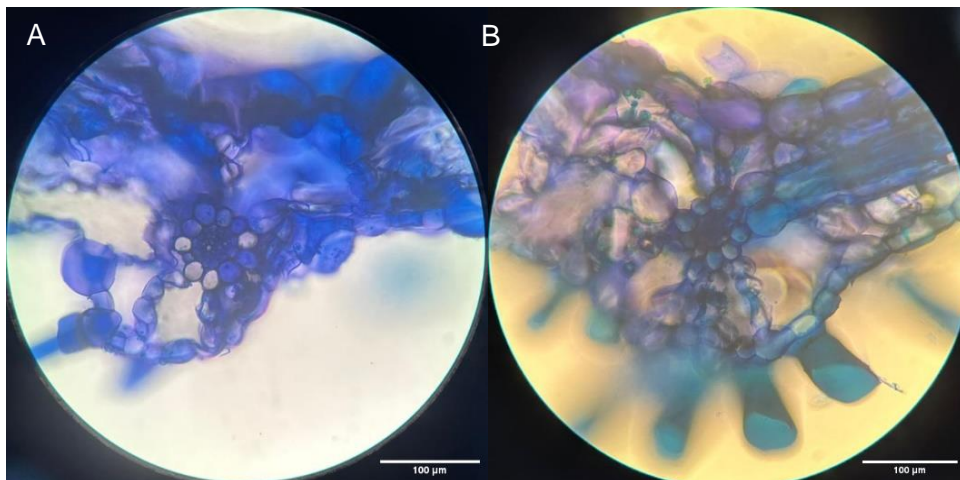
As análises morfológicas dos tecidos evidenciaram o encurtamento das células do tricoma da amostra do grupo Tratadas (Figura 5) em comparação à amostra Controle (Figura 5), esta alteração pode estar relacionada com a foto-oxidação da auxina, pois uma exposição à luz muito intensa pode impedir sua atuação (FALKOWSKI; LAROCHE, 1991), limitando a distensão de células, principalmente as mais superficiais como os tricomas.

Figura 5: A: Controle; B: Tratadas. Corte transversal corado com azul de metileno. 400X.



Além do encurtamento dos tricomas, foi possível observar diminuição do volume das células próximas ao feixe vascular (Figura 6). O número de células entre o feixe vascular e a epiderme (Figura 6) permaneceu igual entre os grupos, evidenciando que a diminuição do tamanho dos indivíduos foi causada em grande parte pela diminuição da distensão celular.

Figura 6: A: Controle; B: Tratadas. Corte transversal corado com azul de metileno. 400X.



De acordo com Taiz et al. (2017), existem indícios de que as auxinas tenham papel importante na regulação do crescimento da lâmina foliar, portanto sugerimos que a foto-oxidação das auxinas pode ser responsável pela permanência das plantas T1 e T2 com pequenas dimensões mesmo após o reestabelecimento da fotossíntese e incremento de massa (Gráfico 3), uma vez que a inibição do crescimento seria de origem fitormonal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do presente estudo foi possível determinar que o processo de fotoaclimatação, somado à fotoinibição da fotossíntese, pode diminuir significativamente o crescimento populacional de *Salvinia molesta*.

Foi possível observar que a fotoaclimatação em baixa iluminação de *Salvinia molesta* altera significativamente o tamanho dos indivíduos, causando uma espécie de miniaturização. O estudo do processo de miniaturização dos indivíduos deve ser considerado, pois pode indicar diversas alterações importantes, além das sugeridas neste estudo. A fotoaclimatação também torna os indivíduos especialmente sensíveis ao aumento da luminosidade.

Destacamos que a espécie apresentou grande resiliência às variações de fatores abióticos, pois mesmo havendo intensa fotoinibição da fotossíntese, as plantas conseguiram manter a reprodução assexuada, evidenciando a capacidade de sobrevivência da espécie, devido em grande parte ao elevado potencial de plasticidade fenotípica.

São oportunos estudos que explorem a diminuição do crescimento de *Salvinia* por efeito da luminosidade, utilizando os processos de fotoaclimatação e fotoinibição, com foco no desenvolvimento de novos métodos de controle populacional de

macrófitas aquáticas, pois esta pode ser uma alternativa à utilização de herbicidas de baixa seletividade e métodos de remoção mecânica.

A possibilidade de criação de um método de diminuição da taxa de crescimento da espécie, sem a remoção dos indivíduos do ecossistema e aplicação de herbicidas, é especialmente interessante, pois permitiria a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pela espécie, importantes para reprodução e sobrevivência de diversos organismos aquáticos, como peixes e invertebrados.

6. REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; JUNIOR, H. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. Em: **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. 1. ed. Maringá: Eduem, 2003.

BENASSI, R.; CAMARGO, A. Avaliação do processo competitivo entre duas espécies de macrófitas aquáticas flutuantes, *Pistia stratiotes* L. e *Salvinia molesta* DS Mitchell. **Revista de Iniciação Científica**, v. 1, p. 59–66, 2000.

BOSCHILIA, S. M.; THOMAZ, S. M.; PIANA, P. A. Plasticidade morfológica de *Salvinia herzogii* (de La Sota) em resposta à densidade populacional. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 1, p. 35–39, 2006.

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SILVA, G. G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. Em: **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. 1. ed. Maringá: Eduem, 2003. p. 59–83.

DO CARMO ARAÚJO, Saulo Alberto; DEMINICIS, Bruno Borges. Fotoinibição da fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 4, 2009.

ESTEVES, F. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011.

FALKOWSKI, P. G.; LAROCHE, J. Acclimation to spectral irradiance in algae. **Journal of Phycology**, v. 27, n. 1, p. 8–14, 1991.

JULIEN, M. H.; HILL, M. P.; TIPPING, P. W. *Salvinia molesta* DS Mitchell (Salviniaceae). Em: **Biological Control of Tropical Weeds Using Arthropods**. 1. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. p. 378–407.

MARCONDES, D.; MUSTAFÁ, L.; TANAKA, H. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. Em: **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. 1. ed. Maringá: Eduem, 2003. p. 299–317.

PEDRALLI, G. Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativas para usos múltiplos de reservatórios. Em: **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. 1. ed. Maringá: Eduem, 2003. p. 171–188.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em ecologia**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. **Oecologia brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 5, 2008.

RICKLEFS, R. E.; RELYEA, R. **A economia da natureza**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Artmed Editora, 2017.

TAKEDA, A. et al. Invertebrados associados às macrófitas aquáticas da planície de inundação do alto rio Paraná (Brasil). Em: **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. 1. ed. Maringá: Eduem, 2003. p. 243–260.

XAVIER, J. et al. **Macrófitas Aquáticas: caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos**. 1. ed. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig, 2021.

Contatos: 32090862@mackenzista.com.br (aluno) e leandro.vieira@mackenzie.br (orientador).