

AVALIAÇÃO DA POTENCIAL ALELOPATIA DE FOLHAS DE *Acacia auriculiformis* EM LINHAGENS FITOPLANCTÔNICAS DOS AMBIENTES LACUSTRES DA REGIÃO DA LAGOA ENCANTADA (VILA VELHA - ES)

EVALUATION OF THE POTENTIAL ALLELOPATHY OF *Acacia auriculiformis* LEAVES IN PHYTOPLANKTONIC STRAINS FROM LACUSTRE ENVIRONMENTS FROM LAGOA ENCANTADA REGION (VILA VELHA - ES)

Perla Carrie Rocha dos Santos ¹

Danilo Camargo Santos ²

RESUMO: O fitoplâncton é sensível a alterações ambientais, podendo ser usado como bioindicador, portanto, estudos envolvendo a ecofisiologia desses organismos se faz importante para a preservação de ecossistemas aquáticos. Esse estudo visa mostrar a potencial alelopatia do exsudato foliar da *Acacia auriculiformis* em linhagens de fitoplâncton em um ambiente aquático na região da Lagoa Encantada, Vila Velha, ES. A pesquisa foi conduzida por meio de cultivo em laboratório de duas espécies isoladamente, sendo elas *Scenedesmus acuminatus* e *Scenedesmus ecornis*, com adição do exsudato de folha de *A. auriculiformis* em diferentes concentrações que foi preparado utilizando folhas verdes e secas e adicionadas ao cultivo em duas ocasiões, no 9º e 18º dia. A partir do experimento foram realizadas análises de densidade celular e de biovolume, além da avaliação visual de morfologia das células. Os resultados mostraram diferença no crescimento das linhagens, mas estatisticamente não foram significativas. Embora não tenham corroborado com o estudo existem pesquisas mostrando a sensibilidade do fitoplâncton à compostos químicos presentes em plantas que já tem histórico de interação alelopática assim como a *A. auriculiformis*. Conclui-se que o exsudato não apresentou efeitos alelopáticos no crescimento das linhagens, apesar de algumas diferenças observadas. Portanto, é necessário que sejam realizados mais estudos para entender melhor as interações ecológicas dessas linhagens.

Palavras-chave: Relação alelopática; *Scenedesmus*; Cultivo; Fitoplâncton.

ABSTRACT: Phytoplankton is sensitive to environmental changes and can be used as a bioindicator. Therefore, studies involving the ecophysiology of these organisms are important for the preservation of aquatic ecosystems. This study aims to show the potential allelopathy of *Acacia auriculiformis* leaf exudate in phytoplankton strains in an aquatic environment in the Lagoa Encantada region, Vila Velha, ES. The research was conducted through laboratory cultivation of two species in isolation, *S. acuminatus* and *S. ecornis*, and the addition of *A. auriculiformis* leaf exudate in different concentrations, which was prepared using dry green leaves and added to the culture on two occasions. on the 9th and 18th day. From the experiment, cell density and

¹ Centro Universitário Salesiano. Vitória/ES, Brasil. perla.carrie123@gmail.com

² Centro Universitário Salesiano. Vitória/ES, Brasil. danylus@gmail.com

biovolume analyzes were carried out, in addition to visual assessment of cell morphology. The results showed differences in the growth of the lines, but they were not statistically significant. Although it did not corroborate the study, there is research showing the sensitivity of phytoplankton to chemical compounds present in plants that already have a history of allelopathic interactions, such as *A. auriculiformis*. It is concluded that the exudate did not present allelopathic effects on the growth of the lines, despite some differences observed. It is concluded, therefore, that more studies are necessary to better understand the ecological interactions of these lineages

Keywords: Allelopathic Relationship; *Scenedesmus*; Cell Culture; Phytoplankton.

1 INTRODUÇÃO

A comunidade fitoplanctônica é composta por organismos fotossintetizantes em sua maioria, adaptados à vida em suspensão na água, sujeitos a movimentos passivados (Margalef, 1983). Esse grupo de seres vivos é muito utilizado como bioindicadores ecológicos por serem muito sensíveis a alterações ambientais em seus habitats (Yusuf, 2020), embora muitos estudos baseiem suas premissas em agrupamentos taxonômicos e/ou filogenéticos do fitoplâncton. Porém, as características do ambiente aquático podem selecionar grupos de espécies que compartilham comportamentos e/ou adaptações similares, mesmo que essas espécies não sejam obrigatoriamente relacionadas filogeneticamente (Brasil; Huszar, 2011).

Dessa forma, o estudo da ecofisiologia da comunidade fitoplanctônica permite entender a ocorrência de determinados táxons nos ambientes, contribuindo para o entendimento e previsão da distribuição e dinâmica de suas populações naturais (Reynolds *et al.*, 2002). Nesse contexto, os estudos sobre interações ecológicas entre o fitoplâncton e outros seres vivos ajudam a aumentar o entendimento do cenário ecológico de diversos ecossistemas aquáticos.

Dentre essas relações, destaca-se a alelopatia que, segundo Rice (1984), consiste em um conjunto de interações bioquímicas, estimulantes ou inibitórias, entre bactérias, algas, fungos ou plantas em um organismo alvo. Já há registros de interações alelopáticas entre diferentes organismos fitoplanctônicos (Barreiro; Vasconcelos, 2014; Felpejo; Roy; Vasconcelos, 2018; Poulin *et al.*, 2018; Bubak *et al.*, 2020), mas poucos trabalhos abordam possíveis relações alelopáticas entre esses seres e plantas terrestres, o que pode ocorrer por carreamento de material vegetal (excretado ou não) até os ambientes aquáticos após eventos de chuvas.

Dentro desse assunto, as informações geradas por estudos ecofisiológicos envolvendo alelopatia podem subsidiar a necessidade de conservação de ambientes aquáticos que sofre grande pressão por ocupação antrópica (para construção de residências e/ou centros industriais), como é o caso da Área de Proteção Permanente (APP) da Lagoa Encantada (Vila Velha, ES). Segundo Garcia (2011) e Valadares e Calazans (2018), essa região detém grande biodiversidade por possuir estruturas vegetacionais distintas, além de diversas áreas alagadas. A área também possui grande quantidade da planta *Acacia*, uma invasora com potencial alelopático contra outras plantas (Aguilera *et al.*, 2015; Santos, 2019), além de já existirem alguns registros sobre a interação alelopática “*Acacia*-fitoplâncton” (Reis, 2022).

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a potencial alelopatia de exsudato foliar de *Acacia auriculiformis* em linhagens fitoplanctônicas dos ambientes lacustres da região da Lagoa Encantada (Vila Velha - ES) e utilizar os dados obtidos nos experimentos como subsídio da implantação de unidade de conservação na região da Lagoa Encantada.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Área de Proteção Permanente Lagoa Encantada (APP Lagoa Encantada) está localizada na Região 4 do Município de Vila Velha, Espírito Santo, próxima aos bairros Jardim Marilândia, Rio Marinho e Vale Encantado, além de estar próxima à Rodovia Darly Santos e à Avenida Carlos Lindenberg (Coelho, 2020), conforme indica a Figura 1. Trata-se de uma grande área de brejo que apresenta porções de floresta ombrófila densa, manguezal, vegetação rupestre e restinga (Valadares; Calazans, 2018) e que sofre grande pressão de construtoras, por se tratar de uma região de potencial expansão econômica e urbana de Vila Velha.

Figura 1: (A) Imagem via satélite da APP Lagoa Encantada (seta vermelha) e seu entorno, indicando, a leste, o Centro de Operações da Guarda Municipal de Vila Velha (COVV) e um conjunto de armazéns à margem da Rodovia Darly Santos. Escala: 1:200. (B) Fotografia indicando parte da Lagoa da Árvore, dentro da APP Lagoa Encantada.



Fonte: Google Maps – Figura 1A; e Coelho (2020) – Figura 1B.

Segundo Coelho (2020), grande parte da área da APP Lagoa Encantada, coberta ou não por vegetações de portes distintos, encontra-se inundada. Ainda assim, os moradores e os visitantes identificaram três ambientes que possuem características lacustres: Lagoa dos Desejos, Lagoa da Ilha e Lagoa da Árvore. Ademais, um estudo feito por Valadares e Calazans (2018) indicou que a vegetação brejosa é predominante do local, com grandes extensões colonizadas por espécies das famílias Cyperaceae e Poaceae, além de *Typha dominguensis* Pers. Finalmente, ao longo das trilhas da área, é possível ver vários indivíduos de *A. auriculiformis*, inclusive próximos às lagoas supracitadas.

2.2 COLETA E ISOLAMENTO DAS LINHAGENS FITOPLANCTÔNICAS

As amostras da comunidade fitoplanctônica foram coletadas nos ambientes aquáticos da Lagoa Encantada com uma rede de fitoplâncton de 20 micras, com arrastes horizontais, a fim de aumentar a concentração de microalgas na amostra (Bicudo; Menezes, 2005). Já no Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Algas Continentais (Lateac) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), realizou-se o isolamento por micropipetas e/ou por plaqueamento em meio sólido (adaptado de Raush Souto *et al.*, 2014). As linhagens-alvo isoladas foram mantidas em meio líquido ASM-1, pH 7,4 (Guillard, 1973), em sala de cultivo com intensidade luminosa (cerca de 80 μ mol.m⁻².s⁻¹), fotoperíodo (12:12h, claro-escuro) e temperatura (23 \pm 2°C) controlados.

2.3 DESENHO EXPERIMENTAL

Foram realizados, concomitantemente, dois experimentos, sendo um utilizando *Scenedesmus acuminatus* como linhagem alvo, e o outro *Scenedesmus ecornis*. Cada experimento teve a duração de 30 dias. Em cada um deles, as linhagens isoladas de microalgas foram mantidas na sala de cultivo do laboratório supracitado com as condições ideais para as algas isoladas crescerem.

Para o experimento foram utilizados Erlenmeyers com 1.000ml de capacidade contendo 600ml de meio de cultivo ASM-1 pH 7.0. Utilizou-se réplicas para todos os tratamentos e controle (n = 3), com densidade celular inicial de 1,0 x 10⁵ células por mililitro (cel.mL⁻¹). O controle (Ctrl) teve apenas o cultivo com o meio de cultura, enquanto houveram dois tratamentos: (A) adição, ao cultivo, de 5ml de exsudato aquoso de 10g de folhas de *A. auriculiformis* em 100ml de água destilada, que foram adicionados no 9º e no 18º dia de experimento e no tratamento (B) houve adição, ao cultivo, de 5ml de exsudato aquoso de 20g de folhas de *A. auriculiformis* em 100ml de água destilada, que também foram adicionados no 9º e 18º dia de experimento, nos dias em que foram adicionados exsudato aos tratamentos também foram adicionados 5ml de meio ASM-1 nos controles. Durante o experimento os cultivos foram agitados manualmente e suas posições nas câmaras foram alteradas diariamente.

Os exsudatos de *A. auriculiformis* foram obtidos a partir do mergulho das folhas das plantas em água destilada por 48 horas, para isso foram pesadas em uma balança de precisão a mesma proporção de folhas secas e verdes. O exsudato líquido foi adicionado aos cultivos de microalgas no 9º dia após o início dos experimentos e a segunda aplicação foi no 18º dia após o início dos experimentos.

O crescimento das culturas foi avaliado a cada três dias por meio da remoção de 2ml de alíquotas de cada erlenmeyer, utilizando micropipeta ajustada e ponteiras esterilizadas. A análise quantitativa foi feita utilizando câmara de contagem Fuchs-Rosenthal, com análise a direta em microscópio óptico na objetiva de aumento de 20x, sendo utilizado um contador manual para auxiliar na obtenção dos dados (Guillard, 1973).

Para estimar o biovolume celular de *S. acuminatus* e *S. ecornis*, 10 células de cada cultivo, das alíquotas coletadas no 9º dia de experimento, onde os cultivos já passaram da fase de adaptação, mas ainda não havia sido colocado exsudato nos

tratamentos, e do 30º dia, que foi o último dia do experimento, foram fotografadas utilizando microscópio com equipamento de captura de imagens Nis-elements. Posteriormente, o volume de cada célula foi obtido através de medidas de diâmetro e altura celular (Reis, 2022), utilizando o software Motic.

Por fim, através das imagens obtidas, foi realizada uma análise da morfologia celular e colonial em indivíduos de *S. acuminatus* e *S. ecornis* coletados do controle e dos dois tratamentos para verificar se os exsudatos de *A. auriculiformis* provocaram alterações morfológicas nas células/colônias das linhagens alvo do estudo. Para tanto, foram analisados parâmetros morfológicos específicos, como tamanho das células, disposição das células na colônia, direção dos ápices celulares, entre outros caracteres, utilizando a morfologia dos indivíduos coletados nos cultivos controle como referência.

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

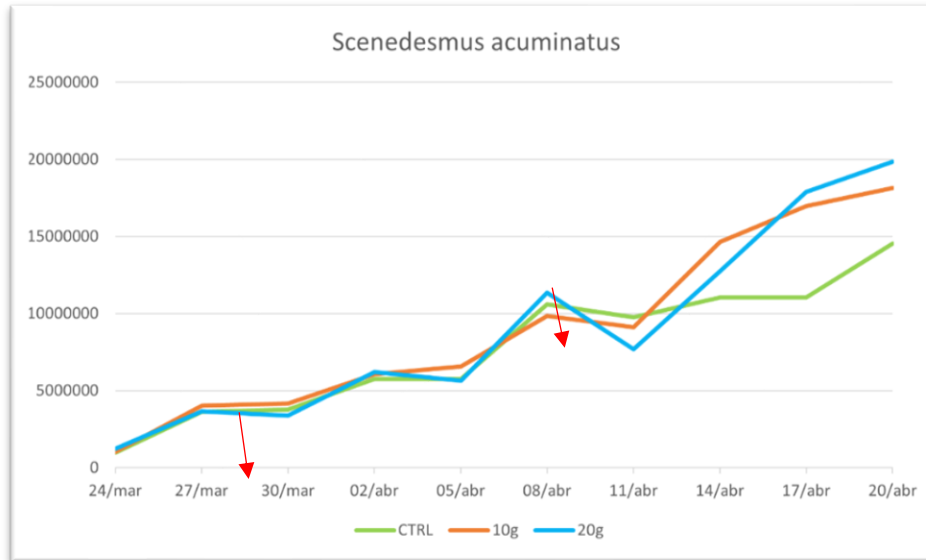
Os dados obtidos do crescimento da cultura e do biovolume celular foram organizados em tabelas no programa Microsoft Excel 2007 e gerados gráficos (linhas) e tabelas que expressam melhor os resultados das médias. Para as análises de variância foi empregado o teste de Kruskal-Wallis, para determinar se houve diferença entre as médias das amostras e analisar se os tratamentos aplicados diferem estatisticamente entre si. Os testes foram feitos por meio do programa Past3, com significância de $p < 0,05$ (Fowler; Cohen; Jarvis, 1998; Sokal; Rohlf, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DENSIDADE

De forma geral, não foram registradas diferenças significativas entre a densidade celular do (Ctrl) e os tratamentos (A) e (B), tanto para *S. acuminatus* (Figura 2) quanto para *S. ecornis* (Figura 3).

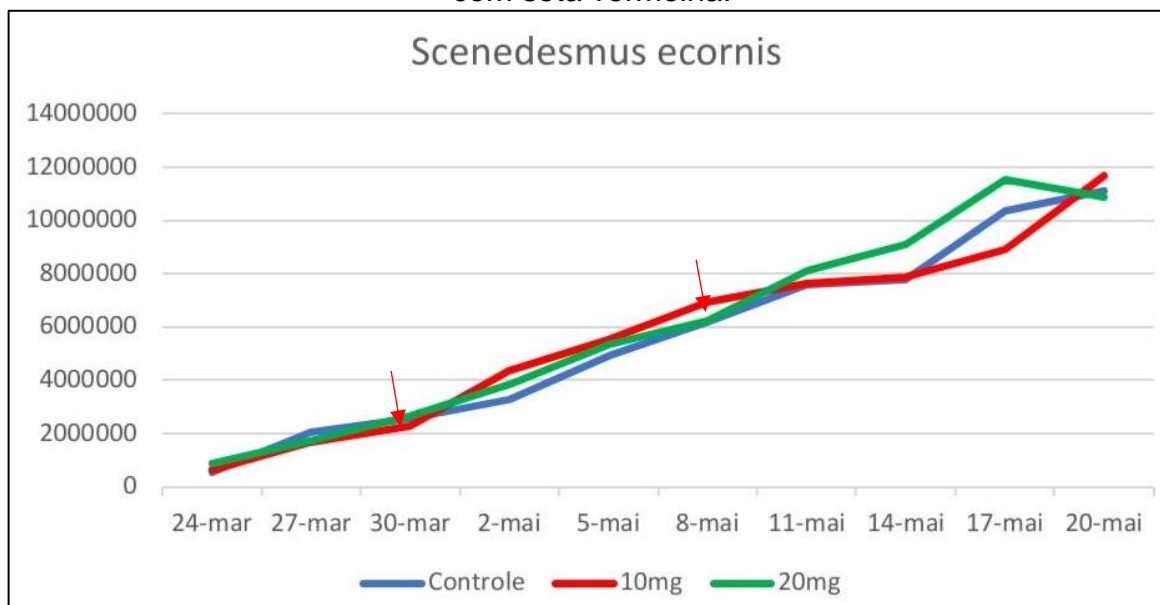
Figura 2: Gráfico contendo as informações do crescimento de *Scenedesmus acuminatus* ao longo dos dias do experimento, com os dias de aplicação de exsudato marcados com seta vermelha.



Fonte:Elaboração própria, 2023

Ao analisar o gráfico de densidade celular de *S. acuminatus* e *S. ecornis* é possível notar que nos dias que antecedem a primeira aplicação do exsudato de *A. auriculiformis* (9º), todos os cultivos se encontravam em fase de adaptação de crescimento. Posteriormente, *S. acuminatus* apresentou crescimento mais acentuado para o controle e os dois tratamentos até a segunda aplicação do exsudato de *A. auriculiformis* (18º). A partir deste ponto, o controle apresentou crescimento menos pronunciado que os tratamentos, dos quais 20g finalizou o experimento com os maiores valores de densidade.

Figura 3: Gráfico contendo as informações do crescimento de *Scenedesmus ecornis* ao longo dos dias do experimento, com os dias de aplicação de exsudato marcados com seta vermelha.



Fonte: Elaboração própria, 2023

Já *S. ecornis* manteve o padrão de crescimento após a aplicação do primeiro exsudato. Porém, após a segunda aplicação, o controle apresentou crescimento pouco mais acentuado que os tratamentos de 10g e 20g nas três coletas de dados subsequentes, sendo que na finalização do experimento a densidade celular do controle e dos dois tratamentos se apresenta em níveis semelhantes (cerca de 1.100.000 cel/mL).

3.2 BIOVOLUME

Os resultados mostraram que não houve ação alelopática do exsudato de *A. auriculiformis* em relação ao biovolume das células de *S. acuminatus* e *S. ecornis*, visto que os tratamentos não apresentaram diferença significativa nos dias analisados, embora as células tenham apresentado o diâmetro um pouco maior no 30º dia, nos cultivos com o exsudato nas duas espécies. Além disso é possível observar que os valores de biovolume celular de *S. ecornis* são superiores aos de *S. acuminatus*, seja ao comparar os mesmos dias ou o mesmo tipo de tratamento.

Tabela 1: Valores de biovolume celular de *S. acuminatus*.

Rep	(9º dia de experimento)			Rep	(30º dia de experimento)		
	CTRL (μm^3)	10g (μm^3)	20g (μm^3)		CTRL (μm^3)	10g (μm^3)	20g (μm^3)
1	62,15221	40,51461	47,5717	1	36,640593	53,804197	98,471356
2	33,10368	32,06932	57,74837	2	32,627489	56,462781	49,789217
3	46,04787	37,13339	53,46434	3	27,247569	81,748898	91,674599
Média	47,10125	36,57244	52,92815	Média	32,171884	64,00529	79,978391

Rep: Réplica; CTRL: Cultivos controle; 10g: Cultivos do tratamento de exsudatos de 10g de folhas de *A. auriculiformis*; 20g: Cultivos do tratamento de exsudatos de 20g de folhas de *A. auriculiformis*.
Fonte: Elaboração própria, 2023.

Tabela 2: Valores de biovolume celular de *S. ecornis*.

(9º dia de experimento)				(30º dia de experimento)			
Rep	CTRL (µm³)	10g (µm³)	20g (µm³)	Rep	CTRL (µm³)	10g (µm³)	20g (µm³)
1	179,5085	198,1258	295,87663	1	149,81452	171,31113	230,58545
2	265,889	310,0229	228,17075	2	226,5973	187,9908	378,9231
3	195,0063	247,7753	259,341123	3	187,57725	211,25075	160,35342
Média	213,4681	251,9747	261,129505	Média	187,99639	190,18424	256,62068

Rep: Réplica; CTRL: Cultivos controle; 10g: Cultivos do tratamento de exsudatos de 10g de folhas de *A. auriculiformis*; 20g: Cultivos do tratamento de exsudatos de 20g de folhas de *A. auriculiformis*.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

3.3 MORFOLOGIA

A análise das imagens das duas linhagens-alvo mostrou que ocorreram alterações morfológicas entre as células presentes no controle e os dois outros dois tratamentos. No 9º dia não houve diferença entre o grupo controle e os tratamentos na morfologia das células de nenhuma das espécies analisadas, no entanto, a partir da aplicação do exsudato foi possível notar algumas discrepâncias entre o controle e os tratamentos. O *S. acuminatus* apresentou uma perda de curvatura, pois as células que ficam na borda das colônias são mais curvadas (figura 4) nos cultivos de controle, enquanto nos tratamentos elas acabaram se alargando um pouco fazendo com que ficassem mais retas.

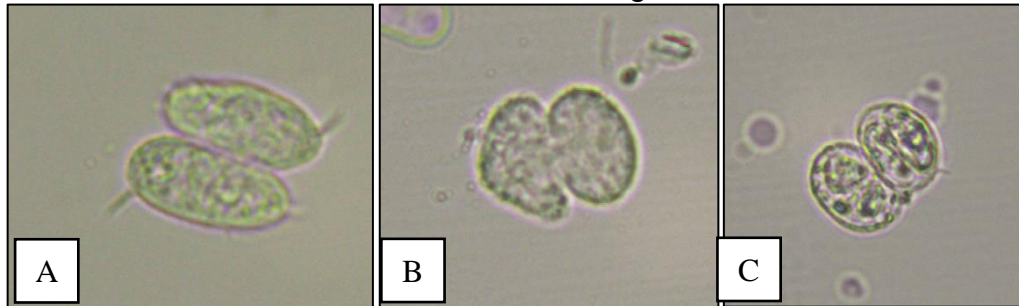
Figura 4: Imagens contendo células de *Scendesmus acuminatus* coletadas dia 20/04, objetiva 100x. (A) Célula do Controle. (B) Célula tratamento de 10g. (C) Célula tratamento de 20g



Fonte: Autoria própria, 2023

Em *S. ecornis* as células também ficaram mais largas, e tiveram uma tendência em ficar mais esféricas na presença do exsudato (Figura 5) algumas células ficaram completamente arredondadas apresentando praticamente o mesmo tamanho de comprimento e de diâmetro.

Figura 5: Imagens contendo células de *Scenedesmus ecornis* coletadas dia 20/04, objetiva 100x. (A) Célula do Controle. (B) Célula tratamento de 10g. (C) Célula tratamento de 20g



Fonte: Autoria própria, 2023

3.4 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados dos testes estatísticos, não houve registro de efeitos alelopáticos do exsudato de *A. auriculiformis* em *S. acuminatus* e *S. ecornis*, diferentemente do que foi observado em pesquisas conduzidas com outras linhagens do gênero *Scenedesmus* em contato com macrófitas aquáticas *Stratiotes aloides* (Mulderij *et al.*, 2005a). Na referida pesquisa, constatou-se que houve uma significativa inibição da taxa de crescimento da microalga, mostrando uma certa sensibilidade deste gênero às substâncias contidas no exsudato de *S. aloides*. Isso reforça a ideia de que o efeito alelopático é muito específico, podendo variar de qual é o organismo produtor dos aleloquímicos e o organismo alvo da interação.

Outra pesquisa realizada com a macrófita aquática *Potamogeton malaianus* e a alga *Scenedesmus obliquus* aponta que essa microalga sofreu efeitos no seu crescimento e fisiologia, a depender da concentração de células iniciais e da biomassa da planta. Nesse estudo, *S. obliquus* apresentou efeitos alelopáticos apenas no experimento de cocultura onde a planta foi cultivada juntamente à microalga, mas não apresentou o mesmo efeito com os filtrados de *P. malaianus* obtidos da cocultura. Dessa forma, o mesmo pode ter ocorrido no presente estudo, visto que foi utilizado os exsudatos das folhas de *A. auriculiformis*, que provavelmente apresenta baixa concentração de componentes aleloquímicos (Wu *et al.*, 2007).

Os cultivos realizados foram monoalgáceos ou seja, com linhagens únicas de algas, o que não quer dizer que eles estejam livres de outros microorganismos que podem estar interagindo naquele ambiente (Lourenço, 2006). Ou seja, juntamente com as microalgas pode haver bactérias interagindo com o exsudato e competindo com as algas pelos nutrientes do meio de cultura, o que ajuda a explicar a limitação de crescimento dos cultivos, incluindo o controle.

Os tratamentos de 10g e 20g de exsudato de *A. auriculiformis* provavelmente estimularam, de forma não alelopática, o aumento da densidade celular de *S. acuminatus*, pois essa microalga pode ter utilizado substâncias químicas liberadas pelas folhas de *A. auriculiformis* como nutriente, Finkler Ferreira, Fragoso Júnior e Marques (2008) apresentaram dados que indicam que organismos fitoplanctônicos realizam absorção de nutrientes liberados pela decomposição de plantas aquáticas, o

que ajuda a explicar o maior crescimento de *S. acuminatus* em relação ao controle (Figura 2), que só recebeu meio de cultura.

No entanto o mesmo fato não ocorre em *S. ecornis*, que ao longo de todo o experimento apresentou crescimento contínuo e uniforme tanto no controle quanto na presença do exsudato de *A. auriculiformis* em concentrações distintas. Isso indica que, mesmo pertencendo ao mesmo gênero, as duas espécies alvo utilizadas nesse trabalho se comportam de forma específica frente às substâncias presentes no exsudato de *A. auriculiformis*.

Isso também pode ser observado em outros trabalhos envolvendo potencial alelopático de *A. auriculiformis* em microalgas, cujos resultados mostram que o exsudato dessa planta agiu como um inibidor de biomassa de cianobactérias (Zhou *et al.*, 2012). Essa diferença também ocorre em estudos realizados com exsudatos feitos a partir de outras partes da planta que não a folha, como por exemplo os taninos da casca, que também prejudicam o crescimento das cianobactérias (Ogawa; Yazaki, 2018).

O experimento foi efetuado com linhagens retiradas de ecossistemas lacustres da área conhecida como “Lagoa Encantada”, onde é possível encontrar vários indivíduos de *A. auriculiformis*. bem próximas do corpo d’água. Portanto, parte das folhas que caem dessas árvores são carregadas pela chuva para o ambiente lacustre. Em outras palavras, os organismos aquáticos, incluindo as microalgas, já estiveram em contato com substâncias liberadas pelas folhas de *A. auriculiformis*. Segundo Matias *et al.* (2000), indivíduos podem apresentar uma certa resistência a compostos químicos depois de muito tempo de interação com a substância, o que pode ter acontecido com as algas verdes do gênero *Scenedesmus* utilizadas nessa pesquisa.

Mulderij *et al.* (2005b) realizaram um estudo com cultivo de *S. obliquus*, no qual foi verificado que a presença de *S. aloides* jovens provoca uma inibição da taxa de crescimento da microalga, isso indica que as plantas jovens parecem possuir maior influência em interações alelopáticas. Contudo, no nosso experimento realizado foram utilizadas tanto folhas verdes e jovens como amareladas e secas de *A. auriculiformis*, para simular a disponibilidade de diferentes estágios de decomposição das folhas no interior da lagoa), o que pode ter influenciado na concentração de compostos químicos presentes no exsudato.

Nesse mesmo estudo de Mulderij *et al.* (2005b) envolvendo *S. aloides* e *S. obliquus*, constatou-se que houve um aumento no volume médio das células em todos os experimentos, além de o estudo ter mostrado que *S. obliquus* tende a formar mais colônias na presença de *S. aloides*, o que é diferente da presente pesquisa. Nos experimentos realizados com *S. ecornis* e *S. acuminatus* o volume celular médio não se alterou ao final do experimento, em nenhum dos tratamentos e a formação de colônias se deu apenas pela densidade de células, em que as amostras do 30º dia apresentaram mais colônias tanto no controle quanto nos tratamentos do que em relação ao 9º dia.

As células das duas linhagens alvo apresentaram clara mudança em sua morfologia. Essa pode ter sido uma estratégia de defesa frente aos compostos aleloquímicos, o que também já foi apurado com outros gêneros de algas verdes. Dong *et al.* (2019) trabalhou com cocultura de *Chorella vulgaris* e *Microcystis aeruginosa* e em contato

com compostos químicos de *M. aeruginosa*, *C. vulgaris* sofreu uma alteração significativa em sua morfologia para conseguir se proteger da ação química da *M. aeruginosa*, mostrando que as algas podem mudar seu fenótipo como estratégia de defesa em situações de estresse.

Além disso, em um estudo realizado com *Ankistrodesmus* foi identificado que algas com plasticidade morfológica podem apresentar mudanças na largura ou comprimento para lidar com potenciais predadores (Andolfato, 2020). Portanto, o que pode ter acontecido com as microalgas deste estudo é que elas podem ter aumentado o seu diâmetro como forma de resistência aos compostos de *A. auriculiformis* assim como o *Ankistrodesmus* realizou. Vale ressaltar que já existem estudos que comprovem a plasticidade de *Scenedesmus* como forma de defesa à predação (Lurling, 2003).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados supracitados, pode-se dizer que o exsudato foliar de *A. auriculiformis* apresentou efeitos alelopáticos apenas na modificação da morfologia celular de *S. acuminatus* e *S. ecornis*. Nesse estudo, não ocorreram alterações significativas de densidade e biovolume celular de *S. acuminatus* e *S. ecornis* na presença dos exsudatos de *A. auriculiformis*. Ainda assim, vale salientar que a literatura científica tem apresentado dados que indicam potencial alelopático de *A. auriculiformis* em organismos fitoplanctônicas, conforme discutido nesse trabalho.

Além disso, o presente estudo contribuiu para que se tenha uma ampliação do conhecimento sobre alelopatia e interação ecológica entre espécies vegetais e fitoplanctônicas encontradas na região da Lagoa Encantada, o que contribui para a preservação e conservação dessa localidade.

Por fim, sugere-se que mais estudos envolvendo possíveis interações alelopáticas entre plantas e microalgas sejam realizados, utilizando diferentes linhagens de algas, ou mesmo diferentes métodos de análise, como estimativa da concentração de clorofila a, ou de proteínas, além de realizar estudos comparativos com os mesmos táxons, mas coletados de diferentes regiões, que nunca sofreram influência da *A. auriculiformis*.

REFERÊNCIAS

AGUILERA, N. et al. **Efeito alelopático da invasora *Acacia dealbata* Link (Fabaceae) em duas espécies de plantas nativas no centro-sul do Chile.**

Gayana. Botânica, v.72, nº 2, p. 231-239. 2015. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432015000200007>>. Acesso em: 18 de Jul. 2022.

ANDOLFATO, N. E. **Plasticidade morfológica em microalgas verdes do gênero *Ankistrodesmus* induzida por compostos liberados por *Daphnia magna*.** 2020.

Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13327>>. Acesso em 22 de Out. 2023.

BARREIRO, A.; VASCONCELOS, V. M. **Interactions between allelopathic properties and growth kinetics in four freshwater phytoplankton species studied by model simulations.** Aquatic Ecology. Vol. 48. p. 191-205. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10452-014-9475-2>. 2014.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gênero de Algas de Águas continentais do Brasil: Chave de identificações e descrições.** 2^o ed. São Paulo: Rima. 2005.

BRASIL, J.; HUSZAR, V. L. M. **O papel dos traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental.** Oecologia Australis, v. 15, n^o4, p. 799-834. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4257/oeco>>. 2011.1504.04>. Acesso em 15 de Jul 2022

BUBAK, I.; SLIWINSKA-WILCZEWSKA, S.; GŁOWACKA, P.; SZCZERBA, A.; MOZDZEN K. **The Importance of Allelopathic Picocyanobacterium *Synechococcus* sp. on the Abundance, Biomass Formation, and Structure of Phytoplankton Assemblages in Three Freshwater Lakes.** Toxins. Vol. 12. N. 4. p. 259 - 276. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins12040259>. 2020

COELHO, S. M. M. **Cenário de disputas quanto ao uso do solo urbano em Vila Velha (ES, Brasil): O caso da Lagoa Encantada.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política, Universidade de Vila Velha. 188p. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.uvv.br/handle/123456789/510>>. Acesso em 18 de Jul. 2022

DONG, J. et al. **Effects of toxic cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* on the morphology of green alga *Chlorella vulgaris*.** In: Annales de Limnologie- International Journal of Limnology. EDP Sciences, 2019. P. 7. Disponível em: <https://www.limnologyjournal.org/articles/limn/full_html/2019/01/limn180029/limn180029.html>. Acesso em: 2 de Out. 2023.

FELPETO, A. B.; ROY, S.; VASCONCELOS, V.M. **Allelopathy prevents competitive exclusion and promotes phytoplankton biodiversity.** Oikos. V. 127. N. 1. p. 85 – 98. DOI: <https://doi.org/10.1111/oik.04046>. 2018.

FINKLER-FERREIRA, T.; FRAGOSO JÚNIOR, C. R.; MARQUES, D. M. Efeito da Liberação de Nutrientes por Plantas Aquáticas sobre a Dinâmica de Estados Alternativos da Comunidade Fitoplanctônica em um Lago Raso Subtropical. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** V.13. N.1. 2008. p. 151 – 160.

FOWLER, J.; COHEN, L.; JARVIS, P. **Practical Statistics for Field Biology.** John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK, 1998. 259 pp.

GARCIA, D. G. **Configuração urbana do município de Vila Velha/ES: reflexões sobre os espaços livres e áreas ambientalmente fragilizadas.** VI Colóquio QUAPÁ-SEL. Fau-Maranhão, São Paulo. 2011. Disponível em:

<<http://quapa.fau.usp.br/wordpress/vi-coloquio-quapa-sel-2011/>> . Acesso em 18 de Jul. 2023 .

GUILLARD, R. R. L. Division rates. In: Stein. J. (ED). **Handbook of Phycological Methods: Culture methods and growth measurements**. Cambridge University Press, Cambridge, 1973. p. 289-311.

LOURENÇO, S. de O. **Cultivo de microalgas marinhas: Princípios e aplicações**. São Carlos: Rima. 2006.

LÜRLING, M. **Phenotypic plasticity in the green algae *Desmodesmus* and *Scenedesmus* with special reference to the induction of defensive morphology**. Annales de Limnologie - International Journal of Limnology, v. 39, n. 2, p. 85–101, 2003. Disponível em:
<<https://www.limnologyjournal.org/articles/limn/abs/2003/02/limno200339p85/limno200339p85.html>>. Acesso em 22 de Out. 2023

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona. Editora Omega. 1983. 1010p.

MULDERIJ, G. et al. **Allelopathic inhibition of phytoplankton by exudates from *Stratiotes aloides***. **Aquatic Botany**, v. 82, n. 4, p. 284-296, 2005a. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/222430658_Allelopathic_inhibition_of_phytoplankton_by_exudates_from_Stratiotes_aloides>. Acesso em 22 de Set. 2023.

MULDERIJ, G.; MOOIJ, W. M.; DONK, E. Van. **Allelopathic growth inhibition and colony formation of the green alga *Scenedesmus obliquus* by the aquatic macrophyte *Stratiotes aloides***. **Aquatic Ecology**, v. 39, p. 11-21, 2005b. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10452-004-1021-1>>. Acesso em 22 de Set. 2023.

OGAWA, S.; YAZAKI, Y. **Tannins from *Acacia mearnsii* De Wild. Bark: Tannin Determination and Biological Activities**. **Molecules**. Apr 5;23(4):837. Doi: 10.3390/molecules23040837. PMID: 29621196; PMCID: PMC6017853. 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29621196/>>. Acesso em 22 de Set. 2023.

POULING, R. X.; POULSON-ELLESTAD, K. L.; ROY, J. S.; KUBANEK, J. **Variable allelopathy among phytoplankton reflected in red tide metabolome**. **Harmful Algae**. Vol. 71. p. 50 – 56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hal.2017.12.002>. 2018.

RAUSCH SOUTO, A. et al. **Microalgas de Água continentais: Potencialidade e Desafios do Cultivo**. [S.l.]: IAPAR. 349 p. v. 1. 2014. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/343837878_Microalgas_de_Aguas_Continentais_Potencialidades_e_Desafios_do_Cultivo>. Acesso em 21 de Jul. 2022

REIS, A. **Avaliação do potencial alelopático de folhas de *Acacia auriculiformis* em *Scenedesmus acuminatus* em ambiente controlado**. Trabalho de Conclusão

de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Centro Universitário Salesiano. Vitória-ES. 2022.

REYNOLDS, C. S. et al. **Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton**. Journal of Plankton Research, v. 24, nº 5, p. 417–428. 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/plankt/24.5.417>>. Acesso em 14 de Out. 2022.

RICE, E. I. **Allelopathy**. Academic Press. Orlando. 1984. Disponível em: <<https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1286958>>. Acesso em 14 de Out. 2022.

SANTOS, G. A. D. **Potencial alelopático de exsudatos aquosos de *Acacia mangium* Willd na germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taub**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/10833?mode=full>> . Acesso em 16 de Out. 2022.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry : the principles and practice of statistics in biological research**. W.H. Freeman and Co., New York, USA, 887 pp. 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/44554870_Biometry_the_principles_and_practice_of_statistics_in_biological_research_Robert_R_Sokal_and_F_James_Rohlf>. Acesso em 28 de Abr. 2023.

VALADARES, R. T.; CALAZANS, L. S. B. **APP Lagoa Encantada: caminhos para o reconhecimento acadêmico e para o desenvolvimento sustentável**. Biota Amazônica, v. 8, nº 1, p.49-50. DOI: <<https://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v8n1p49-50>>. 2018. Acesso em 8 de Out. 2022.

WU, Z. et al. **Allelopathic effects of the submerged macrophyte *Potamogeton malaianus* on *Scenedesmus obliquus***. Hydrobiologia, v. 592, p. 465-474, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/226596632_Allelopathic_effects_of_the_submerged_macrophyte_Potamogeton_malaianus_on_Scenedesmus_obliquus>. Acesso em 22 de Set. 2023

YUSUF, Z. H. **Phytoplankton as bioindicators of water quality in Nasarawa reservoir, Katsina State Nigeria**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 32, nº4. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2179-975X3319>. 2020. Acesso em 22 de Set. 2023.

ZHOU, L. et al. **Effect of Black Wattle (*Acacia mearnsii*) Extract on blue-green algal bloom control and plankton structure optimization: a field Mesocosm experiment**. Water Environment Research, v. 84, nº 12. 2012. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23342945/>>. Acesso em 22 de Set. 2023.