



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE PINHEIRO
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

KEDMA MARQUES DA COSTA

***Chlorella vulgaris* COMO SOLUÇÃO INTEGRADA PARA BIORREMEDIAÇÃO E
VALORIZAÇÃO DE EFLUENTES NO CULTIVO DE *Trachelyopterus galeatus* EM
SISTEMAS RAS**

Pinheiro

2025

Centro de Ciências de Pinheiro – CCPI
Estrada de Pacas, KM 006, R. Nelma Mitoso - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

KEDMA MARQUES DA COSTA

***Chlorella vulgaris* COMO SOLUÇÃO INTEGRADA PARA BIORREMEDIAÇÃO E
VALORIZAÇÃO DE EFLUENTES NO CULTIVO DE *Trachelyopterus galeatus* EM
SISTEMAS RAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de
Ciências de Ciências de Pinheiro da
Universidade Federal do Maranhão para a
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
de Pesca.

Orientadora: Yllana Ferreira Marinho
Coorientador: Joel Artur Rodrigues Dias

Pinheiro

2025

Centro de Ciências de Pinheiro – CCPI
Estrada de Pacas, KM 006, R. Nelma Mitoso - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

da Costa, Kedma Marques.

Chlorella vulgaris como solução integrada para
biorremediação e valorização de efluentes no cultivo de
Trachelyopterus galeatus em Sistemas RAS / Kedma Marques
da Costa. - 2025.

38 p.

Coorientador(a) 1: Profº Drº Joel Artur Rodrigues Dias.

Orientador(a): Profª Drª Yllana Ferreira Marinho.

Curso de Engenharia da Pesca, Universidade Federal do
Maranhão, Pinheiro, 2025.

1. Produção de Biomassa. 2. Efluentes Aquícolas.
3. Gestão de Resíduos. 4. Microalgas. I. Dias,
Profº Drº Joel Artur Rodrigues. II. Marinho, Profª Drª
Yllana Ferreira. III. Título.

KEDMA MARQUES DA COSTA

***Chlorella vulgaris* COMO SOLUÇÃO INTEGRADA PARA BIORREMEDIAÇÃO E
VALORIZAÇÃO DE EFLUENTES NO CULTIVO DE *Trachelyopterus galeatus* EM
SISTEMAS RAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de
Ciências de Pinheiro da Universidade Federal
do Maranhão para a obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia de Pesca.

Aprovado em 12 / 02 / 25

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Yllana Ferreira Marinho (Orientadora)
Doutora em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal do Maranhão

Prof.^a Dr.^a. Priscila Bernardes Silva
Doutora em Engenharia Química
Universidade Federal do Maranhão

Dr.^a Laenne Barbara Silva de Moraes
Doutora em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Grandes coisas fez o senhor por nós, e, por
isso, estamos alegres. Salmos 126:0

AGRADECIMENTOS

Sou profundamente grata a Deus, que sempre esteve ao meu lado, fortalecendo-me e guiando meus passos, mesmo nos momentos em que eu acreditava estar sozinha.

Expresso minha sincera gratidão à minha família, que sempre estiveram ao meu lado, conhecendo minhas angústias e desafios desde os primeiros passos na Engenharia de Pesca. Espero poder retribuir todo o apoio e amor incondicional, trazendo a mesma alegria e orgulho que recebo de vocês.

Agradeço aos meus pais Domingos e Benilce que nunca mediram esforços para me apoiar, a minha irmã Esteffany que sempre torceu pelo meu sucesso e me sustentou em oração, sem vocês não conseguiria chegar até aqui e concluir este ciclo, vocês são a minha base e força.

Também agradeço ao meu namorado Maikon por todo apoio e companheirismo, você fez parte dessa jornada me ajudando em tudo, você chegou na minha vida para somar e multiplicar. Sou imensamente grata a Deus por nos unirmos e por cada momento que compartilhamos. Te amo muito.

Expresso meus mais sinceros agradecimentos à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Yllana Ferreira Marinho. Sem sua orientação, eu ainda estaria buscando o caminho para começar. Desde o primeiro dia de aula, soube que queria seguir essa fascinante jornada no mundo das microalgas. Agradeço profundamente por sua confiança, instrução, paciência e por todos os ensinamentos, tanto no âmbito pessoal quanto profissional. Foi uma verdadeira honra tê-la como orientadora, e espero ter atendido às suas expectativas.

Quero expressar minha profunda gratidão ao Prof. Dr. Adilson Matheus Borges Machado, que sempre me instruiu e apoiou generosamente sem medir esforços. Mesmo nos momentos em que eu duvidava de mim mesma, o senhor acreditava em mim e me encorajava. Sou imensamente grata por ser como um pai para mim na UFMA.

Quero agradecer ao laboratório que faço parte o L'ALGAM e todos os participantes Emanuelle, Suéllem, Ryan, Wildyson, Igor, Lucas, João Victor, Ester e Luane. E em especial aos que sempre estiveram ao meu lado sendo meus parceiros João Victor Boas e Alene Nogueira, muito obrigado por tudo.

Registro meus agradecimentos à banca examinadora pelas valiosas contribuições para a conclusão deste trabalho.

Não posso deixar de agradecer aos meus amigos Lygia, Natália, Nádia, Evilmara, Lucielma, Inácio Vinicius, Laenna e Efraim que estiveram ao meu lado durante toda a

graduação e sempre conseguiram arrancar sorrisos meus, mesmo nos dias mais desafiadores.

Agradeço ao PIBIC por me proporcionar a oportunidade de ser bolsista de Iniciação Científica, com isso sendo possível um aprendizado maior no âmbito da pesquisa. Além disso, muito obrigada ao Apoio acadêmico da UFMA pelas bolsas e auxílio em que fui contemplada durante a minha graduação.

Agradeço de coração ao CreaJr Núcleo Pinheiro pela oportunidade e pela valiosa experiência que adquiri durante meu período como coordenadora de Gestão de Pessoas. Meu sincero obrigado também aos amigos que compartilharam essa jornada comigo: Wlielton (Tom), Elísia, Rafael (Rafa), Ryan e Suéllem. Foram anos repletos de amizade, companheirismo e aprendizado. Sou muito grata por tudo que vivemos juntos.

Agradeço imensamente à Universidade Federal do Maranhão por todo o conhecimento e crescimento que me proporcionou. Da mesma forma quero agradecer a todo o corpo docente e aos colaboradores da Universidade Federal do Maranhão campus Pinheiro, meu muito obrigada, vocês também fizeram parte da minha jornada e sou imensamente grata por todo apoio

RESUMO

A aquicultura é um setor em expansão global que enfrenta desafios ambientais devido ao descarte inadequado de efluentes ricos em nitrogênio e fósforo. Os sistemas de recirculação aquícola (RAS) minimizam esses impactos, porém a gestão eficiente dos resíduos ainda representa um desafio. A *Chlorella vulgaris* surge como uma solução sustentável ao promover a biorremediação desses efluentes e gerar biomassa com aplicações biotecnológicas. Este estudo avaliou o potencial de *C. vulgaris* para a biorremediação e valorização de efluentes no cultivo de *Trachelyopterus galeatus* em sistemas RAS. O experimento foi conduzido em frascos de 1 L, com cinco tratamentos: Controle (100% BBM) Bold's Basal Medium, E100 (100% efluente), E75B25 (75% efluente + 25% BBM), E50B50 (50% efluente + 50% BBM) e E25B75 (25% efluente + 75% BBM), cada um com três réplicas. A microalga foi inoculada a 10×10^4 células/mL e cultivada a 24 ± 1 °C, com aeração e iluminação contínua. Avaliaram-se densidade celular máxima, taxa de crescimento específico, tempo de duplicação, biomassa seca e remoção de nutrientes. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, e a homocedasticidade pelo teste de Levene. Para dados normais, aplicou-se ANOVA unifatorial seguida do teste de Tukey ($P < 0,05$). Para dados não normais, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Os resultados indicaram diferenças significativas ($P < 0,05$) nos parâmetros de crescimento e na eficiência da biorremediação. O tratamento E100 apresentou a maior taxa de crescimento e o menor tempo de duplicação celular, porém resultou na menor densidade celular máxima e biomassa. O Controle (100% BBM) e o E25B75 exibiram a maior produção de biomassa, sem diferenças estatísticas entre si. Todos os tratamentos demonstraram alta eficiência na biorremediação, removendo mais de 89% do nitrogênio amoniacal, 84% do nitrato e 69% do fósforo. O tratamento E100 removeu $97,06 \pm 0,33\%$ do nitrogênio amoniacal, enquanto E75B25 e E50B50 removeram $91,03 \pm 0,93\%$ e $89,75 \pm 1,44\%$ do nitrato, respectivamente. A maior remoção de fósforo ocorreu no tratamento E100 ($73,92 \pm 1,88\%$), sem diferenças estatísticas entre os demais tratamentos ($\sim 70\%$). Os resultados sugerem que a combinação de efluente com meio suplementado otimiza tanto o crescimento de *C. vulgaris* quanto a eficiência da biorremediação. Conclui-se que a microalga representa uma solução viável para o tratamento de efluentes no cultivo de *T. galeatus* em sistemas RAS, reduzindo a carga de nutrientes no sistema e promovendo a valorização da biomassa produzida.

Palavras-chave: Produção de biomassa. Efluentes aquícolas. Gestão de resíduos. Microalgas

ABSTRACT

Aquaculture is a growing global sector that faces environmental challenges due to the inadequate disposal of nitrogen- and phosphorus-rich effluents. Aquaculture recirculation systems (RAS) minimize these impacts, but efficient waste management still represents a challenge. *Chlorella vulgaris* emerges as a sustainable solution by promoting the bioremediation of these effluents and generating biomass with biotechnological applications. This study evaluated the potential of *C. vulgaris* for the bioremediation and valorization of effluents in the cultivation of *Trachelyopterus galeatus* in RAS systems. The experiment was conducted in 1 L flasks, with five treatments: Control (100% BBM) Bold's Basal Medium, E100 (100% effluent), E75B25 (75% effluent + 25% BBM), E50B50 (50% effluent + 50% BBM) and E25B75 (25% effluent + 75% BBM), each with three replicates. The microalgae were inoculated at 10×10^4 cells/mL and cultivated at 24 ± 1 °C, with aeration and continuous lighting. Maximum cell density, specific growth rate, doubling time, dry biomass and nutrient removal were evaluated. Data normality was verified by the Shapiro-Wilk test, and homoscedasticity by the Levene test. For normal data, one-way ANOVA followed by the Tukey test ($P < 0.05$) was applied. For non-normal data, the Kruskal-Wallis test was used. The results indicated significant differences ($P < 0.05$) in growth parameters and bioremediation efficiency. Treatment E100 showed the highest growth rate and the shortest cell doubling time, but resulted in the lowest maximum cell density and biomass. The Control (100% BBM) and E25B75 exhibited the highest biomass production, with no statistical differences between them. All treatments demonstrated high bioremediation efficiency, removing more than 89% of ammonia nitrogen, 84% of nitrate and 69% of phosphorus. Treatment E100 removed $97.06 \pm 0.33\%$ of ammonia nitrogen, while E75B25 and E50B50 removed $91.03 \pm 0.93\%$ and $89.75 \pm 1.44\%$ of nitrate, respectively. The highest phosphorus removal occurred in treatment E100 ($73.92 \pm 1.88\%$), with no statistical differences between the other treatments ($\sim 70\%$). The results suggest that the combination of effluent with supplemented medium optimizes both the growth of *C. vulgaris* and the efficiency of bioremediation. It is concluded that microalgae represent a viable solution for the treatment of effluents in the cultivation of *T. galeatus* in RAS systems, reducing the nutrient load in the system and promoting the valorization of the biomass produced.

Keywords: Biomass production. Aquaculture effluents. Waste management. Microalgae.