



Efeito da eutrofização na densidade de espécies fitoplanctônicas em diferentes períodos temporais.

Marcela Fernandes de Almeida¹ (IC)*; Karine Borges Machado¹ (PG); João Carlos Nabout¹ (PQ)
marcela.almeida@aluno.ueg.br*

¹Universidade Estadual de Goiás (UEG) – Câmpus Central – Sede: Anápolis, GO – Ciências Exatas e Tecnologias, Henrique Santillo.

Resumo: O fitoplâncton é considerado um grupo de organismos fotossintetizantes que apresentam uma maior sensibilidade às mudanças nas características físicas e químicas da água. Eles são organismos utilizados principalmente para o monitoramento de eutrofização de ambientes aquáticos. A partir dessa premissa o nosso estudo tem como objetivo investigar a influência da eutrofização na densidade de espécies fitoplanctônicas ao longo do tempo, através da adição e variação na concentração de nutrientes na água. Onde a eutrofização pode ser definida como o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio. Com isso foi elaborado um experimento com 16 mesocosmos, para avaliar o efeito das diferentes concentrações de nutrientes, sendo simulado dois estados tróficos (oligotrófico e eutrófico) nos quais foram distribuídos aleatoriamente. Nosso experimento foi dividido em 3 períodos de amostragem, onde foram feitas as coletas no dia 0, com 35 dias e com 70 dias. Ao longo do experimento foram encontradas 19 espécies, distribuídas em 7 classes taxonômicas. A partir dos resultados obtidos verificamos que a comunidade fitoplanctônica possui alteração na sua densidade ao longo do tempo, mas não possui alteração na sua densidade entre os diferentes níveis de nutrientes. Sendo assim observamos que o período temporal tem importância significativa na composição das comunidades.

Palavras-chave: Experimento. Mesocosmo. Período Temporal. Fitoplâncton.

Introdução

O fitoplâncton pode ser definido como um grupo de organismos fotossintetizantes em que a capacidade de locomoção na coluna d'água é praticamente inexistente. Assim, eles vivem todo o seu ciclo de vida suspensos na coluna d'água (ESTEVES, 2011). O fitoplâncton é encontrado em quase todos os ambientes aquáticos, sendo os principais locais lagos, rios de baixa correnteza, estuários e oceanos. Esses organismos representam a base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos e tem sido utilizado como indicador de alterações ambientais e da qualidade da água nestes sistemas, pois possui curto tempo de geração e rápida resposta às mudanças ambientais (REYNOLDS et al., 2002; TIAN et al., 2018).

Os organismos fitoplanctônicos são usualmente empregados em programas de monitoramento de eutrofização de ambientes aquáticos, pois são sensíveis às





mudanças nas características físicas e químicas da água, sobretudo no que concerne à concentração de nutrientes (PADISAK, 2006; SILVA, 2015). A eutrofização pode ser definida como o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nas águas naturais com o consequente aumento da biomassa de produtores primários (ESTEVES, 1998; JARVIE et al., 2006).

As consequências mais comuns em relação a eutrofização, são alterações na turbidez e odor da água, tornando-as inadequadas para consumo e recreação, ou seja, esses ambientes ficam inutilizáveis para outros organismos (TORGAN, 1989). Outro problema da eutrofização é a redução da diversidade de espécies nos corpos d'água, e o crescente número de cianobactérias que possuem toxinas nas quais afetam a qualidade da água em termos de uso humano. As toxinas das cianobactérias apresentam riscos à saúde através de várias rotas de exposição e alguns casos anuais de envenenamento de animais (Bell e Codd, 1994; Codd et al., 1997). Com a utilização de experimentos em mesocosmos podemos analisar essas variáveis e prever quando ocorre a eutrofização, e verificar quais os principais grupos que obtiverem uma maior floração. Enquanto que ambientes naturais possuem diversos fatores que podem inviabilizar tal objetivo de estudo. Pois as condições de equilíbrio dinâmico nem sempre é garantida nos ecossistemas, que estão sujeitos a uma série de influências externas (Benincà et al. 2008, Shade et al. 2012) desde entradas alóctones de nutrientes, até à variação de padrões climáticos (Graham and Vinebrook 2009).

Material e Métodos

Para execução dessa proposta foi utilizada a área experimental no Campus da Universidade Estadual de Goiás (UEG) – Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, na cidade de Anápolis, Goiás. Cada mesocosmo foi representado por uma caixa de água com capacidade para 500 L (figura 1). Os mesocosmos foram situados ao ar livre, com incidência de luz natural e expostos às condições do meio, como exemplo chuvas e ventos. Os mesocosmos foram preenchidos com água coletada em uma lagoa oligotrófica, situada no Campus da UEG. As espécies





fitoplanctônicas foram coletadas na mesma lagoa utilizando rede de plâncton com abertura de malha de 20 μ m.



Figura 1 – Mesocosmos utilizados para realização do experimento.

Neste experimento foram utilizados 16 mesocosmos distribuídos aleatoriamente em dois estados tróficos: oligotrófico (tratamento controle) e eutrófico (tratamento enriquecido com nutrientes). Para determinar esses estados tróficos, foram adicionados ao longo do experimento nitrato e fosfato, obtidos a partir de soluções de nitrato de sódio e fosfato de potássio. As concentrações foram baseadas na literatura para a classificação do estado tróficos dos ambientes aquáticos (Lamparelli, 2004). O experimento teve duração de aproximadamente dois meses e meio (70 dias).

A coleta das microalgas foi realizada em todos os mesocosmos no início (dia 0), no período intermediário (dia 35) e no final do experimento (dia 70), totalizando 3 períodos de amostragem. As amostras foram obtidas na superfície da água utilizando frascos escuros (100 mL) e fixadas com lugol acético modificado (Vollenweider, 1974). A contagem dos indivíduos foi conduzida através da técnica de sedimentação (Uthermö, 1954) em microscópio invertido com aumento de 400X. A identificação foi realizada até o menor nível taxonômico possível e a densidade expressa em





indivíduos por mL (ind. mL⁻¹). A identificação e estimativa da densidade das espécies foi realizada para cada período temporal separadamente.

Para avaliar o efeito da adição de nutrientes e dos períodos temporais na densidade do fitoplâncton foi utilizada uma Análise de Variância Permutacional - PERMANOVA (Legendre & Legendre, 1998). Nessa análise, a densidade das espécies atuou como a variável resposta, enquanto os nutrientes (dois níveis - oligotrófico e eutrófico) e o tempo de amostragem (3 níveis – 3 períodos de coleta) representaram os fatores. A permanova foi realizada usando o pacote vegan (Oksanen et al., 2019) do programa R (R Core Team, 2020). Quando a Permanova apresentou um resultado significativo para o fator tempo de amostragem, foi realizada a comparação par a par usando a função “pairwiseAdonis” do pacote pairwiseAdonis (Martinez Arbizu, 2020) do programa R, para avaliar entre quais períodos temporais essas diferenças ocorrem.

Resultados e Discussão

Ao longo do experimento foram encontradas 19 espécies, distribuídas em 7 classes taxonômicas (Tabela 1). Entre elas a classe predominante, com maior densidade de indivíduos é a Cyanophyceae. Foram observadas 4 espécies nesta classe, sendo *Synechococcus* sp a espécie que prevaleceu durante os três períodos, tanto no tratamento controle quanto no eutrófico, mostrando que essa espécie possui uma alta taxa de proliferação em diferentes níveis de nutrientes.

Tabela 1 – Média da densidade por classe taxonômica em cada tratamento durante os 3 períodos temporais. Os números entre parênteses indicam a riqueza de espécies por classe taxonômica

| | Tempo 1 | | Tempo 2 | | Tempo 3 | |
|--------------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | C | E | C | E | C | E |
| Bacillariophyceae (1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 410 | 0 |
| Chlorophyceae (7) | 698457 | 534311 | 1153416 | 1137513 | 1395815 | 3421873 |
| Cryptophyceae (2) | 2384 | 4408 | 7219 | 20184 | 9116 | 3084 |





| | | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Cyanophyceae (4) | 426764 | 519834 | 2307341 | 3636130 | 2813006 | 6705133 |
| Dinophyceae (3) | 4256 | 3607 | 42399 | 37452 | 84868 | 104529 |
| Euglenophyceae (1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 95 |
| Zygnemaphyceae (1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 492 |

A partir dos resultados da tabela 2, podemos ver que não há uma diferença significativa na densidade de espécies entre os tratamentos. Porém, a densidade da comunidade fitoplanctônica se altera de acordo com o tempo, sendo que este fator explica cerca de 78% da variação na densidade das comunidades. Com isso vemos que apenas o tempo em si é um fator que altera as comunidades fitoplanctônicas.

Tabela 2 - Valores de F, R² e P para os fatores tratamento; tempo e interação entre tratamento e o tempo

| | F | R ² | P |
|----------------------|--------|----------------|-------|
| Tratamento | 0,496 | 0,0024 | 0,606 |
| Tempo | 79,185 | 0,78320 | 0,001 |
| Tratamento: Tempo | 0,672 | 0,00664 | 0,579 |

Ao analisar os valores de densidade entre os períodos temporais podemos ver que há uma alteração significativa entre eles (Tabela 3). Ou seja, cada período é diferente um do outro em relação a sua densidade. Isso indica que as comunidades do início do experimento, possui densidade diferente da observada no período intermediário e do fim. De modo geral, foi observado um aumento na densidade de todos os grupos taxonômicos ao longo do experimento.

Tabela 3 – Valores de F, R² e P para comparação par a par entre os períodos temporais.

| | F | R ² | P |
|---------|--------|----------------|-------|
| T1vs T2 | 39,002 | 0,565 | 0,001 |





| | | | |
|----------|---------|-------|-------|
| T2 vs T3 | 134,369 | 0,817 | 0,001 |
| T2 vs T3 | 68,473 | 0,695 | 0,001 |

A partir dos resultados obtidos verificamos que a comunidade fitoplanctônica possui alteração na sua densidade ao longo do tempo, mas não possui alteração na sua densidade entre os diferentes níveis de nutrientes. Sendo assim observamos que o período temporal tem importância significativa na composição das comunidades. Onde a variação temporal da comunidade fitoplanctônica sofre repetidas e contínuas reorganizações na composição e abundância relativa das espécies, como resultado da interação entre diversos fatores físicos, químicos e biológicos (REYNOLDS, 1984).

Através desse experimento, conseguimos analisar que apesar de ocorrer em curto período temporal, aproximadamente dois meses, os resultados são significativos na variação da composição de espécies. Afirmando novamente que a variação temporal é uma variável que deve ser analisada. Embora o tratamento controle apresente uma menor concentração de nutrientes, esse fator nunca foi limitante. Podendo assim ter permitido o crescimento de espécies capazes de sobreviver tanto em altas como em baixas concentrações de nutrientes, como é o caso do *Cyanobium plancticum*. Como essa espécie foi dominante em densidade nos dois tratamentos, ela contribuiu para ausência de diferenças entre eles. Por outro lado, as mudanças temporais foram mais importantes.

Apesar de ocorrer uma grande variação na densidade dessas comunidades, apenas uma espécie se destacou durante os três períodos temporais. Sendo o *Cyanobium plancticum*, pertencente a classe Cyanophyceae. Mostrando que o *Cyanobium plancticum* é uma espécie que possui um nível de abundância alto, podendo ser encontrado tanto em ambientes oligotróficos quanto eutrofizados. Ele é um gênero unicelular e ocorre principalmente no plâncton, no metafiton e sobre pedras. Sua divisão ocorre por fissão binária, possui células cilíndricas a longo-cilíndricas. Ele possui grande importância ecológica devido à sua plasticidade e adaptação em diferentes ecossistemas (Bicudo e Menezes,2006). Apesar de pertencer a classe Cyanophyceae, ele não é uma espécie considerada com potencial tóxico, em comparação com outras espécies de cianobactérias.





Considerações Finais

Através desse experimento podemos concluir a importância da utilização da comunidade fitoplanctônica para o biomonitoramento de ambientes eutrofizados, onde a utilização de áreas experimentais proporciona a simulação desses ambientes, mostrando como o fator temporal deve ser considerado e analisado em diversos tratamentos, pois é a partir dele que conseguimos analisar as mudanças que ocorrem na densidade dessa comunidade.

Agradecimentos

Agradecemos a UEG pela bolsa de iniciação científica concedida à Marcela Fernandes de Almeida e toda equipe do Laboratório de Biogeografia e Ecologia Aquática da UEG em especial a Dra. Karine Borges Machado e o Prof. Dr. João Carlos Nabout.

Referências

- BOHNENBERGER, F. E. **Estrutura e dinâmica do fitoplâncton em diferentes escalas temporais e espaciais em ambientes límnicos.** Defesa de Tese de doutorado. Universidade federal do rio grande do sul – UFRGS. Instituto de pesquisas hidráulicas – IPH. Porto Alegre. 25 de setembro de 2017.
- BROVINI, E. M.; RESENDE, N. S. et al. **Avaliação temporal da comunidade fitoplanctônica e características limnológicas do ribeirão espírito santo, em juiz de fora –mg.** III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas gerais. 2018.
- COSTA, E. H. R.; NASCIMENTO, L. B. et al. **Varição temporal do fitoplâncton em um rio tropical pré-amazônico (Rio Pindaré, Maranhão, Brasil).** Ciência e Natura, vol. 37, núm. 2, mayo-agosto, 2015, pp. 241-251 Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil.





LAMPARELLI, M. C. 2004. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento.** São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. **Numerical Ecology.** Elsevier Science, Amsterdam.

Martinez Arbizu, P. (2020). pairwiseAdonis: Pairwise multilevel comparison using adonis. R package version 0.4

OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., FRIENDLY, M., KINDT, R., LEGENDRE, P., MCGLINN, D., MINCHIN, P. R., O'HARA, R. B., SIMPSON, G. L., SOLYMOS, P., STEVENS, M. H. H., SZOECS, E., WAGNER, H., 2019. Vegan: Community Ecology Package. R Package Version 2.5-5.
<http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

R Core Team, 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

SOUSA, E. B.; PINTO, S. L. et al. **Composição, riqueza e índices ecológicos do fitoplâncton do lago Bolonha (Belém, Pará).** Braz. J. Anim. Environ. Res., Curitiba, v. 3, n. 4, p. 3263-3275, out./dez. 2020.

SOUZA, J. S.; PEDROSA, P. et al. **Aplicação das concentrações e proporções de nutrientes no diagnóstico da eutrofização.** Vértices, Campos dos Goytacazes/ RJ, v.16, n.1, p. 199-218, jan./abr. 2014.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervollkommnung der continuousn phytoplanktonmethodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und **Angewandte Limnologie** 9: 1-38.

VOLLENWEIDER, R. A. 1974. **A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments.** Blackwell Scientific Publications, London.

BICUDO, C. E DE M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)** – Segunda edição. São Carlos: RiMa, 2006. 502p.

REYNOLDS, C. S. **The ecology of freshwater phytoplankton.** Cambridge: Cambridge University Press, 1984.





01, 02 e 03
dez. 21

Desafios e Perspectivas da
Universidade Pública
para o Pós-Pandemia



CODD, G.A. **Cyanobacterial toxins, the perception of water quality, and the prioritisation of eutrophication control.** Department of Biological Sciences, University of Dundee, Dundee DDI 4HN, UK Accepted 22 March 2000.



www.cepe.ueg.br

realização



Universidade
Estadual de Goiás

