



EFEITO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE A COMUNIDADE DO BACTERIOPLÂNCTON DE UM RIACHO DE PRIMEIRA ORDEM

Karina Goes Dos Santos Borges¹, José Roberto Bello², Felipe Rafael Oliveira³, Matheus Henrique de Oliveira de Matos⁴, Loiani Oliveira Santana⁵, Luiz Felipe Machado Velho⁶

¹Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Cesumar - UNICESUMAR, Campus Maringá-PR. Bolsista PIBIC/Fundação Araucária. karinagoesborges@gmail.com

²Mestre em Tecnologias Limpas, Universidade Cesumar - UNICESUMAR, Campus Maringá-PR.

³Doutorando em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá – UEM. Maringá-PR

^{4,5} Mestrandos em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá – UEM. Maringá/PR

⁶Orientador, Docente do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá – UEM.

RESUMO

A agricultura paranaense desempenha um papel importante na produção agrícola do Brasil. Paralelamente à implementação de tecnologias na produção agrícola, estão os impactos ambientais causados pela agricultura e, especialmente, pelo elevado índice de consumo de agrotóxicos. A presença de agrotóxicos em ambientes aquáticos envolve complexas relações com a biota, muitas delas intermediadas por bactérias. As bactérias planctônicas são uma das bases das teias alimentares de ecossistemas aquáticos, onde estas respondem rapidamente às alterações ambientais. Diante disso, torna-se relevante verificar os impactos da agricultura nas características físicas e químicas dos recursos hídricos associados e, por conseguinte, nas comunidades biológicas, e mais especificamente, em comunidades de bactérias planctônicas. O estudo foi realizado em uma microbacia hidrográfica na mesorregião Noroeste do Estado do Paraná, em área cultivada com cana-de-açúcar. A hipótese testada foi de que: diferentes fases de produção da cana-de-açúcar têm impacto diferenciado nos ecossistemas aquáticos associados e, conseqüentemente, na abundância do bacterioplâncton. Os resultados aqui obtidos mostram a ação antrópica sobre os riachos estudados, porém com pouca influência sobre a comunidade bacterioplânctônica, onde essa pode estar sendo mais bem estruturada por fatores estocásticos, como dispersão.

PALAVRAS-CHAVE: Microrganismos; Biomonitoriamento; Ecossistema aquático; Microbiota aquática.

1 INTRODUÇÃO

O Paraná desempenha um papel importante na agricultura brasileira, tanto pela diversidade de sua produção quanto pela alta produtividade alcançada. Segundo a CONAB (2020), o Paraná é o terceiro maior produtor de cana de açúcar do país, com cerca de 34 mil toneladas/ano, e a produção se concentra basicamente na região Noroeste do Estado.

Paralelamente à implementação de tecnologias na produção agrícola estão os impactos ambientais causados pela cultura, tanto da cana-de-açúcar, quanto de outras monoculturas, diretamente relacionados ao elevado índice de consumo de agrotóxicos, contribuindo para impactos que atingem diferentes grupos populacionais (TEIXEIRA *et al.*, 2014). Embora a aplicação de agrotóxicos e fertilizantes aumente a produtividade agrícola, o uso intensivo frequentemente gera um conjunto de externalidades negativas, como a degradação ambiental, as intoxicações e mortes de seres vivos (KUMAR *et al.*, 2018).

No meio aquático, os agrotóxicos podem ser absorvidos pelo material particulado em suspensão e posteriormente depositados no sedimento, absorvidos por organismos e transferidos ao longo de cadeias tróficas, podendo persistir por longos períodos representando riscos toxicológicos para a biota aquática (NHAN *et al.*, 2002). Essas substâncias podem reduzir a



capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços para a sociedade, tais como, a ciclagem de nutrientes, produção primária, purificação da água, regulação do clima, fornecimento de alimentos e água doce, alterando a estrutura das comunidades aquáticas e reduzindo a biodiversidade (CARDINALE *et al.*, 2012).

As bactérias, junto ao fitoplâncton, constituem a base das teias alimentares e, devido ao seu ciclo de vida curto e elevadas taxas de replicação, respondem rapidamente às alterações ambientais (NEWTON *et al.*, 2011). Assim, são de grande relevância pesquisas que visem avaliar os impactos da agricultura nas características físicas, químicas e biológicas de ecossistemas aquáticos, e mais especificamente sobre os microrganismos como as bactérias.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em uma microbacia hidrográfica, na mesorregião Noroeste do Estado do Paraná, localizada no município de Atalaia. A nascente onde foram realizadas as amostragens é protegida por vegetação ripária bem conservada e encontra-se totalmente inserida em uma área de cultivo de cana-de-açúcar. Com isso, foram delineados três pontos amostrais dentro do curso da nascente, sendo o primeiro um ponto a jusante da nascente, denominado P1. O segundo ponto foi delimitado entre jusante e montante da nascente (chamado de meio), denominado P2 e a montante da nascente, trecho inicial, denominado P3 (Figura 1).

As campanhas ocorreram bimestralmente, tendo início em dezembro de 2020, período que antecedeu o plantio da cultura, se estendendo até outubro de 2021, quando na última campanha a cana-de-açúcar já havia sido colhida, totalizando 6 campanhas amostrais. Desse modo, as campanhas foram caracterizadas em 3 períodos junto ao cronograma de desenvolvimento da cultura, sendo pós plantio (dezembro de 2020 e fevereiro de 2021), desenvolvimento (abril a junho de 2021) e rebrota (agosto a outubro de 2021).



Figura 1: Mapa de localização dos pontos de amostragem, em uma nascente do Ribeirão do Jacupiranga, localizado na bacia do Rio Pirapó, no estado do Paraná, Brasil.

2.1 ANÁLISE LABORATORIAL



Para análise das bactérias heterotróficas, amostras de água foram coletadas em tríplicas em tubos criogênicos de 5mL na subsuperfície e fixadas com formaldeído a 40%, tamponado com borato de cálcio a uma concentração final de 1%. Posteriormente as amostras foram armazenadas em caixas térmicas com gelo para transporte e levadas ao Laboratório de Ecologia de Protozooplâncton na Universidade Estadual de Maringá (UEM) onde foram armazenadas em freezer até a análise quantitativa em citômetro de fluxo (FACSCalibur), para se estimar a abundância bacteriana, no Laboratório de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), utilizando 200 μL de cada amostra, coradas com 2 μL de SYTO-13 por dez minutos (Molecular Probes; 2,5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ concentração final) no escuro, para evitar a degradação das amostras. As bactérias foram detectadas plotando a dispersão lateral (SSC) versus FL1 (fluorescência verde) de acordo com Gasol e Del Giorgio (2000). Os dados foram processados no software FlowJo V 10.

2.2 ANÁLISE DE DADOS

A fim de explorar as variações espaciais e temporais das variáveis ambientais, foi realizada uma análise de ordenação (PCA). Posteriormente, Análises de Correlação de Pearson entre a abundância bacteriana e os dois eixos principais da PCA foram realizadas, a fim de identificar a relação entre as variáveis ambientais e a densidade e biomassa da comunidade de bactérias. Por fim, Análises de Variância (ANOVA) foram realizadas com o objetivo de identificar diferenças significativas na abundância de bactérias planctônicas, entre os pontos do riacho e períodos de amostragem. Todas as análises foram realizadas utilizando o software R versão 3.5 com pacotes específicos (R CORE TEAM, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de uma Análise de Componentes Principais (PCA) evidenciaram uma considerável segregação temporal das amostras entre as diferenças abióticas, especialmente entre as fases do cultivo. Assim, o eixo 1 da PCA discriminou, em geral, as amostras da fase de pós-plantio, 1ª e 2ª campanhas, caracterizadas pelos maiores valores de metais como ferro, cobalto e alumínio, além dos maiores valores de pirazin e temperatura, das amostras da fase de desenvolvimento (3ª e 4ª campanhas) caracterizadas pelas maiores concentrações de OD, turbidez, pH e condutividade, além de elevados valores de Perileno (Figura 2).

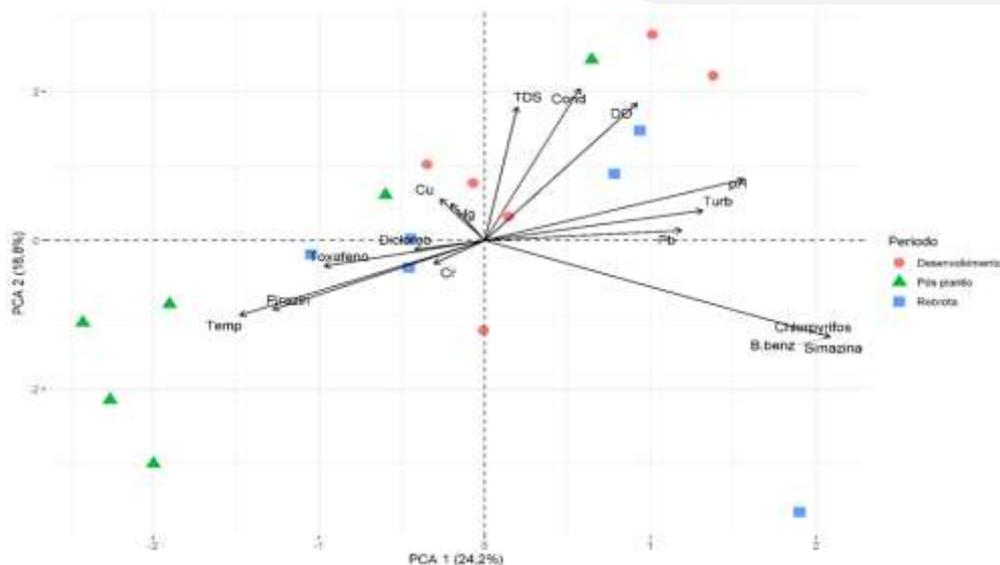


Figura 2: Distribuição dos escores dos pontos de amostragem e variáveis ambientais, derivados de uma Análise de Componentes Principais (PCA), realizada a partir dos dados de parâmetros abióticos da água, obtidos à superfície, em um riacho de primeira ordem, sobre impacto de cultura de cana-de-açúcar.

As amostras obtidas no período de rebrota (5ª e 6ª campanhas), apresentaram distribuição intermediária entre as amostras dos períodos de pós-plantio e desenvolvimento, sugerindo valores intermediários destas variáveis nessa fase do cultivo. Por outro lado, na fase de desenvolvimento da cultura, foram observados os maiores valores de OD, pH, condutividade e turbidez.

No presente estudo também foram investigadas as alterações na estrutura da comunidade bacterioplânctônica, frente às diferentes fases do cultivo de cana-de-açúcar, bem como das concentrações de metais pesados e pesticidas associadas a essa cultura. Para o grupo, observa-se uma tendência de redução em seus valores durante o período de desenvolvimento, e maiores valores no período de rebrota (Figura 3). Apesar das tendências observadas, os resultados das análises de variância não evidenciaram diferenças temporais significativas, em relação às fases do cultivo, para o bacterioplâncton ($F=1,329$; $p=0,294$).

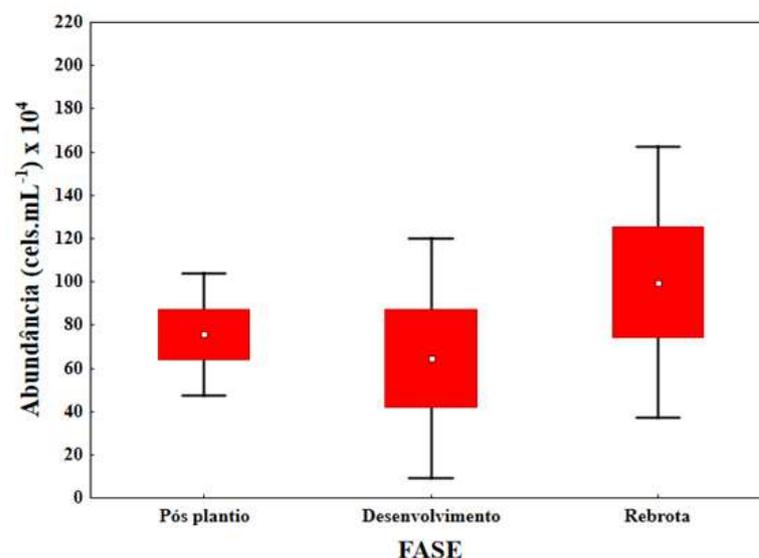


Figura 3: Abundância total do bacterioplâncton, em um riacho de primeira ordem, sobre impacto de cultura de cana-de-açúcar, nas fases de pós-plantio, desenvolvimento e rebrota.



Ao contrário dos parâmetros abióticos, as comunidades biológicas não evidenciaram uma relação clara com as fases do estudo. Assim, as análises estatísticas realizadas sugerem que se destacaram maiores abundâncias do bacterioplâncton em um dos meses da fase de rebrota, ainda em parte das fases de pós-plantio e desenvolvimento do vegetal.

Em síntese, os resultados estatísticos obtidos não evidenciaram um padrão similar para a comunidade estudada. Além disso, parece que a comunidade respondeu mais a variáveis distintas daquelas relacionadas às fases do cultivo, considerando a expressiva dispersão dos pontos de uma mesma fase de estudo. Segundo Gomes *et al.* (2020) as variações observadas para as comunidades podem estar relacionadas à dispersão dos organismos, a estocasticidade e as influências de escala regional na estruturação da comunidade, de forma que o espaço pode ser uma co-variante que explica a relação da distribuição de espécies e fatores ambientais.

4 CONCLUSÕES

A partir deste estudo pode-se concluir que a presença dos pesticidas e metais está ligada às atividades antrópicas e pode estar relacionada ao cultivo da cana-de-açúcar. Em relação à comunidade aquática estudada, não foram observadas respostas expressivas às fases do cultivo da cana-de-açúcar. A ausência de padrões claros de variação da abundância do bacterioplâncton, em resposta à heterogeneidade ambiental, fatores estocásticos (como o processo de dispersão) e presença de contaminantes, não significa necessariamente a inexistência de impacto, considerando que a ausência de relações entre estas comunidades e a heterogeneidade ambiental em riachos de pequena ordem, tem sido o padrão mais encontrado na literatura.

Apesar disso, a presença destes contaminantes, em elevadas concentrações em uma microbacia, afluente de um manancial usado para abastecimento público, gera preocupações relacionadas ao meio ambiente e comunidades biológicas, bem como a saúde da população humana.

REFERÊNCIAS

CARDINALE, B.J. *et al.* Perda da biodiversidade e seu impacto na humanidade. **Nature**, v. 486, p. 59-67, 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Séries históricas de produção de grãos. Brasília: 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GASOL, J. M.; DEL GIORGIO, P. A. Using flow cytometry for counting natural planktonic bacteria and understanding the structure of planktonic bacterial communities. **Scientia Marina**, v. 64, n. 2, p. 197-224, 2000. <https://doi.org/10.3989/scimar.2000.64n2197>.

GOMES, L.F. *et al.* Environmental and spatial influences on stream zooplankton communities of the Brazilian Cerrado. **Community Ecology**, v. 21, n.1, p. 25-31, 2000. <https://doi.org/10.1007/s42974-020-00008-5>.

KUMAR, S. *et al.* "Microbial degradation of organophosphate pesticides: a review." **Pedosphere**, v. 28, n. 2, p. 190-208, 2018.



NHAN, D. D.; CARVALHO, F. P.; NAM, B. Q. Destino do 14 C-clorpiifós no ambiente estuarino tropical. **Environ. Technol.** v. 23, p. 1229- 1234, 2002.

NEWTON, Ryan J. *et al.* A guide to the natural history of freshwater lake bacteria. **Microbiology and molecular biology reviews**, v. 75, n. 1, p. 14-49, 2011.

R CORE TEAM. R: A language and environmnet for statistical computing. R Foundations for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013.