



## DESCRIÇÃO DESCRITIVA E ESTATÍSTICA DAS CIANOBACTERIAS PRESENTES EM QUATRO RESEVATORIOS PARAIBANOS

**Maxsuel Bezerra do Nascimento**

Mestre no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Campus 1, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, Brasil.  
**maxsuel10gba@hotmail.com**

**Resumo:** Ao longo das últimas décadas o processo de degradação ambiental se intensificou sobre-tudo, em diversas regiões do planeta, ocasionando o desmatamento, práticas desordenadas nos cultivos, queimadas, irrigação irregular e pela poluição por derivados químicos nos plantios que proporciona a contaminação na água, do subsolo e alterando os parâmetros físico-químicos da água. Os dados de Cianobactérias foram disponibilizados pela CAGEPA através da parceria já mencionada, juntamente com dados disponibilizados pelo Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Estadual da Paraíba. As análises estatísticas dos resultados obtidos para os parâmetros das cianobactérias foram realizadas por meio da aplicação dos métodos estatísticos da Análise de Cluster. A tipologia foi realizada por meio da análise de agrupamentos (clustering), aplicando-se a estatística multivariada. A necessidade de se adotar tal procedimento emerge da quantidade de objetos de observação. Desta maneira, os esforços estiveram concentrados no agrupamento dessas unidades de similaridade, visando a representação de espécies de cianobactérias através do clustering. De acordo com as análises estatísticas descritivas e de cluster, foi possível delimitar as informações acerca da assimetria e curtose das cianobactérias nesses reservatórios, assim como verificar a sua similaridade de grupos no decorrer das espécies analisadas.

**Palavras-chave:** Clustering, Espécies, BHRPB.

### 1. Introdução

Ao longo das últimas décadas o processo de degradação ambiental se intensificou sobre-tudo, em diversas regiões do planeta, ocasionando o desmatamento, práticas desordenadas nos cultivos, queimadas, irrigação irregular e pela poluição por derivados químicos nos plantios que proporciona a contaminação na água, do subsolo e alterando os parâmetros físico-químicos da água. Logo, esses fatores acarretam o aumento da temperatura e na irregularidade da precipitação, colocando em risco a flora e fauna silvestre.

Como efeito dessa poluição, ocorre um fenômeno que motiva uma série de impactos negativos na qualidade da água, conhecido como eutrofização, que pode ser definido, como sendo um acréscimo das concentrações de nutrientes, principalmente nitrogênio (N) e fósforo (P) (RAMOS et al., 2016).

Assim, o uso desses ecossistemas de água doce eutrofizados, para abastecimento público em geral, podem representar um sério risco à saúde da população. A configuração urbana e a maneira como ela se desloca em direção aos mananciais, comprometem a qualidade das águas



dos reservatórios, sobrepondo especialmente os problemas de poluição antrópica às alterações climáticas presentes na região.

## 2. Fundamentação teórica

As cianobactérias já foram conhecidas como algas azuis, estabelecendo uma divisão dentro da classificação típica de bactérias. Assim, as cianobactérias são microrganismos procarionotos, fotossintetizantes e que estão presentes na maioria dos ecossistemas do nosso planeta, com aproximadamente 150 gêneros descritos, 40 estão relacionados com a produção de algum tipo de toxina (BRASIL, 2015).

A dinâmica das cianobactérias em ambientes eutrofizados está atrelada a diferentes estratégias ecológicas, as quais são conferidas a grande capacidade adaptativa que estes organismos possuem em ambientes límicos (MACHADO et al., 2016). O caso de possuírem gêneros produtores de cianotoxinas, e contribuir diretamente na saúde pública, regulariza a necessidade desse monitoramento, que tem como um dos parâmetros o pigmento fotossintetizante (TORQUATO, 2019).

De acordo com Colvara (2016) as lises celulares de cianobactérias são vistas com cautela pelas autoridades sanitárias visto que gera consequências a saúde pública, devido a capacidade de produção e liberação de toxinas (cianotoxinas) para o ambiente.

A natureza da formação de produção de toxina, torna as florações extremamente perigosas para saúde pública e para a biota aquática que apesar da existência de uma grande variedade de cianotoxinas, as microcistinas são as mais frequentemente encontradas no NEB (PALHARINI & VILA., 2016).

Portanto, são resultados da influência mútua de fatores físicos, químicos e biológicos, caracterizado especialmente pelo acréscimo da densidade de cianobactérias espalhadas geograficamente e que respondem ligeiramente às questões ambientais, acarretando mudanças nos ambientes aquáticos, como a intensidade da luz, acessibilidade ao CO<sub>2</sub>, pH alto e baixa relação do N e P (GENUÁRIO et al., 2016; PADISÁK et al., 2016; BEHRENFELD & BOSS, 2017).

De acordo com Almeida et al., (2016) a abundância destes nutrientes, podem estar interligadas às condições climáticas da região, no qual favorece a floração de cianobactérias em águas nos reservatórios de abastecimento público. Na região semiárida brasileira, a ocorrência de cianobactérias, mais precisamente as microcistinas, ainda mais recorrente, o que certamente necessita às condições climáticas e de eutrofização dos corpos d'água que proporcionam o acontecimento e o estabelecimento dessas florações (LORENZI et al., 2018; MOURA et al., 2018).

Nos reservatórios do Estado da Paraíba, além da presença das microcistinas ocorre também algumas espécies de cianotoxinas, sendo essas as mais importantes vias de intoxicação.



Também existe a exposição indireta que ocorre pelo consumo de alimentos que estejam contaminados, como peixes e/ou bivalves, que são considerados vetores de toxinas para os níveis da cadeia trófica superior (CARMICHAEL & BOYER, 2016; CRUZ, 2019).

Apesar disso, ainda existem diversas espécies de cianobactérias que causam problemas ambientais, muitas delas com alta toxicidade. Com isso, os problemas que as cianobactérias podem causar, é uma alta toxicidade no corpo de pacientes que ingerem essa água, o que prejudica o metabolismo do seu corpo.

Assim, analisar a climatologia da região aliado a composição e correlacioná-los com a qualidade de água dos reservatórios proporcionará subsídios teóricos que proporcionará uma gestão mais eficiente. (MACHADO, et al., 2016; LIMA, et al., 2018).

Portanto, tem sido cada vez mais apreciada pela sociedade em geral, a maneira da conservação dos ecossistemas aquáticos, e sua disponibilidade é um fator determinante para o bem-estar humano, assim como para diversos outros manejos (GLÓRIA, 2017; OLIVEIRA et al., 2017; MESCHEDE et al., 2018.).

Portanto, no Brasil, observou-se que a menor qualidade das águas, estão em áreas metropolitanas e em alguns açudes do Semiárido quando comparados a outras regiões do país (ANA, 2019). Outrossim, torna-se necessário um gerenciamento dos recursos hídricos locais baseados nas informações dos períodos de maior e menor contribuição hídrica da área estudada.

### 3. Metodologia

#### Reservatórios e Coleta de dados de qualidade de água

Os reservatórios (Quadro 1) que foram utilizados para correlacionar a qualidade físicas e químicas da água foram parte dos reservatórios monitorados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e AESA. São inúmeros reservatórios contidos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Norte (BHRPB), porém a escolha desses reservatórios foi devido a um monitoramento contínuo nos últimos anos no qual se obteve um banco de dados contínuo com maior relevância para o período analisado.

**Quadro 1.** Reservatórios da BHRPB que foram analisados.

AÇUDE	MUNICÍPIO	REGIÃO	VOLUME	ANO DE CRIAÇÃO
Barragem Gavião	Fagundes	Baixo / Médio	1.450.840,00 m <sup>3</sup>	1981
Barragem Acauã	Itatuba	Baixo	253.000.000,00 m <sup>3</sup>	2002
Barragem Massaranduba	Massaranduba	Baixo / Médio	604.390, 00 m <sup>3</sup>	1884
Epitácio Pessoa	Boqueirão	Alto / Médio / Taperoá	466.525.964,00 m <sup>3</sup>	1957

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



No estudo, como a bacia hidrográfica é subdividida em 3 regiões (baixo, médio e alto paraíba) mais a sub-bacia do Rio Taperoá, foram utilizados, um reservatório de cada uma dessas regiões para correlacionar a qualidade de água.

### **Cianobactérias**

Os dados de Cianobactérias foram disponibilizados pela CAGEPA através da parceria já mencionada, juntamente com dados disponibilizados pelo Laboratório de Ecologia Aquática (LEA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Portanto, foram analisados artigos, notas, banco de dados, análises físicas e químicas dos reservatórios, além da classificação de cada espécie, já identificada nos diversos pontos de coleta, os procedimentos desses dados foram métodos de análises.

### **Estatística dos dados Biológicos**

As análises estatísticas dos resultados obtidos para os parâmetros das cianobactérias foram realizadas por meio da aplicação dos métodos estatísticos da Análise de Cluster. Para a execução desses métodos, foram utilizados os softwares Excel (versão 2019) e Statistica (versão 12), respectivamente.

A tipologia foi realizada por meio da análise de agrupamentos (clustering), aplicando-se a estatística multivariada. A necessidade de se adotar tal procedimento emerge da quantidade de objetos de observação. Desta maneira, os esforços estiveram concentrados no agrupamento dessas unidades de similaridade, visando a representação de espécies de cianobactérias através do clustering.

Assim, a maneira de transcrever a análise de clustering é o dendrograma que é um diagrama de árvore que exhibe os grupos formados por agrupamento de observações em cada passo e em seus níveis de similaridade. O nível de semelhança é medido ao extenso do eixo vertical e as diferentes observações são listadas ao longo do eixo horizontal.

Para exibir os níveis de similaridade (ou distância), cultiva seu ponteiro sobre uma linha horizontal no dendrograma. O modelo de como a semelhança ou os valores de alcance modificam de um passo para outro pode auxiliar a indicar o ajuntamento final dos dados, esse ajuntamento pode definir se um dendrograma pode ter um ou vários clustering. Assim, onde os valores mudam inesperadamente podem identificar um bom ponto para definir os agrupamentos distintos ou final.

Por fim, a decisão sobre o agrupamento final também é chamada corte do dendrograma. O corte do dendrograma (quebra de ligação) é similar ao desenho de uma linha por todo o dendrograma para explicitar o agrupamento final. Além disso, em um mesmo dendrograma



pode-se comparar os distintos agrupamentos finais diferentes para determinar qual agrupamento final faz mais sentido para os dados.

## 4. Resultados

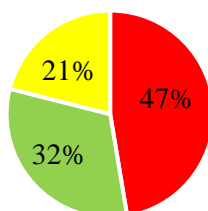
### Análise das Cianobactérias

O Quadro 2 (Apêndice), destaca a frequência de ocorrência de cianobactérias encontradas nos reservatórios da BHRPB analisados. Foram observados a presença de 58 espécies distintas de cianobactérias nos 4 reservatórios.

Das espécies observadas (Figura 1), cerca de 47 % raramente florescem (pouca frequência durante a análise estudada), 32 % florescem frequentemente (na maioria dos meses estão presentes), e 21 % florescem ocasionalmente (frequência média, aparecem em alguns meses e outros não).

**Figura 1.** Distribuição em % da ocorrência de espécies de cianobactérias nos reservatórios da BHRPB.

■ Raramente ■ Frequente ■ Ocasionalmente



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

### Análise estatísticas da presença de cianobactérias nos reservatórios

Para esse estudo estatístico da presença de cianobactérias nos reservatórios, foi utilizado o software Statistic 7, através da análise de cluster. Um grupo (cluster) é um conjunto de objetos de informação onde cada objeto é semelhante entre outro objeto do mesmo grupo. O procedimento do método de clausure é repetido continuamente, até que os itens não estejam mais próximos de outros clusters (HAMMER, 2019). Assim sendo, os itens são movidos para o cluster que tem a média mais próxima do agrupamento.

Alguns métodos de estatística descritiva também foram abordados, por meio do software Excel, sendo possível abordar parâmetros, Tais como a média, mediana, desvio padrão, assimetria e curtose dos valores observados de cianobactérias, presentes em cada reservatórios. Foi



utilizado apenas o ano de 2016 na análise para os reservatórios de Acauã, Gavião e Massaranduba, e para Boqueirão, o ano de 2019. A utilização desses anos se deve ao fato de serem anos com dados mais consistente, ou seja, um ano com pouca ou quase nenhuma falha.

### Reservatório de Boqueirão

Logo, de acordo com a análise descritiva dos dados (Tabela 1), foi possível observar que para o reservatório de Boqueirão, a média das cianobactérias por densidade de Cel/mL presente foi de 2392909,1, sua mediana 77501,3, desvio padrão de 8001359,2, a curtose 4,8 significando uma tendência já que é maior que 0,263 ou seja, mais achatada, a assimetria foi de 1,8 sendo ela assimétrica positiva.

**Tabela 1.** Estatística descritiva das Cianobactérias do Reservatório de Boqueirão.

Medidas	Valores
Média	2392909,1
Mediana	77501,3
Desvio padrão	8001359,2
Curtose	4,8
Assimetria	1,8

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

De acordo com a Figura 2 do dendrograma do reservatório de boqueirão, pode-se destacar que o corte de quebras ocorre em 4,3, no qual apresenta uma divisão em dois grupos para o ano de 2019 analisado, sendo que esses dois grupos apresentaram subgrupos. Neste sentido, o primeiro grupo analisado é composto pelas seguintes espécies de cianobactérias: *Aphanocapsa Annulata* (1° subgrupo) / *Cylindropermopsis Raciborskii*/ *Pseudanabaena Galeata*/ *Dolichospermum Solitarium*/ *Planktolyngbya Limnetica* (2° subgrupo) / *Aphanocapsa Incerta*/ *Pseudanabaena Catenata* (3° subgrupo).

A espécie de Cianobactérias *Dolichospermum Circinalis* promove as divisões entre os grupos no ponto de corte, em 4,3. Além disso, vale destacar que dentro do primeiro grupo, no 2° subgrupo, existe mais dois subgrupos de cianobactérias, que apresentam similaridades, são eles: *Pseudanabaena Galeata*/ *Dolichospermum Solitarium* e o outro seria a *Dolichospermum Solitarium*/ *Planktolyngbya Limnetica* ambos pertencentes ao primeiro grupo e 2° subgrupo.

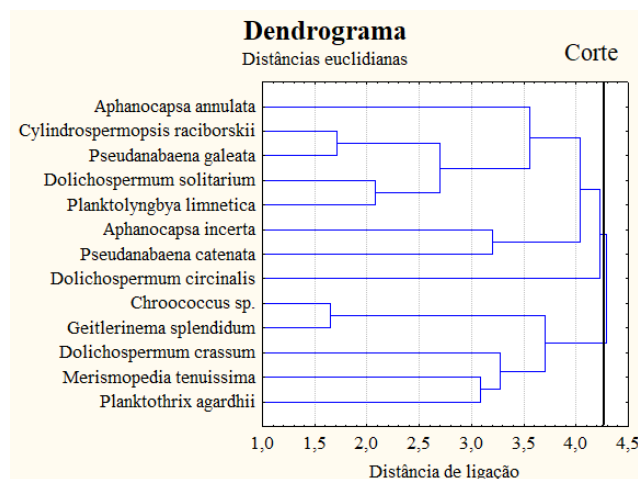
Por outro lado, o segundo grupo apresenta cinco tipos de cianobactérias, são elas: *Chroococcus Sp.*, *Geitlerinema Splendidum*, *Dolichospermum Crassum*, *Merismopedia Tenuissima* e *Planktothrix Agadhii*. Assim sendo, é possível evidenciar 3 subgrupos, o 1° *Dolichospermum*



Crassum, o 2º Merismopedia Tenuissima e Planktothrix Agadhii e o 3º Chroococcus Sp., Geitlerinema Splendidum, ambos com características próximas.

Portanto, os resultados para a análise de cianobactérias no reservatório de boqueirão para o ano de 2019, apresenta uma distribuição espacial de 13 espécies de cianobactérias, no decorrer de todo o ano, destacando-se, que os dados fornecidos pela CAGEPA, apresentavam a presença de outras cianobactérias, porém sem consistência das informações. Todavia, a presença desses dados é possível notar a distribuição de espécies distintas nesse reservatório, é possível analisar ainda que a grande quantidade de cianobactérias em um nível maior de concentração é localizada no período seco.

**Figura 2.** Dendrograma do reservatório de Boqueirão



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Através da matriz de correlação descrita no Quadro 9 realizada é possível observar que, as cianobactérias com similaridades próximas (acima de 0,6) foram as espécies Chroococcus Sp. e Geitlerinema Splendidum com 0,887, e a Cyndrospermopsis Raciborskii apresentando correlações com a Dolichospermum Solitarium com 0,669 e com a Pseudanabaena Galeata.

Assim, a Dolichospermum Solitarium com a Cyndrospermopsis Raciborskii 0,669 e a Planktolyngbya Limnetica com 0,804. Já a Geitlerinema Splendidum se correlaciona com a Chroococcus Sp. com 0,877, Planktolyngbya Limnetica com a Dolichospermum Solitarium 0,804 e pôr fim a Pseudanabaena Galeata com Cyndrospermopsis Raciborskii a 0,867.



**Quadro 9.** Matriz de correlação das Cianobactérias presente no Reservatório de Boqueirão

Variável	AA	AI	CH	CR	DCR	DCI	DS	GS	MT	PL	PA	PC	PG
<i>Aphanocapsa annulata</i>	1,000	0,259	-0,125	0,094	-0,038	-0,489	0,423	-0,398	-0,046	0,306	-0,269	0,051	-0,054
<i>Aphanocapsa incerta</i>	0,259	1,000	-0,241	-0,300	-0,164	0,186	-0,319	-0,393	-0,320	-0,200	-0,317	0,535	-0,214
<i>Chroococcus sp.</i>	-0,125	-0,241	1,000	0,039	-0,158	-0,090	-0,193	0,877	-0,113	-0,104	0,152	-0,090	-0,038
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	0,094	-0,300	0,039	1,000	-0,340	-0,083	0,669	-0,035	-0,260	0,223	-0,393	-0,192	0,867
<i>Dolichospermum crassum</i>	-0,038	-0,164	-0,158	-0,340	1,000	-0,158	-0,260	-0,201	0,513	-0,168	0,398	-0,165	-0,122
<i>Dolichospermum circinalis</i>	-0,489	0,186	-0,090	-0,083	-0,158	1,000	-0,180	-0,116	-0,122	-0,111	-0,297	-0,094	-0,065
<i>Dolichospermum solitarium</i>	0,423	-0,319	-0,193	0,669	-0,260	-0,180	1,000	-0,257	-0,234	0,804	-0,188	-0,174	0,424
<i>Geitlerinema splendidum</i>	-0,398	-0,393	0,877	-0,035	-0,201	-0,116	-0,257	1,000	-0,052	-0,150	0,376	-0,140	-0,035
<i>Merismopedia tenuissima</i>	-0,046	-0,320	-0,113	-0,260	0,513	-0,122	-0,234	-0,052	1,000	-0,153	0,567	-0,121	0,064
<i>Planktolingbya limnetica</i>	0,306	-0,200	-0,104	0,223	-0,168	-0,111	0,804	-0,150	-0,153	1,000	0,163	-0,126	-0,006
<i>Planktothrix agardhii</i>	-0,269	-0,317	0,152	-0,393	0,398	-0,297	-0,188	0,376	0,567	0,163	1,000	0,013	-0,203
<i>Pseudanabaena catenata</i>	0,051	0,535	-0,090	-0,192	-0,165	-0,094	-0,174	-0,140	-0,121	-0,126	0,013	1,000	-0,132
<i>Pseudanabaena galeata</i>	-0,054	-0,214	-0,038	0,867	-0,122	-0,065	0,424	-0,035	0,064	-0,006	-0,203	-0,132	1,000

Descrição: AA - *Aphanocapsa annulata*/ AI - *Aphanocapsa incerta*/ CH - *Chroococcus sp.*/ CR *Cylindrospermopsis raciborskii*/ DCR- *Dolichospermum crassum*/ DCI - *Dolichospermum circinalis*/ DS -*Dolichospermum solitarium*/ GS - *Geitlerinema splendidum*/ MT - *Merismopedia tenuissima*/ PL - *Planktolingbya limnetica*/ PA- *Planktothrix agardhii*/ PC- *Pseudanabaena catenata*/ PG - *Pseudanabaena galeata*

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

## Reservatório de Acauã

O reservatório de Acauã no ano de 2016 (Tabela 2) demonstrou os seguintes resultados da estatística descritiva, média de 699302,9, a sua mediana é 458909,0, o seu desvio padrão é de 621534,4, possui curtose de 0,7 sendo ela platicúrtica ou seja, é mais achatada pois é maior que 0,263 e sua assimetria é de 1,0 sendo simétrica pois está entre -1 e 1.

**Tabela 2.** Estatística descritiva das Cianobactérias do Reservatório de Acauã.





# IV SUSTENTARE & VII WIPIS

## WORKSHOP INTERNACIONAL

### Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

**EVENTO  
GRATUITO  
TOTALMENTE  
ONLINE**

Realização:



SUSTENTARE  
PUC CAMPINAS



WIPIS  
2022

Apoio:



Agência das Bacias PCJ



COMITÊS PCJ

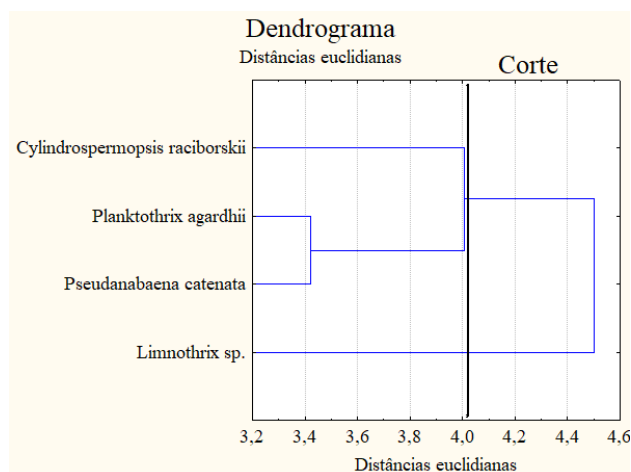
Medidas	Valores
Média	699302,9
Mediana	458909,0
Desvio padrão	621534,4
Curtose	0,7
Assimetria	1,0

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

No reservatório de Acauã, localizado entre o baixo/médio paraíba, apresentaram as seguintes cianobactérias nesta localidade, para o ano de 2016, ano no qual teve consistência de dados em relação a outros anos analisados, com as cianobactérias presente em todos os meses, as que não apareceram frequentemente, foram retiradas da análise.

Neste sentido as cianobactérias presentes foram a *Cylindrospermopsis Raciborskii*, *Planktothrix Agadhii*, *Pseudanabaena Catenata* E *Limnothrix Sp.* (Figura 3), neste sentido foram subdividas em dois grupos, sendo o primeiro formado por subgrupos, a *Cylindrospermopsis Raciborskii*, se difere da *Planktothrix Agadhii* e *Pseudanabaena Catenata*, porém pertence ao mesmo grupo, já a *Limnothrix Sp.*, pertence ao segundo grupo, esse recorte ocorre em 4,0. Assim, essas distâncias de similaridade de acordo com o dendrograma observada pela análise de clurster, pelas distancias euclidianas, explica a correlação das cianobactérias neste reservatório.

**Figura 3.** Dendrograma do reservatório de Acauã



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



De acordo com a Matriz de correlação do reservatório de Acauã (Quadro 10), nota-se uma correlação entre as cianobactérias *Limnothrix sp.* e *Planktothrix agardhii*, com 0,651, deste modo demonstrando uma correlação entre elas, assim destacando que nesse ano, a concentração dessas cianobactérias se assimila.

**Quadro 10.** Matriz de correlação das Cianobactérias presente no Reservatório de Acauã.

Variável	CR	LI	PA	PC
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1,000	-0,320	0,270	0,216
<i>Limnothrix sp.</i>	-0,320	1,000	-0,651	0,079
<i>Planktothrix agardhii</i>	0,270	-0,651	1,000	0,468
<i>Pseudanabaena catenata</i>	0,216	0,079	0,468	1,000

CR - *Cylindrospermopsis raciborskii*/ LI - *Limnothrix sp.*/ PA - *Planktothrix agardhii*/ PE - *Pseudanabaena catenata*

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

### Reservatório da Barragem Gavião

O reservatório de Gavião (Tabela 3) apresenta as seguintes características de uma estatística descritiva, média de 455890,6, a sua mediana é 232710,2, o seu desvio padrão é de 959841,0, possui curtose de -0,2 sendo ela leptocúrtica ou seja, mais afinada abaixo de 0,263 e sua assimetria é de 0,8 sendo simétrica pois está entre -1 e 1.

**Tabela 3.** Estatística descritiva das Cianobactérias do Reservatório de Gavião.

Medidas	Valores
Média	455890,6
Mediana	232710,2
Desvio padrão	959841,0
Curtose	-0,2
Assimetria	0,8

Fonte: Autoria Propria (2021)

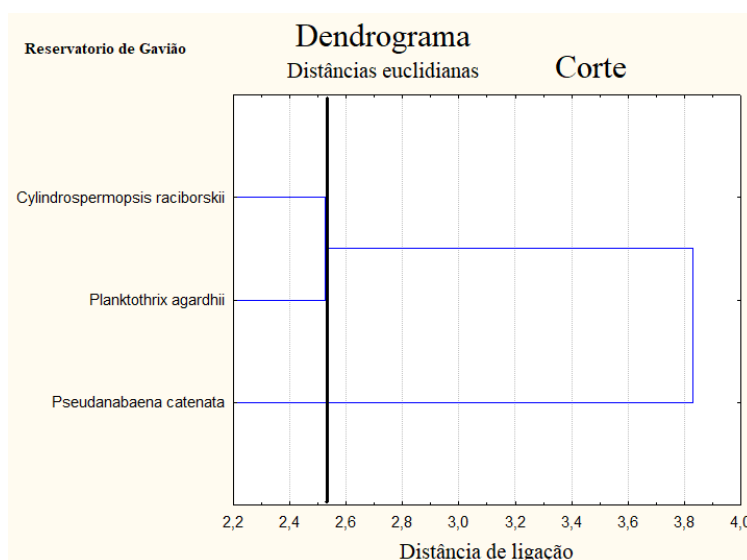
No reservatório de Gavião, localizado entre o baixo/médio paraíba, exibiram as seguintes cianobactérias neste lugar (Figura 4), para o ano de 2016, ano no qual obteve coerência de



informações em semelhança a outros anos avaliados, com as cianobactérias mencionadas presente em todos os meses, de maneira similar com os outros reservatórios, as que não apareceram frequentemente, foram removidas da análise.

Neste sentido as cianobactérias presentes foram a *Cylindrospermopsis Raciborskii*, *Planktothrix Agadhii* e *Pseudanabaena Catenatam*, assim sendo foram subdividas em dois grupos, sendo o primeiro formado pelo *Cylindrospermopsis Raciborskii* e *Planktothrix Agadhii* e o segundo pelo *Pseudanabaena Catenata*, esse recorte ocorre em 2,5. Logo, essas distâncias de similaridade de acordo com o dendrograma observada pela análise de clurster, explica a correlação das cianobactérias neste reservatório.

**Figura 4.** Dendrograma da barragem de Gavião



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Já com relação a matriz de correlação das cianobactérias na **Quadro 11**, foi possível notar que a *Planktothrix agardhii* e *Cylindrospermopsis raciborskii* apresentam correlação de 0,710, assim neste ano essas cianobactérias possuem similaridades.

**Quadro 11.** Matriz de correlação das Cianobactérias presente na Barragem de Gavião.

Variável	CR	PA	PC
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1,000	0,710	0,176
<i>Planktothrix agardhii</i>	0,710	1,000	0,333
<i>Pseudanabaena catenata</i>	0,176	0,333	1,000

CR - *Cylindrospermopsis raciborskii*/ PA - *Planktothrix agardhii*/ PE - *Pseudanabaena catenata*



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

## Reservatório de Massaranduba

Por fim, o reservatório de Massaranduba Tabela 4 possui como estatística descritiva, a sua média de 704363,0, a sua mediana é 397056,0, o seu desvio padrão é de 717070,5, possui curtose de 0,1 sendo ela leptocúrtica ou seja, é mais afinada pois é menor que 0,263 e sua assimetria é de 0,8 sendo simétrica pois está entre -1 e 1.

**Tabela 4.** Estatística descritiva das Cianobactérias do Reservatório de Massaranduba.

Medidas	Valores
Média	704363,0
Mediana	397056,0
Desvio padrão	717070,5
Curtose	0,1
Assimetria	0,8

Fonte: Aatoria Propria (2021)

No reservatório de Massaranduba, localizado entre o baixo/médio paraíba, exibiram as seguintes cianobactérias neste lugar (Figura 5), para o ano de 2016, ano no qual obteve nexos de dados em afinidade a outros anos avaliados. Além disso, esse reservatório só apresentou duas cianobactérias presente em todos os meses, sendo distinto assim dos demais, o que na base da estatística não se notou tanta diferença. Logo as cianobactérias encontradas foram as *Cylindrospermopsis Raciborskii*, e *Pseudanabaena Catenatam*, que de acordo com a distância euclidiana esse ponto se inicia 4.012.

**Figura 5.** Dendrograma do reservatório de Massaranduba

# IV SUSTENTARE & VII WIPIS

## WORKSHOP INTERNACIONAL

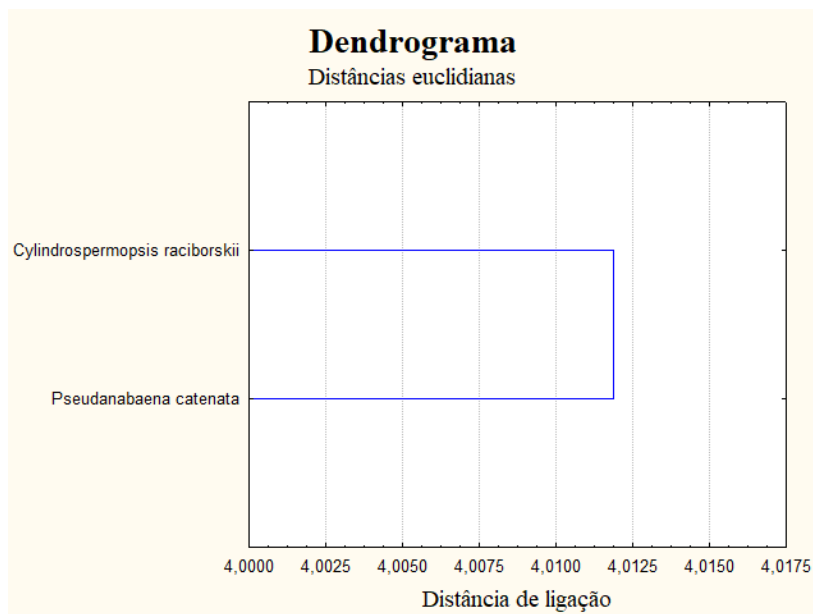
### Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização:

Apoio:



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Com relação a Matriz de correlação do reservatório de Massaranduba (**Quadro 12**), não se tem tanta distinção visto que elas são separadas no mesmo ponto, o que assim faz com que não tenham diferenças.

**Quadro 12.** Matriz de correlação das Cianobactérias presente no reservatório de Massaranduba.

Variável	CR	PS
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1,000	0,268
<i>Pseudanabaena catenata</i>	0,268	1,000

CR - *Cylindrospermopsis raciborskii*/ PE - *Pseudanabaena catenata*

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

## 5. Conclusões

De acordo com as análises estatísticas descritivas e de cluster, foi possível delimitar as informações acerca da assimetria e curtose das cianobactérias nesses reservatórios, assim como verificar a sua similaridade de grupos no decorrer das espécies analisadas.

Por fim, as espécies que predominam nesta região são as *Cylindrospermopsis raciborskii* e a *Pseudanabaena catenata*, presentes em todos os reservatórios.

## 7. Referências bibliográficas

- [1] ANA – (2019). Agência Nacional de Águas (Brasil). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual / Agência Nacional de Águas*. -- Brasília: ANA,100p.
- [2] BEHRENFELD, M.J. & BOSS, E.S. (2018). Student’s tutorial on bloom hypotheses in the context of phytoplankton annual cycles. *Global Change Biology*, v. 24, p. 55–77.
- [3] BRASIL. (2015). *Ministério da Saúde. Cianobactérias/cianotoxinas: procedimentos de coleta, preser-vação e análise*. 1 ed. Brasília: Editora MS.
- [4] CARMICHAEL, W. W. & BOYER, G. L. (2016). Health impacts from cyanobacteria harmful algae blooms: Implications for the North American Great Lakes. *Harmful Algae*, v. 54, n. 3, p. 194-212.
- [5] COLVARA, W. A. (2016). Purificação de saxitoxinas partir de extratos da cepa de *Cylindrospermopsis* sp. isoladas no Brasil-RS. *Revista Thema*, v. 13, n. 1, p. 24-35.
- [6] CRUZ, P. S. (2019). *Dinâmica de cianobactérias durante período de estiagem prolongada no semiárido brasileiro e suas implicações para a qualidade da água*. 109 p. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
- [7] GENUÁRIO, D. B.; LORENZI, A. S.; AGUJARO, L. F.; ISAAC, R. L.; AZEVEDO, M. T. P.; NETO, R. C.; FÁTIMA, M. F. (2016). Cyanobacterial community and microcystin production in a recreational reservoir with constant *Microcystis* blooms. *Hydrobiologia*, v. 779, p. 105–125.
- [8] GLORIA, L. P.; HORN, B. C.; HILGEMANN, M. (2017). Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do Índice de Qualidade da Água - IQA. *Revista Caderno Pedagógico*, v. 14, n. 1, p. 103-119.
- [9] HAMMER, Ø. (2019). PAST - Paleontological STatistics: reference manual version 3.25. Oslo: *Natu-ral History Museum*, University of Oslo.
- [10] LIMA, B. P.; MAMEDE, G. L.; LIMA NETO, I. E. (2018). Monitoramento e modelagem da quali-dade de água em uma bacia hidrográfica semiárida. *Revista Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 23, n. 1, p.1 25-135.

- [11] LORENZI, A. S.; CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; CHIA, M. A.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. (2018). Cyanotoxin contamination of semiarid drinking water supply reservoirs. *Environmental Earth Sciences*, v. 77, n. 16, p. 595.
- [12] MACHADO, L. S.; SANTOS, L. G.; DOVAL, J. C. L.; POMPÊO, M. L. M.; CARLOS, V. M. (2016). Fatores ambientais relacionados à ocorrência de cianobactérias potencialmente tóxicas no reservatório de Guarapiranga, SP, Brasil. *Revista Ambiente Água*, v. 11, n. 4, p. 810-818.
- [13] MESCHÉDE, M. S. C., FIGUEIREDO, B. R., SEGURAMUÑOZ, S. I. (2018). Qualidade da água de consumo em escolas na região de Santarém, Amazônia, Brasil e implicações para saúde dos escolares. *Revista Ambiente & Água*, v. 13, n. 6, p. 1-19.
- [14] MOURA, A.N.; ARAGÃO-TAVARES, N.K.C; AMORIM, C.A. (2018). Cyanobacterial blooms in freshwater bodies from a semiarid region, Northeast Brazil: a review. *Journal of Limnology*, v. 77 n. 2, p. 79-188.
- [15] OLIVEIRA, R. M. M., SANTOS, E. V. DOS, LIMA, K. C. (2017). Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbio-lógicos. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 3, p. 523-530.
- [16] PADISÁK, J.; VASAS, G.; BORICS, G. (2016). Phycogeography of freshwater phytoplankton: tra-ditional knowledge and new moleculares tools. *Hydrobiologia*, v. 764, p. 3–27.
- [17] PALHARINI, R. S. A.; VILA, A. D. (2017). Climatological Behavior Precipitating Clouds in the Northeast Regions of Brazil. *Advances in Meteorology*, p. 1-12.
- [18] RAMOS, C., MENEZES, T., AGRELLI, A., ALVES, I., DA LUZ, J., DA SILVA, C., PINHEIRO, I.; JÁCOME JUNIOR, A. (2016). Cianobactérias e microcistina em águas de rio desti-nadas ao abastecimento de centro industrial de Caruaru, PE, Brasil. *Revista Vigilância Sanitária Em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, v. 4, n. 1, p. 27-35.
- [19] TORQUATO, Francisco Alisson da Silva. (2019). *Influência dos parâmetros ambientais na composi-ção do fitoplâncton do açude Jaburu I, Ceará, Brasil*. 2019. 69p. Trabalho de Conclusão de Curso – (Curso de Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Crateús.