

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI  
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS – CSHNB**

**Leiciane Leal do Nascimento**

**CIANOACTÉRIAS PERIFÍTICAS EM AMBIENTES LÊNTICOS NO SEMIÁRIDO  
PIAUIENSE**

**Picos  
2016**

Leiciane Leal do Nascimento

**CIANOACTÉRIAS PERIFÉRICAS EM AMBIENTES LÉNTICOS NO SEMIÁRIDO  
PIAUIENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Lima Sales.

**Picos  
2016**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

**Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí**

**Biblioteca José Albano de Macêdo**

**N244c** Nascimento, Leiciane Leal do.

Cianobactérias perifíticas em ambientes lênticos no semiárido piauiense / Leiciane Leal do Nascimento.– 2016.

CD-ROM : il.; 4 ¾ pol. (39 f.)

Monografia (Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2016.

Orientador(A): Prof. Dr. Paulo César Lima Sales.

1. Cianobactérias. 2. *Perifiton*. 3. Semiárido. I. Título.

**CDD 579.1**

Leiciane Leal do Nascimento

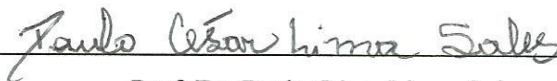
**CIANOACTÉRIAS PERIFÉRICAS EM AMBIENTES LÉNTICOS NO SEMIÁRIDO  
PIAUIENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Limas Sales.

Aprovado em 02 / 08 / 2016

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. Paulo César Limas Sales  
Universidade Federal do Piauí, CSHNB, Biologia



Prof(a). Me. Patrícia da Cunha Gonzaga  
Universidade Federal do Piauí, CSHNB, Biologia



Prof(a). Me. Emarielle Coelho Pardal  
Universidade Federal do Piauí, CSHNB, Biologia

Aos meus pais, Luiza Leal e Francisco das Chagas  
e à minha irmã, Leiliane Leal, que sempre  
me incentivaram a seguir em frente,  
em busca dos meus objetivos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre iluminar e guiar o meu caminho, dando-me forças para nunca desistir diante das dificuldades.

Aos meus pais, Luiza Leal e Francisco das Chagas Silveira, por sempre acreditarem em mim, mesmo quando nem eu mesmo acreditava.

À minha irmã, Leiliane Leal, pelo carinho e incentivo. Aos meus tios, Eliete Leal e Chagas Luz, pelo apoio durante essa longa caminhada. À toda a minha família, que estive torcendo pela realização desse sonho.

Agradeço ao professor Dr. Paulo César Lima Sales, pela orientação, por todos os ensinamentos que foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Obrigada professor, pelo incentivo e dedicação durante todos esses anos. À você, a minha eterna gratidão.

Ao meu namorado e também companheiro de turma, Erick Leal, por seu carinho, amor e compreensão, e por todas as palavras de apoio e incentivo, palavras estas que me deram ânimo para seguir em frente.

Aos meus queridos amigos, companheiros de jornada da universidade, os quais sempre levarei comigo, principalmente aqueles que contribuíram com o desenvolvimento do meu trabalho: Natanael José, Edeilma Barros, Francisco Antônio, Francisco Eduardo e Regis Feitosa, e em especial à minha grande amiga Andréia Carvalho, que desde o início esteve comigo, principalmente nos momentos em que mais precisei.

Aos meus amigos, Cláudia Fontes e Manoel Fontes, por sempre estarem presentes me dando força. Agradeço a Deus pela nossa amizade.

Agradeço aos professores, por todos os ensinamentos repassados, pela motivação e dedicação.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para essa conquista. Muito obrigada!

Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo  
para a vitória é o desejo de vencer.

Mahatma Gandhi

## RESUMO

Cianobactérias são microorganismos aeróbicos, fotoautotróficos, unicelulares e procariontes e formam um dos grupos de destaque no perifíton. O grupo apresenta grande flexibilidade a adaptações bioquímicas, fisiológicas, genéticas e reprodutivas, com representantes distribuídos em diversos ambientes, onde desempenham um importante papel nos processos funcionais do ecossistema e na ciclagem de nutrientes. Tendo em vista a falta de estudos na região Nordeste, sendo o estado do Piauí desprovido de pesquisas pautadas à comunidade perifítica, o estudo tem como problema de pesquisa responder qual a diversidade de cianobactérias em três ambientes lênticos no semiárido piauiense. O estudo objetivou descrever a riqueza e composição das espécies de cianobactérias perifíticas em ambientes lênticos, no semiárido piauiense. A pesquisa foi realizada em três lagoas, denominadas Fábrica, Ufpi e Cohab, localizadas no município de Picos-PI. Substratos artificiais confeccionados de PET (polietileno tereftalato) foram submersos a uma profundidade de cerca de 15 cm, em cada lagoa. Foram realizadas 10 amostragens entre 15 de março a 19 de abril de 2014. O perifíton foi removido com o auxílio de jatos de água e escova. O material removido foi acondicionado em frascos e fixados em solução Transeau na proporção 1:1. Os táxons foram identificados ao microscópio óptico, com auxílio de literatura especializada. Foram analisadas as variáveis de riqueza, abundância e diversidade. O estudo registrou 25 táxons de cianobactérias, em que a maior riqueza e diversidade foi registrada na lagoa Ufpi e a maior abundância na lagoa Cohab, sendo ambas as lagoas mais similares quanto à composição de espécies. Quanto a similaridade em relação à abundância, Fábrica e Ufpi foram mais similares entre si.

**Palavras-chave:** Cianobactérias. Perifíton. Semiárido. Riqueza.



## ABSTRACT

Cyanobacteria are aerobic microorganisms, photoautotrophic, unicellular prokaryotes and form one of the leading groups in the periphyton. The group has great flexibility to biochemical adaptations, physiological, genetic and reproductive, with representatives distributed in different environments, which play an important role in functional ecosystem processes and nutrient cycling. Given the lack of studies in the Northeast, and the state of Piauí devoid of research guided by the periphyton, the study's research problem which answer the diversity of cyanobacteria in three lentic environments in Piauí semiarid region. The study aimed to describe the richness and composition of species of periphytic cyanobacteria in lentic environments in Piauí semiarid region. The survey was conducted in three ponds called Fábrica, Ufpi and Cohab, located in the city of Picos-PI. Artificial substrates made of PET (polyethylene terephthalate) were submerged to a depth of about 15 cm in each pond. Ten samples were taken from 15 March to 19 April 2014. The periphyton was removed with the aid of water jets and brush. The removed material was placed in vials and fixed in Transeau solution in 1: 1 ratio. The taxa were identified by optical microscopy with specialized literature. The wealth of variables, abundance and diversity were analyzed. The study found twenty five taxa of cyanobacteria recorded, and the greatest wealth and diversity recorded in Ufpi lagoon and the greatest abundance in Cohab pond, being both the most similar ponds on the species composition. The similarity in relation to the abundance Fábrica and Ufpi were more similar to each other .

**Key words:** Cyanobacteria. Periphyton. Semiarid region. Wealth.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>O Perifíton.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Cianobactérias .....</b>	<b>13</b>
2.2.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS .....	13
2.2.2	CIANOACTÉRIAS E O AMBIENTE.....	15
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de estudo.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Amostragem .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise dos dados .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Descrição dos Táxons.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2</b>	<b>Ecologia .....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O perifíton compreende uma complexa comunidade formada por algas, bactérias, fungos, animais e detritos, aderidos a substratos submersos orgânicos ou inorgânicos, vivos ou mortos (WETZEL, 1983). A comunidade perifítica é um dos principais produtores primários nos ecossistemas aquáticos, principalmente em ambientes rasos, como córregos, riachos e lagoas (FERNANDES; ESTEVES, 2011).

As algas são os componentes mais abundantes do perifíton (WETZEL, 1990). Elas constituem um conjunto de organismos com ampla diversidade de formas, funções e estratégias de sobrevivência (BICUDO; MENEZES, 2010). Além disso, as algas perifíticas são excelentes bioindicadores do estado trófico dos ambientes aquáticos, demonstrando mudanças da qualidade da água e da dinâmica do sistema (LOVERDE-OLIVEIRA, 2006).

Dentre os grupos de algas que compõem o perifíton, destacam-se as cianobactérias ou cianofíceas, também conhecidas como “algas azuis”, que são microrganismos aeróbicos fotoautotróficos, tendo a fotossíntese como seu principal modo de obtenção de energia para o metabolismo. Entretanto, esses microrganismos são procariontes e, portanto, são muito semelhantes bioquimicamente e estruturalmente às bactérias (AZEVEDO, 1998).

O grupo apresenta grande flexibilidade a adaptações bioquímicas, fisiológicas, genéticas e reprodutivas, com representantes distribuídos em diversos ambientes terrestres, aquáticos e na interface úmida da terra, tais como rochas, cascas de árvores, paredes, telhados e vidros, onde desempenham um importante papel nos processos funcionais do ecossistema e na ciclagem de nutrientes (AZEVEDO, 1998; BRANDÃO; DOMINGOS, 2006).

As cianobactérias são capazes de sintetizar ainda uma série de compostos secundários, com efeitos biológicos tóxicos, chamados de cianotoxinas (FERRAZ, 2012). Cerca de 40 gêneros, dentre os aproximadamente 150 descritos, estão relacionados à produção de potentes toxinas, porém, nem todas as florações de cianobactérias são tóxicas, sendo algumas tóxicas apenas durante um período do ano, do mês ou da semana (MOLICA; AZEVEDO, 2009).

Com relação aos estudos com a comunidade perifítica, ainda existem muitas espécies a serem descritas e com distribuição desconhecida em ambientes aquáticos continentais brasileiros. Esse fato se torna mais evidente na região Nordeste do Brasil e em especial no estado do Piauí, onde não há registro de pesquisas com esse grupo de organismos (SCHNECK, 2013). Porém as importantes funções destes organismos no metabolismo dos ecossistemas aquáticos têm despertado atenção para a necessidade crescente de ampliar o conhecimento da dinâmica desta comunidade (FERNANDES; ESTEVES, 2011).

Levando-se em conta a importância do conhecimento das cianobactérias em ambientes aquáticos e a falta de estudos desses organismos em ambientes de semiárido no Piauí, o estudo têm como problema de pesquisa responder qual a diversidade de cianobactérias em três ambientes lênticos no semiárido piauiense. Diante disso, o estudo teve como objetivo descrever a riqueza e composição das espécies de cianobactérias perifíticas em ambientes lênticos, no semiárido piauiense.

O presente trabalho está estruturado em quatro partes. A primeira consiste na revisão de literatura sobre os assuntos abordados na pesquisa. A segunda parte traz uma descrição detalhada da metodologia utilizada. A terceira parte é composta pelos resultados e discussões das análises e descrição da riqueza de cianobactérias levantadas no estudo. A quarta e última parte consiste na conclusão do trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O Perifíton

Em 1982, no 1º Workshop Internacional “Periphyton of Freshwater Ecosystems”, realizado em Växjö, Suécia, Wetzel definiu o termo perifíton como “uma complexa comunidade de microrganismos (algas, bactérias, fungos e animais) detritos orgânicos e inorgânicos aderidos a substratos inorgânicos ou orgânicos, vivos ou mortos” (BURLIGA; SCHWARZBOLD, 2013).

O perifíton é considerado um biofilme normalmente observado como manchas verdes ou pardas recobrando objetos submersos na água, como rochas, troncos, carapaças de animais, objetos inertes e vegetação aquática. Cerca de 95 a 99% de toda a comunidade perifítica é composta por algas de todas as Classes (filamentosas, unicelulares e coloniais, que apresentem estruturas de fixação), no entanto, existe também muitos componentes heterotróficos na comunidade, tais como protozoários sésseis ou livres, fungos, bactérias e outros animais com poucos milímetros de comprimento, os quais apesar de não estarem incluídos na definição, fazem parte dos processos da comunidade (FERNANDES; ESTEVES, 2011).

O crescimento e a reprodução das algas perifíticas são influenciados por diversos fatores ambientais, como disponibilidade de nutrientes, luz, temperatura, qualidade e velocidade da água e material suspenso transportado pela corrente, herbivoria, além da natureza e da qualidade do substrato (FELISBERTO; MURAKAMI, 2013).

Com base na natureza do substrato sobre o qual o perifíton cresce, as algas podem ser classificadas como: algas epilíticas (vivem sobre substratos rochosos); algas epifíticas (superfície de plantas); algas epipélicas (sedimento fino); algas epizóicas (superfície de animais); epipsâmicas (substrato arenoso); e epidêndricas, epidendríticas (sobre madeira). Metafíton refere-se a algas que se encontram associadas frouxamente ao substrato, aderidas à matriz de suas próprias mucilagens ou às de outras algas (BURLIGA; SCHWARZBOLD, 2013). Algumas algas como diatomáceas e cianobactérias podem apresentar-se aderidas diretamente na superfície do substrato mediante pedúnculos gelatinosos simples ou ramificados (MOSCHINI-CARLOS, 1999).

A comunidade de algas perifíticas pode ser caracterizada por meio de atributos estruturais e funcionais. Sendo que os atributos estruturais (biomassa, estado nutricional, riqueza, diversidade e outros), permitem a caracterização instantânea das assembleias algais,

enquanto os atributos funcionais (taxa de fotossíntese, taxa de respiração, produtividade primária, taxa de assimilação de nutrientes, atividade da fosfatase alcalina e taxa de crescimento), são medidas ou indicadores do metabolismo do perifíton (FERRAGUT et al., 2013). Sendo assim, o perifíton exerce papel extraordinário no metabolismo de um sistema aquático, participando das etapas fundamentais na estrutura e funcionamento dos ambientes, tais como produção, consumo e decomposição (FELISBERTO; MURAKAMI, 2013).

Estudos têm apontado para a relevância do perifíton como bioindicador da qualidade de água e de seu estado trófico. Isso se deve ao fato de muitos organismos que compõem a comunidade perifítica apresentarem modo de vida sésil e curto ciclo de vida, fazendo com que respondam rapidamente às mudanças ambientais. A comunidade perifítica, apresenta ainda, grande importância, devido a capacidade de acumular grandes quantidades de substâncias poluentes (inseticidas, herbicidas, fungicidas), metais pesados e substâncias radioativas (FERNANDES; ESTEVES, 2011).

## **2.2 Cianobactérias**

### **2.2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS**

As cianobactérias são representantes de um grupo de seres vivos existentes no planeta há cerca de 3,5 bilhões de anos, sendo provavelmente, um dos primeiros produtores a liberar oxigênio na atmosfera terrestre e que, em virtude da sua longa história evolutiva, foram capazes de colonizar praticamente todos os ecossistemas do planeta (MOLICA; AZEVEDO, 2009).

Cianobactérias são microorganismos aeróbicos, fotoautotróficos, unicelulares e procariontes. Apresentam fotossistema I e II, mas sem estarem organizadas em cloroplastos (BRANDÃO; DOMINGUES, 2006), tendo seus pigmentos fotossintetizantes organizados em tilacóides (membranas lipoprotéicas localizadas na periferia da célula) (RAVEN et al., 2007).

Possuem clorofila *a*, além de carotenóides e outros pigmentos acessórios denominados ficobiliproteínas. Dentre os pigmentos acessórios, um dos que mais se destaca é a ficocianina, responsável pela coloração azulada apresentada pela maioria das cianobactérias. No entanto, a coloração das cianobactérias pode variar muito, principalmente em razão da concentração de ficocianina (azul) e ficoeritrinas (vermelho) (GAMA JÚNIOR, 2012).

As cianobactérias podem ocorrer de forma unicelular, unicelular colonial ou de forma filamentosa. Dentre as unicelulares, isto é, de vida resumida a uma célula solitária, estão os

gêneros *Synechococcus* e *Synechocystis*. As unicelulares coloniais são agregados de células que não apresentam uma estrutura definida, no entanto, algumas espécies possuem tamanho e formas definidas, são as *Microcystis*, *Gomphospheria* e *Merismopedia*. Já as formas filamentosas, apresentam células organizadas em uma unidade em série, como por exemplo, as *Oscillatoria*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Cylindrospermopsis*, *Nostoc*, dentre outras (BRANDÃO; DOMINGOS, 2006).

A classificação das cianobactérias segue a nomenclatura botânica, e por essa razão, são conhecidas como algas azuis ou Cyanophyceae (CALIJURI et al., 2006). Sua classificação tem sido baseada nos seus atributos morfológicos, principalmente, na fundamental distinção entre as formas unicelulares e filamentosas (CAIRES, 2013). No entanto, por possuírem alto grau de variação morfológica entre os indivíduos de uma mesma espécie, dificulta a identificação das espécies do grupo, gerando assim, problemas na delimitação específica destes indivíduos (SANT'ANNA 1995; AZEVEDO; SANT'ANNA 2006).

Algumas espécies de cianobactérias podem fixar, em estruturas denominadas heterócitos, o nitrogênio atmosférico na forma metabolizável de amônio, formarem acinetos, que são células diferenciadas que funcionam como esporos de resistência e controlarem sua posição na coluna d'água através de estruturas denominadas aerótopos (WHITTON; POTTS 2000).

Muitas cianobactérias podem ainda apresentar bainha mucilaginosa composta por mucopolissacarídeos excretados pelas células, protegendo-as contra a dessecação. A bainha pode eventualmente apresentar-se colorida em função das características do ambiente de ocorrência, podendo apresentar, por exemplo, coloração avermelhada em solos e ambientes aerofíticos altamente ácidos, ou azulada, em pH mais básico (DROUET, 1978 apud CAIRES, 2013).

Em relação à reprodução, as cianobactérias reproduzem-se somente de maneira assexuada, por meio de divisão celular binária ou múltipla, com formação de baecitos (endósporos e exósporos), hormogônios ou hormocitos (fragmentos do tricoma) (LEE, 2008).

As cianobactérias apresentam grande importância ecológica, principalmente na fixação do carbono e do nitrogênio atmosférico, uma vez que são responsáveis pela fertilidade dos corpos aquáticos e dos solos (RAI, 1990; RAVEN et al., 2001), apresentando também importância econômica devido ao seu potencial de biorremediação e alto valor nutritivo para organismos heterotróficos (FARRAR, 1966).

Além disso, as cianobactérias possuem mecanismos para tolerar a incidência de raios ultravioletas, elevadas concentrações de metais pesados, baixas concentrações de oxigênio, e baixas e altas temperaturas (WHITTON; POTTS, 2000).

### 2.2.2 CIANOACTÉRIAS E O AMBIENTE

As cianobactérias formam um dos grupos de destaque no perifíton. Elas são capazes de viver em uma ampla variedade de ambientes. Seus habitats vão desde águas termais até oceanos gelados. Várias espécies vivem em solos e rochas, no entanto, a maioria das espécies habita a água doce, pois apresentam melhor crescimento em águas neutroalcalinas com pH de 6 a 9, temperaturas entre 15°C e 30°C, com alta concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. As cianobactérias também são adaptadas à vida em ambientes aquáticos de grande profundidade, devido à presença dos pigmentos fotossintetizantes (ficocianina e ficoeritrina) (CALIJURI, et al, 2006).

Segundo Molica (1996) o sucesso adaptativo das cianobactérias deve-se ao desenvolvimento de sua bainha de mucilagem, que apresenta uma menor densidade do que a água, permitindo sua fluabilidade e a formação de vacúolos gasosos em algumas espécies, o que permite as células migrarem verticalmente na coluna d'água, e com isso elas se mantêm a uma profundidade em que tanto a intensidade luminosa quanto a oferta de nutrientes são favoráveis ao seu crescimento.

Em ambientes aquáticos, as cianobactérias podem apresentar variados hábitos, podendo ser bentônicas, perifíticas ou planctônicas. As espécies bentônicas crescem sobre o substrato dos corpos d'água, geralmente aderidas as rochas, enquanto que as perifíticas crescem aderidas as vegetações (macrófitas) submersas, já as espécies planctônicas vivem livremente na coluna d'água (BORGES, 2013).

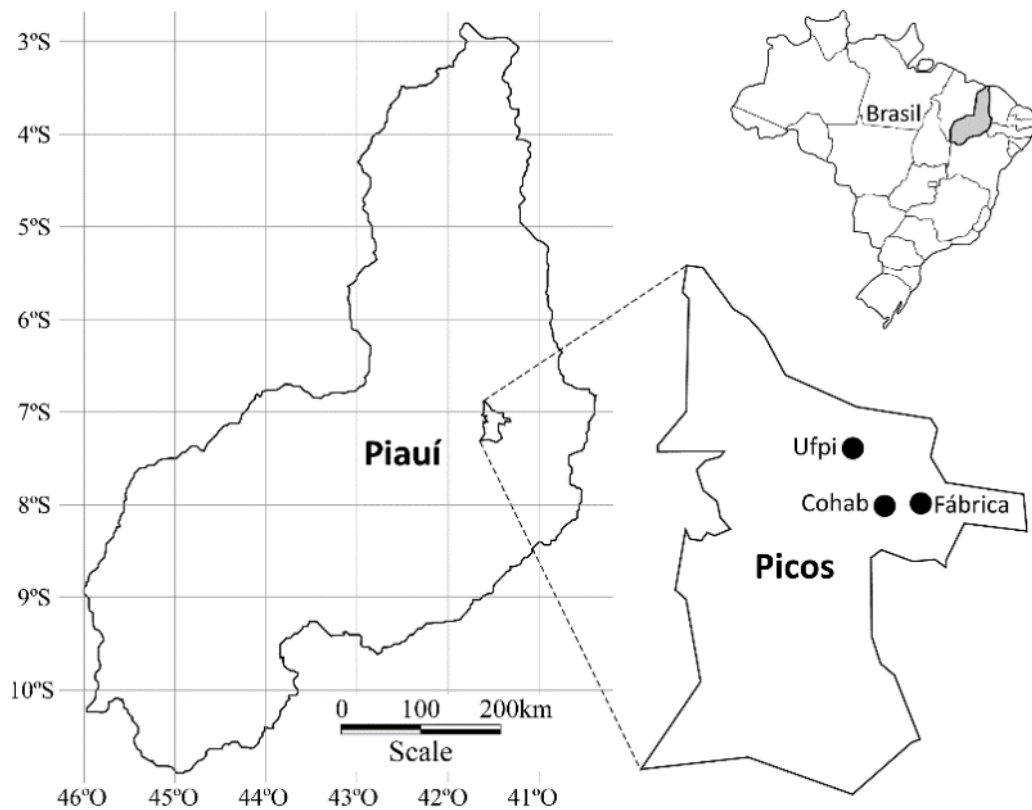
Sob determinadas condições ambientais, as cianobactérias, podem muitas vezes, formarem florações (MOLICA; AZEVEDO, 2009). Vários gêneros e espécies de cianobactérias que formam florações produzem toxinas. As toxinas de cianobactérias, que são conhecidas como cianotoxinas, constituem uma grande fonte de produtos naturais tóxicos produzidos por esses microorganismos e, embora ainda não estejam devidamente esclarecidas as causas da produção dessas toxinas, têm-se assumido que esses compostos tenham função protetora contra herbivoria, como acontece com alguns metabólitos de plantas vasculares (CARMICHAEL, 1992).



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada em três lagoas do semiárido no município de Picos, estado do Piauí, Brasil (Figura 1), entre 15 de março a 19 de abril de 2014. Regiões semiáridas são caracterizadas por apresentarem clima quente, com temperatura média anual acima de 18° C e tempo seco de no mínimo seis meses, em casos mais brandos, e de até 11 meses em casos mais extremos (IBGE, 2002).



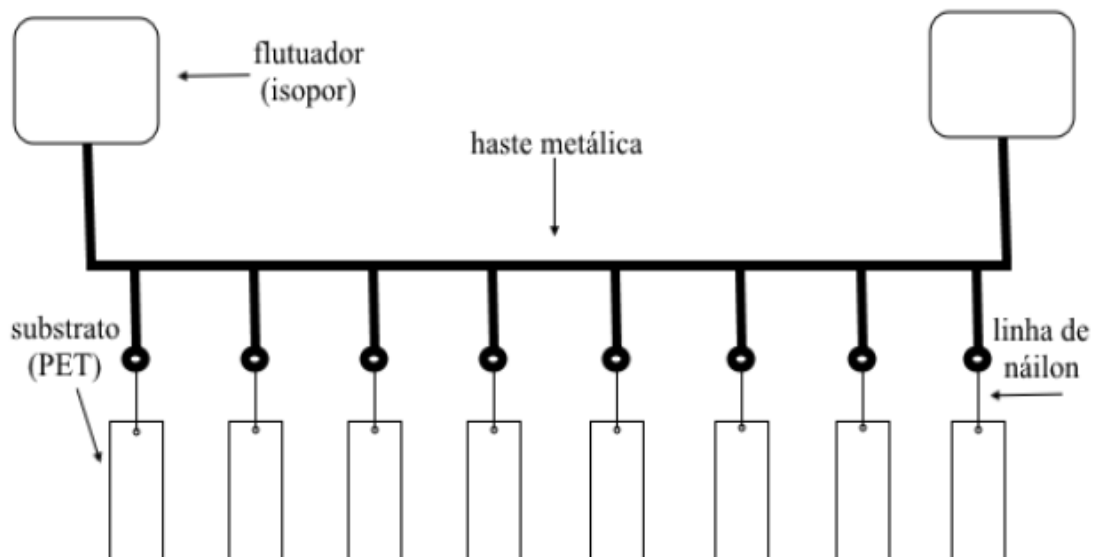
**Figura 1** - Área de estudo: lagoas Fábrica, Ufpi e Cohab em região semiárida no município de Picos, estado do Piauí, Brasil.

As três lagoas foram denominadas de lagoa Fábrica, lagoa Ufpi e lagoa Cohab. A lagoa Fábrica (S 07°05.256'; W 041°24.019') apresenta uma área de 3.225 m<sup>2</sup> e profundidade máxima de 1,8 m. Encontra-se protegida por arbustos e cactáceas típicas do bioma caatinga, que se estendem de 12 a 100 m a partir de sua margem. Próxima à margem e adentrando a lagoa, ocorre vegetação rasteira dominada por *Ipomoea* sp. Apresenta predominância da macrófita emersa *Hymenachne* sp. e da macrófita flutuante *Lemna* sp., que se tornou

abundante ao longo do período de coleta, em sua região litorânea. A lagoa Ufpi (S 7°04'48.71"; W 41°26'11.57") possui uma área de 24.785 m<sup>2</sup> e profundidade máxima de 1,6 m. Formada pelo barramento de um riacho, encontra-se aos fundos da Universidade Federal do Piauí. A maior parte de sua área apresenta-se coberta pela macrófita dominante emersa *Typha* sp., além da presença abundante de *Eleocharis* sp., principalmente em suas margens. A lagoa Cohab (S 7°05'23.59") possui uma área de 2.106 m<sup>2</sup> e uma profundidade máxima de 2,10 m. É desprovida de macrófitas aquáticas, mas possui algumas gramíneas distribuídas espaçadamente próximas a suas margens, além de *Ipomoea* sp., dominante em sua margem e que adentra à lagoa.

### 3.2 Amostragem

Substratos artificiais confeccionados de PET (polietileno tereftalato) medindo 2 x 5 cm e área total de 20 cm<sup>2</sup> foram submersos em cada lagoa a uma profundidade de cerca de 15 cm, presos por linha de náilon a uma haste metálica sustentada por flutuadores de isopor (Figura 2), sendo realizadas 10 amostragens entre 15 de março a 19 de abril de 2014.



**Figura 2** – Aparato para o substrato artificial instalado em três lagoas (Fábrica/Ufpi/Cohab).

O perífiton foi removido dos substratos artificiais com o auxílio de jatos de água e escova. O material removido foi acondicionado em frascos de acrílicos individuais de 80 ml e fixados em solução Transeau na proporção 1:1 para determinação da riqueza, e em lugol para determinação da densidade de indivíduos, segundo Bicudo e Menezes (2006).

### 3.3 Análise dos dados

A composição de espécies de cianobactérias em cada lagoa foi descrita por meio da identificação dos táxons ao microscópio óptico, seguindo a classificação de Komárek (1998, 2005, 2013).

No estudo foram analisadas as variáveis de riqueza, abundância e diversidade. A riqueza é obtida a partir do número de espécies levantadas, dessas o número total de indivíduos de cada uma equivale à abundância absoluta, e o número de indivíduos de cada espécie para cada área estudada corresponde à abundância relativa (MAGURRAN, 2013).

Para estimar a riqueza total de espécies nas três lagoas, foram utilizados os estimadores Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap.

A diversidade dos ambientes foi comparada aplicando o índice de diversidade de Simpson ( $1 - D$ ), onde  $D$  corresponde à probabilidade de dois indivíduos coletados ao acaso pertencerem à mesma espécie.

Para comparar a similaridade entre os ambientes, quanto à composição de Cianobactérias, foi utilizado o coeficiente binário de dissimilaridade de Sorensen, que considera apenas as espécies compartilhadas, e as que ocorrem em uma amostra e em outra não. E em seguida o coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis, aplicado sobre uma de abundância observada para cada espécie em cada ambiente. As análises foram implementadas no software livre R, no pacote vegan (WAGNER, 2016).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo possibilitou o levantamento de 25 táxons distribuídos em 15 gêneros, 11 famílias e 4 ordens. Dos táxons encontrados, só foi possível identificar 14 espécies, como descritas abaixo:

### 4.1 Descrição dos Táxons

**Classe:** CYANOPHYCEAE

**Ordem:** Synechococcales

**Família:** Merismopediaceae

#### *Merismopedia* Meyen 1839

As colônias são tabulares e apresentam células arranjadas em linhas perpendiculares. Possuem envelope mucilaginoso fino, hialino, incolor, geralmente com margem indistinta. Células esféricas ou amplamente elípticas com conteúdo celular comumente homogêneo, verde-azulado pálido ou vivo, ou violáceo; porém, em algumas espécies ocorrem aerótopos. A divisão celular ocorre por fissão binária em dois planos perpendiculares entre si e no mesmo plano da colônia. O gênero, cosmopolita, possui mais de 30 espécies descritas, várias delas, no entanto, tendo área de distribuição e preferências ecológicas limitadas.

#### *Merismopedia tenuissima* Lemmermann 1898 (Prancha 1: 1)

**Descrição:** Colônias planas, tabulares, geralmente retangulares, às vezes um pouco onduladas ou formando uma agregação de subcolônias com (8) 16 (até 100) células; células mais ou menos densamente agregadas. Mucilagem hialina, distinta e gelatinosa; envelopes dificilmente visíveis são formados em torno das células. Células esféricas ou ovais, hemisférica após a divisão, com conteúdo homogêneo, azul-acinzentada pálida ou azul-esverdeada, com 0,4-1,6 µm de diâmetro.

**Ecologia:** Comum em águas doces eutróficas estagnadas, principalmente em tanques de peixes fertilizados, menos comuns em lagos, também em águas salobras, particularmente na estação quente do ano; provavelmente cosmopolita.

***Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing 1845** (Prancha 1: 2)

**Descrição:** Colônias planas, quadradas, geralmente 64 células (raramente mais), com células mais ou menos densamente e regularmente arranjadas, às vezes formando subcolônias. Mucilagem hialina, mas distinta, ligeiramente se prolongando para além da célula marginal (2-4 µm). Células esféricas ou amplamente ovais antes da divisão, hemisférica após a divisão, com conteúdo homogêneo verde-azulado pálido, com 3-6 µm de diâmetro.

**Ecologia:** Ocorre em água doce, metafítica e bentônica em ambientes lênticos não poluídos, facultativamente planctônicos; distribuição cosmopolita.

**Ordem:** Synechococcales

**Família:** Merismopediaceae

***Synechocystis Sauvageau 1892***

Células solitárias ou aglomeradas, mas sem mucilagem comum, esféricas ou hemisféricas após a divisão, de conteúdo homogêneo ou com vários grânulos proeminentes, de coloração verde-azulada pálida ou viva, verde oliva ou rosada. A divisão celular ocorre por fissão binária em dois planos perpendiculares, em sucessivas gerações. Apresentam multiplicação vegetativa por divisão das células. O gênero compreende mais de 20 espécies, algumas cosmopolitas, outras tropicais e subtropicais. Várias espécies são planctônicas, ocorrendo em água doce (lagos, reservatórios) ou no mar. Outras crescem no metafíton de empoçados, fontes termais e minerais, ou em água salobra.

***Synechocystis aquatilis* Sauvageau 1892** (Prancha 1: 3)

**Descrição:** Células globulares ou amplamente oval, solitárias ou em dupla, com conteúdo azul-esverdeado claro, às vezes com finos envelopes mucilaginosos individuais finos 4,5 -7 µm de diâmetro; de acordo com diversos autores as células são móveis.

**Ecologia:** Planctônicos e metafíticos em pequenos corpos de água doce e lagoas, geralmente poluídas ou com um teor relativamente elevado de nutrientes; provavelmente cosmopolita.

**Ordem:** Synechococcales

**Família:** Synechococcaceae

***Bacularia Borzi* 1905**

As colônias são alongadas e têm a forma de tubo. As células são cilíndricas e estão arranjadas com seu eixo maior paralelo à margem da colônia e mais ou menos em fileiras. A divisão celular ocorre por fissão binária em um plano perpendicular ao eixo maior da célula. Tem ocorrência rara e inclui cinco espécies descritas para ambientes aquáticos, fontes termais e sobre pedras junto ao mar.

***Bacularia vermicularis* (Fedorov) Komárek et Anagnostidis 1995** (Prancha 1: 4)

**Descrição:** Colônias microscópicas, em forma de tubo, ou ligeiramente achatadas; mucilagem colonial homogênea, incolor, às vezes pouco visível; bainhas mucilaginosas às vezes polarizadas (uma extremidade de uma colônia alongada é mais arredondada depois da liberação do substrato). Células cilíndricas, retas, verde-azulada pálida, de 2,2-3,4 x 0,8-1,5  $\mu\text{m}$ .

**Ecologia:** Encontrada em água doce, no perifíton e metafiton, fixo a vários substratos nas zonas litorâneas e em corpos d'águas naturais, às vezes presente no plâncton.

**Ordem:** Synechococcales

**Família:** Chamaesiphonaceae

***Chamaesiphon* A. Braun et Grunow 1865**

Talos unicelulares ou coloniais, com as células fixas ao substrato por sua porção basal. As células são heteropolares, piriformes, subesféricas, ovais, cilíndricas ou alongadas, envoltas por uma bainha gelatinosa fina, incolor ou levemente estratificada, amarelada ou acastanhada; o conteúdo celular é homogêneo, geralmente verde-azulado pálido ou verde-

amarelo, acinzentado até violáceo, algumas vezes quase incolor, com grânulos solitários. A divisão celular ocorre na parte distal (apical) da célula, transversalmente ao seu eixo maior, com produção de exócitos. Cosmopolita, apresenta cerca de 30 espécies; muitas delas, no entanto, têm áreas de distribuições limitadas. Ocorrem principalmente no perifíton de ambientes lóticos, sendo encontradas como epífitas de algas filamentosas, briófitas e macrófitas, e também como epilíticas.

***Chamaesiphon incrustans* Grunow in Rabenhorst 1865** (Prancha 1: 5)

**Descrição:** Células solitárias ou em grupos espaçados, fixas individualmente ao substrato, mais ou menos cilíndricas, largamente arredonda na base, sempre retas ou levemente em forma de clave, estreitando-se conicamente em direção à base, levemente curvada. Algumas vezes com pequenos discos gelatinosos aderentes, raramente levemente afastada da base da bainha, algumas vezes azul-esverdeada, azul acinzentada, raramente verde oliva ou rosa pálida, com conteúdo mais ou menos homogêneo sem grânulos no protoplasto. Células com 7-20  $\mu\text{m}$  de comprimento, 1-3  $\mu\text{m}$  na base e 1,5-5,2  $\mu\text{m}$  no ápice sem bainha ou 5,5  $\mu\text{m}$  com bainha. Pseudovagina, firme, fina, hialina, distinta, não lameladas, levemente achatada diferenciada na parte apical da célula, 2-3  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

**Ecologia:** Encontrada em água doce, epifítica (em algas verdes, vermelhas ou em plantas vasculares) em ambientes lênticos e ambientes lóticos de água não poluída. Raramente epilítica. Provavelmente cosmopolita em regiões temperadas a subpolares.

**Ordem:** Synechococcales

**Família:** Heteroleibleiniaceae

***Heteroleibleinia* (Gietler) L. Hoffmann 1985**

Filamentos solitários ou agrupados, heteropolares, fixos ao substrato por sua porção basal e com a parte apical livre. Apresentam bainha gelatinosa, estreita, firme e incolor, aberta no ápice. O comprimento dos tricomas é reduzido, alcançando, no máximo, ao redor de 100  $\mu\text{m}$ , envolvidos por uma bainha muito tênue e hialina. As células são mais curtas até mais longas do que largas, cilíndricas ou em forma de barril, de conteúdo homogêneo verde-azulado, sem aerótopos. A célula apical é arredondada, sem caliptra. Heterócitos e acinetos ausentes. A divisão celular é transversal, por fissão binária. A fragmentação dos tricomas

forma hormogônios ou hormocistos destinados à reprodução. Gênero cosmopolita, inclui cerca de 30 espécies, as quais são típicas de ambientes aquáticos (marinhos, salobros ou de água doce).

***Heteroleibleinia kuetzingii* (Schmidle) Compère 1985** (Prancha 1: 6)

**Descrição:** Filamentos ligados por uma extremidade ao substrato, ereto, reto ou ligeiramente curvado, rígido, solitário ou densamente numeroso e agregados de forma mais ou menos paralela, 30-80 µm de comprimento, raramente maior ou menor que 2-3,5 µm de largura. Bainha fina, hialina, muitas vezes estendendo-se para além do fim do tricoma verde azul pálido, 1.2-2 µm de largura não constricto através da parede celular, sem grânulos. Células 1/2-1/3 tão longa quanto larga, 0,5-1 µm de comprimento, raramente mais longa. Célula apical não atenuada, arredondada, sem caliptra ou parede celular externa espessa.

**Ecologia:** Espécie de água doce, epífitas em algas filamentosas ou outras cianobactérias, bem como perifítica em objetos submersos, em ambientes lênticos ou de baixo fluxo, ocasionalmente invasor em biótopos termais; distribuída em todo o mundo, possivelmente cosmopolita.

**Ordem:** Synechococcales

**Família:** Leptolyngbyaceae

***Planktolyngbya Anagnostidis & Komárek 1988***

Filamentos solitários, isopolares, retos ondulados ou espiralados, muito excepcionalmente com ramos falsos. Bainha fina, firme e incolor. Tricomas estreitos, unisseriados indistintamente constrictos ou não constrictos nas paredes transversais, geralmente não atenuados em direção às extremidades, sempre imóveis. As células são, normalmente, mais longas do que largas, cilíndricas e, raramente, isodiamétricas. O conteúdo celular é verde-azulado-claro, homogêneo e destituído de aerótopos, embora em alguns casos possa ocorrer um aerótopo polar. Célula apical arredondada, sem caliptra. Heterócitos e acinetos ausentes. A divisão celular é transversal, por fissão binária, perpendicular ao eixo longitudinal do tricoma. A reprodução é feita pela formação de hormogônios imóveis, sem a ocorrência de necrídios. O gênero conta com cerca de 15 espécies, várias das quais limitadas às regiões tropicais e a áreas quentes de zonas temperadas; muitas espécies são



presumivelmente nórdicas. Vivem no plâncton de água doce, geralmente em grandes reservatórios mesotróficos.

***Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg 1992** (Prancha 1: 7)

**Descrição:** Filamentos solitários, livre flutuantes, retos ou levemente curvados, 1-2 µm de largura até 100 µm de comprimento. Bainha fina, estreita, sem cor, mas frequentemente bem distinta. Tricomas verde azul pálido de 0.5-1.8 µm de largura, não constrito através da parede, algumas vezes levemente visível, não atenuado no ápice. As células são cilíndricas de 1-5 µm de comprimento. Conteúdo celular homogêneo verde-azulado pálido ou verde azul acinzentado, sem aerótopos, algumas vezes com grânulos solitários. Células apicais arredondadas ou pontiagudas.

**Ecologia:** Planctônica e entre outras algas, em lagos de água doce e reservatórios com água estagnada. Raramente em águas salinas.

**Ordem:** Synechococcales

**Família:** Pseudanabaenaceae

***Pseudanabaena Lauterborn* 1915** (Prancha 1: 8)

Talo filamentoso. Tricomas solitários ou aglomerados, retos ou flexuosos, constritos no nível dos septos, não atenuados em direção ao ápice e apresentam desde poucas (3-6) células até várias (mais de 10); não apresentam movimento ou apenas um leve movimento deslizante. A bainha está ausente, mas, às vezes, pode ocorrer mucilagem inconspícua. Células cilíndricas, sempre mais longas do que largas, 0,8-3,0 µm de largura, sem aerótopos, mas, algumas vezes, com grânulos solitários ou com aerótopos localizados nos polos das células apicais e intermediárias. Conteúdo celular homogêneo ou granuloso, verde-azulado pálido ou vivo até verde acinzentado. Célula apical cilíndrica, com os polos arredondados. Heterócitos, acinetos e necrídios ausentes. A divisão celular é perpendicular ao eixo longitudinal do tricoma. Apresentam multiplicação vegetativa por quebra dos tricomas. A reprodução assexuada ocorre por meio da formação de hormogônios uni ou pluricelulares, imóveis. O gênero contém mais de 30 espécies, das quais muitas são cosmopolitas ou subcosmopolitas. Geralmente ocorre em ambientes aquáticos, tanto no plâncton quanto no

perifíton. Algumas espécies podem ser subaéreas, crescendo em locais úmidos enquanto outras são endoglêicas, vivendo na mucilagem de outras cianobactérias.

**Ordem:** Oscillatoriales

**Família:** Gomontiellaceae

***Komvophoron Anagnostidis et Komárek 1988*** (Prancha 1: 9)

Tricomas solitários ou formando pequenos emaranhados, retos ou flexuosos, moniliformes, simples, relativamente curtos (até 650  $\mu\text{m}$  de comprimento, raramente mais longos), com bainha gelatinosa. Células mais ou menos esféricas ou em forma de barril, aproximadamente hexagonias, às vezes com constrição mediana, até 10  $\mu\text{m}$  de largura, de coloração verde-azulada, sem aerótopos, algumas vezes com grânulos proeminentes dispersos de modo irregular; paredes transversais sem granulação. Possui célula apical mais ou menos cônica, arredondada, algumas vezes com uma pequena protuberância, sem caliptra. Heterócitos e acinetos ausentes. Todas as células, inclusive as terminais, são passíveis de divisão transversal. Apresentam multiplicação vegetativa por quebra dos tricomas, sem formação de necrídios. Reprodução assexuada por germinação dos hormócitos. Ocorrem sobre fundos arenosos ou lodos de lagos, reservatórios, rios e arroios não poluídos, no metafíton, raramente no plâncton.

**Ordem:** Oscillatoriales

**Família:** Oscillatoriaceae

***Lyngbya C. Agardh ex Gomont 1892*** (Prancha 1: 10)

Os filamentos podem ser isolados ou emaranhados, formando talos macroscópicos com diversos aspectos (veludo, tapete, etc.) sobre o substrato. Apresentam bainha gelatinosa firme, homogênea, às vezes lamelada; ocorre apenas um tricoma por bainha. Os tricomas são retos, curvos ou ondulados, com constrição ou não, não atenuados e apresentam movimento deslizante. Células discóides, em geral, no mínimo quatro vezes mais largas do que longas. O conteúdo celular é verde-azulado, castanho ou violeta, homogêneo ou granulado, em geral sem aerótopos, os quais estão presentes apenas em algumas espécies tipicamente planctônicas.

Célula apical arredondada, às vezes com caliptra. Heterócitos e acinetos ausentes. As células vegetativas dividem-se geralmente em sequência rápida, perpendicularmente ao eixo original do tricoma. Reprodução assexuada dá-se por meio de hormogônios móveis, com formação de necrídios. O gênero, de distribuição mundial, engloba cerca de 30 espécies, encontradas em água doce, salobra e marinha; ocorrem preferencialmente no perifíton, sobre solo úmido e areia.

**Ordem:** Oscillatoriales

**Família:** Oscillatoriaceae

***Oscillatoria* Vaucher ex Gomont 1892**

Tricomas livres, solitários, quase sempre desprovidos de bainha gelatinosa ou em geral emaranhados, formando estratos lisos, lamelados, nunca coriáceos; são retos ou flexuosos, às vezes curvos no ápice, levemente atenuados em direção às extremidades, constrictos ou não, com movimento deslizante ou oscilante. Células discóides, em geral, no mínimo quatro vezes mais largas do que longas. O conteúdo celular é verde-azulado, castanho ou violeta, homogêneo ou granuloso e destituído de aerótopos. Possuem célula apical arredondada, às vezes capitada, com ou sem caliptra. Heterócitos e acinetos ausentes. As células vegetativas dividem-se geralmente em sequência rápida, perpendicularmente ao eixo longitudinal do tricoma. A reprodução assexuada dá-se por meio de hormogônios móveis, com formação de necrídios. Gênero amplamente distribuído, principalmente em ambientes bentônicos e perifíticos. Diversas espécies são consideradas cosmopolitas. Compreende mais de 70 espécies, muitas das quais são de água doce, mas várias outras são de ambientes marinhos e salobros.

***Oscillatoria annae* Van Goor 1918** (Prancha 1: 11)

**Descrição:** Tricomas solitários, em finos emaranhados ou aglomerados, ou flutuando livremente, azul-esverdeado pálido, 7,5-8  $\mu\text{m}$  de largura, reto, constricto nas paredes transversais não granulada, principalmente levemente atenuada na extremidade. Células 1/3-1/5x, tão longa quanto larga, 1,5-3  $\mu\text{m}$  de comprimento. Tricomas retos nas extremidades, células apicais em tricomas bem desenvolvidas conicamente estreita, arredondado, sem caliptra.

**Ecologia:** livres flutuantes em corpos de águas eutróficos estagnados.

**Ordem:** Oscillatoriales

**Família:** Oscillatoriaceae

***Phormidium* Kützing ex Gomont 1892** (Prancha 1: 12)

Filamentos simples, nunca ramificados, raramente solitários, quase sempre formando estratos micro e, mais tarde, macroscopicamente visíveis, finos, lisos, membranáceos até coriáceos. Apresentam bainha gelatinosa facultativamente presente, firme, delgada, hialina, não estratificada, abertas nas extremidades, contendo sempre um só tricoma. Possuem tricomas isopolares, mais ou menos retos, ondulados ou espiralados, constrictos ou não nas paredes transversais, não atenuados em direção aos ápices, os quais podem ser curvos ou torcidos; apresentam movimento oscilante, de ondulação ou rastejamento, dentro ou fora da bainha. Células cilíndricas ou levemente em forma de barril, mais ou menos isodiamétricas ou um pouco mais curtas ou mais longas do que largas, sem aerótopos (excepcionalmente com aerótopos, sob condições ambientais extremas), às vezes com conteúdo granular, de coloração verde-azulada, raramente acastanhada, rosada ou violácea, com ou sem grânulos nas paredes transversais. Célula apical arredondada, atenuada ou pontiaguda, às vezes com caliptra. Heterócitos e acinetos ausentes. Todas as células vegetais são passíveis de divisões transversais, exceto as células apicais; Zonas meristemáticas às vezes presente. A multiplicação vegetativa ocorre por quebra total do tricoma, com formação de necrídios. A reprodução assexuada dá-se por meio de hormogônios móveis, também com formação de necrídios. O gênero, cosmopolita, engloba cerca de 200 espécies. Desenvolvem-se sobre os mais diversos tipos de substratos, como macrófitas, rochas úmidas, lodo, etc., de águas lânticas e lóticicas, e também em ambientes subaéreos. Diversas espécies habitam ambientes extremos, como, por exemplo, águas termais e solos de desertos.

**Ordem:** Nostocales

**Família:** Rivulariaceae

***Calotrix* C. Agardh ex Bornet et Flahault 1886** (Prancha 1: 13)

Filamentos solitários ou emaranhados, frequentemente fixos ao substrato por sua porção basal, heteropolares, apresentando a parte basal alargada e a parte apical atenuada, às

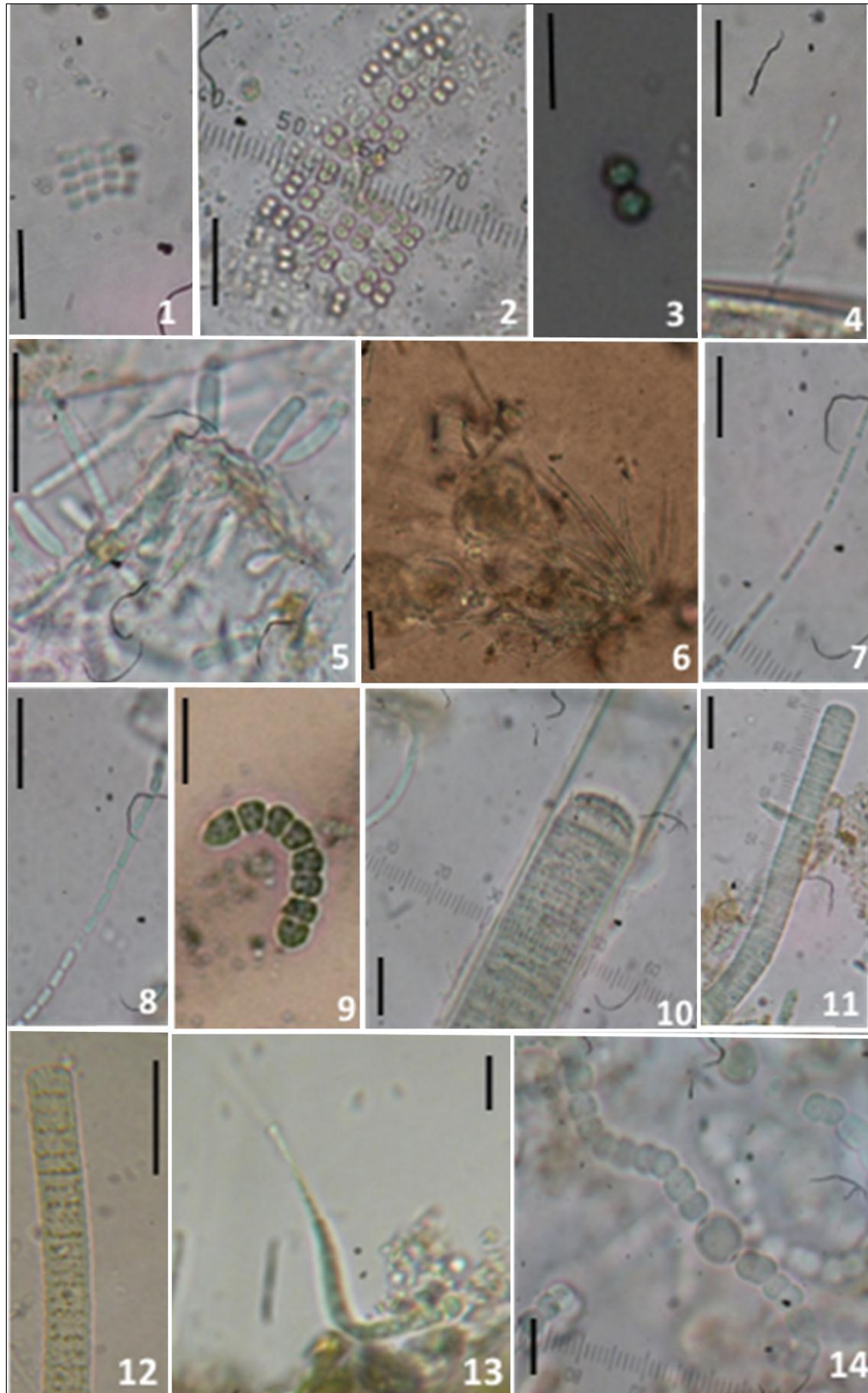
vezes afilada em formas de pelo, com células bastante longas e hialinas. Bainha mucilaginosa firme, homogênea ou lamelada, incolor ou amarelo-acastanhada, aberta ou fechada no ápice. Apresentam tricomas constrictos ou não nas paredes transversais, compostos de células cilíndricas, em forma de barril ou discoides na porção basal, de conteúdo verde-azulado, violáceo ou amarelado, sem aerótopos nas células vegetativas. Possuem heterócitos localizados na base do tricoma, isolado ou em séries curtas, mais ou menos esféricos ou hemisféricos, às vezes de posição intercalar, e cilíndricos. Os acinetos são raros. A divisão celular é perpendicular ao comprimento do tricoma. A multiplicação vegetativa é por desintegração do tricoma no nível dos heterócitos. A reprodução assexuada dá-se por meio de hormogônios móveis. O gênero conta com cerca de 60 espécies, a maioria das quais são perifíticas em águas continentais, vivendo sobre pedras ou plantas. Algumas espécies ocorrem apenas em ambientes marinhos costeiros.

**Ordem:** Nostocales

**Família:** Nostocaceae

***Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault 1888** (Prancha 1: 14)

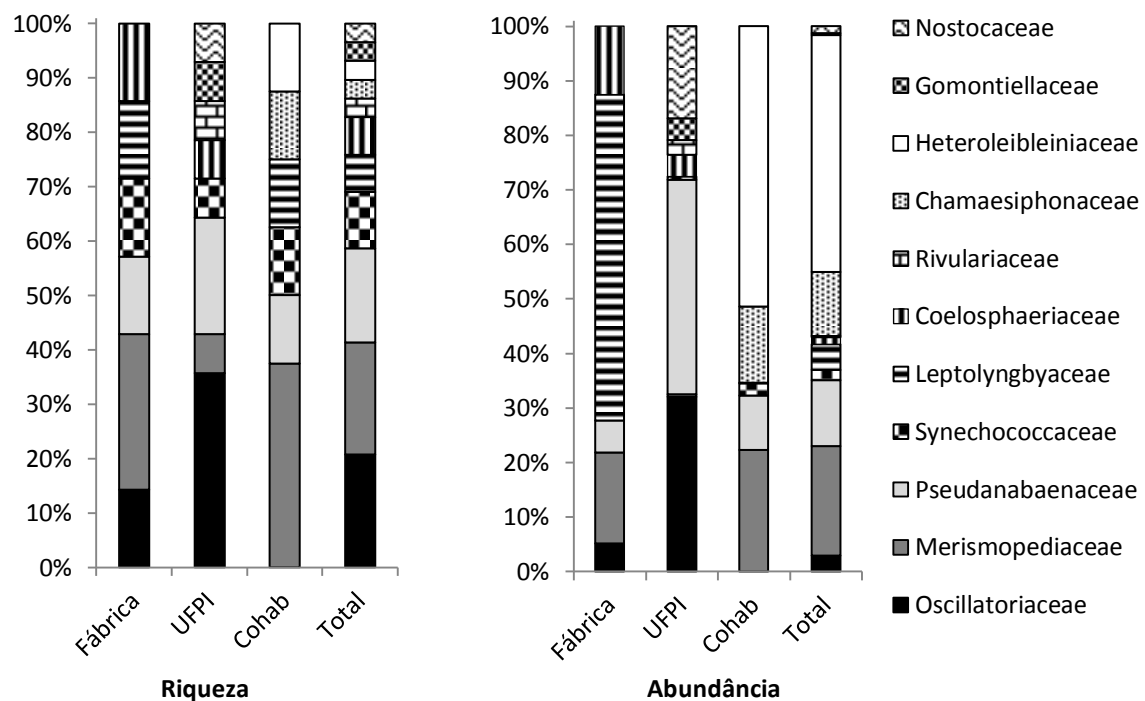
Talos macro ou microscópicos, coloniais, arredondados, lobados ou irregulares. Os tricomas são isopolares, em geral constrictos, não atenuados nas extremidades, frouxa ou densamente aglomerados dentro da colônia, sempre envoltos por mucilagem. As células são arredondadas, elípticas ou em forma de barril. O conteúdo celular é verde-azulado ou verde-acastanhado, sem aerótopos. Os heterócitos são terminais e intercalares. Acinetos podem ser arredondados, elípticos ou cilíndricos e formam cadeias entre dois heterócitos. A reprodução se dá pela fragmentação dos tricomas ou pela germinação dos acinetos. O gênero possui mais de 200 espécies descritas com ampla distribuição, podendo ser aquáticas, terrestres, livres ou fixas, e também simbióticas. Crescem em ambientes de água doce não poluídos, com hábitos que variam desde epipélico, epilítico a epífito, ou em diferentes tipos de solo, sendo fixadoras de nitrogênio.



**Prancha 1:** Espécies identificadas de cianobactérias em ambientes lênticos do semiárido piauiense: *1* - *Merismopedia tenuissima*; *2* - *Merismopedia glauca*; *3* - *Synechocystis aquatilis*; *4* - *Bacularia vermicularis*; *5* - *Chamaesiphon incrustans*; *6* - *Heteroleibleinia kuetzingii*; *7* - *Planktolyngbya limnetica*; *8* - *Pseudanabaena* sp; *9* - *Komvophoron* sp; *10* - *Lyngbya* sp; *11* - *Oscillatoria annae*; *12* - *Phormidium* sp; *13* - *Calotrix* sp; *14* - *Nostoc* sp.

## 4.2 Ecologia

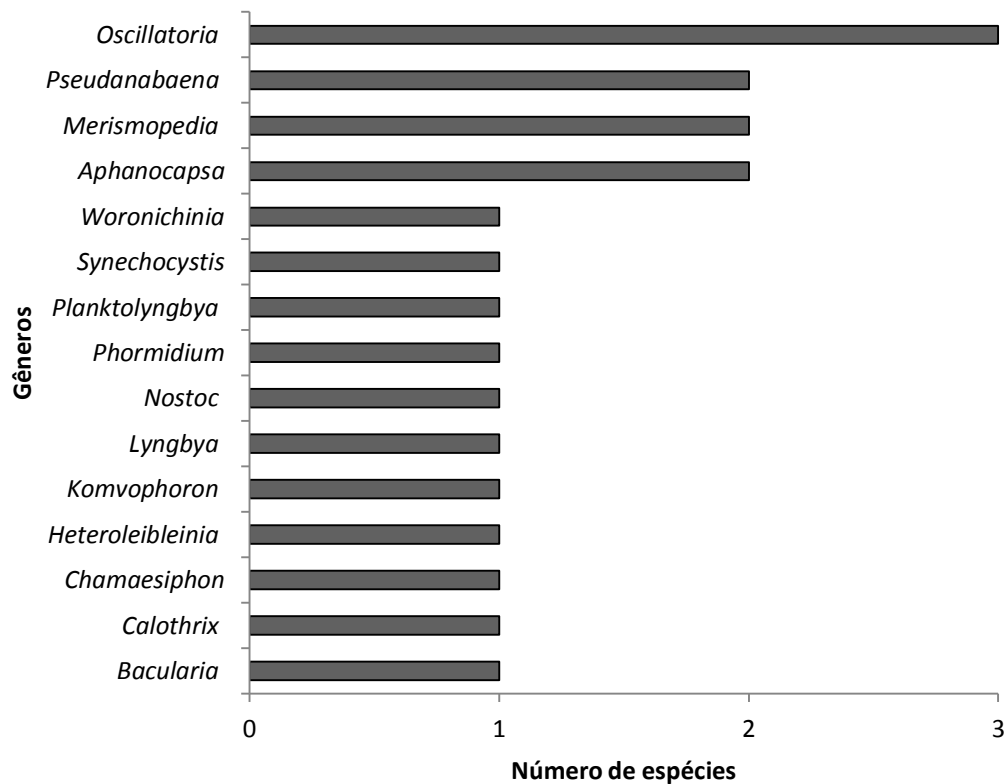
Dentre as famílias encontradas Oscillatoriaceae e Merismopediaceae foram as mais bem representadas quanto à riqueza total (Figura 3). Ambas as famílias somam mais de 40% de todas as espécies levantadas, tendo seus maiores valores registrados nas lagoas Ufpi e Cohab, respectivamente. Em relação à abundância, a família Heteroleibleiniaceae foi a que apresentou a maior abundância total de espécies, no entanto, esta, esteve presente apenas na Cohab. Merismopediaceae por sua vez, foi à família com o segundo maior valor de abundância, sendo Rivulariaceae e Gomontiellaceae as famílias menos abundantes.



**Figura 3** - Riqueza e abundância total e relativa das 11 famílias de cianobactérias encontradas nas três lagoas (Fábrica/Ufpi/Cohab).

Quando considerado apenas os gêneros, *Oscillatoria* foi o gênero que apresentou a maior riqueza específica, com três espécies registradas, seguida dos gêneros *Aphanocapsa*, *Merismopedia* e *Pseudanabaena* que foram representados por duas espécies cada, enquanto todos os demais gêneros tiveram apenas uma espécie registrada (Figura 4).





**Figura 4** - Frequência de espécies por gênero encontrados nas lagoas (Fábrica/Ufpi/Cohab) do semiárido piauiense.

Dos gêneros encontrados, nove deles foram registrados apenas em uma lagoa: *Calothrix*, *Komvophoron*, *Lyngbya*, *Nostoc* e *Phormidium* na lagoa Ufpi, *Chamaesiphon*, *Heteroleibleinia*, e *Merismopedia* na lagoa Cohab e *Aphanocapsa* na lagoa Fábrica. No que se refere à abundância de espécies, *Pseudanabaena sp2.* e *Synechocystis aquatilis* foram as espécies que apresentaram o maior número de indivíduos, com representantes nas lagoas Ufpi e Cohab, sendo *Merismopedia glauca* e *Phormidium sp.* as menos abundantes entre as espécies encontradas (Figura 5).

Comparando-se o número de espécies entre as lagoas, a lagoa Ufpi foi a que apresentou a maior riqueza de espécies, com 17 táxons levantados, totalizando 48,57% da riqueza total, seguida da lagoa COHAB, com 10 táxons e 28,57% da riqueza e da lagoa FÁBRICA, com 8 táxons e 22,86% da riqueza. Entretanto, apesar da lagoa Ufpi ter apresentado a maior riqueza, esta, juntamente com a Fábrica obtiveram os menores valores de abundância, com apenas pouco mais de 8% cada, sendo a Cohab a lagoa mais abundante, apresentando 83,43% da abundância relativa total de espécies (Figura 6).



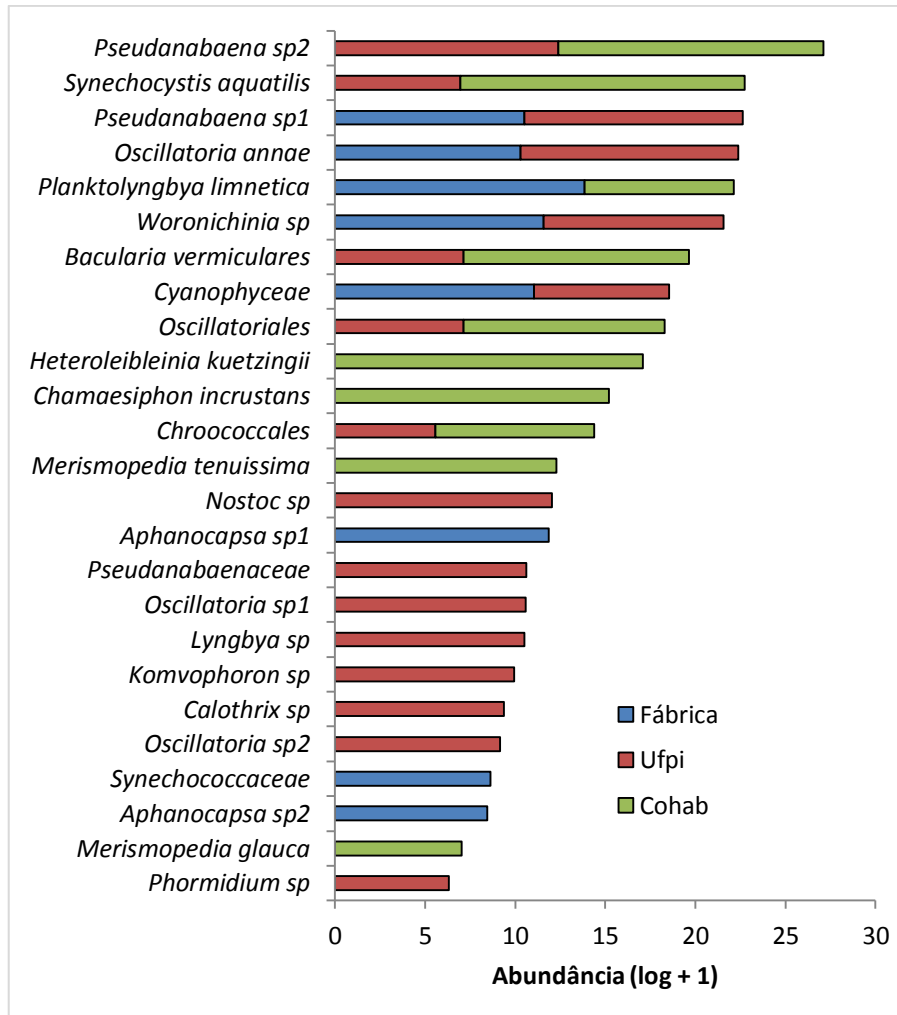


Figura 5 - Distribuição da abundância de espécies encontradas em ambientes lênticos do semiárido piauiense.

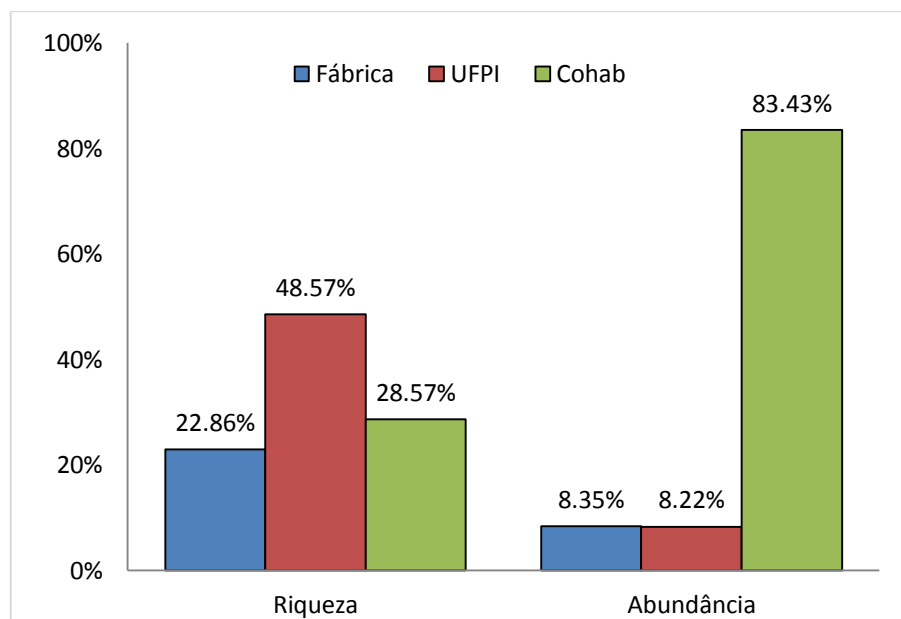


Figura 6 - Riqueza e abundância total dos ambientes amostrados: Lagoas Fábrica/Ufpi/Cohab.

A maior riqueza registrada na lagoa Ufpi pode ser explicada pelo fato dessa lagoa apresentar uma maior composição de macrófitas aquáticas, o que possibilita um ambiente com uma maior heterogeneidade de habitats, podendo ter refletido diretamente na maior riqueza de espécies encontradas nessa lagoa (TOKESH; ARAKAKI, 2012). As macrófitas aquáticas são os principais componentes na estruturação dos habitats, sendo, portanto componentes chaves na complexidade dos habitats (JEPPESEN et. al., 1998; THOMAZ et. al., 2008). A lagoa Cohab, por sua vez, é desprovida de macrófitas, apresentando pouco sombreamento, contribuindo assim, para que haja uma maior incidência de luz neste local, o que pode ter propiciado na maior abundância de espécies, uma vez que, a luz influencia sobre o perifíton. Estudos desenvolvidos no reservatório de Irai, Estado do Paraná, Brasil sobre a comunidade de algas perifíticas, mostraram que a composição e abundância das algas perifíticas esteve relacionada aos fatores como temperatura e transparência da coluna de água (CETTO et. al., 2004).

Dessa forma, de acordo com o índice de Bray-Curtis, que leva em conta a abundância de espécies, as lagoas Cohab e Fábrica apresentaram maior dissimilaridade ( $S_B = 0.998$ ), quando comparada as dissimilaridades entre as lagoas Fábrica e Ufpi que apresentaram a menor dissimilaridade ( $S_B = 0.856$ ). Sendo assim, as lagoas Fábrica e Ufpi são mais similares quanto à abundância de espécies, uma vez que, ambas as lagoas apresentam predominância de macrófitas aquáticas, provocando assim, maior sombreamento nesses ambientes, fator esse, que pode ter influenciado na menor abundância de espécies nessas lagoas.

Quanto à dissimilaridade em relação à composição de espécies, as lagoas Fábrica e Cohab foram mais dissimilares considerando-se o índice de Sorensen ( $S_s = 0.889$ ), já a menor dissimilaridade foi obtida entre as lagoas Ufpi e Cohab ( $S_s = 0.629$ ). A composição de espécies variam em resposta a diferentes fatores ambientais, independentemente da região climática (LEANDRINI; RODRIGUES, 2008; OLIVEIRA et. al., 2010).

Apesar da Ufpi ter a presença de macrófitas, ela também possui uma maior incidência de luz, quando comparada com a Fábrica. Dessa forma, Ufpi e Cohab são os ambientes que possuem maior disponibilidade de luz, influenciando assim na menor dissimilaridade entre essas duas lagoas. A luz é um dos principais fatores controladores da estrutura e dinâmica da comunidade de algas perifíticas no que diz respeito à biomassa, produtividade primária e composição taxonômica (RIER, 2006).

Em relação à diversidade de espécies, a lagoa Ufpi apresentou a maior diversidade de espécies segundo o índice de Simpson ( $D = 7.601$ ), seguida da lagoa Cohab ( $D = 3.033$ ) e da Fábrica ( $D = 2.956$ ). Essa maior diversidade na lagoa Ufpi pode estar relacionada à

associação entre a disponibilidade de recursos como a luz (ESTEVES; PEREIRA, 2011), e a heterogeneidade de habitats, permitindo assim, uma maior variedade de espécies na comunidade periférica (HENRY; COSTA, 2003; TOKESH; ARAKAKI, 2012).

A pesquisa possibilitou identificar 25 táxons de cianobactérias, contudo estima-se que haja um número maior de táxons presente nas três lagoas, variando entre 29 a 38 táxons de cianobactérias segundo os estimadores de riqueza Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap (Tabela 1).

**Tabela 1** - Estimativa de riqueza de espécies das três lagoas estudadas (Fábrica/Ufpi/Cohab).

<b>Espécies</b>	<b>CHAO</b>	<b>JACK1</b>	<b>JACK2</b>	<b>BOOT</b>	<b>Média</b>
<b>25</b>	32.5 ( $\pm 5.3$ )	35 ( $\pm 7.4$ )	38.3	29.8 ( $\pm 4.2$ )	34

## 5 CONCLUSÃO

Nosso estudo com o grupo de cianobactérias perífíticas em três lagoas do semiárido piauiense nos possibilitou as seguintes conclusões:

- a) O levantamento de 25 táxons de cianobactérias, distribuídas em 15 gêneros, 11 famílias e 4 ordens.
- b) Apesar dos 25 táxons encontrados, estimamos que existam em média 34 táxons de cianobactérias presente nas lagoas.
- c) Verificamos que ambientes com uma maior disponibilidade de luz são mais similares quanto à composição e apresentam maior riqueza, abundância e diversidade de espécies.
- d) Ambientes aquáticos com maior heterogeneidade de habitats provocado pela presença de macrófitas são mais similares quanto à abundância de espécies.

Diante disso, o presente estudo com cianobactérias perífíticas é de suma importância pelo seu pioneirismo, à medida que vêm a contribuir com o conhecimento da riqueza e diversidade de cianobactérias da região do semiárido, bem como conhecer o comportamento dessas comunidades aos fatores ambientais, podendo servir de ferramenta de auxílio para futuros trabalhos voltados na taxonomia de cianobactérias.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. T. P.; SANT'ANNA, C. L. Morfologia e Reprodução. In: SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; AGUIJARO, L. F.; CARVALHO, M. C.; CARVALHO, L. R.; SOUZA, R. C. R. (eds). **Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006. p. 5-8.
- AZEVEDO, S. M. F. O. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. **Medicina on line**, v. 3, n. 1, p. 1-19, 1998.
- BICUDO, C. E. M; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. 2ª ed. São Carlos RiMa, 2006. 502 p.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. Introdução: As algas do Brasil. In: FORZZA, R. C., org., et al. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 49-60, 2010. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/z3529/pdf/forzza-9788560035083-06.pdf>>. Acesso: 22 de maio 2016.
- BORGES, H. L. F. **Avaliação da produção de toxinas por cianobactérias bentônicas e perifíticas**. 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.
- BRANDÃO, L. H.; DOMINGOS, P. Fatores Ambientais para a Floração de Cianobactérias Tóxicas. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v.1, n. 2, p. 40-50, 2006.
- BURLIGA, A. L.; SCHWARZBOLD, A. Perifiton: Diversidade Taxonômica e Morfológica. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Org.). **Ecologia do Perifiton**. São Carlos: RiMa, 2013. p. 1-6.
- CAIRES, T. A. **Cianobactérias marinhas bentônicas filamentosas do litoral do Estado da Bahia, Brasil**. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA, 2013.
- CALIJURI, M. C. et al. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: RiMa, 2006. 118p.
- CARMICHAEL, W. W. Cyanobacteria secondary metabolites—the cyanotoxins. **Journal of applied bacteriology**, v. 72, n. 6, p. 445-459, 1992.
- CETTO, Jusara M. et al. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Irai, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 1, p. 1-7, 2004.
- ESTEVES, F. A.; PEREIRA, F. M. Eutrofização Artificial. In: ESTEVES, F. A. (Org.). **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Inteligência, 2011. p. 625-655.
- FARRAR, W. V. et al. Tecuitlatl; a glimpse of Aztec food technology. **Nature**, v. 211, p. 341-342, 1966.

FELISBERTO, S. A.; MURAKAMI, E. A. Papel do Perifíton na Ciclagem de Nutrientes e na Teia Trófica. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A.; TORGAN, L. C. (Org.). **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: RiMa, 2013. p. 23-43.

FERNANDES, V. O.; ESTEVES, F. A. Comunidade Perifítica. In: ESTEVES, F. A. (Org.). **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 447-460.

FERRAGUT, C. et al. Amostragem e Medidas de Estrutura da Comunidade Perifítica. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Org.). **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: RiMa, 2013. p. 166.

FERRAZ, H. D. A. **Associação da ocorrência de cianobactérias às variações de parâmetros de qualidade da água em quatro bacias hidrográficas de Minas Gerais**. 2012. 81 f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2012.

GAMA JÚNIOR, W. A. **Cianobactérias unicelulares e coloniais de ambientes terrestres de áreas da Mata Atlântica no estado de São Paulo, Brasil**. 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2012.

HENRY, R.; COSTA, M. L. R. As macrófitas como fator de heterogeneidade espacial, um estudo em três lagoas com diferentes conectividades com o rio Paranapanema. In: Thomaz, S. M.; Bini, L.M., ed. **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas**. Maringá: Eduem. 2003. p. 189-210.

IBGE. Mapa de clima do Brasil. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2002. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>>. Acesso: 05 de junho de 2016.

JEPPESEN, E. et al. Impact of submerged macrophytes on fish-zooplankton interactions in lakes. In: **The structuring role of submerged macrophytes in lakes**. Springer New York, 1998. p. 91-114.

KOMÁREK, J. Cyanoprokaryota. 3. Heterocytous genera. In: BÜDEL, B.; KRIENITZ, L.; GÄRTNER, G.; SCHAGERL, M. (Org.), **Süßwasserflora von Mitteleuropa**, Springer Spektrum Berlin, Heidelberg, 2013. 1130 p.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 1. Chroococcales. In: Ettl, H.; GÄRTNER, G.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. (Org.), **Süßwasserflora von Mitteleuropa**, Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm. 19/1, 1998. 548 p.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota. 2. Oscillatoriales. In: BÜDEL, B.; KRIENITZ, L.; GÄRTNER, G.; SCHAGERL, M. (Org.), **Süßwasserflora von Mitteleuropa** Elsevier/Spektrum, Heidelberg. 19/2, 2005. p. 759.

LEANDRINI, J. A.; RODRIGUES, L. Temporal variation of periphyton biomass in semilotic environment of the upper Paraná river floodplain. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 20, p. 21-28, 2008.

- LEE, R. E. **Phycology**. 4<sup>a</sup> ed. Cambridge; Cambridge University Press, 2008. 561 p.
- LOVERDE-OLIVEIRA, S. et al. Perifíton associado a *Eichhonia Azurea* na baía do coqueiro, pantanal Mato-Grossense: produtividade e densidade, **UNICIÊNCIAS**, v. 10, p. 145-158, 2006.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR, 2013.
- MOLICA, R.; AZEVEDO, S. M. F. O. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. **Oecol. Bras**, v. 13, n. 2, p. 229-246, 2009.
- MOLICA, R. J. R., **Efeitos da intensidade luminosa no crescimento e produção de microcistinas em duas cepas de *Microcystis aeruginosa* Kütz. Emend. Elenkin (Cyanophyceae)**. 1996. 88 f. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós -Graduação em Biotecnologia Vegetal. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996.
- MOSCHINI-CARLOS, V. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. **Perspectivas na Limnologia no Brasil**. Gráfica e Editora União, São Luís, p. 1-11, 1999.
- OLIVERIA, De et al. Relationships between environmental factors, periphyton biomass and nutrient content in Garças Reservoir, a hypereutrophic tropical reservoir in southeastern Brazil. **Lakes & Reservoirs: Research & Management**, v. 15, n. 2, p. 129-137, 2010.
- RAI, A. N. et al. **Handbook of symbiotic cyanobacteria**. CRC Press, Inc., 1990.
- RAVEN, P. H. et al. **Biologia Vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2001.
- RAVEN, P. H. et al. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2007.
- RIER, S. T. et. al. Photo-acclimation response of benthic stream algae across experimentally manipulated light gradients: a comparison of growth rates and net primary productivity<sup>1</sup>. **Journal of Phycology**, v. 42, n. 3, p. 560-567, 2006.
- SANT'ANNA, C. L. Cyanophyceae marinhas bentônicas do parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 22, p. 197-216, 1995.
- SCHNECK, F. Tendências e Lacunas dos Estudos sobre Perifíton de Ambientes Aquáticos Continentais no Brasil: Análise Cienciométrica. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Org.). **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: RiMa, 2013. p. 7-22.
- THOMAZ, S. M. et al. Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons. **Freshwater Biology**, v. 53, n. 2, p. 358-367, 2008.
- TOKESHI, M.; ARAKAKI, S. Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond. **Hydrobiologia**, v. 685, n. 1, p. 27-47, 2012.
- WAGNER, J. O. et al. **Vegan: Community Ecology Package**, 2016. Disponível em:

<<https://cran.r-project.org/package=vegan>>. Acesso: 20 de maio 2016.

WETZEL, R. G. Opening remarks. In: Wetzel, R. G. (Ed.). **Periphyton of freshwater ecosystems**. The Hague, Dr. W. (Developments in Hydrobiology, 17). Junk, 1983 .

WETZEL, R.G. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v. 24, p. 6-24, 1990.

WHITTON, B. A; POTTS, M. **The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space**. Kluwer Academic, 2000, 669p.





**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA  
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

**Identificação do Tipo de Documento**

- ( ) Tese  
( ) Dissertação  
(X) Monografia  
( ) Artigo

Eu, Leiciane Beal do Nascimento,  
autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de  
02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar,  
gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação  
Cianobactérias Perifíticas em Ambientes Lenticos  
no Semiárido Piauiense  
de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título  
de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 24 de março de 2017.

Leiciane Beal do Nascimento  
Assinatura

Leiciane Beal do Nascimento  
Assinatura