

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

FABIANA MARIA CASTRO DA ROSA

**BIODIVERSIDADE DE CIANOBACTÉRIAS PERIFÍTICAS EM
AMBIENTE LÓTICO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU –
PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2015

FABIANA MARIA CASTRO DA ROSA

**BIODIVERSIDADE DE CIANOBACTÉRIAS PERIFÍTICAS EM AMBIENTE LÓTICO
DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU – PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Ciências Biológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de biólogo.

Orientador: Profa. Dra. Fernanda Ferrari

DOIS VIZINHOS

2015

F788b Rosa, Fabiana Maria Castro da
Biodiversidade de cianobactérias perifíticas em
ambiente lótico do Parque Nacional do Iguaçu - Paraná.
/ Fabiana Maria Castro da Rosa – Dois Vizinhos: [s.n],
2015.
85 f.:il.

Orientador: Fernanda Ferrari.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Ciências Biológicas. Dois Vizinhos, 2015.
Bibliografia p.75-83

1.Epitíton. 2.Perifíton. 3.Parque Nacional do Iguaçu.
I.Ferrari, Fernanda. II.Universidade Tecnológica Federal
do Paraná– Dois Vizinhos. III.Título

CDD:570

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso nº. 02

Biodiversidade de cianobactérias perifíticas em ambiente lótico do Parque Nacional do Iguaçu – Paraná

por

Fabiana Maria Castro da Rosa

Este trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às **16:15** horas do dia **24 de junho de 2015**, como requisito parcial para obtenção do título de Biólogo (Curso de Ciências Biológicas – Licenciatura, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos). O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho _____ **APROVADO** _____.

(aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado)

Dra. Iraúza Arroteia Fonseca
Bióloga

Profa. Dra. Fernanda Ferrari
Orientador
UTFPR-DV

Profa. Dra. Daniela Aparecida
Estevan
UTFPR-Dois Vizinhos

Prof. Dr. Everton Ricardi Lozano da
Silva
Coordenador do Curso de Ciências
Biológicas
UTFPR-Dois Vizinhos

“ A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

Dedico este trabalho ao meu pai Neri, pelo apoio constante e exemplo de caráter, ao meu bisavô Natalício (*in memoriam*) inaudito e insubstituível, e ao meu irmão William, simplesmente por existir e estar sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer antes de tudo a Deus, pela vida, pelos obstáculos que superei e pelos caminhos em que me guiou para que eu tivesse a oportunidade de chegar até aqui.

Agradeço com muita gratidão a minha família que me ajudou em tantos momentos de dificuldade para que eu seguisse esta trajetória. Gratidão eterna ao meu pai Neri da Rosa, por todo o sacrifício que fizeste para me tornar uma pessoa de bem e poder me ver concluir esta etapa tão importante para nós, e almejada desde que eu era muito pequena. Também agradeço infinitamente ao meu bisavô Natalicio Oliveira de Melo, Nono (*in memoriam*), que infelizmente não posso ter neste momento fisicamente ao meu lado, mas que certamente me acompanha em outro plano e faz parte de onde cheguei e do que sou. Não posso deixar de agradecer ao meu irmão William Fábio Castro da Rosa, meu companheiro e confidente de momentos de angústia e de felicidades.

Agradeço do fundo do coração a minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Fernanda Ferrari, por todo o apoio e paciência desde os primeiros passos na universidade até agora. Sem dúvida foi a pessoa mais presente em minha jornada acadêmica, sempre me aconselhando e me guiando pelos caminhos corretos.

Também gostaria de agradecer em especial ao Prof. Dr. Thiago Cintra Maniglia, pelo voto de confiança em me orientar por dois anos consecutivos com muita dedicação e atenção. Agradeço a Du, Iruza Aroteia Fonseca, por acreditar na minha capacidade, me incentivar e estar presente sempre quando precisei de ajuda. Também não posso deixar de agradecer a Prof^ª. Dr^ª. Samara Ernandes que me ajudou a adentrar na pesquisa, será sempre uma pessoa muito especial. Agradeço a todos os professores que de alguma forma me ajudaram a crescer profissionalmente, não poupando esforços para nos ensinar seus conhecimentos.

Muito obrigado ao meus colegas que me acompanharam nestes 4 anos, sempre alegrando os meus dias e me apoiando como uma família. Agradeço também a Vania Galliciano, que tem sido uma mãe para mim nesta reta final que exigiu muito emocionalmente e psicologicamente. Você esteve ao meu lado, junto ao meu irmãozinho Pedro Azevedo, me mantendo em pé em momentos difíceis e compartilhando minhas alegrias.

Agradeço mais do que nunca a UTFPR, de modo geral, por ter colaborado para que eu pudesse concluir este trabalho e este curso. Sempre irei carregar o sobrenome acadêmico desta instituição com muito orgulho.

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

"Tem sido uma amarga penitência para mim digerir a conclusão de que 'essa corrida é para os fortes' e que eu provavelmente farei pouco mais do que me contentar em admirar os avanços que outros obtiveram na ciência."
(Charles Robert Darwin)

RESUMO

ROSA, Fabiana Maria Castro. **BIODIVERSIDADE DE CIANOBACTÉRIAS PERIFÍTICAS EM AMBIENTE LÓTICO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU – PARANÁ**. 2015. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas Licenciatura) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

Um dos principais desafios da humanidade atualmente é conhecer e conservar a biodiversidade existente, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do globo, onde o número de espécies tende a ser maior. Dentre os microrganismos, as microalgas, com destaque para as cianobactérias, são produtores primários de grande importância, porém podem causar problemas em condições de desequilíbrio ecossistêmico, como por exemplo a contaminação por toxinas. Para ambientes lóticos, ainda se conhece pouco da biodiversidade de cianobactérias na região sul do Brasil. Neste sentido, este trabalho objetivou realizar um levantamento das cianobactérias perifíticas do córrego Macuco, um riacho preservado localizado dentro dos limites do Parque Nacional do Iguaçu (Foz do Iguaçu – Paraná). A coleta foi realizada em dezembro de 2014, em três segmentos principais: nascente, porção intermediária e região de desembocadura. Para cada região foi selecionado um segmento contendo 10 metros de comprimento. Em cada segmento foram selecionadas 10 unidades amostrais, com visível crescimento algal. A coleta das cianobactérias perifíticas com formação macroscópica foi realizada por meio do método de quadrantes. A amostragem das cianobactérias microscópicas foi feita com base no método de raspagem, neste caso, do epilítton da calha do riacho. A análise laboratorial qualitativa foi realizada sob microscopia óptica por meio de esgotamento de transectos, em lâmina de vidro, a partir de amostras preservadas com formaldeído 4%. Os dados foram avaliados de modo espacial, utilizando-se da riqueza como descritor geral da comunidade e do método de agrupamento (Cluster Analysis), para buscar padrões de agrupamento. Foram identificadas 25 espécies de cianobactérias, distribuídas em 13 gêneros. O gênero *Oscillatoria* foi mais frequente em relação aos demais táxons (36%), provavelmente devido às suas características perifíticas, e à sua ampla distribuição geográfica. A distribuição das espécies nos pontos de coleta não foi homogênea, nos pontos 1 e 8 não foi verificado nenhum táxon, já o ponto 7 foi o que apresentou maior número de espécies. Este ponto é caracterizado como topo de cachoeira, e a maioria das espécies não são perifíticas, sendo sua presença acidental devido a ação da correnteza do riacho. A similaridade foi maior entre os pontos 3 e 6 (100%), e os pontos 4 e 7 (80%), sendo justificada pela presença de espécies comuns nos pontos que formam estes dois agrupamentos. As características ambientais frágeis indicam a necessidade da manutenção da preservação da área, para que a biodiversidade de cianobactérias não seja comprometida.

Palavras-chave: Córrego Macuco. Epilítton. Oeste do Paraná. Parque Nacional do Iguaçu. Perifítton.

ABSTRACT

ROSA, Fabiana Maria Castro. **BIODIVERSITY OF PERIPHYTIC CYANOBACTERIA IN LOTIC ENVIRONMENT OF IGUAÇU NATIONAL PARK – PARANÁ STATE**. 2015. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas Licenciatura) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

One of the major challenges of humanity today is to know and conserve existing biodiversity, especially in tropical and subtropical regions of the world where the number of species tends to be higher. Among the microorganisms, the microalgae, especially cyanobacteria, are primary producers of great importance, but can cause problems in ecosystem imbalance conditions such as contamination by toxins. In lotic environments, yet little is known of cyanobacteria biodiversity in southern Brazil. Thus, this study aimed to survey the periphytic cyanobacteria from stream Macuco, a preserved creek located within the boundaries of the Iguazu National Park (Foz do Iguazu - Paraná). The collection was held in December 2014 in three main segments: east, middle portion and mouth region. For each region was selected containing a segment 10 meters long. In each segment were selected 10 sample units with visible algal growth. The collection of cyanobacteria periphytic with macroscopic training was conducted by the method of quadrants. The microscopic sample of cyanobacteria has been made based on the scraping method, in this case, the stream trough epilithon. The qualitative laboratory analysis was performed under light microscopy using transects depletion, glass slide, from specimens preserved in 4% formaldehyde. The data were evaluated in spatial mode, using richness as a general descriptor of the community and the clustering method (cluster analysis), to seek grouping patterns. 25 species of cyanobacteria were identified, distributed in 13 genera. The *Oscillatoria* genus was more frequent than the other taxa (36%). It is inferred that the overlapping of *Oscillatoria* is due to their characteristics associated with periphytic habit, and its wide geographical distribution. The distribution of species at collection points was not homogeneous. In points 1 and 8 was not verified any cyanobacterial taxon, and point 7 showed the highest number of species. This point is characterized as top waterfall, and most species are not periphytic, with its adventitious presence due to the action of current stream. The similarity was higher between points 3 and 6 (100%), and points 4 and 7 (80%). It is justified by the presence of concomitant species in points whose composed these two groupings. The fragile environmental characteristics indicate the need to maintain the preservation of the area, for maintenance of cyanobacteria biodiversity.

Keywords: Macuco Stream. Epilithon. Western Paraná. Periphyton. Iguazu National Park.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa mostrando a localização do Parque Nacional do Iguaçu. Fonte: Plano de Manejo do PNI (1999)	23
Figura 2 - Mapa mostrando as sub-bacias hidrográficas do Parque Nacional do Iguaçu representando a região que abrange o rio Iguaçu	24
Figura 3 – <i>Borzia susedana</i> , <i>Woronichinia kuselae</i>	44
Figura 4 - <i>Komvophoron schmidlei</i>	45
Figura 5 - <i>Komvophoron constrictum</i>	46
Figura 6 - <i>Microcoleus lacustris</i>	47
Figura 7 - <i>Microcoleus subtorulosus</i>	48
Figura 8 - <i>Planktothrix rubecens</i>	49
Figura 9 - <i>Porphyrosiphon notarisii</i> , <i>Oscillatoria curviceps</i>	50
Figura 10 – <i>Oscillatoria jenensis</i>	51
Figura 11 - <i>Oscillatoria limosa</i> , <i>Oscillatoria princeps</i>	52
Figura 12 - <i>Oscillatoria ornata</i>	53
Figura 13 - <i>Oscillatoria proboscidea</i> , <i>Oscillatoria sancta</i>	54
Figura 14 - <i>Oscillatoria simplicissima</i>	55
Figura 15 - <i>Oscillatoria tenuis</i>	56

Figura 16 - <i>Phormidium retzii</i>	57
Figura 17 - <i>Phormidium tortuosum</i>	58
Figura 18 - <i>Geitlerinema amphibium</i>	59
Figura 19 - <i>Leptoplyngbya foveolarum</i>	60
Figura 20 - <i>Pseudanabaena frigida</i> , <i>Limnothrix guttulata</i>	61
Figura 21 - <i>Pseudanabaena raphidioides</i>	62
Figura 22 - <i>Schizothrix macbridei</i>	63
Figura 23: Gráfico demonstrando a frequência dos gêneros de cianobactérias perifíticas no Córrego Macuco.....	64
Figura 24: Emaranhado de perifíton contendo o gênero <i>Oscillatoria</i> e outros gêneros com esta característica. Coletado em rochas no córrego Macuco.....	65
Figura 25: Dendograma resultante da análise de agrupamento entre os pontos amostrais ao longo do Córrego Macuco (exceto 1 e 8), com base nas espécies identificadas. [Distance (Objective Function) = distância entre os objetos]; [Information Remaining (%) = porcentagem de similaridade entre os objetos]..	69
Figura 26: Fotografia da cachoeira do córrego Macuco, mostrando a região onde está localizado o ponto 7..	71
Figura 27: Fotografia representando o ponto de amostragem número 5	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características ambientais dos pontos amostrais do córrego Macuco, no Parque Nacional do Iguaçu - Paraná. 22

Tabela 2: Ocorrência e Riqueza de cianobactérias nos pontos amostrais do Córrego Macuco. 68

LISTA DE ABREVIATURAS

PCR	Polymerase Chain Reaction
PNI	Parque Nacional do Iguaçu
UC	Unidade de Conservação

LISTA DE SIGLAS

DNA	Deoxyribonucleic acid
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
MMA	Ministério do Meio Ambiente

LISTA DE ACRÔNIMOS

EPA	Environmental Protection Agency
<i>myc</i>	Microcistina sintetase
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS CIANOBACTÉRIAS.....	12
2.2 ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS CIANOBACTÉRIAS.....	13
2.3 IMPORTÂNCIA AMBIENTAL DAS CIANOBACTÉRIAS.....	14
2.4 CIANOBACTÉRIAS E ANÁLISES MOLECULARES.....	15
2.5 POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DAS CIANOBACTÉRIAS.....	17
2.6 BIODIVERSIDADE E CLASSIFICAÇÃO DAS CIANOBACTÉRIAS.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.2 COLETA E PRESERVAÇÃO DE MATERIAL PERIFÍTICO.....	24
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 SINOPSE DOS TÁXONS IDENTIFICADOS.....	26
4.2 DESCRIÇÃO DOS TÁXONS E COMENTÁRIOS.....	28
4.3 GÊNEROS PREDOMINANTES.....	63
4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O HÁBITAT E A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO CÓRREGO MACUCO.....	67
CONCLUSÃO.....	74
REFERÊNCIAS.....	75
ANEXO A - AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO.....	85

1 INTRODUÇÃO

A grande diversidade das formas de vida no planeta Terra é possível devido à imensa variedade de habitats distribuídos pelo globo, sendo que as características ambientais podem promover uma diversificação de nichos ecológicos entre as populações. Tal biodiversidade mantém o equilíbrio entre os grupos de organismos existentes no planeta, pois tem um papel fundamental na geração de inúmeros serviços ecossistêmicos que possibilitam a existência dos seres vivos na Terra, como, por exemplo, a produção de oxigênio. Além disso, se considerada como um recurso natural, a biodiversidade pode gerar inúmeros benefícios econômicos e sociais necessários à subsistência humana, entre os quais se destacam a produção de alimentos e medicamentos. A importância da biodiversidade, no entanto, não se restringe ao seu valor econômico, mas está pautada no princípio ético de que todos os organismos vivos possuem o seu valor intrínseco e direito à existência, e se justifica principalmente pelo fato de que o equilíbrio ecossistêmico depende da coexistência de todas as formas de vida (RANDALL, 1988, p. 217).

Desta forma, considerando a sua importância e pelo fato de que atualmente a perda de espécies aumenta à medida em que a saúde do planeta declina, um dos grandes desafios da humanidade é a conservação da biodiversidade. A conservação, entretanto, depende do conhecimento prévio das espécies componentes de determinados locais e a este respeito ainda há muito que se fazer, especialmente quando se trata de regiões tropicais e subtropicais, onde teoricamente a biodiversidade é maior e a quantidade de estudos realizados é menor (RANDALL, 1988, p. 218).

Neste sentido, estudos de levantamento da biodiversidade permitem conhecer o *pool* de espécies de uma determinada região, possibilitando assim encontrar maneiras de preservar as espécies e/ou ecossistemas de tais regiões e, indo mais além, aplicar este conhecimento. Todavia, assim como o número de taxonomistas é pequeno, os estudos em relação a muitos grupos de organismos são poucos em relação à diversidade estimada, sendo este também o caso dos microrganismos (BORNEMAN; TRIPLETT, 1997).

Dentre os diversos grupos de seres microscópicos, as microalgas são fundamentais na base da cadeia trófica nos ambientes aquáticos em geral. Mesmo se tratando de organismos fotossintéticos, apenas um grupo algal é classificado no reino

Plantae, as clorofíceas. As demais algas representam uma variedade extensa de organismos, posicionados também nos reinos Monera, sendo as cianobactérias suas representantes, no reino Protista (euglenofíceas e dinoflagelados) e Chromista (diatomáceas), sendo este último o reino que abrange a maior diversidade algal (LEE, 2008).

As cianobactérias são organismos muito importantes devido as suas características morfofisiológicas e importância ecológica e econômica. São os organismos fotossintéticos mais antigos que se tem registro e possuem estratégias de sobrevivência e competição muito peculiares. Algumas espécies podem formar florações tóxicas para outros organismos, causando prejuízos econômicos em ambientes aquáticos utilizados para fins de consumo humano ou animal (SHARMA; RAI; STAL, 2014).

Apesar da grande importância ecológica do grupo, as pesquisas com cianobactérias ainda são concentradas aos reservatórios de abastecimento, por uma obrigação de monitoramento do número de células por ml destes organismos, conforme estabelecido pela PORTARIA Nº 518/GM de 25 de março de 2004 (BRASIL, 2004). No entanto, a sua ocorrência no perifiton de riachos é também bastante significativa (PERES; BRANCO; KRUIPEK, 2008). Apesar disto, estudos florísticos e taxonômicos em ambientes lóticos são escassos, especialmente para a região sul do país (BRANCO et al. 2008).

As Unidades de Conservação (Integral e de Uso sustentável) são áreas preservadas que, por estarem livres da influência antrópica, abrigam grande biodiversidade de espécies, inclusive de microrganismos. Das 313 unidades de conservação existentes atualmente no Brasil, o Parque Nacional do Iguaçu (PNI), localizado no estado Paraná, é uma das maiores em extensão, cobrindo uma área de 600 mil hectares de mata Atlântica (ICMBio, 2014). É uma área de preservação extremamente importante porque concilia turismo e conservação da biodiversidade, sendo local de estudos de diversos organismos. Levantamentos florísticos e trabalhos taxonômicos incluindo algas são, no entanto, igualmente escassos na área e apenas relacionados aos táxons planctônicos (NARDELLI, 2012). A comunidade perifítica não é conhecida, sendo que muitas espécies são encontradas apenas nesta comunidade (MENEZES, 2012).

Sendo assim, o presente trabalho se trata de um levantamento florístico das cianobactérias perifíticas de um riacho do PNI e objetiva conhecer a biodiversidade destes organismos na área de estudo.

As amostras foram obtidas por meio de raspagem de área conhecida de substratos presentes no riacho e fixadas conforme Bicudo e Menezes (2006). A coleta foi realizada no mês de dezembro de 2014. O estudo taxonômico foi realizado sob microscopia óptica, com base em bibliografia específica. Foi realizada uma análise de agrupamento para verificar as similaridades entre os locais de coleta, utilizando o software PCord (MCCUNE e MEFFORD, 1999).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS CIANOBACTÉRIAS

As cianobactérias são os organismos fotossintéticos mais antigos do planeta, datando de cerca de 3,5 bilhões de anos, sendo as principais responsáveis pelo início da formação da atmosfera oxigênica da Terra (TUNDISI; TUNDISI, 2008). São também consideradas a linhagem precursora dos cloroplastos em células eucarióticas de plantas e outros grupos algais (SHARMA; RAI; STAL, 2014), sendo, portanto, importantes do ponto de vista evolutivo.

As cianobactérias estão classificadas em Bacteria, diferenciando-se dos demais representantes deste reino principalmente pela presença de pigmentos fotossintéticos, tais como a clorofila-a e as ficobiliproteínas (ficocianinas e ficoeritrinas), além de carotenóides, os quais se arranjam nas membranas tilacóides em estruturas especializadas denominadas ficobilissomos (LEE, 2008). As ficobiliproteínas e pigmentos acessórios presentes nos ficobilissomos, além de auxiliar aumentando a absorção da radiação solar e o fluxo de elétrons, ainda atuam protegendo a molécula de clorofila-a, a qual é sensível a radiação em excesso, assim como os fotossistemas responsáveis pelas reações fotossintéticas (CHEN; BLANKENSHIP, 2011).

Além dos complexos ficobilissomos que expandem a capacidade fotossintética, as cianobactérias possuem estruturas morfológicas que permitem a estes organismos mais estratégias de sobrevivência em condições de alterações no ambiente. Quanto a flutuabilidade na coluna d'água, alguns gêneros da ordem Chroococcales, como *Microcystis* Kützing, podem formar vesículas gasosas intracelulares, as quais permitem que a colônia flutue para o epilimínio em condições de pouca luz solar. Quando a situação é inversa e a radiação solar está alta, as vesículas não se formam ou são degeneradas, fazendo com que a colônia desça na coluna d'água, o que evita a degradação da clorofila (REVIERS, 2003).

Heterocitos e acinetos, por sua vez, são estruturas presentes em diversos gêneros da ordem Nostocales e Stigonematales, dentre elas *Anabaena* Bory e *Nostoc*

Vaucher ex Bornet & Flahaut. Os heterocitos são células vegetativas diferenciadas, geralmente localizadas em porções intermediárias nos filamentos das cianobactérias que as possuem, responsáveis pela fixação do nitrogênio atmosférico (N₂), diminuindo assim a limitação por nitrogênio, quando a concentração do mesmo está baixa no ambiente. Já os acinetos, são células diferenciadas que podem igualmente estar localizadas nas extremidades dos filamentos e atuam como estruturas de resistência, reservando nutrientes e alcançando até o dobro do tamanho das demais células em alguns casos. Heterocitos e acinetos são considerados caráter taxonômico do grupo (REVIERS, 2003).

2.2 ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS CIANOBACTÉRIAS

As cianobactérias são cosmopolitas e podem ser encontradas em ecossistemas aquáticos marinhos ou de água doce e em ambientes terrestres (KOMÁREK, 2006). Além disso, algumas espécies são capazes de habitar ambientes inóspitos, como fontes termais ou locais com temperaturas muito baixas, geleiras, desertos, rochas nuas, lagoas alcalinas e hipersalinas, demonstrando a impressionante capacidade de adaptação destes organismos pré-históricos (BLANKENSHIP, 2014, KOMÁREK, 2006).

Apesar de distribuído em diversos locais, este grupo é mais abundante em ambientes aquáticos, nas diferentes comunidades existentes nestes ambientes. Ao formar agregados flutuantes com outros grupos algais na região litorânea, formam o metafíton. Podem também estar presentes no fitoplâncton, comunidade que abriga espécies com estratégias morfológicas adaptadas para a vida em suspensão na coluna d'água. Outra comunidade ampla em que este grupo pode se desenvolver é o perifíton, no qual os indivíduos vivem aderidos a substratos dos mais diversos tipos. Tais substratos podem ser naturais ou artificiais, e dentre os naturais, estão as macrófitas e outros grupos algais (epifíton), as rochas (epilíton), o sedimento (epipélton), os grãos de areia (epipsâmon) e os animais (epizoo). Tratando-se de substratos artificiais, são considerados quaisquer objetos que possibilitem a colonização de microrganismos. As espécies de cianobactérias que estão presentes

no periffiton, geralmente possuem mucilagem como estrutura de fixação, permitindo sua adesão ao substrato (ESTEVES, 2011).

As cianobactérias exercem um papel fundamental na produção primária, especialmente as do fitoplâncton marinho como, por exemplo, algumas espécies dos gêneros *Synechococcus* Nägeli e *Prochlorococcus* Chisholm, as quais realizam uma elevada taxa fotossintética oceânica (FURHMAN, 2003). Estes organismos são capazes de suportar alterações consideráveis nos ecossistemas aquáticos, sendo assim importantes constituintes da base das cadeias tróficas. Especificamente em relação das cianobactérias perifíticas, Mareš (2006), verificou em seus estudos em ecossistemas marinhos na Flórida, que as cianobactérias perifíticas bentônicas são responsáveis por praticamente toda a biodiversidade do ambiente em questão, pois produzem a biomassa necessária para os níveis tróficos heterotróficos subsequentes.

2.3 IMPORTÂNCIA AMBIENTAL DAS CIANOBACTÉRIAS

Devido ao fato de possuírem genes que podem eventualmente codificar moléculas proteicas tóxicas, conhecidas como cianotoxinas, as cianobactérias são em geral consideradas potencialmente tóxicas. As cianotoxinas, quando liberadas na água, podem afetar o ecossistema como um todo, causando danos aos invertebrados, peixes, aves e mamíferos, inclusive ao homem (MOLICA; AZEVEDO, 2009).

Atualmente são conhecidos três grupos de cianotoxinas, as microcistinas, as cilindropermopsinas e as anatoxinas. Esta última é considerada neurotóxica, enquanto as outras duas são hepatotóxicas e saxitóxicas. Os gêneros que possuem espécies com potencial tóxico para microcistina são: *Microcystis* Kützing ex Lemmermann, *Anabaena* Bory de Saint-Vincent ex Bornet & Flahault, *Planktothrix* Anagnostidis & Komárek, *Anabaenopsis* Miller e *Aphanizomenon* Ralfs ex Bornet & Flahault. Para cilindropermopsinas são: *Cylindropermopsis* Seenayya & Raju, *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Lyngbya* Agardh ex Gomont, *Raphidiopsis* Fritsch & Rich e *Umezakia* Watanabe. Em relação as anatoxinas, os gêneros respectivos são: *Anabaena*, *Planktothrix*, *Aphanizomenon*, *Cylindropermopsis* e *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont. Entre os principais prejudicados diretamente por estes metabólitos, os animais são os mais afetados, sendo que a maioria das espécies de cianobactérias

tóxicas liberam as toxinas no ambiente quando os indivíduos morrem, causando desequilíbrio no ecossistema e levando muitos peixes à morte (EPA, 2012).

As principais ocorrências de florações de cianobactérias foram registradas em ecossistemas aquáticos lênticos, devido à eutrofização artificial, na qual ocorrem modificações ambientais resultantes do aumento da matéria orgânica e da concentração de nutrientes, em função principalmente da liberação de resíduos urbanos e agrícolas nos corpos d'água (PANOSSO et. al. 2007). Em ambientes eutrofizados, as cianobactérias são um dos principais grupos algais que aumentam a densidade populacional, e com isso, as espécies potencialmente tóxicas podem se sobressair as demais. O principal risco de contaminação do ecossistema se dá no momento que a comunidade está em fase de envelhecimento, ou seja, os indivíduos maduros estão morrendo e seu conteúdo celular sendo disperso no ambiente. Consequentemente, as toxinas são liberadas no ambiente e a ação de decompositores na comunidade reduz drasticamente a oxigenação do corpo aquático (TORTORA, 2012).

No Brasil, os principais gêneros conhecidos com produção de toxinas são *Microcystis*, *Radiocystis* Skuja e *Cylindrospermopsis*. Os estudos de Sant'Anna et. al. (2007), registraram cinco espécies de *Microcystis* sp. e uma espécie de *Radiocystis* sp., na região do Alto Tietê em São Paulo. Moschini et. al. (2009), registrou duas espécies de *Microcystis* sp. e duas espécies de *Cylindrospermopsis* sp. no mesmo estado.

Em vários países, a incidência de florações é monitorada e controlada em redes de abastecimento e ambientes aquáticos de lazer e recreação. No Brasil, no intuito de controlar os casos de envenenamento, o Ministério da Saúde homologou a Portaria 2914/2011, a qual permite um limite máximo de 10.000 células/mL por semana em pontos de captação para abastecimento (CARVALHO et. al., 2013).

2.4 CIANOBACTÉRIAS E ANÁLISES MOLECULARES

A sistemática molecular utiliza de sequências de DNA e proteínas para analisar os caracteres referentes às determinadas características expressas ou que possam ser expressas através do genótipo de determinado táxon (PEDRINI, 2010).

Atualmente, as análises moleculares tem também sido realizadas dentro do grupo das cianobactérias, auxiliando na diferenciação entre táxons problemáticos e permitido cada vez mais conhecer a filogenia deste grupo, complementado desta forma, as metodologias tradicionais de taxonomia morfológica (SOO et. al., 2014). É notório impacto das análises moleculares sobre os sistemas de classificação tradicionais das cianobactérias, os quais foram aprimorados devido a associação das características genéticas às morfológicas, ultraestruturais, ecológicas, bioquímicas e fisiológicas. Tais sistemas, por envolverem uma gama maior de informações, são chamados de polifásicos e acompanham as tendências da sistemática bacteriana moderna (HOFFMANN; KOMAREK; KASTOVSKY, 2005).

Dentre as características genéticas das cianobactérias, a presença de genes com sequências capazes de sintetizar moléculas tóxicas em cianobactérias também são o alvo de várias pesquisas voltadas ao estudo de marcadores moleculares na atualidade. Algumas espécies do grupo podem produzir toxinas em determinadas condições ambientais, porém, não é possível identificar a presença do gene produtor de toxinas apenas através de análises morfológicas. A microcistina é uma das cianotoxinas hepatotóxicas que mais preocupam as redes de abastecimento de água e lazer, devido aos riscos de contaminação à curto prazo: por intoxicação, e à longo prazo: pelo risco de desenvolvimento de tumor hepático. A identificação de sua presença em amostras é realizada através de reações de *PCR* (*polymerase chain reaction*), nas quais o gene responsável pela produção da microcistina (*myc-microcistina sintetase*) é amplificado muitas vezes, sendo possível verificar a presença da toxina antes mesmo de ser liberada no ambiente (FONSECA et. al., 2011).

O gene 16S rRNA, é uma das principais sequências genéticas que auxiliaram na ampliação do conhecimento científico, através de pesquisas que vem sendo realizadas desde o final do século passado. Através de informações referentes a este gene, e os variados tipos de habitat onde as cianobactérias são capazes de sobreviver, alguns até mesmo extremos, devido as características que classificam as cianobactérias no reino Bacteria, sabe-se que este grupo possui relações filogenéticas tanto com organismos autótrofos, como organismos heterótrofos. O sequenciamento do genoma de indivíduos da linhagem YS2/4C0d-2 permitiu inferir a possibilidade de tratar-se de um grupo basal de cianobactérias não fotossintéticas, o qual foi denominado como *Melainabacteria*. Porém, estudos mais aprofundados relacionando as propriedades do grupo, demonstrou um maior distanciamento entre estes grupos,

os quais recentemente são relacionados pela provável presença de um ancestral comum (SOO et. al., 2014).

2.5 POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DAS CIANOBACTÉRIAS

Atualmente as cianobactérias tem sido empregadas em novas tecnologias de produção de biodiesel. Para isto, essas algas são cultivadas e é extraído óleo proveniente destas para a produção do combustível. A opção possui vantagens, dentre as quais, o rápido crescimento com grande volume de biomassa e não utilização do solo para o cultivo, possibilitando até mesmo a utilização de águas residuais para a produção. Apesar de possuir várias vantagens, o biodiesel de cianobactérias ainda é produzido em pequena escala, devido ao alto custo no investimento da estrutura para a realização da técnica (RÓS, 2012).

2.6 BIODIVERSIDADE E CLASSIFICAÇÃO DAS CIANOBACTÉRIAS

Até o momento, são conhecidas no mundo cerca de 150 gêneros e 2.800 espécies de cianobactérias. No território brasileiro, o conhecimento taxonômico destes organismos ainda precisa ser ampliado, sendo que das 800 espécies já registradas, estima-se que ainda exista o dobro a ser descrito. Boa parte dos dados referentes à biodiversidade de cianobactérias é proveniente da região sudeste, mais precisamente do estado de São Paulo, porém, acredita-se que devido à extensão e diversidade de biomas existentes no Brasil, muitas espécies ainda precisam ser estudadas para que a biodiversidade e distribuição do grupo sejam mais bem compreendidas (MMA, 2005).

No estado do Paraná, o número de estudos com cianobactérias ainda é pequeno, em torno de apenas 17 trabalhos publicados, sendo que destes, 8 são trabalhos com enfoque taxonômico, 6 trabalhos com estudos ecológicos e apenas 1 referente à análises moleculares do grupo. Dentre os estudos taxonômicos, destaque para os trabalhos de Krupek; Branco; Peres (2008); Branco et. al. (2008); e Peres; Branco e Krupek (2008), todos relacionados com a biodiversidade de macroalgas dulcícolas do estado, incluindo cianobactérias. Krupek; Branco; Peres (2008)

analisaram 19 riachos da região centro-sul na Bacia do Rio das Pedras, verificando 14 táxons para esta região. Os estudos de Branco et. al. (2008), também foram voltados para a região centro-sul, porém, as amostras foram coletadas nos riachos da Floresta Nacional de Irati. Neste trabalho foram registrados em torno de 6 táxons de cianobactérias. Na região leste do estado, Peres; Branco; Krupek (2008) verificaram a presença de 11 táxons de cianobactérias em análises de 14 segmentos de riachos da Serra da Prata.

Cianobactérias não formadoras de talos macroscópicos foram registradas no Paraná em 14 trabalhos, sendo que destes, os principalmente taxonômicos equivalem a 8 pesquisas, das quais, boa parte foi complementada com dados ecológicos da área de estudo. Destacam-se os trabalhos de Fonseca e Rodrigues (2005), que registraram 36 táxons em dois ambientes lênticos na planície de inundação do alto Rio Paraná, e Cetto et. al. (2004), os quais realizaram estudos no reservatório de Iraí, verificando 19 táxons referentes ao grupo em questão. Em relação aos trabalhos limnológicos, foram realizados 6 estudos, os quais tiveram como base dados florísticos para análise de variáveis bióticas e abióticas do ambiente.

Embora tenham sido incorporadas ao então denominado reino Procariota ainda no século XIX (STANIER & VAN NEIL, 1962), as cianobactérias foram durante muito tempo tradicionalmente conhecidas como algas verde-azuladas e classificadas pelos botânicos entre as algas, sendo a sistemática do grupo regida pelo Código Internacional de Nomenclatura Botânica, atualmente designado como “Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Fungos e Plantas” (Código de Melbourne 2011). A classificação botânica das cianobactérias foi realizada baseando-se, principalmente, em características morfológicas do talo, modo de divisão celular e produção de células (ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK, 1985; 1988; 1990; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1986; 1989; 1999; 2005), sendo que nesta classificação o grupo foi dividido em quatro ordens: Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales e Stigonematales.

O sistema de classificação das cianobactérias atualmente adotado é o Hoffmann et. al. (2005), o qual se baseia em ampla gama de informações sobre a biologia do grupo e reúne as abordagens botânica e bacteriológica. De acordo com o sistema, as cianobactérias são classificadas no reino Monera (ou Procariota) e são classificados na divisão Cyanobacteria, classe Cyanophyceae. Cyanophyceae é subdividida em 4 sub-classes: Gloeobacteriophycidae, Synechococcophycidae,

Oscillatoriophycidae e Nostocophycidae. De maneira geral, em Gloeobacteriophycidae está a ordem Chroococcales onde estão inclusas as espécies unicelulares e coloniais sem tilacóides, enquanto em Synechococcophycidae estão as ordens: Synechococcales e Pseudanabaenales, nas quais são classificadas as espécies unicelulares e pseudo-filamentosas, com tilacóides formando arranjos paralelamente à superfície celular. Em Oscillatoriophycidae encontra-se a ordem Oscillatoriales, a qual apresenta as espécies filamentosas verdadeiras e maiores, com tilacóides dipostos de forma radial na célula. Já em Nostocophycidae, estão as ordens Nostocales e Stigonematales, ambas polifiléticas. Nestas ordens, os tilacóides estão arranjados de forma semelhante. A primeira inclui as espécies que são capazes de produzir heterocitos e acinetos. Na ordem Stigonematales estão inclusas as espécies filamentosas que possuem ramificação verdadeira (FRANCESCHINI et. al., 2010).

De forma geral, a classificação obtida por meio de análise de vários aspectos da biologia das cianobactérias é congruente com as antigas classificações baseadas em morfologia e a morfologia ainda fornece informações bastante úteis para a identificação das espécies. Porém, em muitos casos, a plasticidade fenotípica, muitas vezes induzida por variabilidade ambiental, aumenta a variabilidade morfológica dos táxons, mascarando as características morfológicas diacríticas de gêneros e espécies. Sendo assim, por ser polifásica, a classificação de Hoffman et. al. (2005) veio para contornar tal problemática, fornecendo base consistente de dados para a correta identificação dos táxons de cianobactérias.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Parque Nacional do Iguaçu (PNI) foi criado em 1939, sendo este o segundo a ser implementado no país, o qual é intitulado pela UNESCO como Patrimônio Natural da Humanidade desde 1986. O Parque está localizado na região oeste do estado do Paraná, com 185.262 hectares de extensão, e abrange as cidades de Foz do Iguaçu, São Miguel do Iguaçu, Serranópolis do Iguaçu, Matelândia, Céu Azul e Capanema. O PNI é considerado categoricamente como Unidade de Conservação (UC) pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (MMA, 2008). Existem dois grupos de categorias de UC, o grupo de Proteção Integral e o grupo de Uso Sustentável, sendo que o Parque Nacional do Iguaçu, está incluso no grupo de Proteção Integral. Neste tipo de UC, a influência antrópica é altamente restrita, limitando-se à manutenção do Parque, pesquisa e ecoturismo (ICMBio, 2014).

O PNI possui a maior floresta Estacional Semidecídua do país, unidade fitogeográfica caracterizada principalmente pela presença de espécies arbóreas caducifólias. A combinação dos climas tropicais e subtropicais nesta região do globo, permite que este tipo de floresta ocorra, tendo em vista que durante o verão a ocorrência de chuvas é considerável, enquanto no inverno o período é de estiagem (ICMBio, 2014).

A conservação deste fragmento de floresta é de grande importância para a biodiversidade do Paraná, assim como para todo o território brasileiro. No PNI várias espécies da flora e fauna que estão ameaçadas de extinção são protegidas, e abriga seu ponto de referência mais popular: as Cataratas do Iguaçu, consideradas uma das Novas Sete Maravilhas da Natureza, pela Fundação New Seven Wonders (ICMBio, 2014). Os ecossistemas aquáticos do Parque Nacional do Iguaçu são compostos principalmente por riachos, os quais somam 29 neste bioma (TONETTO; PERES; BRANCO, 2012).

Em relação aos trabalhos envolvendo cianobactérias na área do PNI, existe apenas um trabalho dessa natureza. O estudo de Menezes (2012), registrou 31 táxons fitoplanctônicos deste grupo a montante e a jusante das Cataratas do Iguaçu. Dessa forma, é importante salientar a relevância deste trabalho, tendo em vista que a flora perifítica do PNI ainda não é conhecida.

O ambiente aquático onde foi realizada a coleta das cianobactérias perifíticas é um riacho denominado Córrego Macuco. O córrego Macuco encontra-se inteiramente dentro dos limites do parque e se constitui em um afluente do rio Iguaçu,

desaguando na sua margem direita (baixo curso) (Figuras 1 e 2) (PLANO DE MANEJO DO PNI, 1999).

O riacho está localizado na trilha do Macuco e é classificado como riacho de primeira ordem. Possui regiões com substrato variável do tipo rochoso, arenoso, argiloso ou composto por folhas caídas, e poucas macrófitas aquáticas nas margens (PLANO DE MANEJO DO PNI, 1999; LARENTIS, 2013). Caracteriza-se como um ambiente pristino, pois não sofre influência antrópica e possui desenvolvimento considerável de mata ciliar. No entanto, a estrada do Macuco recebe visitantes (10% dos visitantes do parque), tanto com objetivos educacionais, quanto turístico. Sendo assim, especula-se que o riacho sofra influência antrópica indireta.

Além do tipo de substrato, algumas das condições fisiográficas são: fluxo calmo na maioria do percurso, em outros rápido e turbulento (tabela 1); turbidez e cor médias naturais, relativas ao tipo de solos hidromórficos do local; sombreamento ameno e pequeno aporte de sedimentos através do escoamento superficial da estrada do Macuco, devido à fragilidade ambiental da área. A qual possui como grande parte da constituição do solo composta por formações arenosas (PLANO DE MANEJO DO PNI, 1999).

Tabela 1: Características ambientais dos pontos amostrais do córrego Macuco, no Parque Nacional do Iguaçu - Paraná / Brasil

Fonte: Acervo do autor.

Ponto amostral	Correnteza	Quantidade de Perifíton Rochoso	Presença de Macrófitas
----------------	------------	---------------------------------	------------------------

1	Fraca	Pouco	Pouca
2	Fraca	Médio	Pouca
3	Média	Médio	Ausente
4	Média	Médio	Ausente
5	Fraca	Médio	Pouca
6	Fraca	Médio	Pouca
7	Média	Alto	Ausente
8	Remanso	Pouco	Pouca
9	Fraca	Pouco	Ausente



Figura 1: Mapa mostrando a localização do Parque Nacional do Iguaçu
Fonte: Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu (1999).

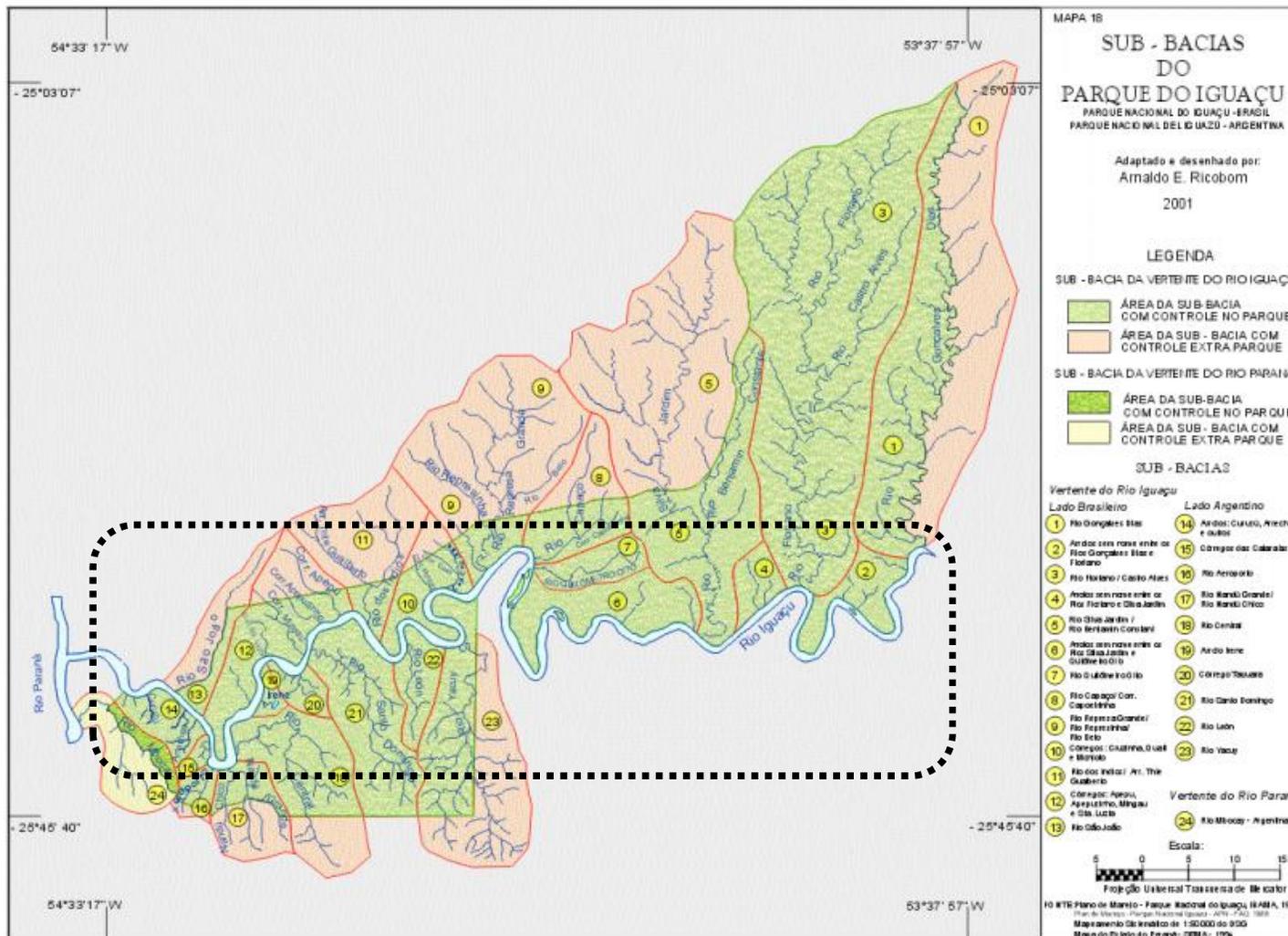


Figura 2: Mapa mostrando as sub-bacias hidrográficas do PNI representando a região que abrange o Rio Iguaçu
 Fonte: (IBDF, 1981) Modificado.

3.2 COLETA E PRESERVAÇÃO DE MATERIAL PERIFÍTICO

As coletas no Córrego Macuco foram autorizadas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), por meio de documento que permite a entrada e coleta no Parque Nacional do Iguaçu para fins de pesquisa (Anexo a). A coleta foi realizada no período chuvoso (dezembro/2014). O riacho foi amostrado por toda sua extensão em 9 pontos de coleta com possível presença da comunidade perifítica.

As cianobactérias perifíticas que apresentam formações macroscópicas, presentes no fundo do riacho, foram coletadas com base na metodologia elaborada por Necchi Júnior em 1995, descrita por Krupek, Branco; Peres (2008). Este método consiste na delimitação de unidades amostrais com área de 491 cm², por meio de quadrantes. No caso deste trabalho, a fim de se evitar o efeito de borda, os quadrantes foram constituídos por estrutura arredondada (balde contendo fundo de vidro).

Para a coleta dos taxons microscópicos de cianobactérias, foi utilizado o método recomendado por Bicudo e Menezes (2006), o qual considera a coleta do substrato onde há crescimento de perifíton. Para cada unidade amostral foram selecionadas rochas com perifíton aderido. Cada rocha foi raspada com auxílio de estilete e escovas com cerdas pequenas. As amostras foram armazenadas em frascos de polipropileno e fixadas com solução de formaldeído a 4%.

3.3 ANÁLISE LABORATORIAL

As amostras foram submetidas à análise qualitativa sob microscopia óptica com sistema de captura de imagem, utilizando-se a técnica de esgotamento por transectos, em lâmina de vidro para microscopia. A identificação taxonômica foi realizada ao nível populacional, com base na morfometria de no mínimo vinte indivíduos por táxon, quando possível, consultando-se a literatura específica da área, principalmente as obras de Komárek e Anagnostidis (2005) e Sant'Anna et. al. (2012). Os nomes válidos das espécies foram consultadas na base de dados eletrônica: www.algaebase.org.

Todas as amostras provenientes deste estudo serão depositadas no Herbário DVPR, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

A distribuição espacial das cianobactérias ao longo dos pontos amostrais no Córrego Macuco foi avaliada através da Análise de Agrupamento, utilizando-se o Coeficiente de Similaridade de Sorensen para construção da matriz de semelhança. O programa utilizado para realização desta análise foi o PCORD (versão 5.1 para Windows) (MCCUNE & MEFFORD, 1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 25 espécies de cianobactérias, distribuídas em 7 famílias. Das famílias encontradas, a que esteve mais presente foi Oscillatoriaceae, com 9 espécies do gênero *Oscillatoria*.

4.1 SINOPSE DOS TÁXONS IDENTIFICADOS

Classe CYANOPROKARYOTA / CYANOBACTERIA / CYANOPHYCEAE

Ordem CHROOCOCCALES

Família COELOSPHAERIACEAE

Gênero *Woronichinia* Elenkin 1933

Woronichinia kuselae Watanabe et Komárek 1994

Ordem OSCILLATORIALES

Família BORZIACEAE

Gênero *Borzia* Cohn ex Gomont 1892

Borzia susedana Ercegovic 1925

Gênero *Komvoporon* Anagnostidis & J.Komárek 1988

Komvoporon schmidlei (Jaag) Anagnostidis & Komárek 1988

Komvoporon constrictum (Szafer) Anagnostidis et Komárek 1988

Família MICROCOLEACEAE

Gênero *Microcoleus* Desmazières ex Gomont 1892

Microcoleus lacustris Farlow ex Gomont 1892

Microcoleus subtorulosus Gomont ex Gomont 1892

Gênero *Planktothrix* Anagnostidis & Komárek 1988

Planktothrix rubecens (De Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek

1988

Gênero *Porphyrosiphon* Kützing ex Gomont 1892

Porphyrosiphon notarisii Kützing ex Gomont 1892

Família OSCILLATORIACEAE

Gênero *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont 1892

Oscillatoria curviceps Agardh ex Gomont 1892

Oscillatoria jenensis Schmid 1921

Oscillatoria limosa Agardh ex Gomont 1892

Oscillatoria ornata Kützing ex Gomont 1892

Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont 1892

Oscillatoria proboscidea Gomont 1892

Oscillatoria sancta Kützing ex Gomont 1892

Oscillatoria simplicissima Gomont 1892

Oscillatoria tenuis Agardh ex Gomont 1892

Família PHORMIDIACEAE

Gênero *Phormidium* Kützing ex Gomont 1892

Phormidium retzii Kützing ex Gomont 1892

Phormidium tortuosum (Gardner) Anagnostidis & Komárek 1988

Família PSEUDANABAENACEAE

Gênero *Geitlerinema* (Anagnostidis et Komárek) Anagnostidis 1989

Geitlerinema amphibium (Agardh ex Gomont) Anagnostidis 1989

Leptolyngbya Anagnostidis & Komárek 1988

Leptolyngbya foveolarum (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988

Limnothrix M.-E.Meffert 1988

Limnothrix guttulata Umezaki & Watanabe 1994

Pseudanabaena Lauterborn 1915

Pseudanabaena frigida (Fritsch) Anagnostidis 2001

Pseudanabaena raphidioides (Geitler) Anagnostidis & Komárek 1988

Família SCHIZOTRICHACEAE

Gênero *Schizothrix* Kützing ex M.Gomont 1892

Schizothrix macbridei Drouet 1943

4.2 DESCRIÇÃO DOS TÁXONS E COMENTÁRIOS

Woronichinia kuselae Watanabe et Komárek 1994. **Bulletin of the National Science Museum**, Tokyo, Ser. B (Botany), v. 20, n. 1, p. 1-31.

Figura: 3 - b - c.

Colônias com formato oval medindo 20 μm de diâmetro, contendo mais de 14 células, com mucilagem hialina incolor e pouco visível. Granulometria homogênea no interior das células, com coloração verde-azulada. Células ovais isodiamétricas, medindo: 4 μm - 5 μm de diâmetro.

As medidas celulares estão de acordo com Watanabe & Komárek (1994), o diâmetro colonial também está dentro do tamanho descrito pelos autores (podendo alcançar até 50 μm). Segundo esses autores, as colônias de *Woronichinia kuselae* são complexas, podendo subdividir-se em até 9 sub-colônias. Rai & Misra (2010) observaram complexos de colônias de 75 μm a 95 μm . Nas amostras do Parque Nacional do Iguaçu foram observadas apenas sub-colônias isoladas, o que pode ser justificado devido as amostras serem perifíticas, e esta espécie ser considerada típica do fitoplâncton. Segundo os autores, esta espécie costuma ser livre flutuante, e sua ocorrência no perifíton rochoso pode ter sido acidental devido ao curso do riacho.

Ambos os trabalhos citados anteriormente foram realizados no Nepal, cujo clima subtropical é semelhante ao da região sul do Brasil. A semelhança climática, portanto, justifica a presença de populações desta espécie no Brasil, sendo esta a primeira citação de ocorrência no país.

Borzia susedana Ercegovic 1925. **Acta Botanica Instituti Botanici Universitatis Zabrabensis**, v. 10, p. 64-114.

Figura: 3 - a.

Tricomas com alinhamento irregular e levemente curvados na região central. Presença de mucilagem firme e acinzentada sob a incidência de luz. Coloração verde-oliva. Células com formato irregular, variando de ovais à achatadas na região central do tricoma e ovais ou esféricas nos ápices. Conteúdo celular homogêneo e granulometria fina. Medidas de 3,5 μm a 4,5 de diâmetro, e 1,3 a 4 de comprimento.

Segundo o estudo de Komárek e Anagnostidis (2005), esta espécie foi observada contendo de 4 a 6 células por tricoma e com coloração verde-azulada. Nos espécimes das amostras do Córrego Macuco foram observadas constrições leves nos septos das células, enquanto estes autores não observaram essa característica morfológica. Porém, Chatterjee e Keshri (2005) observaram estas constrições em amostras provenientes da Índia.

Borzia susedana é subaerofítica, e pode estar presente no perifíton rochoso devido a exposição da superfície das rochas ao ar durante a passagem da água na correnteza. Komárek e Anagnostidis (2005) citam a ocorrência da espécie na Croácia. No Brasil, o trabalho de Fonseca et. al. (2014), cita *Borzia susedana* no estado de São Paulo.

Komvophoron schmidlei (Jaag) Anagnostidis & Komárek 1988. **Algological Studies**, v. 50, n. 53, p. 373. 1988.

Figura: 4.

Tricomas retilíneos ou levemente curvados. Presença de bainha firme e constrição bem evidente nos septos. Coloração verde-azulada. Células em forma de barril com constrição na região central, e afiladas nas extremidades do tricoma. Célula apical cônica ou trapezoidal. Presença de grânulos dispersos principalmente na região central das células. Medidas de 10 µm de diâmetro, e de 6 µm a 7 µm de comprimento (considerando a constrição mediana das células).

A morfometria está de acordo com Krupek, Branco e Peres (2008), que verificaram a espécie formando emaranhados de tricomas em ambientes aquáticos da região centro-sul do estado do Paraná. Fonseca e Rodrigues (2005) também registraram este táxon no Paraná, na planície do Rio Paraná. As medidas verificadas por estes autores foram de 4,0 µm - 4,25 µm de diâmetro e 2,9 µm - 3,8 µm de comprimento, e os espécimes foram encontrados solitários na amostra, assim como neste trabalho.

Segundo Komárek e Anagnostidis (2005), esta espécie é típica de águas limpas, sendo condizente com o hábitat em que foi coletada. Também pode ser encontrada em ecossistemas aquáticos lênticos, no epipélton e episâmon, sendo que na amostra do PNI foi coletada do epilíton.

Komvophoron constrictum (Szafer) Anagnostidis et Komárek 1904. **Archiv für Hydrobiologie**, Supplement, v. 80, p. 327-472.

Figura: 5.

Tricomas levemente curvados com mucilagem hialina e constrição nos septos. As células são isodiamétricas, em geral possuem forma de barril, com a região central acinturada e extremidades arredondadas. Grânulos dispersos, principalmente próximo à região central da célula, e em número reduzido. Células medindo 4,6 μm a 5,2 μm de diâmetro, e 9,4 μm a 11,8 μm de comprimento.

As medidas de diâmetro das células do tricoma são semelhantes as observadas por Komárek e Anagnostidis (2005), porém, o comprimento observado pelos autores foi de 2 μm a 5 μm . As características morfológicas são as mesmas descritas pelos autores. Assemelham-se à *Komvophoron halobium* morfolologicamente, mas esta pode possuir o ápice das células terminais achatados.

Esta espécie é encontrada geralmente no bentos, e foi citada pelos autores como comum em águas sulfurosas na Polônia e, em outros locais, como supra litorais e em águas termais. Polge et. al. (2010) observaram a presença desta espécie em um lago na Turquia. No Brasil esta espécie foi verificada no estado de Santa Catarina, em área de estuário por Vettorato et. al. (2010).

Microcoleus lacustris Farlow ex Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles, Botanique**, Série 7, v. 15, p. 263-368.

Figuras: 6.

Tricomas retilíneos, afilados no ápice. Células subquadráticas, com aspecto de barril e coloração verde-azulada. Célula apical cônica e acuminada. Constrições nos septos, variação de comprimento das células ao longo do tricoma. Presença de grânulos dispersos no interior das células, mais concentrados próximo a membrana. Células medindo 5 μm – 6 μm de diâmetro, e 5,8 μm – 7 μm de comprimento.

As medidas estão de acordo com a descrição realizada por Komárek e Anagnostidis (2005). Estes autores verificaram coloração mais escura dos tricomas, assim como a presença dos tricomas formando fascículos. O trabalho de Senna

(1996) registrou no Distrito Federal - Brasil esta espécie apresentando tricomas retorcidos em meio aos fascículos. Nas amostras do Parque, foram observados apenas tricomas solitários.

A espécie é considerada típica de água doce, e se encontra na região litorânea dos corpos d'água. Pode se desenvolver em rochas úmidas do mesmo modo em que foi amostrada neste trabalho. Descrita em regiões tropicais do globo (Brasil e África) e zona temperada (Estados Unidos da América).

Microcoleus subtorulosus Gomont ex Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles, Botanique**, Série 7, v. 15, p. 263-368.

Figuras: 7.

Tricomas curtos e solitários. Leve constrição nos septos, e coloração verde-azulada escura. Célula apical cônica, com extremidade oposta quadrática. Conteúdo celular com granulometria fina e dispersa no interior das células. Medidas celulares: 5 μm – 6 μm de diâmetro, e 7 μm – 8 μm de comprimento.

Com base no trabalho de Komárek e Anagnostidis (2005), as medidas dos espécimes da amostra do PNI são semelhantes às observadas pelos autores. Segundo este mesmo estudo, a coloração do tricoma pode variar de verde-azulado até tons voltados para o marrom. No estudo atual, a coloração observada foi verde azulado. Os autores citam entre as características, a transparência nos septos, que foi observada de forma bem tênue nos exemplares das amostras deste trabalho. Os tricomas de *Microcoleus subtorulosus* foram observados solitários em meio ao substrato coletado, enquanto que no estudo citado acima, a espécie está presente nas amostras formando emaranhados de tricomas dispostos paralelamente.

Esta espécie geralmente é encontrada em ecossistemas aquáticos lóticos, assim como em lênticos. É típica de perifíton rochoso, lama e macrófitas. Quanto ao clima, pode estar presente em clima temperado, tropical e subtropical. No Brasil, é citada por Peres, Branco e Krupek (2008), os quais verificaram a ocorrência no estado do Paraná, em riachos da Serra da Prata, região leste do estado.

Planktothrix rubecens (De Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988. **Archiv für Hydrobiologie**, Supplement, v. 80, p. 327-472.

Figuras: 8.

Tricomas retilíneos ou levemente curvados. Bainha ausente, sem constrição nos septos. Coloração verde-oliva. Células até duas vezes mais largas do que longas. Presença de aerótopos distribuídos no interior das células. Célula apical afunilada em relação ao restante do tricoma. Medidas: 9,4 - 11,5 μm de diâmetro, e de 4,6 μm - 9 μm de comprimento.

As medidas de diâmetro estão de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005), enquanto que as medidas de comprimento celular são semelhantes com as encontradas no estudo de Felisberto e Souza (2014). Este último, foi realizado no Brasil, no estado de Goiás. Dessa forma, é possível inferir que esta espécie tenha sofrido uma leve variação de tamanho celular em clima tropical. No trabalho de Komárek e Anagnostidis (2005), foi verificado a presença de aerótopos nesta espécie, os quais não estão presentes nos espécimes observados nas amostras do PNI. Esta característica pode ser justificada por tratar-se de uma espécie de vida livre, que eventualmente foi encontrada no perifíton, e desta forma não desenvolveu as vesículas gasosas.

A ocorrência de *Planktothrix rubecens* abrange clima temperado e tropical / subtropical. É típica de ambientes aquáticos lênticos, mesotróficos a eutróficos. O córrego onde foi realizada a coleta, é considerado preservado, pois encontra-se dentro dos limites do PNI, sugerindo uma adaptação da espécie, de resistência a ambientes eutrofizados, e sobrevivida favorável em corpos d'água oligotróficos.

Porphyrosiphon notarisii Kützing ex Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles, Botanique**, Série 7, v. 15, p. 263-368.

Figura: 9 - v.

Tricomas retilíneos, presença de bainha espessa com coloração laranja-amarelada. Conteúdo celular granular e fino, sem constrição nos septos. Célula apical cônico-arredondada, mais estreita do que o restante do tricoma. Células mais largas do que longas, medindo 19,4 μm - 22,7 μm de diâmetro, e 7,8 μm - 11,2 μm de comprimento.

A morformetria está relacionada ao trabalho de Komárek e Anagnostidis (2005), no qual é a espécie apresenta maior diâmetro celular em relação às do presente estudo. A coloração da bainha pode variar de tons avermelhados até marrons. Uma das características diacríticas do gênero *Porphyrosiphon* é a presença de bainha lamelada. Porém, no trabalho de Pereira e Branco (2010) realizado no estado de São Paulo – Brasil, foi verificado apenas o espessamento da bainha em alguns pontos do tricoma, juntamente à porção lamelada.

Esta espécie possui desenvolvimento favorável em clima tropical e subtropical, mas também pode ser encontrada em regiões com clima temperado. Possui diversos habitats em meio aquático, assim como em solo úmido. Dentre os habitats, estão as rochas úmidas, como é o caso das amostras do córrego estudado.

Oscillatoria curviceps Agardh ex Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles, Botanique**, v. 16, p. 91-264.

Figura: 9 - x - w - y.

Tricomas retilíneos ou levemente curvados no ápice. Presença de bainha firme e constrição nos septos. Coloração verde escuro e verde-oliva. Células mais largas do que longas. Célula apical arredondada e curta. Presença de grânulos evidentes na região dos septos. Células medindo: 13,5 µm - 15,5 µm de diâmetro, e 4,2 µm – 6 µm de comprimento.

Com base em Komárek e Anagnostidis (2005), os indivíduos deste estudo possuem medidas condizentes com a espécie tipo. No mesmo trabalho é possível verificar a descrição do táxon com ausência de constrição celular, porém, é citada variação morfológica com constrições tênues. Os indivíduos verificados nas amostras do PNI apresentam estas constrições.

Trata-se de uma espécie típica de clima temperado, comum no hemisfério norte. Porém, também foi citada no hemisfério sul, na Argentina, onde foi verificada a variedade *Oscillatoria curviceps* var. *angusta* Ghose. Pode habitar ambientes aquáticos lóticos e lênticos, no perifíton. A espécie *Oscillatoria curviceps* também foi observada no trabalho de Martins, Branco e Werner (2012) no Rio Grande do Sul - Brasil, estado que possui clima subtropical ameno em relação às demais regiões do país.

Oscillatoria jenensis Schmid 1921. **Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik**, v. 60, p. 572.

Figura: 10 – z - a¹ - b¹ - c¹.

Tricomas retilíneos ou levemente curvados no ápice. Bainha ausente, sem constrição nos septos. Coloração verde-azulada a verde-oliva. Células mais largas do que longas. Célula apical cônica, atenuada e assimétrica. Poucos grânulos na região dos septos. Diâmetro das células de 9 µm – 14,2 µm, e comprimento 4,5 µm – 5,5 µm.

Medidas celulares de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005). Uma das características diacríticas da espécie é a célula apical convexa, com atenuação bem evidente, e assimétrica em uma das laterais do tricoma.

Essa espécie se distribui principalmente nas regiões de clima tropical, como citado em Silva (1991) em Moçambique, mas também pode se desenvolver em lagoas localizadas em regiões com clima temperado. Habitam principalmente solos, musgos e líquens. Eventualmente pode estar presente em ecossistemas aquáticos de água salgada. Áreas alagáveis e chuvosas são favoráveis para *Oscillatoria jenensis*. Devido ao PNI estar localizado no bioma Mata Atlântica, a pluviometria possui volume alto anualmente, fornecendo condições para o aparecimento da espécie.

Oscillatoria limosa Agardh ex Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles, Botanique**, Série 7, v. 16, p. 91-264.

Figura: 11 - d¹.

Tricomas retilíneos, com ou sem bainha hialina, sem constrição nos septos. Coloração verde-azulada. Célula apical arredondada e convexa, não atenuada. Conteúdo celular homogêneo com granulometria fina. Células medindo: 20,2 µm - 23 µm de diâmetro, e 3,4 µm – 5,2 µm de comprimento.

Morfometria celular de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005) e Sant' Anna et. al. (2012). Em condições ambientais adequadas esta espécie pode formar bainhas bem evidentes, como verificado nos indivíduos presentes na amostra do PNI.

No clima tropical, a espécie costuma apresentar diâmetro das células maior que 10 μm . É considerada cosmopolita e geralmente é encontrada em corpos d'água doce, porém, pode em alguns casos desenvolver-se em água salobra. Segundo os primeiros autores citados, esta espécie pode ser encontrada tanto no perifíton quanto no fitoplâncton, em emaranhados de tricomas ou solitárias. Pode habitar solo e ecossistemas lênticos e lóticos com correnteza fraca. O córrego Macuco, onde foram coletadas as amostras possui esta última característica fluvial citada, por ser um riacho de 1ª ordem.

Oscillatoria ornata Kützing ex Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles**, Botanique, Série 7, v. 16, p. 91-264.

Figura: 12.

Tricomas levemente curvados. Presença de bainha incolor e frouxamente aderida. Constrição e transparência nos septos. Coloração verde-oliva. Célula apical arredondada ou achatada em uma das extremidades. Conteúdo celular homogêneo com granulometria fina. Células medindo: 12,5 μm de diâmetro, e 3,9 μm – 4,7 μm de comprimento.

As medidas celulares estão de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005). Devido as características dos filamentos, é possível que a espécie esteja em fase reprodutiva assexuada. Pois, várias células estão soltas dentro da bainha mucilaginosa, e estas, poderiam ser liberadas posteriormente para o ambiente como hormogônios.

Espécie considerada cosmopolita, descrita eventualmente em clima subtropical. Um dos estudos que *O. ornata* foi verificada em clima subtropical foi realizado por Martins, Branco e Werner (2012) no estado do Rio grande do Sul – Brasil. É considerada típica de ambientes aquáticos lênticos de água doce, mas pode estar presente no bentos de riachos e no perifíton de rochas.

Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles**, Botanique, Série 7, v. 16, p. 91-264.

Figura: 11 - e¹.

Tricomas retilíneos e curtos, presença de bainha incolor e fina. Sem constrição ou com constrição muito suave. Pouca transparência nos septos. Coloração azulada. Célula apical arredondada e parede celular espessa. Conteúdo celular finamente granular e homogêneo. Células medindo 37,3 µm - 45,5 µm de diâmetro, e 4 µm - 5 µm de comprimento.

A morfometria assemelha-se à Komárek e Anagnostidis (2005), sendo que neste trabalho esta espécie não é descrita solitária, mas formando emaranhados. Porém, nas amostras do PNI foi observada como tricomas solitários, indicando que as formas seriam possíveis hormogônios que se encontravam em estágio de crescimento. O trabalho de Fonseca e Rodrigues (2005), realizado na Lagoa Clara e das Garças no município de Porto Rico - Paraná, registrou dimensões menores desta espécie, (14,4 - 20 diâmetro e 2,5 - 3,6 de comprimento).

Essa espécie pode se desenvolver em águas salgadas em regiões de clima temperado, porém, são mais comuns em clima tropical, onde estão presentes apenas em ecossistemas aquáticos continentais. Geralmente é encontrada em habitats lênticos ou lóticos com correnteza fraca, na lama, ou no epilítton. Também podem ser encontradas como pseudoplanctônicas em alguns estágios de vida.

Oscillatoria proboscidea Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles**, Botanique, Série 7, v. 16, p. 91-264.

Figura: 13 - i¹ - j¹.

Tricomas levemente curvos, bainha mucilaginosa hialina, fina e incolor. Sem constrição nos septos. Coloração verde-azulada e verde escura. Célula apical cônica, atenuada e com caliptra subquadrática. Presença de grânulos dispersos no interior das células. Medidas celulares: 10 µm - 14 µm de diâmetro, e 2,5 µm - 3,5 µm de comprimento.

As medidas celulares estão de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005). Uma das características diacríticas da espécie é a presença de caliptra com aspecto poligonal ou arredondado, e célula apical alongada como na descrição acima. No trabalho citado anteriormente, algumas variações de caliptra são apresentadas, sendo grande parte arredondadas.

Trata-se de uma espécie cosmopolita, observada em clima temperado e tropical. Típica de ambientes aquáticos lênticos, podendo estar presente no bentos e no epipélon. No Brasil, foi citada no trabalho ecológico de Cavati e Fernandes (2008), realizado no estado do Espírito Santo.

Oscillatoria sancta Kützing ex Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles, Botanique**, Série 7, v. 16, p. 91-264.

Figura: 13 - k¹ - l¹.

Tricomas retilíneos ou levemente curvados, bainha mucilagínosa espessa, incolor e fracamente aderida. Septo transparente, com contração tênue. Coloração verde-azulada e verde-escura. Célula apical truncada, com caliptra proeminente e arredondada. Presença de grânulos dispersos, principalmente na região central do tricoma. Células medindo: 12,5 µm – 14,5 µm de diâmetro, e 5,2 µm – 7,2 µm de comprimento.

A morfometria encontra-se de acordo com o descrito por Komárek e Anagnostidis (2005). Os tricomas de *O. sancta* são envoltos por uma mucilagem bem evidente, que proporciona um aspecto gelatinoso ao filamento. Os autores citam a variação da célula apical, em achatada / truncada, como observado nas amostras do PNI, ou hemisférica. A caliptra pode estar fortemente aderida a célula apical ou contendo um espaço entre ambas.

Esta espécie é considerada cosmopolita, e pode habitar desde águas doces e salobras, até águas termais. No Paraná podemos citar dois dos trabalhos ecológicos em que esta espécie foi verificada: Fonseca e Rodrigues (2005), e Felisberto e Rodrigues (2010). Sua presença no perifiton rochoso pode se deve a influência da correnteza do riacho, uma vez que ela é considerada espécie de vida livre no plâncton.

Oscillatoria simplicissima Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles, Botanique**, Série 7, v. 16, p. 91-264.

Figura: 14.

Tricomas retos, presença de bainha fina, incolor e fortemente aderida ao tricoma. Ausência de contração, coloração verde-azulada. Célula apical

arredondada, sem caliptra. Conteúdo celular finamente granular. Células medindo 8,8 μm – 9,3 μm de diâmetro, e 2,8 μm – 5 μm de comprimento.

As dimensões celulares estão de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005). É citada com comprimento celular maior (5 – 7 μm) por Silva (1999), em um estudo realizado em São Paulo - Brasil. Algumas variações morfológicas desta espécie podem apresentar leve curvatura no tricoma, próximo às extremidades ou pelo menos em uma delas. Também podem ser observadas variações no comprimento da célula apical, porém, sem presença de proeminências.

A espécie *O. simplicissima* é considerada de clima temperado, porém, também pode ser observada em regiões tropicais. É típica do perifiton de água doce, tanto em ecossistemas aquáticos lênticos ou lóticos, sendo mais comum em ambientes oligotróficos.

Oscillatoria tenuis Agardh ex Gomont 1892. **Annales des Sciences Naturelles, Botanique**, Série 7, v. 16, p. 91-264.

Figura: 15.

Tricomas retilíneos formando emaranhados visíveis a olho nú. Bainha hialina frouxamente aderida, sem constrição nos septos. Coloração verde-azulada. Célula apical arredondada com constrição tênue na região central da célula (acinturada). Conteúdo celular homogêneo com granulometria fina. Presença de necrídios. Medidas celulares: 14,7 μm – 16,4 μm de diâmetro, e 5,7 μm – 6,2 μm de comprimento.

Os dados métricos são condizentes com Komárek e Anagnostidis (2005). No córrego Macuco, esta espécie foi a que esteve presente em maior número de pontos amostrais (3 pontos). Com isso, é possível inferir maior abundância em relação às demais, nas condições do período chuvoso (dezembro/2014) em que foi realizada a coleta.

Considerada cosmopolita, *Oscillatoria tenuis* possui desenvolvimento favorecido em clima tropical. Normalmente é encontrada em água doce, no bentos, no metafíton e em rochas com umidade constante. O trabalho de Koenig et. al. (2002) verificou a presença desta espécie no fitoplâncton no estuário do rio Ipojuca no estado

de Pernambuco - Brasil. Nas amostras do PNI em que a espécie foi verificada, a correnteza é constante sobre as rochas, porém, com pouca intensidade.

Phormidium retzii Kützing ex Gomont, 1892. **Annales des Sciences Naturelles, Botanique**, Série 7, v. 16, p. 91-264.

Figura: 16.

Tricomas retilíneos, formando emaranhados. Bainha mucilaginosa ausente. Sem constrição, coloração verde-azulada. Célula apical arredondada, levemente atenuada, sem caliptra. Conteúdo celular finamente granular. Medidas celulares: 14 μm – 15,5 μm de diâmetro, e 8,6 μm – 14,4 μm de comprimento.

A morfometria está de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005). Segundo os autores, esta espécie apresenta bainha mucilaginosa difluente e aderida ao tricoma. Nas amostras do PNI, foram observados filamentos com e sem bainha, sendo que, devido a forma em que são encontradas em seu habitat (em emaranhados), a preparação das lâminas pode ter causado o rompimento da bainha de alguns espécimes.

Esta espécie possui distribuição mundial, sendo observada desde regiões temperadas, até tropicais. É perífítica, podendo habitar rochas, madeira submersa e quaisquer outros substratos que permitam a aderência dos indivíduos. Na região centro-sul do Paraná, esta espécie foi verificada por Krupek, Branco e Peres (2007) em um estudo ecológico no rio das Pedras, localizado na região centro-sul do estado do Paraná - Brasil.

Phormidium tortuosum (N.L.Gardner) Anagnostidis & Komárek 1988. **Archiv für Hydrobiologie**, Supplement, v. 80, p. 327-472.

Figura: 17.

Tricomas retos ou levemente curvados, aderidos ao substrato. Bainha mucilaginosa ausente. Sem constrição, coloração verde-oliva. Célula apical afinada, quadrática, sem caliptra. Conteúdo celular finamente granular. Morfometria celular: 1,9 μm – 2,8 μm de diâmetro, e 2,6 – 7,4 μm de comprimento.

As medidas celulares estão de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005). Através do aspecto dos tricomas, muitos indivíduos possivelmente já estavam com o conteúdo celular degenerado. Nos tricomas vivos, a célula apical foi observada subquadrática, e provavelmente já teria ocorrido a liberação de hormogônio.

Trata-se de uma espécie de clima temperado, mas que pode se desenvolver em clima tropical. Seu desenvolvimento ocorre geralmente em locais com alta umidade e em regiões pantanosas. Mareš (2006) a citou no perifíton de pântanos da Flórida - USA. Não foram encontrados trabalhos citando esta espécie no Brasil.

Geitlerinema amphibium (Agardh ex Gomont) Anagnostidis 1989. **Plant Systematics and Evolution**, v. 164, p. 33-46.

Figura: 18.

Tricomas levemente curvos. Bainha mucilaginosa ausente. Sem constrição, coloração verde-azulado. Presença de pares de grânulos evidentes nos septos das células. Célula apical com extremidade arredondada, contendo 1 grânulo no ápice. Medidas celulares: 2,5 µm – 3,7 µm de diâmetro, e 8,2 µm – 8,8 µm de comprimento.

A morfometria está de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005) e Sant'Anna et. al. (2012). A presença de pares de grânulos nos septos facilita a identificação da espécie, pois é uma característica marcante desta espécie. Porém, pode ocorrer com apenas 1 grânulo em cada septo (2 por célula).

É considerada cosmopolita e pode habitar desde água doce, ecossistemas de água salobra e em alguns casos em águas termais. Esta espécie é bentônica, mas pode ocorrer no perifíton. Trata-se de uma espécie de ocorrência comum.

Leptolyngbya foveolarum (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988. **Archiv für Hydrobiologie**, Supplement, v. 80, p. 327-472.

Figura: 19.

Tricomas retilíneos ou levemente curvados, solitários ou formando emaranhados aderidos ao substrato em grande quantidade. Presença ou não de bainha mucilaginosa. Constrição evidente, com septos transparentes. Coloração verde-azulada ou verde-oliva. Célula apical arredondada ou hemisférica. Grânulos

ausentes, conteúdo celular homogêneo. Células medindo 2 μm – 3 μm de diâmetro e 1 μm – 2 μm de comprimento, em forma de barril.

As medidas celulares estão de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005). Biolo e Rodrigues (2011) verificaram dimensões pouco menores de diâmetro das células (1 μm - 2 μm), na área de Ressaco do Pau Véio, localizado na Ilha Mutum no estado do Paraná - Brasil. Esta espécie é raramente observada de forma solitária. Porém, nas amostras do PNI, foi observada solitária e em grandes emaranhados. Observou-se espessamento da bainha quando encontrada em tricomas solitários, e com a bainha fina e fortemente aderida ao tricoma quando em emaranhados, formando envelopes individuais.

Apresenta distribuição mundial, sendo comum em rochas submersas, mas também pode ter hábitos subaerófitos, ou estar presente no solo. É considerada como uma espécie resistente à poluição, podendo sobreviver em valas, e suportar condições ambientais em águas termais.

Limnothrix guttulata (Goor) Umezaki & Watanabe 1994. **Japanese Journal of Phycology**, v. 42, p. 175-219.

Figura: 20 - e² - f².

Tricomas curvos e solitários. Bainha mucilaginosa ausente. Sem constrição. Coloração verde-azulado. Célula apical arredondada, com 1 par de grânulos no ápice. Grânulos distribuídos no interior das células, mais próximos da parede e septos. Células medindo 2,8 μm - 3 μm de diâmetro, e 10 μm - 14 μm de comprimento, com formato alongado.

As dimensões celulares estão de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005). Foi observada solitária nas amostras do PNI, porém, segundo os autores acima citados, podem ser encontradas formando aglomerados celulares macroscópicos. Foram observadas medidas de comprimento maiores em estudo realizado em Goiás – Brasil, por Nogueira; Gama Júnior e Bezerra D'Alessandro (2011) que descreveram 5,2 μm – 7,2 μm de comprimento celular.

Esta espécie pode ser encontrada em regiões de clima temperado e tropical, sendo mais comum em ecossistemas aquáticos lênticos. Neste caso, pode estar presente no bentos ou vivendo livre-flutuante. As condições em que a espécie foi

amostrada no PNI são distintas, pois foram coletadas em riacho, e no perifíton. Isto sugere a presença casual da espécie no ponto amostrado.

Pseudanabaena frigida (Fritsch) Anagnostidis 2001. **Preslia**, Praha, v. 73, p. 359-375.

Figura: 20 - c² - d².

Tricomas levemente curvados e solitários. Presença de bainha mucilaginosa hialina e fina. Constrição profunda. Coloração verde-oliva. Grânulos nos pólos das células. Célula apical arredondada. Medidas celulares: 1,3 µm – 1,1 µm de diâmetro, e 2,4 µm - 3,6 µm de comprimento.

Medidas celulares conforme Komárek e Anagnostidis (2005). Segundo este trabalho, esta espécie pode ser encontrada formando arranjos paralelos de filamentos. É descrita como característica a transparência nos septos. Nas amostras do parque o septo não é totalmente transparente, devido à constricção profunda. Em um estudo proveniente do Paraná, realizado por Biolo e Rodrigues (2011), as medidas de comprimento observadas foram menores (1,4 µm).

É considerada típica de regiões com clima temperado, porém, pode ser observada em regiões tropicais em menor ocorrência. Desenvolve-se em água doce, tanto em corpos d'água lóticos ou lênticos. Pode ter hábitos bentônicos ou viver em solo úmido. Costuma estar em ecossistemas aquáticos oligotróficos e pode sobreviver em águas termais.

Pseudanabaena raphidioides (Geitler) Anagnostidis & Komárek 1988. **Archiv für Hydrobiologie**, Supplement, v. 80, p. 327-472.

Figura: 21 - g² - h².

Tricomas curvados e solitários, com afilamento gradual do tricoma em direção as extremidades. Presença de bainha mucilaginosa incolor e fortemente aderida. Septos transparentes. Coloração verde-azulada. Célula apical achatada ou hemisférica. Conteúdo celular homogêneo. Medidas celulares: 2 µm - 3 µm de diâmetro, e 2,6 µm – 20,2 µm de comprimento.

A morfometria está de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005). Segundo os autores, os filamentos geralmente são formados por 4 a 8 células, as quais são

alongadas. Nas amostras do PNI, foram observados arranjos com células bem alongadas, enquanto outras menores e em maior quantidade.

São poucas as informações sobre a ocorrência desta espécie, mas as informações descritas no trabalho citado indicam desenvolvimento em regiões de clima tropical. No Brasil, foi encontrado o trabalho de Molisani et. al. (2013), que verificou esta espécie no nordeste do país, na comunidade fitoplânctonica do rio Jaguaribe no Ceará. É considerada plânctonica, porém, no córrego Macuco foi observada no perifíton, podendo indicar casualidade no hábitat encontrado.

Schizotrhrix macbridei Drouet 1943. **American Midland Naturalist**, v. 29, n. 1, p. 51-54.

Figuras: 22.

Tricomas curvos e solitários, com afilamento abrupto em apenas uma das extremidades. Extremidade oposta com célula apical arredondada. Presença de bainha mucilaginosa incolor, fina e aderida firmemente ao tricoma. Contrição tênue e pouco visível. Coloração verde-azulada pálido. Célula apical achatada ou hemisférica. Conteúdo celular homogêneo. Células medindo 2 μm – 7 μm de diâmetro, e 2,6 μm – 5,2 μm de comprimento.

As medidas celulares de diâmetro são maiores do que o descrito por Komárek e Anagnostidis (2005). Uma das extremidades possui afinamento abrupto nas células terminais, na extremidade oposta as células são mais largas. Possui hábito subaerofítico, sendo também típica de solo desértico úmido. Não foram encontrados trabalhos citando esta espécie no Brasil.



Figura 3 – a: *Borzia susedana*, b - c: *Woronichinia kuselae*
Fonte: Acervo do autor.



Figura 4 - d - e - f - g: *Komvophoron schmidlei*
Fonte: Acervo do autor.

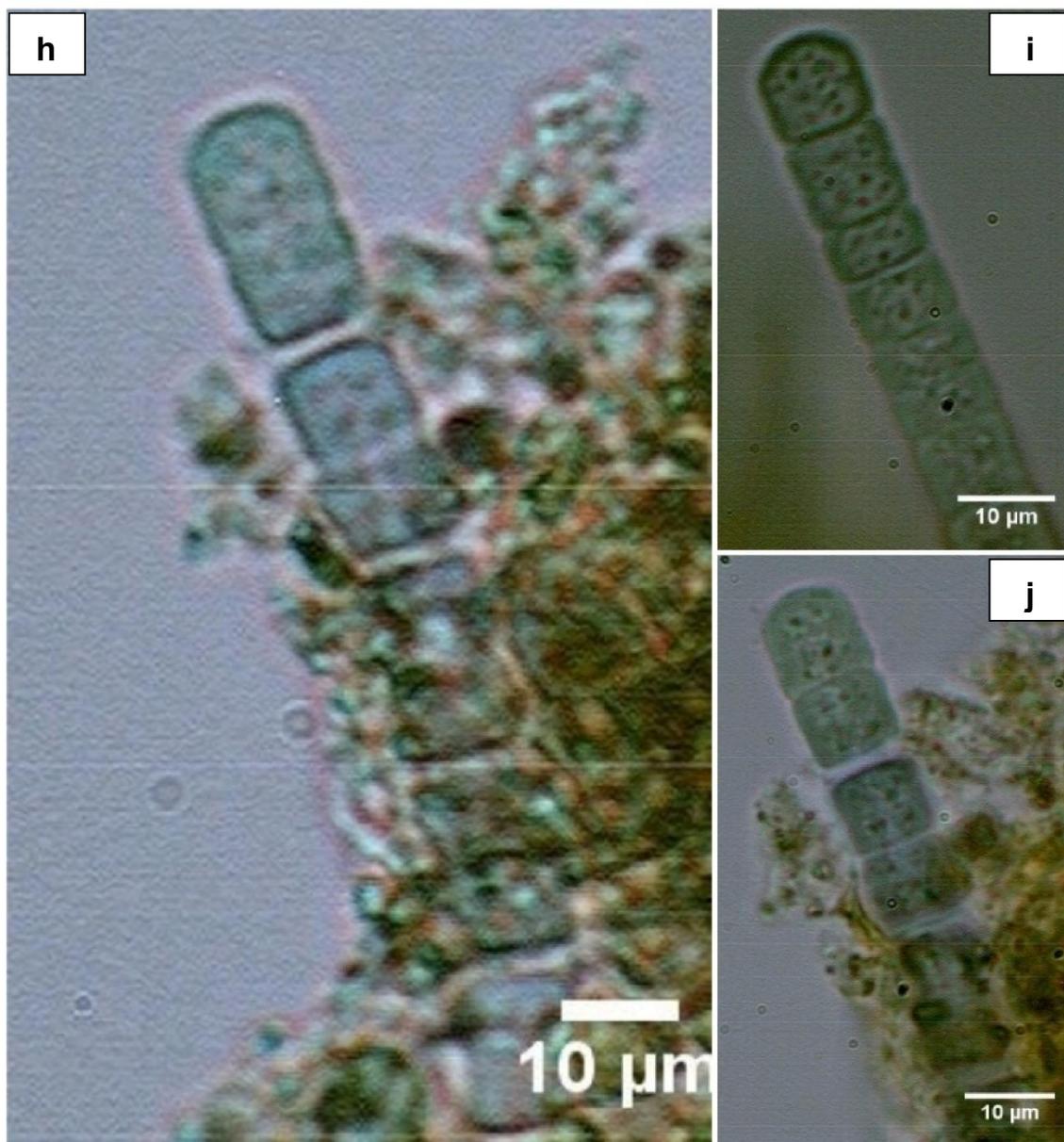


Figura 5 - h - i - j: *Komvophoron constrictum*
Fonte: Acervo do autor.

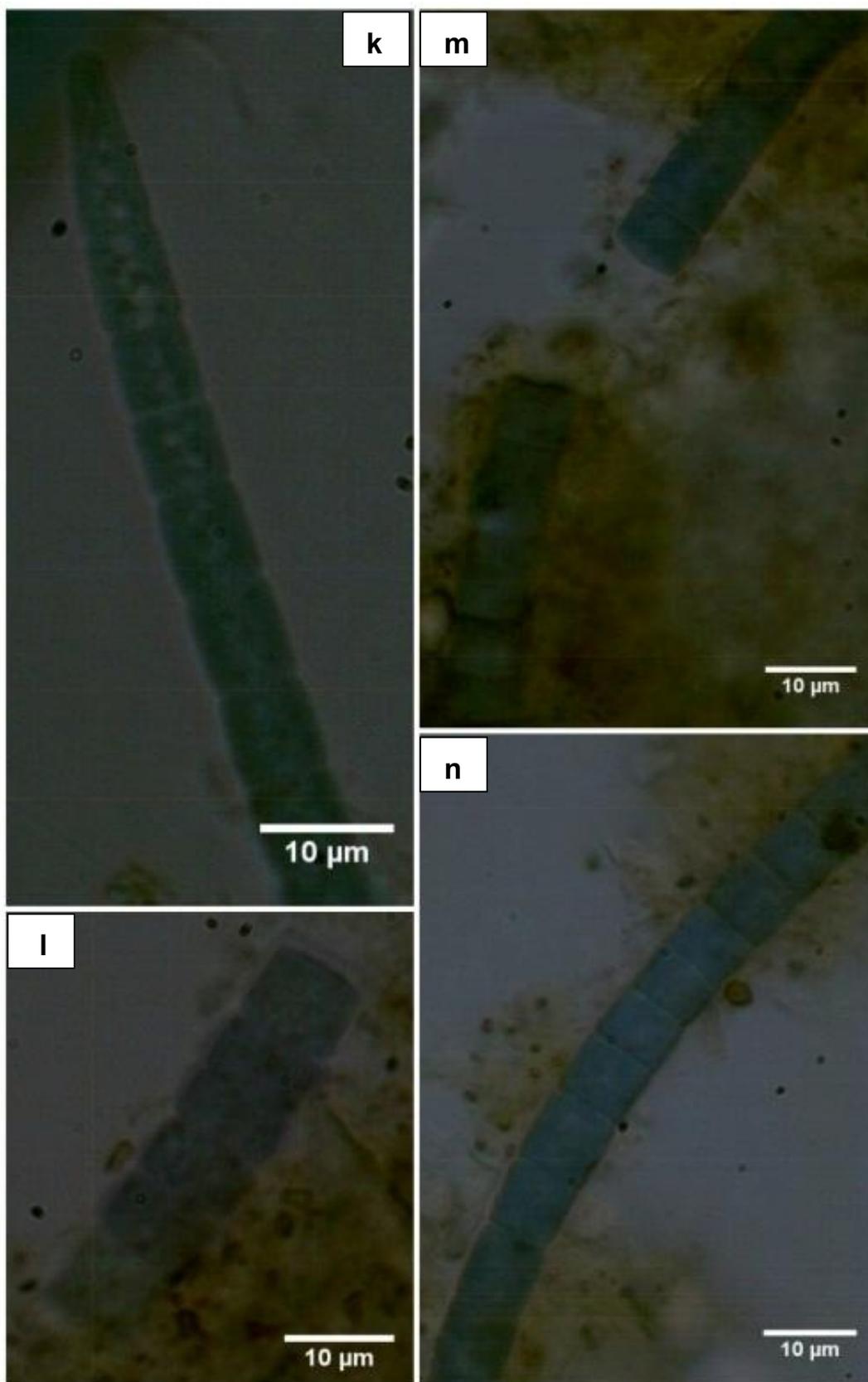


Figura 6 - k - l - m - n: *Microcoleus lacustris*
Fonte: Acervo do autor.

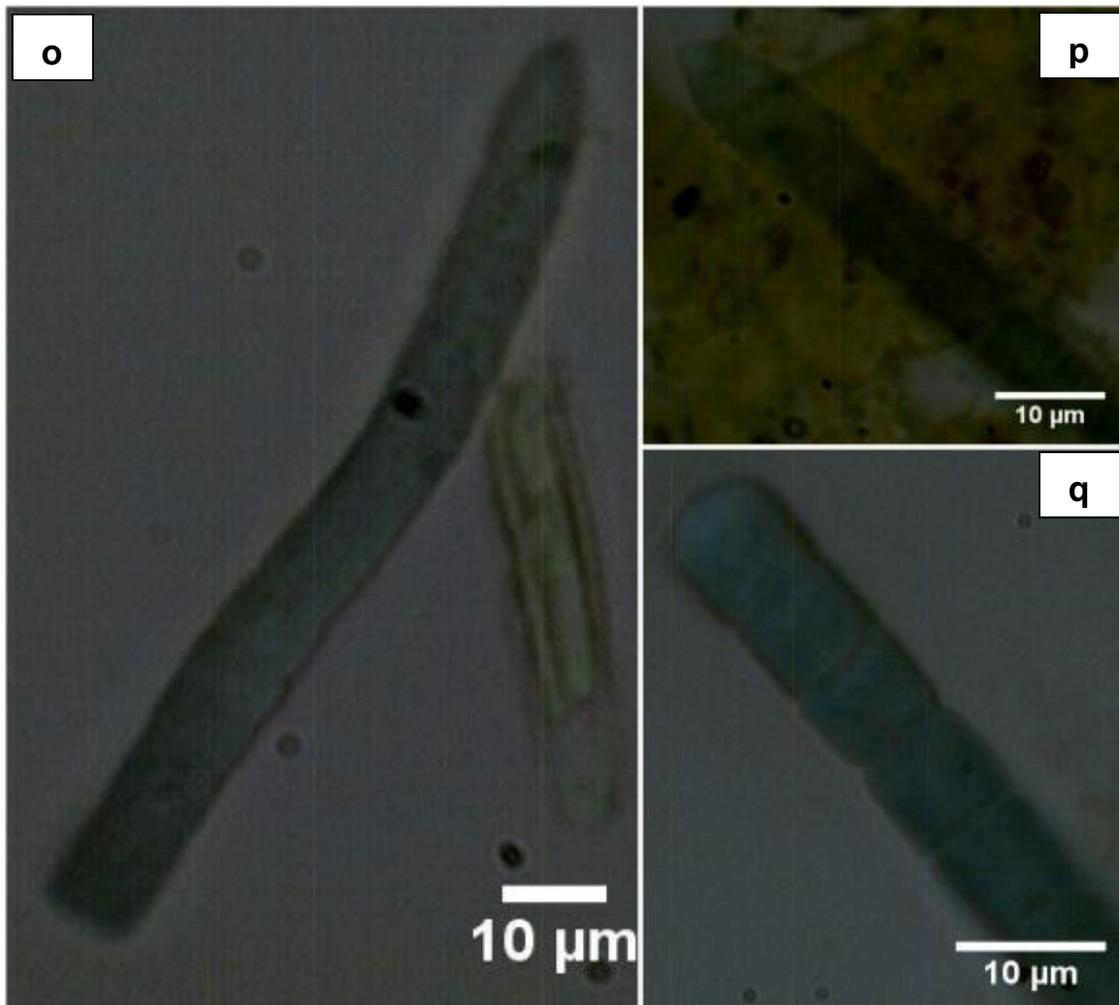


Figura 7 - o - p - q: *Microcoleus subtorulosus*
Fonte: Acervo do autor.

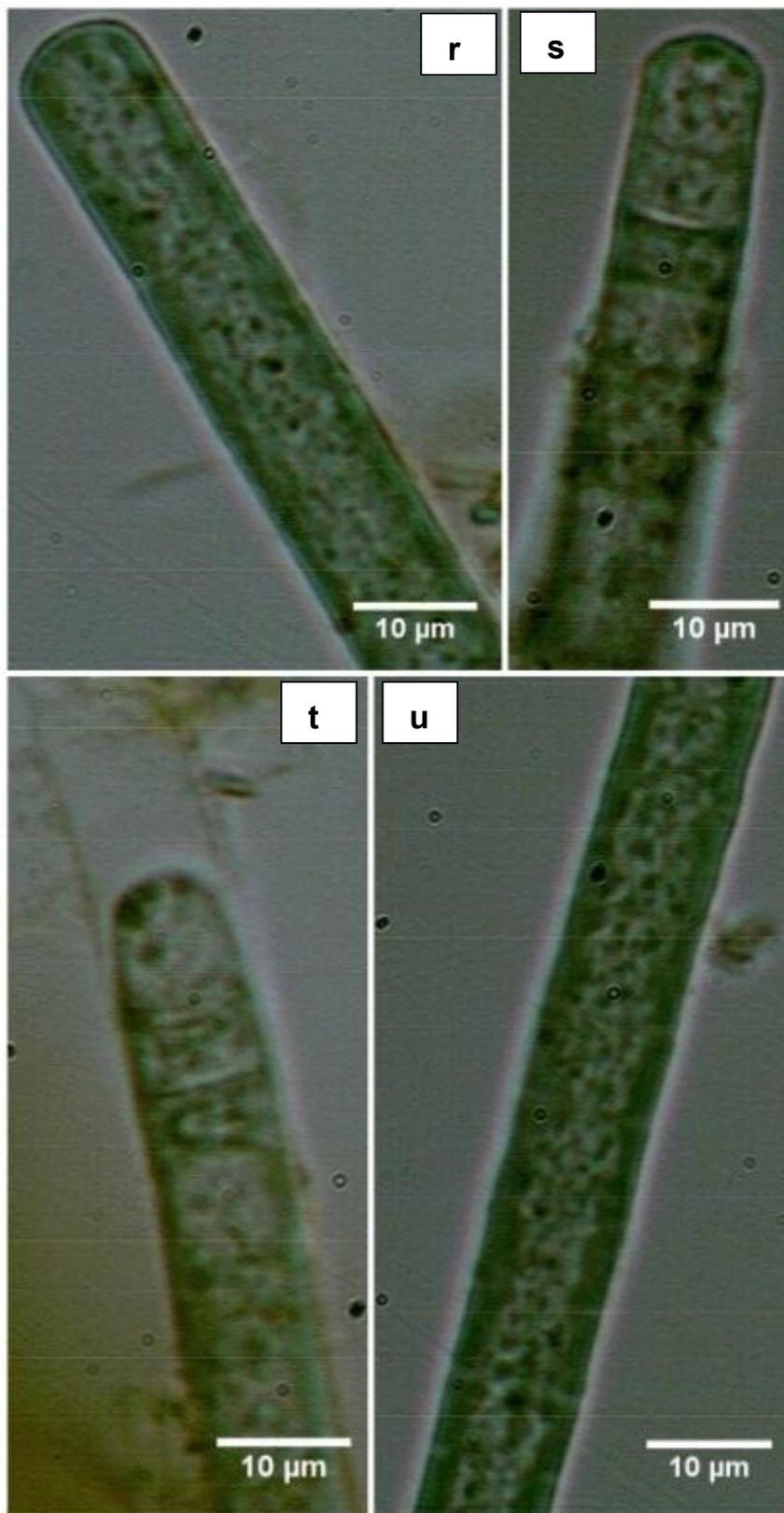


Figura 8 - r - s - t - u: *Planktothrix rubecens*

Fonte: Acervo do autor.

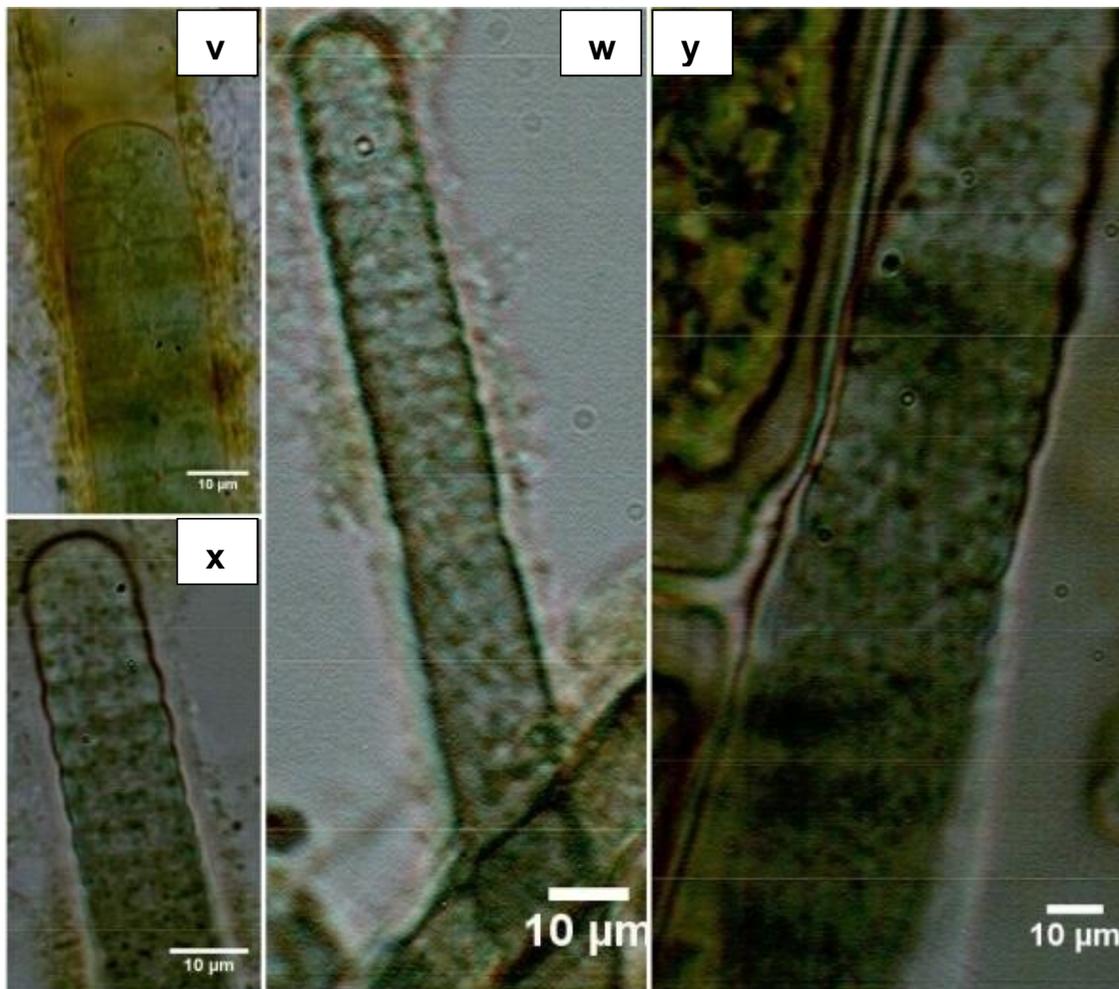


Figura 9 - v: *Porphyrosiphon notarisii*, x - w - y: *Oscillatoria curviceps*
Fonte: Acervo do autor.

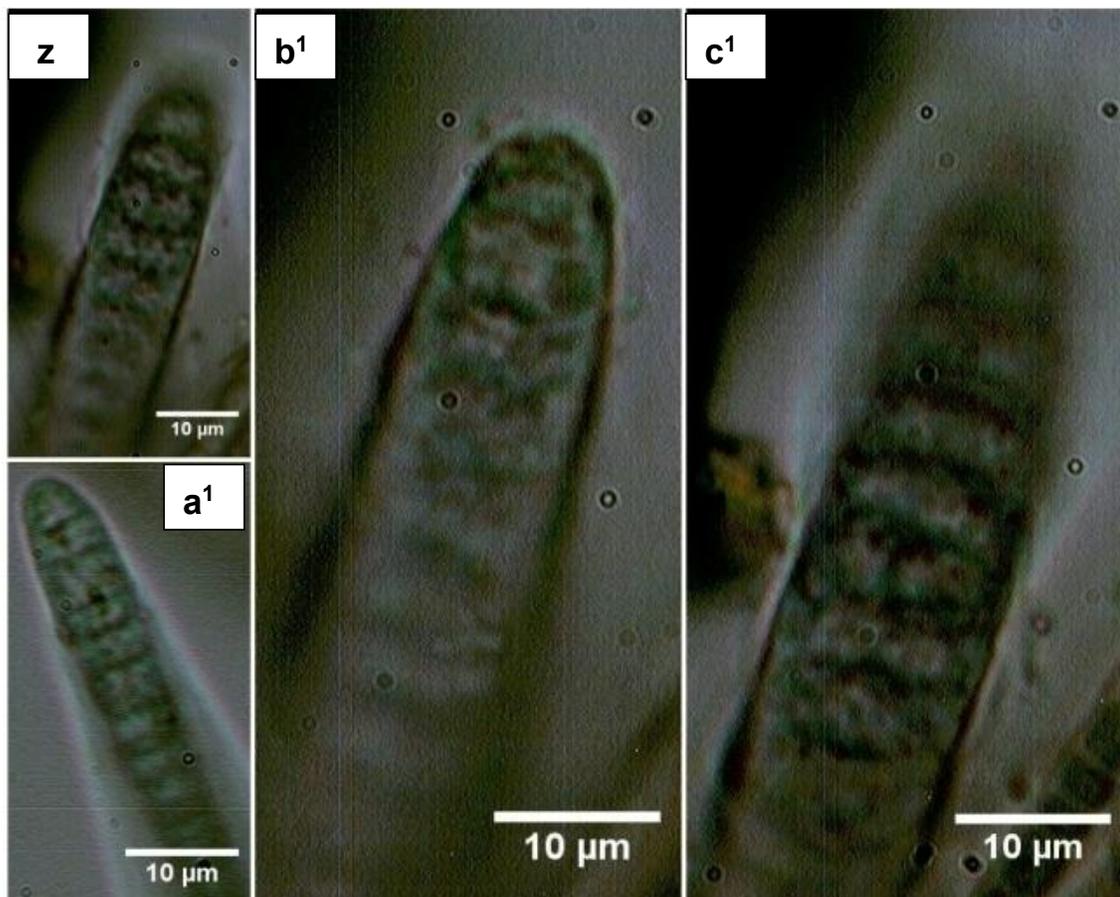


Figura 10 – z - a¹ - b¹ - c¹: *Oscillatoria jenensis*

Fonte: Acervo do autor.

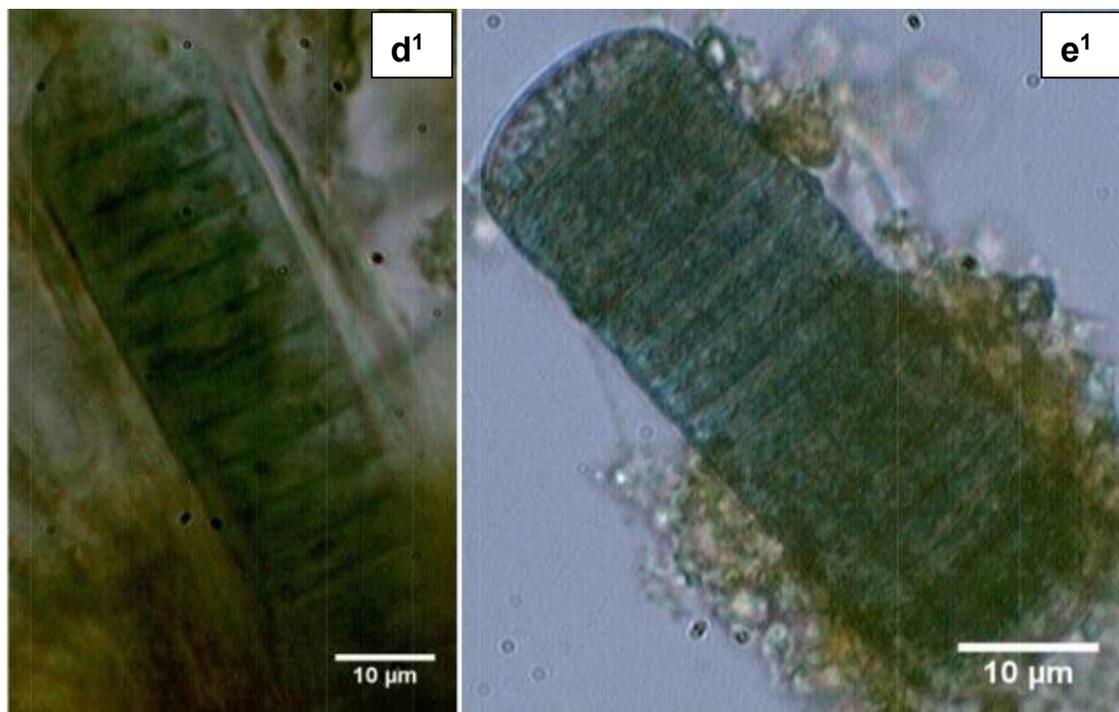


Figura 11 - d¹: *Oscillatoria limosa*, e¹: *Oscillatoria princeps*

Fonte: Acervo do autor.

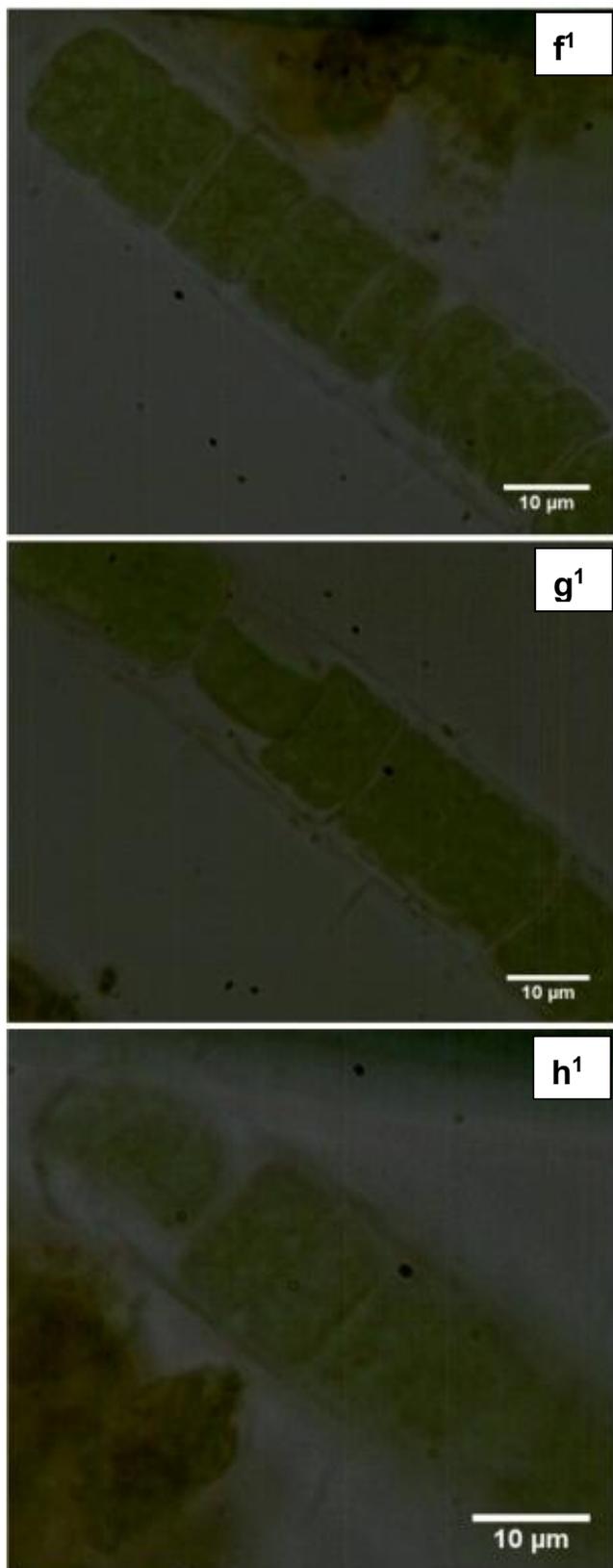


Figura 12 - f¹ - g¹ - h¹: *Oscillatoria ornata*

Fonte: Acervo do autor.

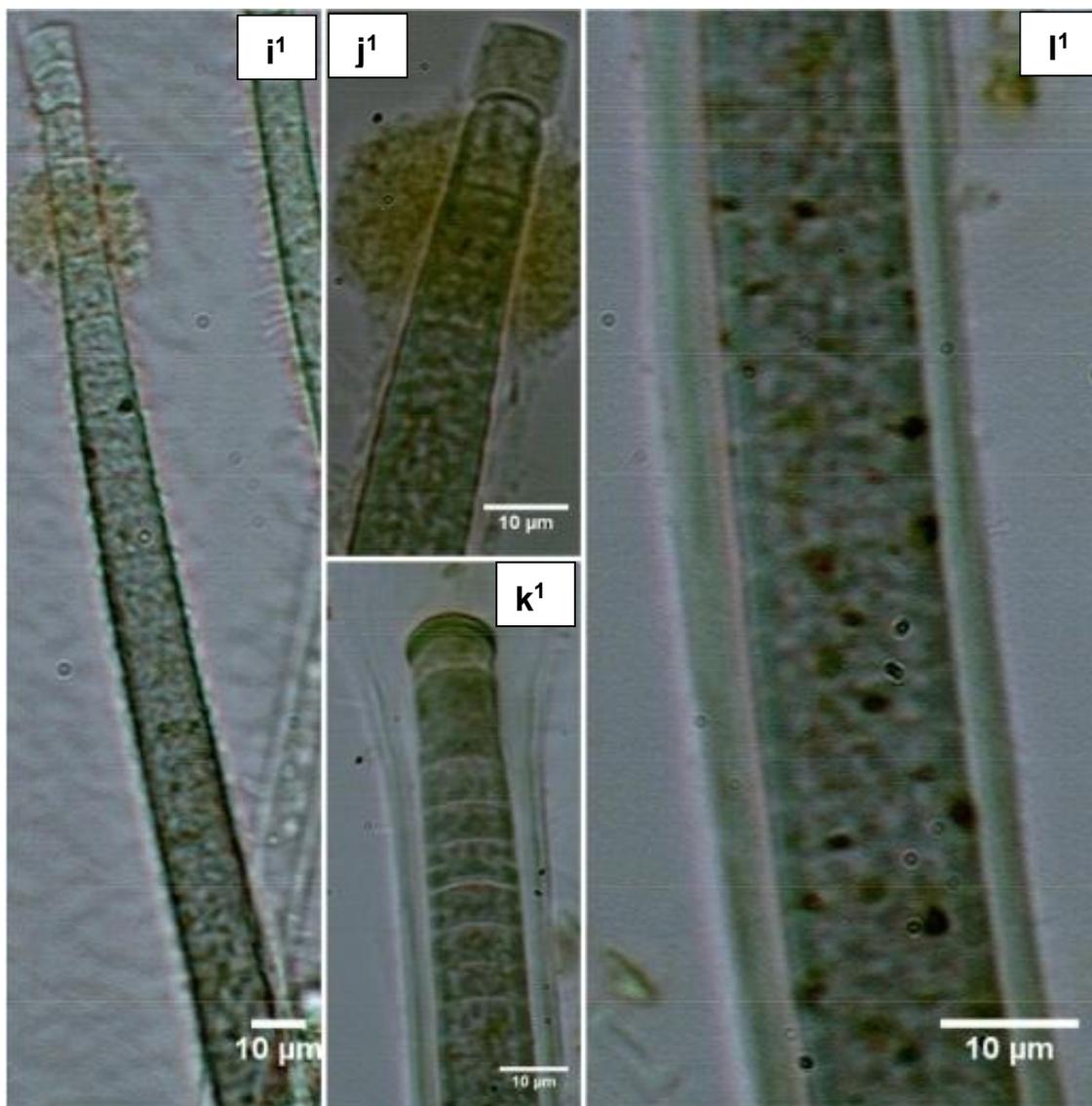


Figura 13 - i¹ - j¹: *Oscillatoria proboscidea*, k¹ - l¹: *Oscillatoria sancta*

Fonte: Acervo do autor.

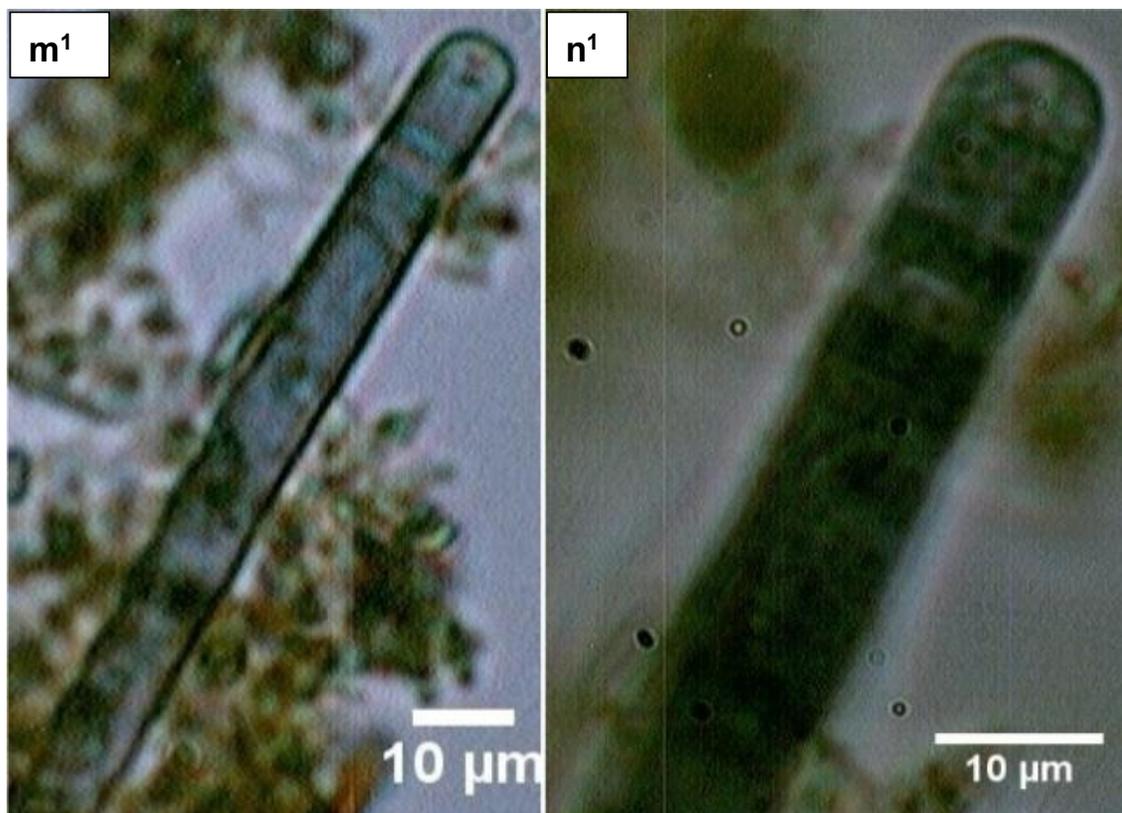


Figura 14 - m^1 - n^1 : *Oscillatoria simplicissima*

Fonte: Acervo do autor.

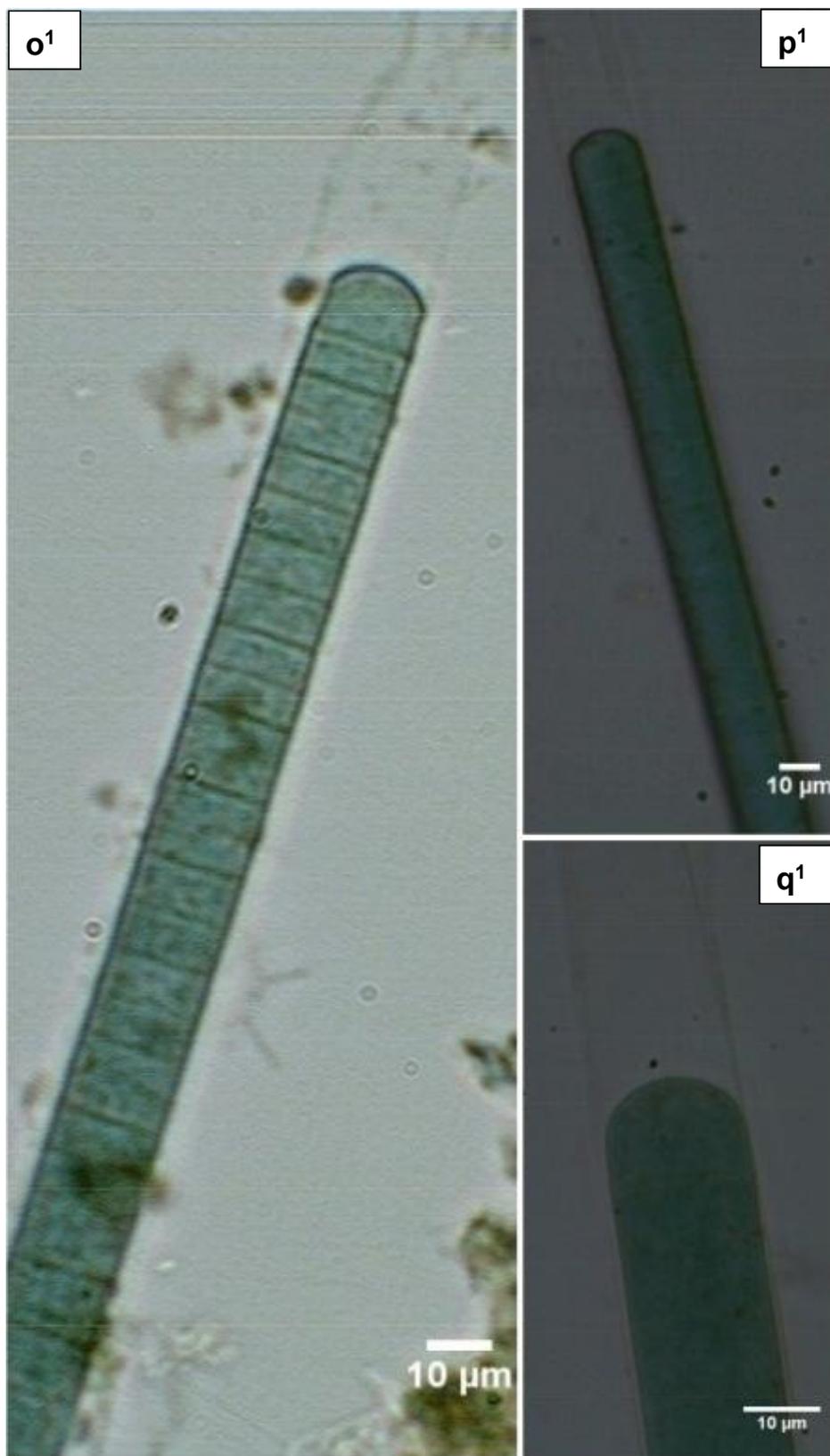


Figura 15 - o¹ - p¹ - q¹: *Oscillatoria tenuis*

Fonte: Acervo do autor.



Figura 16 - r¹ - s¹ - t¹: *Phormidium retzii*

Fonte: Acervo do autor.



Figura 17 - u¹ - v¹ - x¹: *Phormidium tortuosum*

Fonte: Acervo do autor.

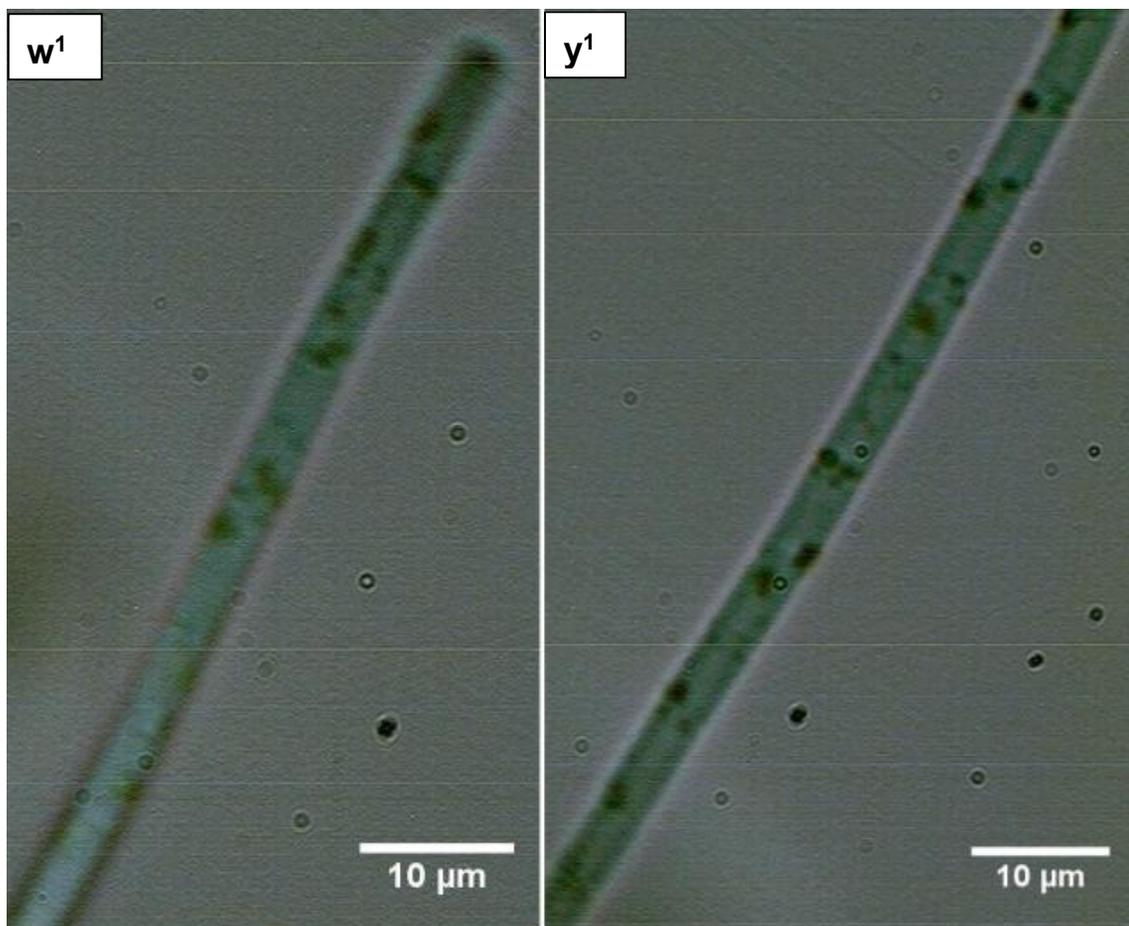


Figura 18 - w¹ - y¹: *Geitlerinema amphibium*

Fonte: Acervo do autor.

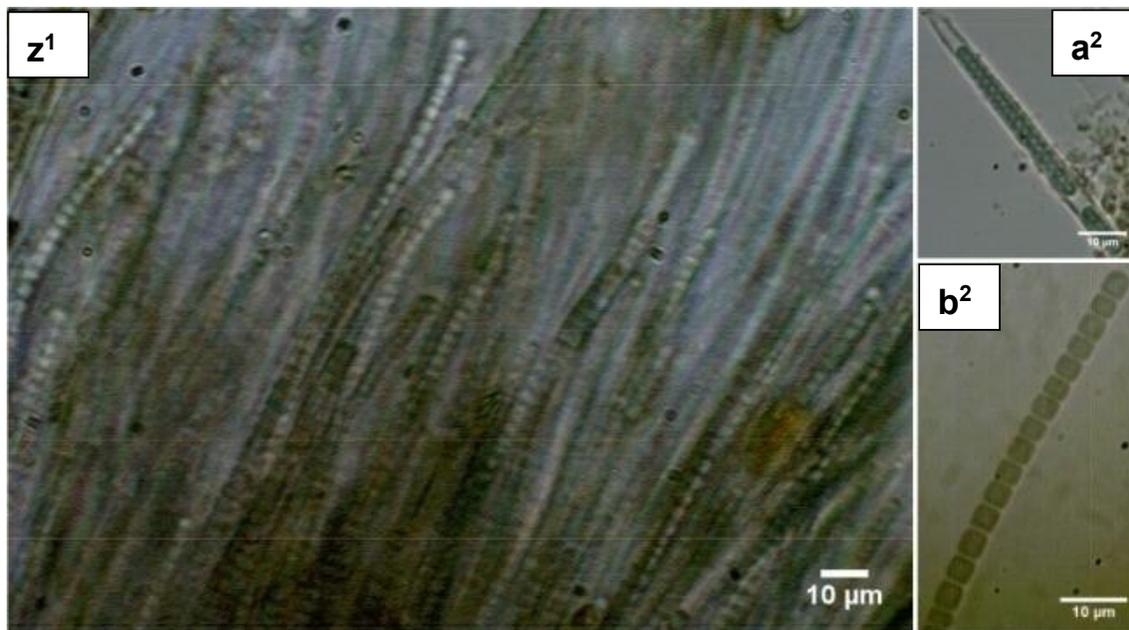


Figura 19 - z¹ - a² - b²: *Leptolyngbya foveolarum*

Fonte: Acervo do autor.

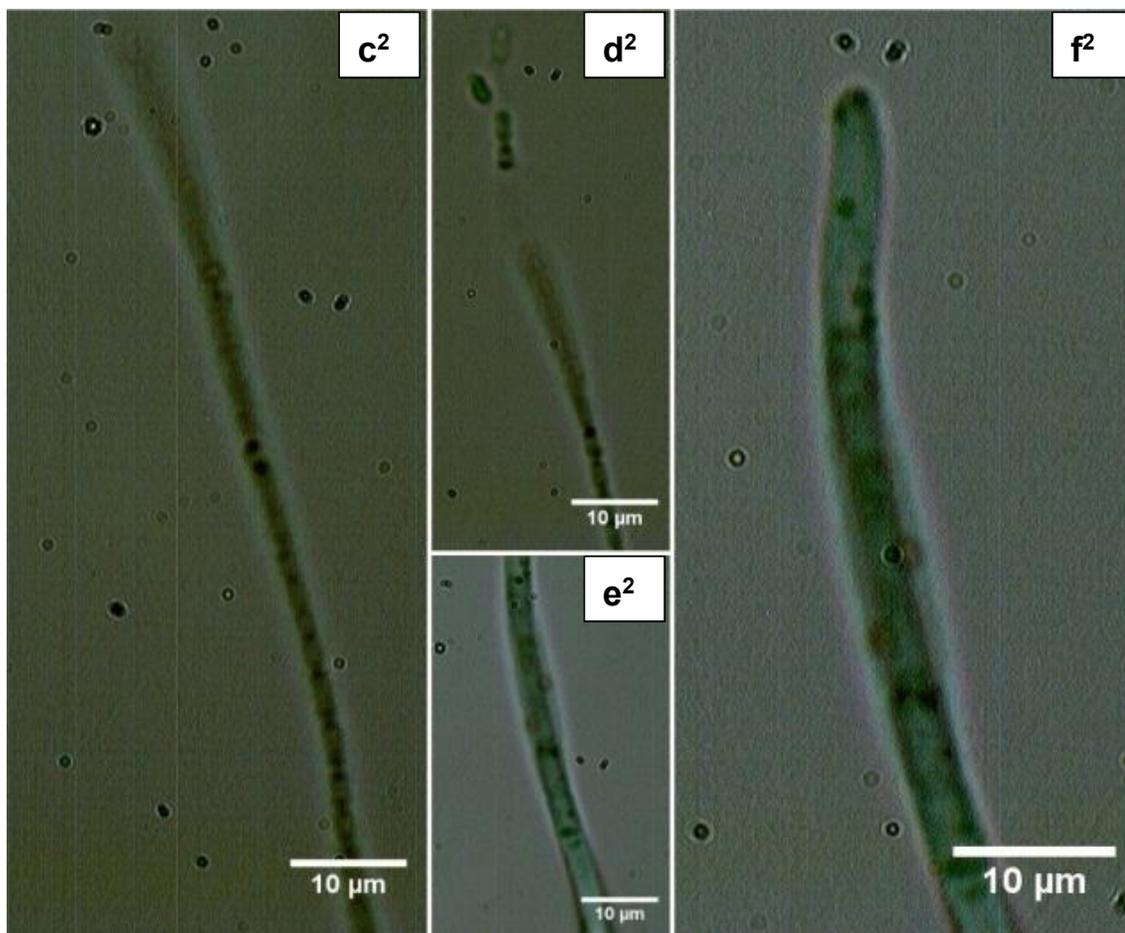


Figura 20 - c² - d²: *Pseudanabaena frigida*, e² - f²: *Limnothrix guttulata*

Fonte: Acervo do autor.

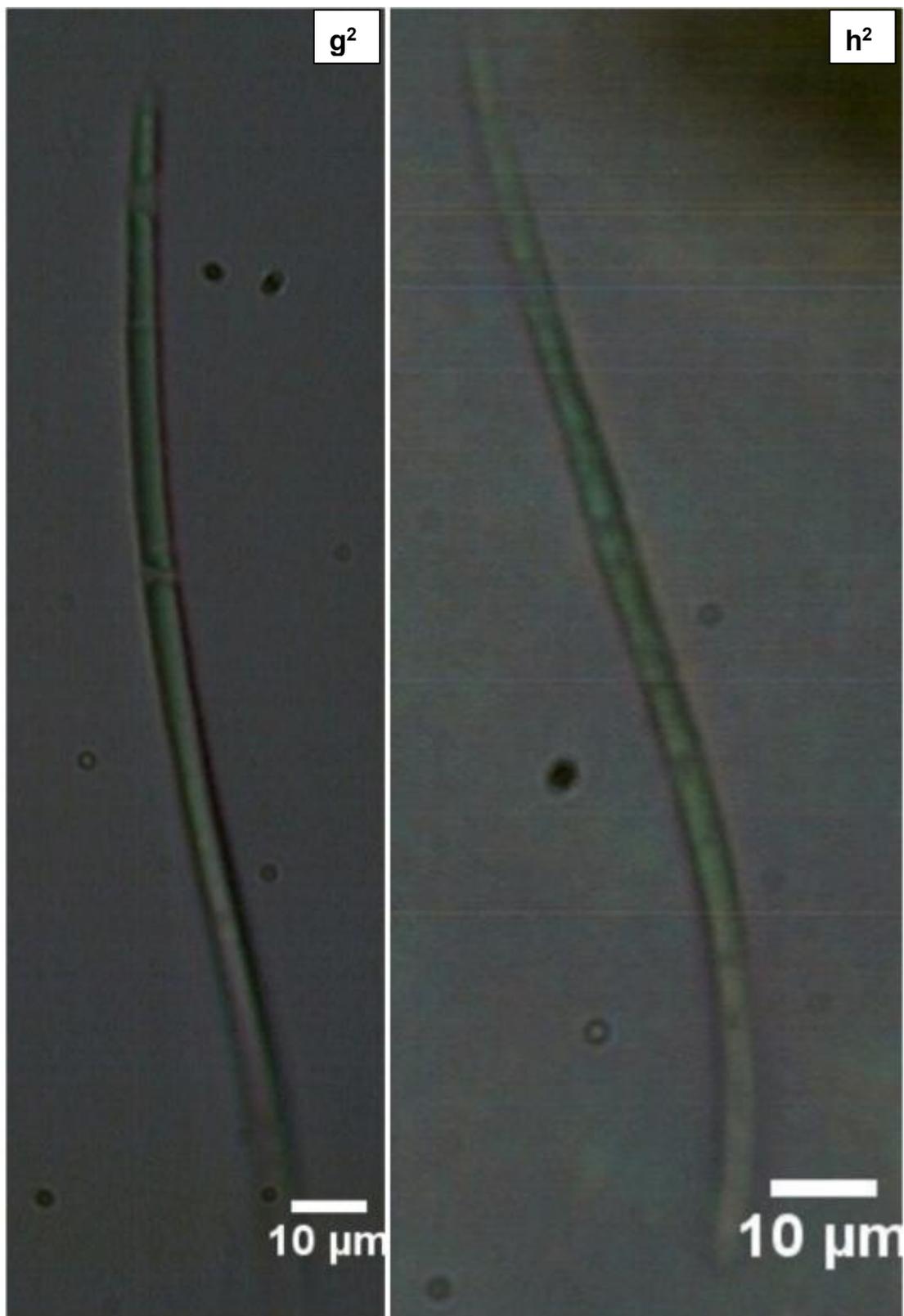


Figura 21 - g² - h²: *Pseudanabaena raphidioides*

Fonte: Acervo do autor.



Figura 22 - i² - j² - k² - l² - m²: *Schizothrix macbridei*

Fonte: Acervo do autor.

4.3 GÊNEROS PREDOMINANTES

O gênero predominante no Córrego Macuco foi *Oscillatoria*, com 36% das espécies identificadas (9 espécies). Em seguida os gêneros *Komvophoron*, *Microcoleus*, *Phormidium* e *Pseudanabaena* totalizaram 32% das espécies, 8% cada um, o que equivale a duas espécies por gênero citado. *Woronichinia*, *Borzia*, *Planktothrix*, *Porphyrosiphon*, *Geitlerinema*, *Leptolyngbya*, *Limnothrix* e *Schizothrix* perfizeram em conjunto 32% das espécies, 4% cada um, sendo uma espécie de cada gênero (Figura 68).

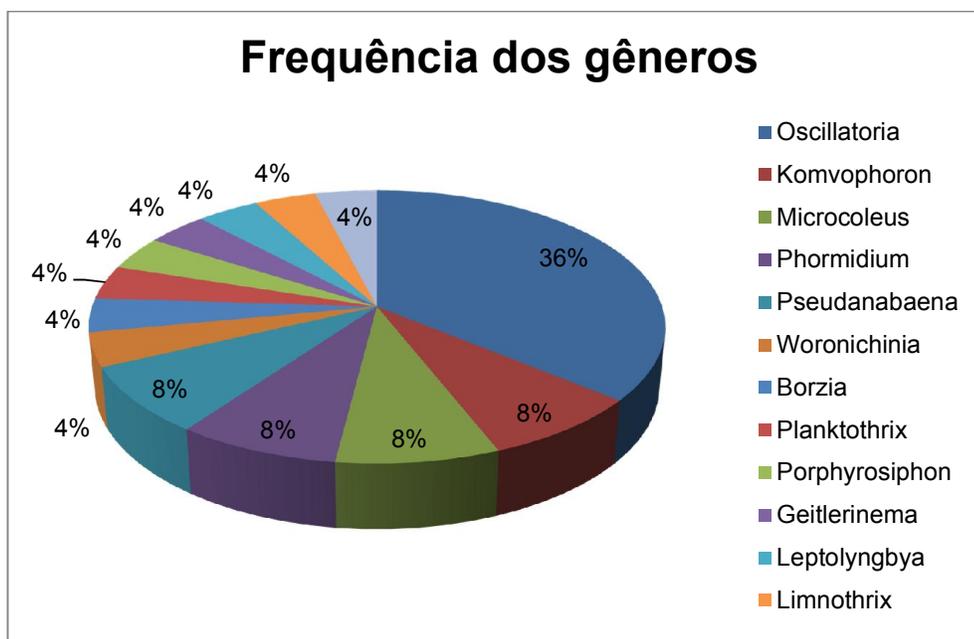


Figura 23: Gráfico demonstrando a frequência dos gêneros de cianobactérias perifíticas no Córrego Macuco.

Fonte: Acervo do autor.

A elevada frequência de *Oscillatoria* em relação aos demais gêneros já foi observada em estudos florísticos envolvendo cianobactérias no Paraná. O trabalho de Moresco e Rodrigues (2006), registrou 13 táxons de *Oscillatoria* em dois reservatórios (Iraí e Segredo), nas proximidades de Curitiba. Ambos também fazem parte da bacia do Rio Iguaçu. Fonseca e Rodrigues (2005) verificaram 4 espécies de *Oscillatoria* em duas lagoas (Clara e das Garças), próximas ao município de Porto Rico. Também pode ser citado o trabalho de Cetto et. al. (2004), em que foram observadas 3 táxons deste mesmo gênero. Este estudo também foi realizado no reservatório de Iraí, no município de Tijucas do Sul.

Segundo Bicudo e Menezes (2006), *Oscillatoria* contém mais de 70 espécies, e é amplamente distribuída pelo globo. Grande parte das espécies deste gênero são de água doce, sendo que a maioria possui hábitos perifíticos ou bentônicos. Pode desenvolver-se em tricomas solitários, mas comumente é encontrada como um emaranhado de tricomas, que muitas vezes é visível à olho nú. Nas amostras do Córrego Macuco, foram observadas formações macroscópicas verde-azuladas com aspecto aveludado (figura 69). Porém, é importante salientar que os emaranhados

continham várias espécies como componentes da formação, e não apenas espécies de *Oscillatoria* sp.



Figura 24: Emaranhado de perífiton contendo o gênero *Oscillatoria* e outros gêneros com esta característica. Coletado em rochas no córrego Macuco

Fonte: Acervo do autor.

Na sequência, os gêneros mais presentes foram quatro, que tiveram frequência de 8%. Tendo como base o trabalho de Krupek; Branco e Peres (2008), *Komvophoron* Anagnostidis & Komárek apresentou características semelhantes ao encontrado no trabalho realizado no PNI. Estas características se referem à morfologia (presença ou ausência de envelope mucilaginoso, e formação de emaranhados) e ambientais (desenvolvimento no perífiton, favorável em clima subtropical). Dessa forma é possível perceber que o nicho ecológico foi propício para o aparecimento deste táxon.

A ocorrência deste gênero no Paraná foi verificada pelos autores citados anteriormente, na bacia do Rio das Pedras em Guarapuava. Neste estudo, foi verificada uma espécie (*K. schmidlei*). Felisberto e Rodrigues (2010), registraram três espécies de *Komvophoron* em um tributário do reservatório de Rosana, entre os municípios de Diamante do Norte e Terra Rica. No trabalho de Fonseca e Rodrigues (2005), a espécie *K. schmidlei* também foi observada.

Segundo Bicudo e Menezes (2006), gênero *Microcoleus* possui cerca de 30 espécies. As características do gênero permitem que seu desenvolvimento seja favorável no epilítton, pois possui bainha mucilaginosa espessa e hialina que envolve os feixes de tricomas. Além do epilítton, este gênero é pode desenvolver-se em substratos diversos.

Três estudos realizados no Paraná registraram a presença deste gênero no estado: Oliveira (2011), realizado em Unidades de Conservação de floresta semidecídua e campos, Branco et. al. (2008), realizado na Floresta Nacional de Irati e o de Peres; Branco e Krupek (2008), que foi realizado em riachos da Serra da Prata, leste do estado do Paraná. Os trabalhos citados verificaram a presença de apenas um espécie do gênero *Microcoleus* (*M. subtorulosus*).

Em relação ao gênero *Phormidium* Kützing ex Gomont 1892, Bicudo e Menezes (2006) citam a presença de cerca de 200 espécies. Os mesmos autores comentam sobre a flexibilidade do gênero quanto às condições ambientais, que pode justificar sua frequência no córrego Macuco. Pode ser encontrado formando emaranhados de vários tipos (mucilaginosas, membranosas ou rígidas como couro), e a formação ou não de bainha depende das condições em que os indivíduos estão expostos.

No Paraná existem vários trabalhos que citam o gênero. Dentre eles, Krupek (2006) registrou seis táxons de *Phormidium* na bacia do Rio das Pedras em Guarapuava. Krupek e Branco (2014), verificaram três espécies deste gênero na bacia de Drenagem do Rio Cascavel, também em Guarapuava. Na Floresta Nacional de Irati, Branco et. al. (2008), observaram duas espécies deste táxon.

Já o gênero *Pseudanabaena*, é comentado por Bicudo e Menezes (2006) citando mais de 30 espécies existentes. Seu hábitat é amplo, que pode estar relacionado à sua frequência na área de estudo, podendo estar presente tanto no perifítton, fitoplâncton e subaéreo, sendo variável de espécie para espécie.

Dentre os trabalhos que citam o gênero no estado no Paraná, podemos citar: Fonseca e Rodrigues (2005), no qual foi registrada uma espécie deste gênero (*P. moniliformis*). O estudo de Biolo e Rodrigues (2011) registrou duas espécies de *Pseudanabaena* em um ambiente semi-lótico na planície de inundação do rio Paraná. Já o trabalho de Felisberto e Rodrigues (2010), verificou quatro espécies referente à

este gênero em um tributário do reservatório de Rosana, entre as cidades de Diamante do Norte e Terra Rica.

Os demais gêneros apresentaram apenas uma espécie cada um, no córrego Macuco (4% cada). A maioria possui características menos compatíveis com o ambiente onde foram encontradas, conforme foi comentado na descrição das espécies pertencentes aos gêneros em questão. Dessa forma, sua baixa frequência em relação aos demais na área de estudo pode estar relacionada à estas características.

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O HÁBITAT E A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESPÉCIES IDENTIFICADAS NO CÓRREGO MACUCO

Informações sobre os habitats em que as cianobactérias são encontradas são muito importantes do ponto de vista da identificação das espécies, pois auxiliam na compreensão dos seus hábitos de vida, bem como dos fatores que influenciam a sua ocorrência nos pontos amostrais.

No córrego Macuco, foi possível verificar espécies típicas de vários habitats, do meio aquático, terrestre e subaéreo. No que diz respeito às espécies perifíticas de modo geral, foram observadas 3 espécies: *O. curviceps*, *O. limosa* (que além do perifíton, podem compor também o fitoplâncton) e *O. simplicissima* (que habita o perifíton de ecossistemas lóticos e lênticos). Normalmente, os organismos presentes no perifíton possuem estruturas morfológicas que permitem a sua adesão ao substrato, para que estes não sejam levados pela correnteza. Um exemplo de tais estruturas é a bainha mucilaginosa, presente nas três espécies citadas.

As espécies pertencentes ao epilíton, ou seja, o perifíton rochoso, foram a maioria (9 espécies). São elas: *M. lacustris*, *M. subtorulosus*, *P. notarisii*, *O. tenuis*, *O. ornata*, *O. princeps*, *O. tenuis* (as quais podem também se desenvolver no metafíton e/ou no bentos de ecossistemas aquáticos), *P. retzii* (pode se desenvolver em qualquer substrato) e *L. foveolarum* (encontrada também em ambientes subaerofíticos e no solo).

Foram verificadas seis espécies que possuem como hábitat o sedimento - epipélton (*K. constrictum*, *O. proboscidea*, *G. amphibium*, *L. guttulata*, *P. frigida*) e grãos de areia - epipsâmon (*K. schmidlei*).

Duas espécies tipicamente subaerófitas e terrestres foram encontradas no epilítton, sendo elas *O. jenensis*, que geralmente cresce sobre musgos, líquens, áreas alagáveis e chuvosas, e *S. macbridei*, de solos úmidos, em desertos e ambientes subaerófitos. Em muitas das rochas em que foram realizadas as coletas havia crescimento de briófitas, o que justifica o desenvolvimento de *O. jenensis*. Em relação à *S. macbridei*, o desenvolvimento em solo úmido, indica proximidade à corpos d'água. Devido às coletas terem sido realizadas em período chuvoso, alguns indivíduos podem ter sido carregados para dentro do córrego.

Foram identificadas quatro espécies consideradas fitoplânctônicas: *W. kusevae*, *P. rubecens*, *O. sancta* e *P. raphidioides*. A presença destas espécies no perífiton pode ter sido casual. A correnteza pode ter sido um dos fatores que levou ao contato com as rochas e promoveu a sua adesão ao substrato, provavelmente de forma acidental.

Em relação as subaerófitas, além *S. macbridei*, foi encontrada apenas uma espécie: *B. susedana*. Neste caso, a proximidade dos barrancos com a calha central do córrego e o contato do ar com as rochas expostas podem ter permitido que indivíduos desta espécie tenham casualmente se desenvolvido no perífiton.

Com base na tabela 2, foi possível verificar que houve diferença na distribuição das espécies do Córrego Macuco entre os pontos de coleta.

Espécie	Ponto amostral									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>W. kuselae</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>B. susedana</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>K. schmidlei</i>	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
<i>K. constrictum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>M. lacustris</i>	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. subtorulosus</i>	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-
<i>P. rubecens</i>	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>P. notarisii</i>	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>O. curviceps</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>O. jenensis</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>O. limosa</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>O. ornata</i>	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>O. princeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>O. proboscidea</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>O. sancta</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>O. simplicissima</i>	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>O. tenuis</i>	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-
<i>P. retzii</i>	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
<i>P. tortuosum</i>	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>G. amphibium</i>	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>L. foveolarum</i>	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-
<i>L. guttulata</i>	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>P. frigida</i>	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. raphidioides</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>S. macbridei</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
Riqueza	0	3	6	4	4	4	8	0	2	

Nos pontos numerados como 1 e 8, não foi observada a presença de cianobactérias. Ambos os pontos apresentaram como características ambientais presença reduzida de perifíton e também foram observadas poucas macrófitas nestes trechos. O ponto 1 estava localizado em área de remanso, e no ponto 8, a correnteza era fraca. As espécies *K. schmidlei*, *L. foveolarum*, *M. subtorulosus* e *O. tenuis* foram verificadas em mais de um ponto de coleta. A espécie *M. subtorulosus* esteve presente em dois pontos de coleta próximos (3 e 4), enquanto que as demais citadas distribuíram-se em pontos de coleta mais distantes: *K. schmidlei* (3 e 6), *L. foveolarum* (4 e 7) e *O. tenuis* (3 e 6). A presença destas espécies nos referidos pontos de coleta justifica a formação dos dois grupos com maior porcentagem de similaridade (100%

para os pontos 3 e 6 e cerca de 80% para os pontos 4 e 7) obtidos pela análise de agrupamento (figura 70).

Os hábitos das espécies presentes em mais que um ponto de coleta, apresentaram semelhanças: a espécie *K. schmidlei* é típica do epipélton, e do episâmon. *L. foveolarum*, geralmente é encontrada em rochas submersas, subaerofíticas e no solo. *M. subtorulosus*, pode ser vista no epilítton, epipélton e em macrófitas. E a espécie *O. tenuis*, pode desenvolver-se no epipélton, no metafítton e epilítton.

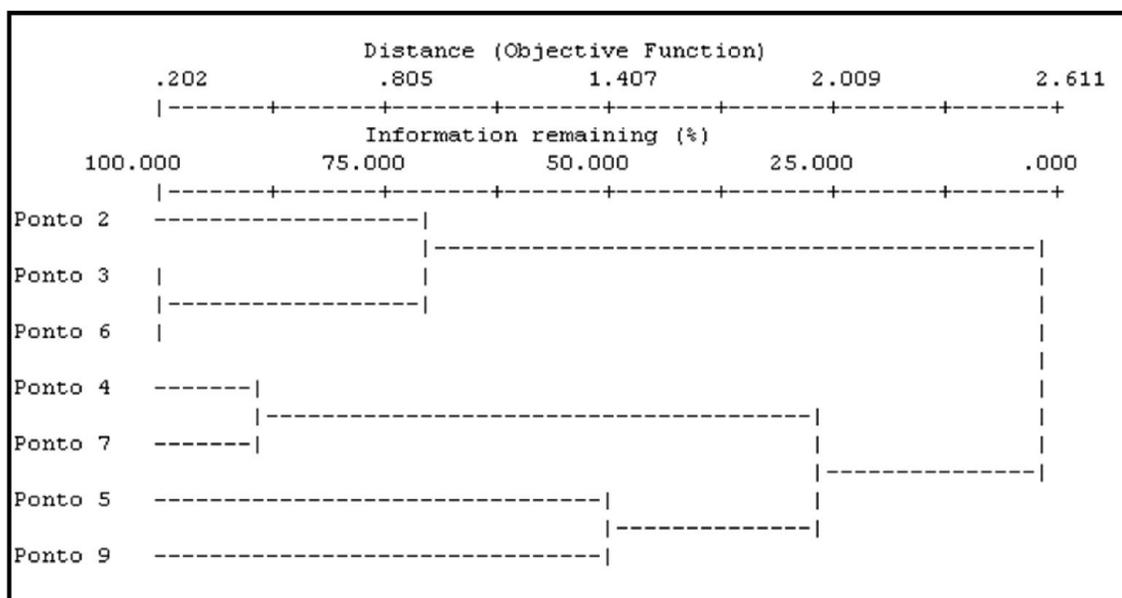


Figura 25: Dendrograma resultante da análise de agrupamento entre os pontos amostrais ao longo do Córrego Macuco (exceto 1 e 8), com base nas espécies identificadas. [Distance (Objective Function) = distância entre os objetos]; [Information Remaining (%) = porcentagem de similaridade entre os objetos]

É notória a maior riqueza de espécies no ponto 7 (8 espécies), o qual é caracterizado por ser o ponto mais alto de uma cachoeira no trajeto do córrego (figura 71). A grande maioria das espécies verificadas neste ponto não possuem hábitos perifíticos, apenas as espécies *L. foveolarum*, *O. curviceps* e *O. limosa* são típicas desta comunidade. Isto sugere a influência da correnteza no curso do córrego, que pode ter carregado estes indivíduos para esta área, os quais por terem ficado presos no perifítton se desenvolveram.



Figura 26: Fotografia da cachoeira do córrego Macuco, mostrando a região onde está localizado o ponto de coleta 7

Fonte: Acervo do autor.

O ponto seguinte (8) está abaixo da queda d'água mencionada anteriormente. As condições ambientais podem não ter sido adequadas para o desenvolvimento de

cianobactérias, assim como no ponto 1, que era o ponto mais próximo da nascente do riacho e não apresentava perífiton visível à olho nú.

Nos demais pontos de coleta, as características ambientais eram semelhantes (figura 72). O tipo de substrato mais abundante na área são as rochas. Havia poucas macrófitas nas margens, e as que estavam presentes apresentavam pouco perífiton. Isso refletiu a formação do agrupamento entre os pontos 5 e 9 (figura 70).



Figura 27: Fotografia representando o ponto de amostragem número 5

Fonte: Acervo do autor.

O bentos, onde ocorre o perífiton do tipo epipélton no sedimento, é um substrato que necessita de estudos, pois o solo das margens do córrego Macuco é considerado frágil. Este possui porções arenosas grosseiras em sua constituição, que podem sofrer influência mais acentuada dos processos de lixiviação (PLANO DE MANEJO, 1999). Como foi apresentado nos comentários das espécies identificadas, algumas dessas

possuem hábitos terrestres e subaéreos que podem ser levadas até o bentos durante as precipitações.

No ponto 9, último ponto antes da queda d'água, ocorre convergência do córrego Macuco no rio Iguaçu. Neste ponto a água já não possui correnteza como acima da cachoeira (ponto 7). Os substratos para o crescimento do perifíton também ocorrem em pouca quantidade, o que torna compreensível a presença de apenas duas espécies neste ponto, as quais provavelmente foram carreadas de locais a montante.

5 CONCLUSÃO

A biodiversidade das cianobactérias no local de estudo é significativa, pois em apenas um tipo de substrato amostrado (epilítton), foi observada a presença de 25 táxons distintos.

A distribuição e riqueza dos táxons ao longo do córrego é heterogêna e está relacionada com os hábitos típicos de cada espécie, levando em conta seu habitat e condições ambientais, ou seja, seu nicho ecológico de modo geral.

As características ambientais frágeis do córrego Macuco, indicam a necessidade da conservação da área do Parque Nacional do Iguaçu como um todo, visando a manutenção da biodiversidade de cianobactérias no local.

REFERÊNCIAS

ANAGNOSTIDIS, Konstantinos; KOMÁREK, Jirí. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 1 – Introduction. Arch. **Hydrobiol./Algological Studies**, v. 38-39, p. 291-302, 1985.

ANAGNOSTIDIS, Konstantinos; KOMÁREK, Jirí. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 3 – Oscillatoriales. **Algological Studies**, v. 50-53, p. 327-472, 1988.

ANAGNOSTIDIS, Konstantinos; KOMÁREK, Jirí. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 5 – Stigonematales. Arch. **Hydrobiol./Algological Studies**, v. 59, p. 1-73, . 1990.

BICUDO, Carlos E. de M.; MENEZES, Mariângela. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil** (chave para identificação e descrições). 2. ed. São Carlos: RiMa, 2006.

BIOLO, Stefania; RODRIGUES, Liliana. Composição de algas perifíticas (exceto Bacillariophyceae) em distintos substratos naturais de um ambiente semilótico, planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v .34, n. 3, p. 307-319, jul-set. 2011.

BLANKENSHIP, Robert E. **Molecular Mechanisms of Photosynthesis**. 2. ed. Hoboken: Wiley Blackwell, 2014.

BORNEMAN, James; TRIPLETT, Eric. W. Molecular Microbial Diversity in Soils from Eastern Amazonia: Evidence for Unusual Microorganisms and Microbial Population Shifts Associated with Deforestation. **Applied and Environmental Microbiology**, American Society for Microbiology, v. 63, p. 2647–2653, 1997.

BRANCO, Ciro C. Z.; EMED, Rafael G.; BRANCO, Luis H. Z.; NECCHI, Orlando J. Macroalgas de riachos da Floresta Nacional de Irati, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 22, n. 2, p. 437-451, 2008.

BRASIL. **MINISTÉRIO DA SAÚDE**: PORTARIA Nº 518/GM Em 25 de março de 2004. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>. Acesso em: 15 out. 2014.

CARVALHO, Maria C.; AGUJARO, Livia F.; PIRES, Denise. A.; PICOLI, Claudia. **Manual de Cianobactérias Planctônicas: Legislação, Orientações para o Monitoramento e Aspectos Ambientais**. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: out. 2014.

CAVATI, Bruna; FERNANDES, Valéria de O. Algas perifíticas em dois ambientes do baixo rio Doce (lagoa Juparanã e rio Pequeno - Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil): variação espacial e temporal. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 439-448, 2008.

CHATTERJEE, Sudip; KESHRI, Jai Prakash. *Borzia* (Cyanophyta) in west Bengal, India, with description of *B. indica* sp. nov. **Cryptogamie Algologie**, v. 26, n. 4, p. 331 - 336, september. 2005.

CETTO, Jusara M.; LEANDRINI, Josimeire A.; FELISBERTO, Sirlene A.; RODRIGUES, Liliana. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Irai, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 1-7, 2004.

CHEN, Min; BLANKENSHIP, Robert E. Expanding the solar spectrum used by photosynthesis. **Trends in Plant Sciences**, v. 16, p. 427-431, 2011.

EPA - United States Environmental Protect Agency. **Cyanobacteria and Cyanotoxins: Information for Drinking Water Systems**. Julho, 2012. Disponível em: < <http://www2.epa.gov/nutrient-policy-data/additional-resources#hab>>. Acesso em: out. 2014.

ESTEVES, Francisco A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FELISBERTO, Sirlene A.; RODRIGUES, Liliana. Periphytic algal community in artificial and natural substratum in a tributary of the Rosana reservoir (Corvo Stream, Paraná State, Brazil). **Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá**, v. 32, n. 4, p. 373-385, 2010.

FELISBERTO Sirlene A.; SOUZA, Danúzia B. da S. Characteristics and Diversity of Cyanobacteria in Periphyton from Lentic Tropical Ecosystem, Brazil. **Advances in Microbiology**, v. 4, p. 1076-1087, november. 2014.

FONSECA, Bárbara M.; FERRAGUT, Carla; TUCCI, Andréa; CROSSETTI, Luciane O.; FERRARI, Fernanda; BICUDO, Denise de C.; SANT'ANNA, Célia L.; BICUDO, Carlos E. de M. Biovolume de cianobactérias e algas de reservatórios tropicais do Brasil com diferentes estados tróficos. **Hoehnea**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 9-30, 2014.

FONSECA, Irauz A.; MANIGLIA, Thiago C.; RODRIGUES, Liliana; PRIOLI, Alberto J.; PRIOLI, Sonia M. A. P. Identificação do gene *mcyA* em florações naturais de *Radiocystis fernandoi*, em um tributário do reservatório de Rosana, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 319-324, 2011.

FONSECA, Irauz A.; RODRIGUES, Liliana. Cianobactérias perifíticas em dois ambientes lênticos da planície de inundação do alto Rio Paraná, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n. 4, p. 821-834, 2005.

FRANCESCHINI, Iara M.; BURLIGA, Ana L.; REVIERS, Bruno; PRADO, João F.; RÉZIG, Sahima H. **ALGAS Uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FUHRMAN, Jed. Genome sequences from the sea: Despite their diminutive stature, phytoplankton have a huge global influence. The genomes of four strains of phytoplankton have now been completely sequenced, revealing their genetic adaptations to distinct marine niches. **NATURE**, v. 424, 2003.

HOFFMANN, Lucien.; KOMÁREK, Jirí; KASTOVSKY, J. System of cyanoprokaryotes (Cyanobacteria) – state in 2004. **Algological Studies**, v. 117, p. 95-115, 2005.

IBDF. **Plano de Manejo - Parque Nacional do Iguaçu**. Brasília, 1981.

ICMBio - **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. Parque Nacional do Iguaçu (PNI). Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/parnaguacu/>>. Acesso em: nov. 2014.

KOENING, Maria L.; ESKINAZI-LEÇA, Enide; NEUMANN-LEITÃO, Sigrid; MACÊDO, Sílvio J. de. IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DO PORTO DE SUAPE SOBRE A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO ESTUÁRIO DO RIO IPOJUCA (PERNAMBUCO-BRASIL). **Acta botânica brasílica**, v. 16, n. 4, p. 407-420, 2002.

KOMÁREK, Jirí; ANAGNOSTIDIS, Konstantinos. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 2 Chroococcales. Arquivo. **Hydrobiologie Supplement 73, 2 Algological Studies**, v. 43, p. 247-345, 1986.

KOMÁREK, Jirí; ANAGNOSTIDIS, Konstantinos. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 Nostocales. Arquivo. **Hydrobiologie Supplement 73, 2 Algological Studies**, v. 36, p. 247-345, 1989.

KOMÁREK, Jirí; ANAGNOSTIDIS, Konstantinos. Cyanoprokariota: Chroococcales. **Süßwasserflora von Mitteleuropa**, Germany, v. 19, 545 p., 1999.

KOMÁREK, Jirí; ANAGNOSTIDIS, Konstantinos. Cyanoprokariota, 2. Teil: Oscillatoriales. **Subwasserflora von Mitteleuropa**, v.19, 759 p., 2005.

KOMÁREK, Jirí. Cyanobacterial Taxonomy: Current Problems and Prospects for the Integration of Traditional and Molecular Approaches. **Algae**, v. 21, n. 4, p. 349-375, 2006.

KRUPEK, Rogério A. **ESTUDO DAS COMUNIDADES DE MACROALGAS DA BACIA DO RIO DAS PEDRAS, GUARAPUAVA, PARANÁ: FLORA E DINÂMICA SAZONAL**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Botânica da Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2006. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/5764/rogerio%20disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 11/06/2015.

KRUPEK, Rogério A.; BRANCO, Ciro C. Z. Estrutura das comunidades de macroalgas da bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 41, n. 1, p. 41-50, 2014.

KRUPEK, Rogério A.; BRANCO, Ciro C. Z.; PERES, Cleto K. Levantamento florístico das comunidades de macroalgas da bacia do Rio das Pedras, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 189-208, 2008.

LARENTIS, Crislei. **FAUNA DE PEIXES EM RIACHOS: AVALIAÇÃO DAS INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS SOBRE OS ATRIBUTOS E ESTRUTURA FUNCIONAL DAS ASSEMBLEIAS**. 2013. 18 f. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO, Cascavel, 2013.

LEE, Robert Edward. **Phycology**. 4. ed. New York: Cambridge University Press, 2008.

MAREŠ, Jan. **Periphytic Cyanobacteria of the Everglades (Florida) and their relation to water chemistry and different substrata**. BACHELOR THESIS. Faculty of Biological Sciences - University of South Bohemia České Budějovice Department of Botany. České Budějovice, 77 f., 2006.

MARTINS, Mariéllen D.; BRANCO, Luis H. Z.; WERNER, Vera R. Cyanobacteria from coastal lagoons in southern Brazil: non-heterocytous filamentous organisms. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 4, p. 325-338, 2012.

MCCUNE, Bruce. e MEFFORD, Michael. J. 1999. **PC-ORD: multivariate analysis of ecological data**. Gleneden Beach: MjM Software, 1999.

MCNEILL, J.; BARRIE, F. R.; BUCK, W. R. ; DEMOULIN, V.; GREUTER, W.; HAWKSWORTH, D. L.; HERENDEEN, P. S.; KNAPP, S.; MARHOLD, K.; PRADO, J.; PRUD'HOMME VAN REINE, W. F.; SMITH, G. F.; WIERSEMA, J. H.; TURLAND, N. J. **International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code)**. Australia: Koeltz Scientific Books, 2011.

MENEZES, Viviane C. **COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA A MONTANTE E A JUSANTE DAS CATARATAS DO IGUAÇU**. 2012. 39 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2012.

MMA – **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**. RESOLUÇÃO N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Publicada no DOU n° 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: out. 2014.

MMA – **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**. Programa de Turismo nos Parques, 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dap/_publicacao/149_publicacao_161220_10111448.pdf>. Acesso em: nov. 2014.

MOLICA, R.; AZEVEDO, S. ECOFISIOLOGIA DE CIANOBACTÉRIAS PRODUTORAS DE CIANOTOXINAS. **Oecologia**, v. 13, n. 2, p. 229-246, 2009.

MOLISANI, M. M.; BECKER, H.; BARROSO, H. S.; HIJO, C. A. G.; MONTE, T. M.; VASCONCELLOS, G. H.; LACERDA, L. D. The influence of castanhão reservoir on nutrient and suspended matter transport during rainy season in the ephemeral

Jaguaribe river (CE, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 1, São Carlos, Feb. 2013.

MORESCO, Carina; RODRIGUES, Liliana. Cianobactérias perifíticas nos reservatórios de Segredo e Iraí, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 335-345, oct-Dec. 2006.

MOSCHINI-CARLOS, Viviane; BORTOLI, Stella; PINTO, Ernani; NISHIMURA, Paula Y.; FREITAS, Leandro G. de; POMPEO, Marcelo L. M.; DORR, Felipe.XS Cyanobacteria and Cyanotoxin in the Billings Reservoir (Sao Paulo, SP, Brazil). **Limnetica**, v. 28, n. 2, p. 273-282, 2009.

NARDELLI, Margaret S. **DIATOMÁCEAS PLANCTÔNICAS DO BAIXO RIO IGUAÇU: ESTRUTURA E DINÂMICA DA COMUNIDADE**. 2012. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2012.

NOGUEIRA, Ina de S.; GAMA JÚNIOR, Watson A.; D' ALESSANDRO, Emmanuel B. Cianobactérias planctônicas de um lago artificial urbano na cidade de Goiânia, GO. **Revista Brasil Botânica**, V.34, n.4, p.575-592, out.-dez. 2011.

OLIVEIRA, Régis de C. **Distribuição ecológica das comunidades de macroalgas de ambientes lóticos em duas unidades de conservação abrangendo os biomas da Floresta Estacional Semidecidual e Campos no estado do Paraná**. Dissertação de mestrado, Pós-graduação em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal), Repositório Institucional Unesp, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/87857>>. Acesso em: 11/06/2015.

PANOSSO, Renata; COSTA, Ivaneide A. S.; SOUZA, Nara R.; ATTAYDE, José L.; CUNHA, Sandra R. S.; GOMES, Fernando C. F. CIANOBACTÉRIAS E CIANOTOXINASEM RESERVATÓRIOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE E O POTENCIAL DO CONTROLE DAS FLORAÇÕES PELA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*). **Oecologia**, v. 11 n. 3, p. 433-449, 2007.

PEDRINI, Alexandre G. **MACROALGAS: uma introdução à taxonomia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

PEREIRA, Jeferson L.; BRANCO, Luis H. Z. Macroalgas em nascentes e arredores de riachos na região noroeste do Estado de São Paulo. **Hoehnea**, v. 37, n. 3, p. 435-444, 2010.

PERES, Cleto K.; BRANCO, Ciro C. Z.; KRUIPEK, Rogério A. Macroalgas de riachos da Serra da Prata, leste do Estado do Paraná, Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 22, n. 2, p. 333-344, 2008.

Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu, 1999. Disponível em: <http://www.cataratasdoiguacu.com.br/manejo/siuc/planos_de_manejo/pni/html/index.htm>. Acesso em: Nov, 2014.

POLGE, Nesrin; SUKATAR, Atakan; SOYLU, Elif N.; GÖNÜLOL, Arif. Epipellic Algal Flora in the Küçükçekmece Lagoon. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 10, p. 39-45, 2010.

RAI, Shiva K.; MISRA, Pradeep K. FRESHWATER CYANOPHYCEAE FROM EAST NEPAL. **Bangladesh Journal of Plant Taxonomy**, v. 17, n. 2, p. 121-139, December. 2010.

RANDALL, A. WHAT MAINSTREAM ECONOMISTS HAVE TO SAY ABOUT THE VALUE OF BIODIVERSITY. In: WILSON, Edward Osborne. Harvard University. **Biodiversity**; Washington D.C. National Academy of Sciences / Smithsonian Institution, p. 217, 1988.

REVIERS, Bruno. **Biologia e filogenia de algas**. 1. ed. São Paulo: Artmed, 2003.

RÓS, Patrícia C. M. **Avaliação dos Óleos de Cianobactérias como Matéria-Prima lipídica para Síntese de Biodiesel pela Rota Etilica**. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, 2012.

SANT'ANNA, Célia L.; MELCHER, Sílvia S.; CARVALHO, Maria do Carmo; GEMELGO, Marcina P.; AZEVEDO, Maria Teresa P. Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n.1, p.1-17, 2007.

SANT'ANNA, Célia L.; TUCCI, Andréa; AZEVEDO, Maria T. P.; MELCHER, Sílvia S.; WERNER, Vera R.; MALONE, Camila F. S.; ROSSINI, Edna F.; JACINAVICIUS, Fernanda R.; HENTSCHE, Guilherme S.; OSTI, João A. S.; SANTOS, Kleber R. S.; GAMA JUNIOR, Watson A.; ROSAL, Camila; ADAME, Gisele. **Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2012.

SENNA, P. A. C. *Cyanophyceae* from the Eastern Region of Distrito Federal, Brasil, 2. **Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique**, v. 65, p. 73 - 102, may, 1996.

SHARMA, Naveen K.; RAI, Ashawani K.; STAL, Lucas J. **Cyanobacteria: An Economic Perspective**. 1. ed. Chennai: John Wiley & Sons Ltd., 2014.

SILVA, L. H. S. FITOPLÂNCTON DE UM RESERVATÓRIO EUTRÓFICO (LAGO MONTE ALEGRE), RIBEIRÃO PRETO, SÃO PAULO, BRASIL. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 281-303, 1999.

SILVA, S. M. F. Cyanophyceae associated with mangrove trees at Inhaca Island, Mozambique. **Bothalia**, v. 21, n. 2, p. 143 - 150, 1991.

SOO, Rochelle M.; SKENNERTON, C. T.; SEKIGUCHI, Y.; IMELFORT, M.; PAECH, S. J.; DENNIS, P. G.; STEEN, J. A.; PARKS, D. H.; TYSON, G. W.; HUGENHOLTZ, P. An Expanded Genomic Representation of the Phylum Cyanobacteria. **Genome Biology Evolution**, Oxford, v. 6, n. 5, p. 1031–1045, 2014.

STANIER, Roger Y.; VAN NIEL, Cornelius B. The concept of a bacterium. **Arquivo Mikrobiol**, v. 42, p. 17-35, 1962.

TONETTO, Aurélio F.; PERES, Cleto K.; BRANCO, Ciro C. Z. O gênero *Vaucheria* D.C. (Vaucheriaceae, Xanthophyceae) no Sul do Brasil: aspectos taxonômicos e ecológicos. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 2, p. 197-204, 2012.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VETTORATO, Bianca; LAUDARES-SILVA, Roselane; TALGATTI, Dávia; MENEZES, Mariângela. Evaluation of the sampling methods applied to phycoperiphyton studies in the Ratoes River estuary, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. 22, n. 3, p. 257-266, 2010.

WATANABE, Masayuki; KOMÁREK, Jirí. Several Cyanoprocarvates from Sagarmatha National Park, Nepal Himalayas. **Bulletin of the National Science Museum**. Series B, Botany, Tokyo, Ser. B, v. 20, n. 1, p. 1 - 31, March. 1994.

Anexo A - Autorização para coleta no PNI.



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 46374-1	Data da Emissão: 24/10/2014 15:51	Data para Revalidação*: 23/11/2015
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Fernanda Ferrari	CPF: 037.942.219-07
Título do Projeto: Levantamento florístico das microalgas perífíticas em ambientes aquáticos do Parque Nacional do Iguaçu, Foz do Iguaçu, Paraná.	
Nome da Instituição : Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Dois Vizinhos	CNPJ: 75.101.873/0007-85

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta mensal de algas perífíticas nos ambientes aquáticos do Parque Nacional do Iguaçu.	11/2014	12/2018

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NAO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		PR	PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Glaucophyta, Cyanobacteria, Prasinophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta

Material e métodos

1	Amostras biológicas (Microorganismos)	Outras amostras biológicas(CA@lulas)
2	Amostras biológicas (Plantas)	Ramos
3	Amostras biológicas (Vegetais hidróbios)	Outras amostras biológicas(Talos)
4	Método de captura/coleta (Microorganismos)	Outros métodos de captura/coleta(Raspagem e/ou coleta do substrato)

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 36186745





Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 46374-1	Data da Emissão: 24/10/2014 15:51	Data para Revalidação*: 23/11/2015
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Fernanda Ferrari	CPF: 037.942.219-07
Título do Projeto: Levantamento florístico das microalgas perifíticas em ambientes aquáticos do Parque Nacional do Iguaçu, Foz do Iguaçu, Paraná.	
Nome da Instituição : Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Dois Vizinhos	CNPJ: 75.101.873/0007-85

5	Método de captura/coleta (Plantas)	Outros métodos de captura/coleta(Raspagem e/ou coleta do substrato)
6	Método de captura/coleta (Vegetais hidróbios)	Outros métodos de captura/coleta(Raspagem e/ou coleta do substrato)

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Dois Vizinhos	colecção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 36186745



