



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM BIODIVERSIDADE NEOTROPICAL**

LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DE MACROALGAS DO LESTE DO PARAGUAI

MARINA RAMOS AURICCHIO

Foz do Iguaçu
2022



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS
DA VIDA E DA NATUREZA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM BIODIVERSIDADE NEOTROPICAL**

LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DE MACROALGAS DO LESTE DO PARAGUAI

MARINA RAMOS AURICCHIO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Biodiversidade Neotropical, do Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Cleto Kaveski Peres
Coorientador: Prof. Dr. Orlando Necchi Júnior

Foz do Iguaçu
2022

MARINA RAMOS AURICCHIO

**LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DE MACROALGAS DO LESTE DO
PARAGUAI**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Neotropical, do Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Cleto Kaveski Peres
Orientador
UNILA

Dr. Ciro Cesar Zanini Branco
UNESP

Dr. Rogério Antonio Krupek
UNESPAR / União da Vitória

Foz do Iguaçu, ____ de _____ de _____.

AGRADECIMENTOS

Durante os anos de graduação, foi recorrente eu ouvir de professores que ninguém faz ciência sozinho. Todo trabalho é fruto de um esforço conjunto, e conforme fui amadurecendo academicamente, percebi que este dizer é muito genuíno. Este trabalho é um fruto da colaboração de muitas pessoas, que auxiliaram e repassaram o conhecimento que possuíam para que este estudo fosse realizado. E por isso, agradeço profundamente todos que me ajudaram, direta e indiretamente, principalmente no período de pandemia em que o trabalho foi desenvolvido.

Em primeiro lugar agradeço ao meu professor orientador, Dr. Cleto Kaveski Peres, que me acompanhou desde a minha primeira Iniciação Científica até aqui, passando seu conhecimento e me auxiliando na minha construção pessoal e acadêmica. Agradeço, acima de tudo, que a relação aluno-professor tenha evoluído para uma amizade.

Agradeço ao meu co-orientador, Dr. Orlando Necchi Jr., por ter aceitado a co-orientação e dado ensinamentos valiosos durante a escrita. Por ter apoiado a ideia inicial para este trabalho, que por forças maiores tivemos que mudar, e pelo incentivo em continuar na pesquisa.

Aos integrantes da banca, Dr. Ciro Cesar Zanini Branco e Dr. Rogério Antonio Krupek, pelas sugestões.

À minha família, que me apoiou em todo momento, e agradecimentos especiais à minha mãe, Ana Lúcia, por ser a mulher forte e acolhedora que é. Agradeço a ela e meu irmão, Pedro, por terem me proporcionado um ambiente seguro e terem me incentivado em todos os meus momentos de desânimo. Agradeço ao meu pai, Paulo, por ter estado disposto a ajudar na dissertação, mesmo com a diferença entre as áreas que estamos imersos.

Agradeço também àqueles que foram a campo comigo, Cleto, Richard Lambrecht, Mariana Albuquerque, Elaine Bartozek, e por terem tornado as coletas mais divertidas e dinâmicas, além de terem ajudado nas identificações das espécies.

E por último, e igualmente importante, agradeço às minhas amigas, Giuli, Sara e Maria Carolina, que por mais distantes que estávamos, me ajudaram

tanto na construção desta dissertação, quanto por me ouvirem e me acolherem durante esses anos.

*“Da sede, brota em meu sonho uma fonte:
Água fria em chão de pedra.
No fundo, uma alga se espreguiça
E essa alga sou eu.” **Helena Kolody***

AURICCHIO, Marina Ramos. **Levantamento florístico de macroalgas do leste do Paraguai**. 2022. 92 pág. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Neotropical – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2022.

RESUMO

As informações sobre todos os aspectos da biodiversidade são tipicamente tendenciosas taxonômica, geográfica e temporalmente, o que reflete no conhecimento desigual entre os organismos e as áreas da biologia. No Neotrópico, um cenário semelhante é encontrado, onde a diversidade taxonômica da região é geralmente subestimada, especialmente para organismos pouco amostrados. Na América do Sul, a maior parte da pesquisa envolvendo algas de água doce tem sido conduzida no Brasil e Argentina, com comparativamente poucos estudos publicados em outros países. O Paraguai, por sua vez, é um dos países sul-americanos que possuem o menor número de trabalhos envolvendo algas. Além da escassez de estudos, uma distribuição geográfica não uniforme desses estudos é perceptível. Ao se comparar a riqueza entre os países sul-americanos, o Paraguai é, provavelmente, o que apresenta a flora ficológica menos conhecida, e não apresenta nenhum trabalho cujo foco exclusivo seja macroalgas de ambientes lóticos. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo contribuir com o conhecimento da flora de macroalgas de riachos do leste do Paraguai por meio de um levantamento taxonômico. Para tanto, foram amostrados 17 segmentos de riachos em três campanhas de coletas (fevereiro, julho e novembro de 2019). A coleta das amostras de macroalgas foi conduzida de acordo com a técnica da transecção e conjuntamente foram tomadas medidas das principais variáveis ambientais. Os espécimes foram armazenados em formaldeído 4% e levados ao laboratório, onde foram identificados no menor nível taxonômico possível. No total, foram identificados 44 táxons infragenéricos de macroalgas pertencentes a seis divisões, nas quais Cyanobacteria e Chlorophyta foram as divisões melhores representadas. Para todos os táxons foram apresentadas informações taxonômicas, descrições, localização com coordenadas geográficas, características ambientais do local de coleta, comentários taxonômicos (quando necessários) e suas respectivas fotomicrografias. As divisões mais representativas neste estudo foram Cyanobacteria (31,8% dos táxons amostrados) e Chlorophyta (29,6%). Do total de táxons amostrados, 31 deles consistem em novos registros para o Paraguai, e 32 novos registros para a Bacia Hidrográfica do Alto Paraná. Conjuntamente, uma espécie dentre as amostradas é potencialmente nova para a ciência. Os resultados obtidos por este levantamento taxonômico foram de grande contribuição para a diminuição dos déficits de conservação da biodiversidade, o Déficit Linneano, e principalmente, o Déficit Wallaceano.

Palavras-chave: Ambientes lóticos. Taxonomia. Alto Paraná. Déficit Wallaceano.

AURICCHIO, Marina Ramos. *Estudio florístico de macroalgas en el este de Paraguay*. 92 pág. *Disertación de maestría de Programa de Postgrado en Biodiversidad Neotropical – Universidad Federal de la Integración Lationamericana, Foz do Iguacu, 2022.*

RESUMEN

La información sobre todos los aspectos de la biodiversidad suele estar sesgada taxonómica, geográfica y temporalmente, lo que refleja un conocimiento desigual entre los organismos y las áreas de la biología. En el Neotrópico se encuentra un escenario similar, donde la diversidad taxonómica de la región es generalmente subestimada, especialmente para organismos mal muestreados. En América del Sur, la mayor parte de la investigación con algas de agua dulce se ha realizado en Brasil y Argentina, con comparativamente pocos estudios publicados en otros países. Paraguay, por su parte, es uno de los países sudamericanos con menor número de obras con algas. Además de la escasez de estudios, se nota una distribución geográfica no uniforme de estos trabajos. Al comparar la riqueza entre los países sudamericanos, Paraguay es probablemente el que tiene la flora ficológica menos conocida, y no presenta ningún trabajo cuyo foco exclusivo sean las macroalgas de ambientes lóticos. Así, el presente trabajo tuvo como objetivo contribuir al conocimiento de la flora de macroalgas de los arroyos del este de Paraguay a través de un relevamiento taxonómico. Para ello, se muestrearon 17 segmentos de arroyos en tres campañas de muestreo (febrero, julio y noviembre de 2019). La recolección de muestras de macroalgas se realizó según la técnica de transección y se tomaron en conjunto medidas de las principales variables ambientales. Los especímenes se almacenaron en formaldehído al 4% y se llevaron al laboratorio, donde se identificaron al nivel taxonómico más bajo posible. En total, se identificaron 44 taxones infragenéricos de macroalgas pertenecientes a seis divisiones, en las que Cyanobacteria y Chlorophyta fueron las divisiones mejor representadas. Para todos los taxones se presentó información taxonómica, descripciones, ubicación con coordenadas geográficas, características ambientales del sitio de colecta, comentarios taxonómicos (cuando fue necesario) y sus respectivas fotomicrografías. Las divisiones más representativas en este estudio fueron Cyanobacteria (31,8% de los taxones muestreados) y Chlorophyta (29,6%). Del total de taxones muestreados, 31 de ellos corresponden a nuevos registros para Paraguay y 32 nuevos registros para la Cuenca Hidrográfica del Alto Paraná. En total, una especie entre las muestreadas es potencialmente nueva para la ciencia. Los resultados obtenidos por este relevamiento taxonómico fueron de gran aporte para la reducción de los déficits de conservación de la biodiversidad, el Déficit Linneano, y principalmente, el Déficit Wallaceano.

Palabras clave: *Ambientes lóticos. Taxonomía. Alto Paraná. Déficit Wallaceano*

AURICCHIO, Marina Ramos. Floristic survey of macroalgae in eastern Paraguay. 2022. 92 pag. Master's thesis of the Graduate Program in Neotropical Biodiversity - Federal University of Latin American Integration, Foz do Iguaçu, 2022.

ABSTRACT

Information on all aspects of biodiversity is typically taxonomically, geographically and temporally biased, which reflects unequal knowledge between organisms and areas of biology. In the Neotropics, a similar scenario is found, where the taxonomic diversity of the region is generally underestimated, especially for poorly sampled organisms. In South America, most of the research involving freshwater algae has been conducted in Brazil and Argentina, with comparatively few studies published in other countries. Paraguay, on the other hand, is one of the South American countries with the lowest number of works involving algae. In addition to the scarcity of studies, a non-uniform geographic distribution of these studies is noticeable. When comparing the richness among South American countries, Paraguay is probably the one with the least known phycological flora, and does not present any work whose exclusive focus is macroalgae from lotic environments. Thus, the present work aimed to contribute to the knowledge of the macroalgae flora of streams in eastern Paraguay through a taxonomic survey. For that, 17 stream segments were sampled in three sampling campaigns (February, July and November of 2019). The collection of macroalgae samples was carried out according to the transection technique and measures of the main environmental variables were also taken. The specimens were stored in 4% formaldehyde and taken to the laboratory, where they were identified at the lowest possible taxonomic level. In total, 44 infrageneric macroalgae taxa belonging to six divisions were identified, in which Cyanobacteria and Chlorophyta were the best represented divisions. For all taxa, taxonomic information, descriptions, location with geographic coordinates, environmental characteristics of the sampling site, taxonomic comments (when necessary) and their respective photomicrographs were presented. The most representative divisions in this study were Cyanobacteria (31,8% of the sampled taxa) and Chlorophyta (29,6%). Of the total number of taxa sampled, 31 of them consist of new records for Paraguay, and 32 new records for the Upper Paraná Hydrographic Basin. Altogether, one species among those sampled is potentially new to science. The results obtained by this taxonomic survey were of great contribution to the reduction of biodiversity conservation shortfall, the Linnean Shortfall, and mainly, the Wallacean Shortfall.

Keywords: *Lotic Environments. Taxonomy. Upper Paraná. Wallacean Shortfall.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Região de amostragem	16
3.2 Pontos de amostragem	16
3.3 Procedimentos in situ	18
3.4 Procedimentos em laboratório	19
3.5 Análises estatísticas	20
4 RESULTADOS	21
4.1 Chave de identificação	24
4.2 Divisão Bacillariophyta	27
4.3 Divisão Charophyta	33
4.4 Divisão Chlorophyta	37
4.5 Divisão Cyanobacteria	49
4.6 Divisão Ochrophyta	62
4.7 Divisão Rhodophyta	63
4.8 Análise multivariada	70
5 DISCUSSÃO	71
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
7 REFERÊNCIAS	75
APÊNDICES	82

1 INTRODUÇÃO

A biodiversidade está distribuída de forma desigual pela Terra e varia entre e dentro de regiões geográficas, ecossistemas e diferentes grupos de organismos (Antonelli *et al.* 2018). No entanto, as informações sobre todos os aspectos da biodiversidade são tipicamente tendenciosas taxonomicamente, geograficamente e temporalmente (Hortal *et al.* 2015), o que reflete no conhecimento desigual entre os organismos e as áreas da biologia. As lacunas do conhecimento acerca da biodiversidade estão presentes em todos os grupos de organismos, porém são mais acentuadas em grupos menos chamativos (Hortal *et al.* 2015, Troudet *et al.* 2017).

Alguns organismos, em sua maioria plantas e vertebrados, são super-representados em vários campos científicos (Hortal *et al.* 2015, Troudet *et al.* 2017) e atraem mais atenção pública, científica e governamental, enquanto que a maioria das espécies permanece desconhecida ou pouco estudada (Troudet *et al.* 2017). Contudo, focar em algumas espécies, muitas vezes carismáticas, impede chegar a conclusões globais e desenvolver planos de conservação eficientes, tendo em contrapartida as espécies raras, pequenas ou não carismáticas desempenhando funções essenciais nos ecossistemas (Troudet *et al.* 2017). Portanto, dada sua importância científica e social, descrever o viés taxonômico no estudo da biodiversidade e compreender suas causas são prioridades inegáveis (Hortal *et al.* 2015, Troudet *et al.* 2017, Rosset *et al.* 2020).

Mesmo com as dificuldades em estudar alguns organismos, como sua distribuição restrita ou pela dificuldade de identificação, isto por si só não pode explicar totalmente o viés taxonômico generalizado observado na ciência. Troudet *et al.* (2017) mostraram que a forma que os interesses sociais influenciam e enviesam a escolha do organismo de estudo se correlaciona fortemente com o viés taxonômico. De forma semelhante, foi visto que o viés taxonômico aumentou ao longo do tempo, no qual o acúmulo de dados para grupos mais carismáticos se deu de forma mais rápida em comparação a outros grupos (Troudet *et al.* 2017). Dados a respeito de aves, por exemplo, se mostrou muito mais frequentes (283 milhões de ocorrências registradas entre os anos de 2000 e 2016), enquanto que para algas vermelhas da classe Florideophyceae, o

número de ocorrências registradas por ano estagnou ou diminuiu nos últimos 40 anos (Troudet *et al.* 2017).

De forma geral, as insuficiências teóricas e práticas que acercam o conhecimento da biodiversidade representam uma dificuldade ao trabalhar com dados incompletos e, muitas vezes, não representativos (Hortal *et al.* 2015). Tais lacunas são ampliadas ao passo que o conhecimento científico básico é negligenciado. Para contornar tal situação, é aconselhável o investimento em amostragem de espécies menos carismáticas (Troudet *et al.* 2017). Garantir que a biodiversidade seja amostrada de forma representativa, enquanto ainda é possível, é um pré-requisito urgente para alcançar planos de conservação eficientes e uma compreensão global do nosso meio ambiente (Troudet *et al.* 2017).

No Neotrópico, um cenário semelhante é encontrado. Apesar da amostragem entre táxons ser comparável ou até maior que em outras regiões tropicais, a diversidade taxonômica da região é geralmente subestimada, especialmente para organismos pouco amostrados (Antonelli *et al.* 2018). Para algas, por exemplo, o número de espécies a serem descobertas pode exceder o número da diversidade descrita (Guiry 2012). Particularmente para este grupo, a falta de conhecimento das áreas tropicais e subtropicais continua sendo uma enorme restrição para a definição de qualquer estratégia para evitar a perda de biodiversidade (Rosset *et al.* 2020).

No geral, os países que possuem um número elevado de registros de algas são aqueles que possuem um histórico limnológico, como Nova Zelândia, Austrália, Reino Unido e Estados Unidos. Na América do Sul, a maior parte da pesquisa envolvendo algas de água doce tem sido conduzida no Brasil e Argentina, com comparativamente poucos estudos publicados em outros países (McClintic *et al.* 2003). O Brasil apresenta uma quantidade elevada de trabalhos envolvendo algas, somando um total de 4993 espécies (Flora e Funga do Brasil, 2022). Contudo, mesmo com a ampliação de estudos relacionados a este grupo, o conhecimento acerca de sua biodiversidade ainda permanece relativamente escasso. Algumas regiões brasileiras são mais estudadas que outras, como o Sudeste e Sul que somam 3492 e 2330 espécies respectivamente, enquanto que

a região Norte possui a menor riqueza com 937 espécies (Flora e Funga do Brasil, 2022).

Similarmente, a escassez de estudos atinge outros países sul-americanos, como a Bolívia que possui 157 estudos publicados até 2008, considerado um número limitado de publicações (Morales *et al.* 2008). O Paraguai, por sua vez, tem um cenário ainda pior, onde apenas 33 trabalhos envolvendo algas foram publicados, atingindo um total de 893 espécies algais (Rosset *et al.* 2020). O Paraguai é um país tropical sem litoral com enormes áreas florestais, embora tenha sofrido intensa degradação (Mereles 2007). O histórico de trabalhos ficológicos no país desponta a partir de registros que envolveram expedições de naturalistas europeus no final do século XIX (e.g. Bohlin 1897, Wittrock 1897) e no início do século XX (e.g. Borge 1903). Nas seguintes três décadas, houveram publicações adicionais, contudo, quase todas focadas em monitoramento ambiental ou questões ecológicas específicas (Rosset *et al.* 2020). Até 2020, a contribuição taxonômica mais significativa foi a publicação de Dos Santos (2016), que discute sobre o fitoplâncton e perifíton amostrados em 145 locais de todos os biomas e bacias do Paraguai, incluindo 431 espécies, com 183 novos registros para o país (Rosset *et al.* 2020).

O levantamento ficológico mais atual e abrangente para o território paraguaio é uma compilação de estudos sobre algas realizado por Rosset *et al.* (2020), o qual forneceu uma lista que descreve toda a biodiversidade de algas no país. As espécies foram distribuídas em 10 filos, a maioria dos quais pertencia a Charophyta, Chlorophyta e Bacillariophyta (259, 229 e 211 espécies, respectivamente) e com poucos registros de Dinophyta e Rhodophyta (Rosset *et al.* 2020). Além da escassez de estudos, uma distribuição geográfica não uniforme desses estudos é perceptível. A maior parte dos esforços de amostragem concentra-se no Lago Ypacaraí, localizado a 50 km da capital Assunção, e no rio Paraná, fronteira com Brasil (Rosset *et al.* 2020). As obras realizadas no rio Paraná incluíram 259 espécies registradas, o que totaliza quase 1/3 do total para o país (Rosset *et al.* 2020). Em termos de bacias hidrográficas do Paraguai, as que apresentaram maior número de espécies foram a do Baixo Paraguay com 564 registros, seguida da bacia do Alto Paraná, com 297 espécies (Rosset *et al.* 2020). Por outro lado, as bacias do Baixo Paraná e Alto Paraguay

apresentaram o menor número de espécies (236 e 180, respectivamente; Rosset *et al.* 2020).

Ao se comparar a riqueza entre os países sul-americanos, o Paraguai é, provavelmente, o que apresenta a flora ficológica menos conhecida (Rosset *et al.* 2020). Embora a falta de dados sobre algas seja aparente em todo o país, as ecorregiões do Chaco Seco, Cerrado e Pantanal obtiveram o menor número de espécies documentadas (Rosset *et al.* 2020).

As algas podem ser separadas ecologicamente em dois grandes grupos, as microalgas e macroalgas, sendo diferenciadas basicamente pela robustez e tamanho. As macroalgas, em geral, estão presentes em ambientes aquáticos marinhos ou continentais lóticos ou lênticos, sendo que as de ambientes lóticos podem ser definidas como tipicamente bentônicas e formando um talo maduro que é uma estrutura discreta reconhecível a olho nu e, geralmente, a identificação microscópica é necessária (Sheath & Cole 1992). Tal grupo reúne espécies de diversos tipos morfológicos, como colônias gelatinosas, filamentos gelatinosos, filamentos livres, emaranhado de filamentos, formas parenquimatosas, crostas e tufos, sendo que cada tipo morfológico possui características adaptativas para tolerar o estresse relacionado à correnteza (Sheath & Cole 1992). As macroalgas estão distribuídas em seis divisões (Guiry & Guiry 2022): as algas verdes (divisões Chlorophyta e Charophyta), as algas vermelhas (Rhodophyta), as algas pardas (Heterokontophyta), diatomáceas (Bacillariophyta) e as algas azuis (Cyanobacteria), e são diferenciadas, basicamente, por características do cloroplasto, pigmentos fotossintéticos, substâncias de reserva de energia, parede celular e morfologia do talo.

A respeito de estudos com enfoque em macroalgas de ambientes lóticos, estes tem sido desenvolvidos em todo o mundo e, geralmente, estão focados mais em aspectos ecológicos (Sheath *et al.* 1986, 1989, Sheath & Cole 1992, Vis *et al.* 1994, Verb & Vis 2001, McClintic *et al.* 2003). Dentre os países neotropicais, o Brasil é o que mais apresenta estudos desta natureza (Branco & Necchi 1996, Necchi *et al.* 1991, 1995, 2003, 2008, Krupek *et al.* 2008, Peres *et al.* 2008, Branco *et al.* 2008, 2009, 2011), com poucos exemplos em países vizinhos (Argentina: Alberghina & Loez 1991, Daruich *et al.* 2013; Bolívia

(McClintic *et al.* 2003; México: Bojorge-García *et al.* 2010). Trabalhos taxonômicos, por outro lado, ainda são relativamente escassos, também predominantemente no Brasil (Necchi *et al.* 1991, Branco *et al.* 2008, 2009, 2011, Krupek *et al.* 2008, Peres *et al.* 2008, Auricchio *et al.* 2019). No geral, tais estudos registram importantes resultados para a diversidade deste grupo para o país, os quais contribuíram para a ampliação das áreas de distribuição das espécies, além de ampliar o conhecimento de espécies ainda desconhecidas pela ciência, já que alguns estudos amostraram potenciais espécies novas (Krupek 2006; Branco *et al.* 2008), mostrando a importância de levantamentos florísticos para o conhecimento da biodiversidade.

O Paraguai, por outro lado, não apresenta nenhum trabalho cujo foco seja exclusivamente macroalgas de ambientes lóticos. A carência dos estudos envolvendo comunidades algais, sobretudo de macroalgas de ambientes lóticos, traz consigo a falta de informações na taxonomia (Déficit Linneano) e na distribuição destas espécies (Déficit Wallaceano). Estas lacunas poderiam ser contornadas, ou pelo menos minimizadas, investindo em inventários da biodiversidade (Whittaker *et al.* 2005; Bini *et al.* 2006). Considerando que o Paraguai ainda possui muitos ambientes intocados e incomuns, além de extensões geográficas ainda não estudadas, é provável que essas áreas tenham muitas espécies desconhecidas, sendo necessária pesquisa taxonômica para caracterizar a flora de algas do país (Rosset *et al.* 2020). Assim, espera-se encontrar grande número de novos registros de espécies para a região, bem como algumas espécies novas neste projeto.

2 OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo geral contribuir com o conhecimento da flora de macroalgas lóticos da região leste do Paraguai, envolvendo um estudo taxonômico das espécies amostradas. Como objetivos específicos, são propostos:

- Identificar, descrever e ilustrar as espécies de macroalgas amostradas;
- Confeccionar chaves de identificação;

- Contribuir com dados da distribuição geográfica e ecológica das espécies amostradas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Região de amostragem

O Paraguai é um país pertencente à região Neotropical e dividido em cinco ecorregiões (Instituto Life 2016): (i) Floresta Atlântica, originalmente ocupava 21% do território paraguaio, mas atualmente cerca de 80% de sua área está degradada; (ii) Cerrado, originalmente ocupava aproximadamente 2% do território, dos quais 66% foi perdido, é reconhecido como Bioma Savana Tropical Sazonal; (iii) Pantanal, englobando planícies inundadas que ocupam menos de 1% do território e 74% foi perdido por degradação; (iv) Chaco Úmido, que ocupava 32% do território no Sul Paraguai e já se perdeu 89% de sua área total; e (v) Chaco Seco, maior ecorregião do Paraguai, que ocupava 44% do território no Norte e já foi perdido 32% de sua área devido a degradação.

O país é dividido pelo Rio Paraguay em duas regiões distintas: a região leste, com quase 97% da população humana e a região Oeste, ocupada mais esparsamente (Devenish *et al.* 2009). De acordo com a classificação do ministério do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Paraguay, o país tem quatro sub-bacias: Alto Paraná, Baixo Paraná, Alto Paraguay e Baixo Paraguay (CBD - Convention on Biological Diversity 2016). O clima varia entre tropical e subtropical, com precipitação anual de 1600 mm na região Leste e menos de 400 mm na região Oeste, com a precipitação concentrada principalmente no verão (Hayes 1995).

3.2 Pontos de amostragem

A coleta de macroalgas foi realizada em 19 segmentos de riachos distribuídos pelo leste do Paraguay, entre as latitudes 24°5' e 25°17' S, e longitudes 54°28' e 54°58' W (Tabela 1). Todos os segmentos estavam localizados nos departamentos do Alto Paraná e Canindeyú, nos distritos de La Paloma Del Espíritu Santo, Nueva Esperanza, Minga Porá, Santa Fé del Paraná, Mbacarayú, Hernandarias, San Alberto e Itakyry (Figura 1). Todos os pontos

estão localizados em áreas naturais contínuas de Floresta Atlântica ou em áreas de agricultura extensiva e pecuária da mesma ecorregião.

Tabela 1. Pontos amostrados com suas respectivas coordenadas e municípios e departamentos nos quais se encontram.

Ponto	Coordenadas geográficas		Distritos - Departamentos	Data de amostragem
	Latitude	Longitude		
PY 01	25°14'13.43" S	54°43'15.95" W	Santa Fé del Paraná – Alto Paraná	04.02.2019
				18.07.2019
				21.11.2019
PY 01A	25°14'18.00" S	54°43'19.31" W	Santa Fé del Paraná – Alto Paraná	04.02.2019
PY 02	25°08'23.40" S	54°45'19.38" W	Santa Fé del Paraná – Alto Paraná	04.02.2019
				18.07.2019
				21.11.2019
PY 03	25°1'7.29" S	54°43'57.10" W	Zona Estancia Itavo, Mbacarayú – Alto Paraná	05.02.2019
				17.07.2019
				19.11.2019
PY 04	25°0'2.38" S	54°44'1.04" W	Zona Estancia Itavo, Mbacarayú – Alto Paraná	05.02.2019
				17.07.2019
				19.11.2019
PY 05	25°0'50" S	54°54'2.79" W	San Alberto – Alto Paraná	04.02.2019
				18.07.2019
				21.11.2019
PY 06	24°47'43.95" S	54°58'47.47" W	Minga Porá – Alto Paraná	07.02.2019
				15.07.2019
				18.11.2019
PY 06A	24°47'43.95" S	54°58'47.47" W	Minga Porá – Alto Paraná	07.02.2019
PY 07	24°33'42.90" S	54°54'54.02" W	Nueva Esperanza - Canindeyú	08.02.2019
				18.07.2019
				20.11.2019
PY 08	24°49'4.17" S	55°3'12.27" W	Itakyry – Alto Paraná	08.02.2019
				18.07.2019
				18.11.2019
PY 09	24°5'52.36" S	54°37'27.31" W	La Paloma Del Espíritu Santo - Canindeyú	07.02.2019
				19.07.2019
				20.11.2019
PY 10	24°50'52.26" S	54°55'56.73" W	Minga Porá – Alto Paraná	07.02.2019
				16.07.2019
				18.11.2019
PY 11	24°52'52.76" S	54°58'1.92" W	Minga Porá – Alto Paraná	08.02.2019
				16.07.2019
				18.11.2019
PY 13	25°17'58.03" S	54°52'58.05" W	Comunidade Indígena Acaraymi-Angela Antonia, Hernandarias – Alto Paraná	08.02.2019
				18.07.2019
PY 14	25°03'46" S	54°41'52" W	Zona Estancia Itavo, Mbacarayú – Alto Paraná	05.02.2019
PY 15	25°3'50.98" S	54°41'36.31" W	Zona Estancia Itavo, Mbacarayú – Alto Paraná	05.02.2019
				17.07.2019
				19.11.2019
PY 16	24°45'4.81" S	54°28'56.67" W	San Alberto – Alto Paraná	06.02.2019
				16.07.2019
				20.11.2019

PY 17	25°1'25.20" S	54°33'12.34" W	Colonia Guarani,	06.02.2019
			Mbacarayú – Alto Paraná	17.07.2019
				19.11.2019

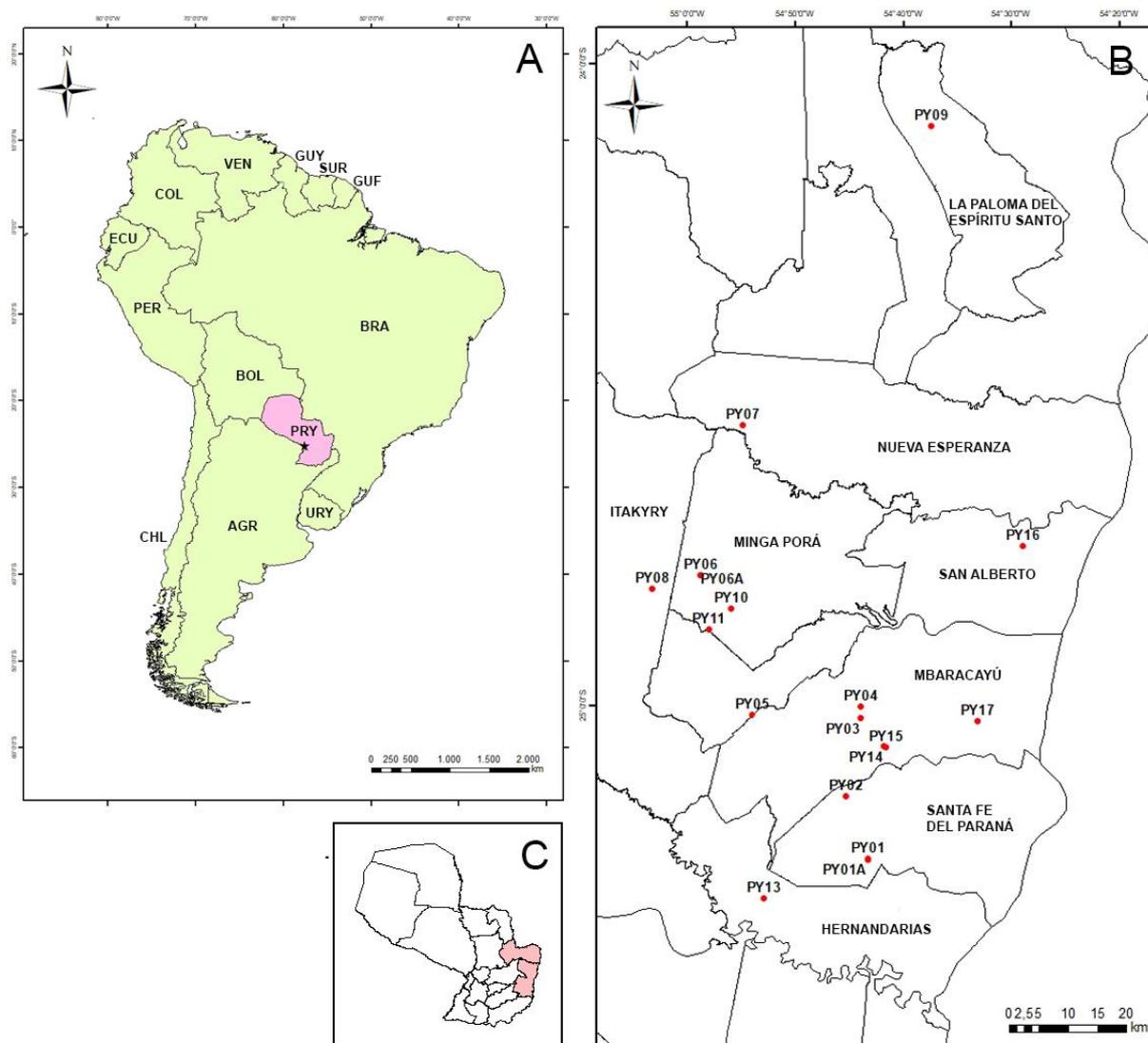


Figura 1. Mapa geopolítico da América do Sul. **A:** Paraguai em destaque (rosa) com suas respectivas fronteiras, Brasil ao leste, Bolívia ao norte e Argentina ao sul e oeste. **B:** localização dos pontos de amostragem em seus respectivos distritos. **C:** destaque dos departamentos (rosa) onde a coleta foi realizada.

3.3 Procedimentos in situ

A amostragem foi realizada em três campanhas no ano de 2019: campanha I entre os dias 4 a 8 de fevereiro; campanha II entre os dias 15 a 19 de julho; e campanha III nos dias 18 a 21 de novembro. Os riachos amostrados não mostraram sinais de danos na comunidade algal que poderiam ser ocasionados pela chuva, sendo assim, foi possível analisar a composição das macroalgas da região sem que comprometesse a coleta.

A coleta e fixação das amostras de macroalgas seguiram os procedimentos descritos por Necchi *et al.* (1991). Em cada segmento foi determinado um transecto de 10 metros de extensão utilizando este intervalo como unidade amostral. Com auxílio de um observador subaquático de fundo translúcido foi possível localizar as macroalgas, as quais foram removidas com espátula ou canivete, sendo preservadas em frascos com formaldeído 4%, para posterior análise taxonômica.

A fim de descrever as características do ambiente amostrado, variáveis ambientais foram medidas: temperatura da água (°C), pH, condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e turbidez (NTU) utilizando Sonda Multiparâmetros HORIBA U-50. Concomitantemente à amostragem das macroalgas, foram medidas vazão e profundidade, bem como estimado o tipo de substrato predominante de cada segmento de riacho. Além destes dados, foram anotadas as coordenadas geográficas e fotos do dossel de cada segmento foram feitas para calcular a incidência de luz, através do aplicativo HabitApp™. A análise de nutrientes dissolvidos, envolvendo Fósforo Total (PT) e Nitrogênio Total (NT), foi feito através de cromatografia iônica, seguindo a metodologia descrita em Ouchi-Melo *et al.* (2021).

3.4 Procedimentos em laboratório

Para a identificação da maior parte do material foi utilizado um microscópio trinocular Zeiss modelo AxioLab.A1 equipado com sistema de captura de imagem AxioCam. Com o auxílio do software ZEN foram obtidas as fotomicrografias para realização de dez medidas de caracteres morfométricos tomadas ao acaso de cada população encontrada.

Para populações de algas com estruturas maiores (e.g. *Nitella* sp.), as fotomicrografias foram obtidas com auxílio de microscópio estereoscópico Zeiss modelo Discovery.V8. Feito isto, as macroalgas foram identificadas ao nível de espécie, sempre que possível, utilizando as referências adequadas para cada grupo taxonômico analisado (Senna & Ferreira 1987; Necchi 1990; Azevedo *et al.* 1996; Metzeltin & Lange-Bertalot 1998; Necchi *et al.* 2001; Skinner & Entwisle 2001; Branco *et al.* 2002; Kumano 2002; Bicudo & Menezes 2006; Bicca & Torgan 2009; Oliveira *et al.* 2012; Peres & Branco 2014; Costa 2015; Costa *et*

al. 2017). A validade dos nomes das espécies foi checada utilizando o banco de dados taxonômico AlgaeBase (Guiry & Guiry 2022). Duplicatas das amostras estão mantidas em formaldeído 4% e serão depositadas no Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNOP).

Em adição às descrições taxonômicas foram apresentadas as condições ambientais em que cada espécie foi amostrada utilizando as variáveis medidas em campo (temperatura, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, turbidez, velocidade da correnteza e incidência de luz).

3.5 Análises estatísticas

Para a análise de distribuição ecológica foi realizada uma análise multivariada de redundância (RDA) considerando a dispersão das espécies e as principais variáveis ambientais. Para esta análise, foram descartados: i) os pontos onde não foram medidas todas as variáveis ambientais, totalizando 12 pontos para a análise; ii) as espécies que tiveram ocorrência em somente um ponto de amostragem, restando 29 espécies. Os dados das espécies foram anotados pela presença/ausência em cada riacho considerando as três amostragens de forma global. As variáveis ambientais foram transformadas em quatro vetores, representando as características consideradas mais importantes na distribuição dos organismos: a) qualidade da água; b) degradação ambiental da microbacia; c) atenuação da luz incidente e; d) disponibilidade de substrato estável.

O vetor representando a qualidade da água foi produzido a partir do primeiro eixo de uma Análise dos Componentes Principais (PCA, Hotelling 1933), a qual foi realizada com os seguintes parâmetros quantitativos inseridos na matriz de forma padronizada: nutrientes dissolvidos (Nitrogênio Total – NT, e Fósforo Total – PT), condutividade e pH (Tabela 2). Por sua vez, o vetor representando a degradação ambiental foi definido pelo percentual de agricultura na microbacia acima do segmento amostrado. A definição do percentual de agricultura como *proxy* de degradação ambiental ocorreu pela colinearidade com outros usos mensurados, representatividade e seu amplo gradiente. Os métodos de mensuração de uso e ocupação e das análises ambientais desde estudo podem ser encontrados em Ouchi-Melo *et al.* (2021).

Tabela 2. Resultado da Análise de Componentes Principais (PCA) apresentando os coeficientes de influência das variáveis originais (loadings) no primeiro eixo que foi utilizado como *proxy* de qualidade da água na Análise de Redundância (RDA). A explicabilidade do primeiro eixo foi de 47%.

Variável	Coeficiente de influência no Eixo 1 da PCA
Nitrogênio total	0,64
Fósforo total	0,02
pH	-0,38
Condutividade	0,67

O vetor de redução da luz disponível no segmento foi criado pelo percentual médio de cobertura do dossel (estimado com o aplicativo HabitApp™), enquanto o vetor de disponibilidade de substrato estável foi criado a partir da soma dos percentuais de rocha, matacão e seixos, determinados em campo por estimativa visual de cobertura do leito.

Para verificar a distribuição das espécies em relação aos descritores ambientais acima descritos, foi conduzida uma Análise de Redundância (RDA, Legendre & Anderson, 1999). Antes de performar a análise, os quatro vetores foram padronizados e testados em relação à sua colinearidade ($VIF < 3$). A fim de avaliar a significância dos resultados, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA – uma via, Sokal & Rohlf, 1981). Os testes aqui mencionados foram realizados com o software R (R-Development-Core-Team 2008) com pacotes específicos para cada análise.

4 RESULTADOS

O levantamento taxonômico das comunidades de macroalgas do leste do Paraguai resultou na identificação de 44 táxons infragenéricos, dos quais 30 em nível específico, 7 grupos vegetativos e 7 espécies não identificadas, sendo uma delas potencialmente nova (Tabela 3). Entre os grupos vegetativos foram encontradas morfoespécies estéreis de *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Vaucheria* e estágio esporofítico “Chantransia” de Batrachospermaceae. Uma espécie do gênero *Geminella* se trata de uma potencial espécie nova. Dentre os táxons encontrados, apenas 14 já tinham sido registrados no Paraguai, sendo os demais 31 táxons amostrados pela primeira

vez no país. Dos táxons amostrados, os mais frequentes na região foram estágio ‘Chantransia’ de *Batrachospermaceae* e *Potamolinea aerugineocaerulea* (Gomont) M.D.Martins & L.H.Z.Branco, encontrados em 16 e 15 riachos, respectivamente, nas três campanhas de amostragem. O grupo taxonômico melhor representado foi Cyanobacteria com 14 táxons (31,8% do total), seguido de Chlorophyta com 13 táxons (29,6%), Bacillariophyta com seis táxons (13,6%), Rhodophyta e Charophyta com cinco táxons cada (11,4%) e, por fim, Ochrophyta com apenas um táxon amostrado (2,2%).

Tabela 3. Espécies encontradas por ponto em cada campanha de amostragem realizada em fevereiro, julho e novembro de 2019, no leste do Paraguai. (*) táxons amostrados pela primeira vez no território paraguaio.

Divisão	Mês de amostragem (Pontos)
Espécie	
Bacillariophyta	
<i>Eunotia</i> spp.	Fevereiro (PY01; PY01A; PY02; PY06A; PY11; PY13; PY16; PY17); julho (PY01; PY03; PY05; PY17); novembro (PY05; PY17)
<i>Fragilariforma</i> sp.1*	Fevereiro (PY01; PY01A; PY11; PY14; PY17); julho (PY13); novembro (PY17)
<i>Fragilariforma</i> sp.2*	Fevereiro (PY01A; PY06A; PY16; PY17)
<i>Gomphonema</i> spp.	Fevereiro (PY01A; PY13); julho (PY08; PY13; PY17); novembro (PY03)
<i>Melosira varians</i>	Fevereiro (PY01A); julho (PY08)
<i>Ulnaria ulna</i>	Fevereiro (PY03; PY08; PY11; PY16); julho (PY03; PY04; PY07; PY08; PY09; PY10); novembro (PY03; PY04; PY16)
Charophyta	
<i>Closterium pusillum</i>	Fevereiro (PY15); novembro (PY03; PY04)
<i>Mougeotia</i> sp.	Novembro (PY15)
<i>Nitella glaziovii</i> *	Fevereiro (PY07); julho (PY07); novembro (PY07)
<i>Spirogyra</i> sp.	Fevereiro (PY01; PY01A; PY03; PY05; PY07; PY08; PY10; PY11; PY16); julho (PY03); novembro (PY04; PY05; PY07; PY08; PY11)
<i>Zygnema</i> sp.	Fevereiro (PY06A); julho (PY03; PY17); novembro (PY03)
Chlorophyta	
<i>Draparnaldia mutabilis</i> *	Novembro (PY04)
<i>Ecballocystis pulvinata</i> *	Fevereiro (PY02; PY07; PY10; PY11); julho (PY10); novembro (PY03; PY07; PY10; PY16)
<i>Geminella</i> sp.*	Novembro (PY03)
<i>Gongrosira pseudoprostrata</i> *	Fevereiro (PY16)
<i>Klebsormidium fluitans</i> *	Fevereiro (PY05)
<i>Microspora floccosa</i> *	Fevereiro (PY06A; PY07; PY09); julho (PY03; PY05; PY07; PY09; PY10; PY11; PY17); novembro (PY09)
<i>Oedogonium</i> spp.	Fevereiro (PY06A; PY07; PY09; PY11); julho (PY03; PY04; PY07; PY09; PY10; PY17); novembro (PY04; PY05; PY07; PY09; PY10; PY17)
<i>Oedogonium</i> sp.	Fevereiro (PY04; PY06A; PY17)
<i>Palmellopsis gelatinosa</i> *	Fevereiro (PY08); julho (PY08); novembro (PY08; PY10)

<i>Stigeoclonium amoenum</i> *	Fevereiro (PY05; PY07); julho (PY07); novembro (PY03; PY08)
<i>Stigeoclonium helveticum</i> *	Fevereiro (PY09); novembro (PY09)
<i>Tetraspora gelatinosa</i> *	Fevereiro (PY07; PY10); julho (PY03); novembro (PY05; PY07)
<i>Tetraspora lubrica</i> *	Julho (PY03); novembro (PY03)
Cyanobacteria	
<i>Anagnostidinema amphibium</i> *	Fevereiro (PY07; PY 08); novembro (PY07; PY08)
<i>Chamaesiphon confervicola</i> *	Fevereiro (PY01; PY02; PY03; PY05; PY07; PY08); julho (PY03; PY05; PY08); novembro (PY01; PY03; PY05; PY07; PY09; PY11)
<i>Chroococcopsis fluviatilis</i> *	Fevereiro (PY02; PY03); novembro (PY03)
<i>Homoeothrix cf. juliana</i> *	Fevereiro (PY01; PY03; PY10); julho (PY03; PY09); novembro (PY01)
<i>Leptolyngbya aff. lagerheimii</i> *	Fevereiro (PY02; PY05; PY07; PY08; PY10); julho (PY03; PY07; PY09; PY10; PY11; PY17); novembro (PY03; PY04; PY05; PY07)
<i>Microcoleus autumnalis</i>	Fevereiro (PY07; PY08; PY09); julho (PY07; PY11); novembro (PY07; PY08; PY15)
<i>Microcoleus aff. subtorulosus</i> *	Fevereiro (PY10; PY11); julho (PY10)
<i>Nostochopsis lobatus</i> *	Fevereiro (PY01; PY02); julho (PY04); novembro (PY01; PY02; PY03)
<i>Oscillatoria princeps</i>	Novembro (PY08)
<i>Pleurocapsales sp.</i>	Fevereiro (PY11)
<i>Potamolinea aerugineocaerulea</i> *	Fevereiro (PY01A; PY02; PY03; PY04; PY05; PY07; PY08; PY09; PY11; PY14; PY15; PY16); julho (PY01; PY02; PY03; PY04; PY05; PY06; PY07; PY08; PY09; PY10; PY11; PY13; PY15; PY16); novembro (PY01; PY03; PY04; PY05; PY07; PY09; PY11; PY15; PY16)
<i>Phormidium nigrum</i> *	Fevereiro (PY01); novembro (PY03)
<i>Phormidium sp.</i>	Novembro (PY06)
<i>Scytonema arcangeli</i> *	Fevereiro (PY06A)
Ochrophyta	
<i>Vaucheria spp.</i> *	Fevereiro (PY10); julho (PY05; PY08; PY10; PY11); Campanha III (PY05)
Rhodophyta	
Estágio 'Chantransia' de Batrachospermaceae*	Fevereiro (PY01; PY01A; PY02; PY03; PY04; PY05; PY07; PY08; PY11; PY13; PY14; PY15); julho (PY01; PY02; PY03; PY04; PY05; PY06; PY07; PY08; PY10; PY11; PY13; PY15; PY16); novembro (PY01; PY03; PY04; PY05; PY07; PY09; PY11; PY15; PY16; PY17)
<i>Kumanoa ambigua</i> *	Fevereiro (PY01; PY03; PY05; PY08; PY10; PY11; PY16); julho (PY01; PY03; PY04; PY05; PY07; PY08; PY10); novembro (PY01; PY03; PY04; PY05; PY06; PY08; PY16)
<i>Montagnia macrospora</i> *	Fevereiro (PY02; PY13); novembro (PY02; PY05)
<i>Torularia puiggariana</i> *	Julho (PY10); novembro (PY11)
<i>Virescetia viride-brasiliensis</i> *	Julho (PY03; PY09; PY11); novembro (PY09; PY10; PY11; PY15)

4.1 Chave de identificação

Células procarióticas, conteúdo celular homogêneo..... Chave I

Células eucarióticas, cloroplasto definido..... Chave II

Chave I - Cyanobacteria

1. Algas heterocitadas, ramificadas ou pseudo-ramificadas.....2
 - 1'. Algas não heterocitadas, não ramificadas, crostosas ou de outras formas, nunca com ramificações verdadeiras.....3
2. Filamentos com bainha espessa pseudo-ramificados, formando emaranhado, heterocitos quadáticos ou cilíndricos..... **Scytonema arcangeli**
 - 2'. Filamentos com bainha fina, formando colônia gelatinosa, ramificações verdadeiras, heterocito esférico ou subesférico.....**Nostochopsis lobatus**
3. Talo crostoso, aderido em substrato firme.....4
 - 3'. Talo composto por filamentos livres, inseridos em mucilagem de outras algas, ou formando tapete por emaranhado de filamentos.....5
 - 3''. Unicelular, epífita sobre outras algas..... **Chamaesiphon confervicola**
4. Células cilíndricas organizadas lateralmente, mais longas que largas..... **Pleurocapsales sp.**
 - 4'. Células poligonais agrupadas, formando pseudoparênquima em populações maduras..... **Chroococcopsis fluviatilis**
5. Filamentos heteropolares, ápice afilado terminando em um longo pelo..... **Homoeothrix cf. juliana**
 - 5'. Filamentos sem polaridade, com ou sem constrição nos septos.....6
6. Tricomas com diâmetro inferior a 3,5 µm.....7
 - 6'. Tricomas com diâmetro superior a 3,5 µm.....9
7. Tricomas levemente a fortemente constrictos, célula apical atenuada ou arredondada, sem grânulos..... 8
 - 7'. Tricomas não constrictos nos septos, célula apical arredondada, conteúdo celular com um único grânulo..... **Anagnostidinema amphibium**
8. Tricomas com ápice atenuado terminando em um longo pelo, 1,4-2,1 µm de diâmetro..... **Geitlerinema sp.**
 - 8'. Tricomas com ápice arredondado, sem caliptra, 1,0-3,8 µm de diâmetro..... **Leptolyngbya aff. lagerheimii**
9. Células mais curtas que largas.....10
 - 9'. Células isodiamétricas ou mais longas que largas..... **Potamolinea aeruginosa**
10. Célula apical arredondada a truncada, sem caliptra.....11
 - 10'. Célula apical atenuada a cônica, algumas vezes arredondada.....12

11. Tricomas com parede celular lisa, 45,0-48,5 µm de diâmetro, conteúdo celular homogêneo, sem grânulos..... ***Oscillatoria princeps***
 11'. Tricomas com parede celular ondulada, 9,9-11,4 µm de diâmetro, poucos grânulos dispersos no conteúdo celular..... ***Phormidium sp.***
12. Filamentos sempre solitários, nunca constrictos nos septos, célula apical com caliptra.....13
 12'. Filamentos solitários ou vários tricomas por bainha, constrictos nos septos, célula apical sem caliptra..... ***Microcoleus aff. subtorulosus***
13. Septos granulosos, caliptra arredondada, 3,6-5,1 µm de diâmetro..... ***Microcoleus autumnalis***
 13'. Septos não granulosos, conteúdo celular levemente granulado, caliptra cônica, 3,2-9,0 µm de diâmetro..... ***Phormidium nigrum***

Chave II – Algas eucarióticas

1. Algas unicelulares, agregado de células formando colônias.....2
 1'. Algas filamentosas simples ou ramificadas, unisseriadas ou multisseriadas.....10
 1". Algas com talo verticilado, com mais de 10 cm de comprimento e com eixo principal e ramificações visíveis a olho nu..... ***Nitella glaziovii***
2. Células com parede celular celulósica, colônia gelatinosa ou crostosa.....3
 2'. Células com parede celular composta de sílica, colônia pseudofilamentosa..6
3. Colônia crostosa formada por aglomerado de células ovoides ou elipsoides, 15-31 µm de comprimento e 7-16 µm de largura..... ***Ecballocystis pulvinata***
 3'. Células mais longas que largas, semilunares com 29-85 µm de comprimento..... ***Closterium pusillum***
 3''. Células esféricas ou elípticas, inseridas em matriz mucilaginosa..... 4
4. Células arranjadas em pares ou em grupos de quatro, raramente únicas, 6-15 µm de diâmetro.....5
 4'. Células sempre únicas esparsamente distribuídas pela matriz gelatinosa, 3-10 µm de diâmetro..... ***Palmellopsis gelatinosa***
5. Colônia gelatinosa perfurada..... ***Tetraspora lubrica***
 5'. Colônia gelatinosa não perfurada..... ***Tetraspora gelatinosa***
6. Frústulas aderidas pela face valvar.....7
 6'. Colônia formada pela adesão das frústulas pelas extremidades ou de outra forma.....8
7. Colônia em forma de fita, pirenoide único e central..... ***Eunotia spp.***
 7'. Células cilíndricas ou em forma de barril..... ***Melosira varians***
8. Colônias pseudo-filamentosas formadas pela adesão das extremidades das frústulas.....9

- 8'. Colônia formada por células sustentadas por pedúnculos ou almofadas gelatinosas, células heteropolares em vista valvar..... **Gomphonema spp.**
9. Pseudo-filamentos com aspecto em zigue-zague..... **Fragilariforma sp.1**
- 9'. Pseudo-filamentos com aspecto ramificado pela união das frústulas..... **Fragilariforma sp.2**
- 9''. Colônia com aspecto estrelado, unida pela extremidade das frústulas em um único ponto..... **Ulnaria ulna**
10. Filamentos simples.....11
- 10'. Filamentos ramificados.....18
11. Filamentos levemente ou fortemente constrictos.....12
- 11'. Filamentos não constrictos.....15
12. Células mais longas que largas, bainha mucilaginosa ausente.....13
- 12'. Células mais curtas que largas, bainha mucilaginosa espessa..... **Geminella sp.**
13. Células cilíndricas, parede celular com estrias de crescimento junto dos septos..... 14
- 13'. Células cilíndricas a quadráticas, paredes com espessamento em H..... **Microspora floccosa**
14. Oogônios esféricas a elipsoides, filamento com 9-25,2 µm de diâmetro..... **Oedogonium sp.**
- 14'. Oogônios ausentes, filamento com 9-75,2 µm de diâmetro..... **Oedogonium spp.**
15. Filamento simples.....16
- 15'. Filamento com ramos falsos em forma de joelho..... **Klebsormidium fluitans**
16. Apenas um cloroplasto por célula em forma de placa..... **Mougeotia sp.**
- 16'. Dois ou mais cloroplastos por célula, de formas variadas.....17
17. Dois cloroplastos por célula, estrelados, com um pirenoide central em cada cloroplasto..... **Zygnema sp.**
- 17'. Dois a três fitas de cloroplasto em espiral, parietal, vários pirenoides dispostos regularmente ao longo do comprimento..... **Spirogyra spp.**
18. Filamentos ramificados multisseriados.....19
- 18'. Filamentos ramificados unisseriados.....22
19. Mucilagem moderada a abundante, fascículos primários separados.....20
- 19'. Mucilagem ausente, fascículos primários aderidos uns aos outros..... **Torularia puiggariana**
20. Fascículos primários com 6-16 células, carposporófitos sésseis semi-esféricos.....21

- 20'**. Fascículos primários com 4-7 células, carposporófitos esféricos e pedunculados..... **Montagnia macrospora**
- 21**. Carpogônios assimétricos sésseis 11,0-67,4 µm de comprimento, ramos carpogoniais torcidos helicoidalmente..... **Kumanoa ambigua**
- 21'**. Carpogônios simétricos com 21,0-96 µm de comprimento, ramos carpogoniais retos..... **Virescentia viride-brasiliensis**
- 22**. Talo formando tufo ou emaranhado de filamentos.....23
- 22'**. Talo crostoso, com várias camadas, pseudo-parenquimatoso..... **Gongrosira pseudoprostrata**
- 23**. Talo composto por filamentos heterotríqueos, com sistema prostrado e ereto..... 24
- 23'**. Talo de outra forma..... 25
- 24**. Sistema prostrado composto por massa profusa de rizoides. Sistema ereto com ramificações alternas e opostas, ramificações frequentes..... **Stigeoclonium amoenum**
- 24'**. Sistema prostrado composto por rizoides curtos ou por uma única célula adesiva. Sistema ereto com ramificações alternas, raramente opostas, ramos surgindo em longos intervalos..... **Stigeoclonium helveticum**
- 25**. Talo formado por emaranhado de filamentos ramificados, sem estruturas reprodutivas.....26
- 25'**. Talo formado por tufo, com estruturas reprodutivas (monosporângios) terminais..... **Estágio 'Chantransia' de Batrachospermaceae**
- 26**. Talo formado por eixo principal e fascículos originados do eixo. Verticilos compostos por 1-2 ramos inseridos no eixo principal, opostos ou alternos..... **Draparnaldia mutabilis**
- 26'**. Talo formado por rede de filamentos cenocíticos, presos ao substrato por rizoides..... **Vaucheria spp.**

4.2 Divisão Bacillariophyta

Classe Bacillariophyceae

Ordem Cymbellales

Família Gomphonemataceae

1. *Gomphonema* spp.

Prancha 1, Figura 7.

Colônia formada por conjunto de indivíduos unidos por pedúnculos ou almofadas mucilaginosas, aderidos ao substrato. Células cuneiformes em vista pleural e heteropolares em vista valvar. Células com 12,1-61,7 µm de comprimento (\bar{x} =

35,0 μm), 4,0-12,9 μm de largura ($\bar{x} = 7,9 \mu\text{m}$) e 2,9-17,8 μm de altura ($\bar{x} = 8,5 \mu\text{m}$). Plastídio único com pirenóide central lateralmente deslocado.

Distribuição no leste do Paraguai (n=5): Pontos de amostragem PY01A, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'18.00" S, 54°43'19.31" W. 04/02/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 19/11/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 18/07/2019; PY13, Comunidade Indígena Acaraymi-Angela Antonia, Hernandarias, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°17'58.03" S, 54°52'58.05" W. 08/02/2019, 18/07/2019; PY17, Colonia Guarani, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'25.20" S, 54°33'12.34" W. 17/07/2019.

Características ambientais (n=3): temperatura da água 15,0 – 26,2 °C ($\bar{x} = 21,7$ °C); condutividade específica 3 – 40 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 19,5 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,07 – 27,9 NTU ($\bar{x} = 8,0$ NTU); vazão 0,1 – 2,9 m.s^{-1} ($\bar{x} = 0,9 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 13,1 – 47,6 cm ($\bar{x} = 31,5$ cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo e argila; porcentagem de sombreamento 23 – 81% ($\bar{x} = 47\%$). Nutrientes: NT 100 – 436,3 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 216,5 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 66,4 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 29,8 \mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: populações formando colônias densas epifitando macroalgas de parede celular rígida, como estágio 'Chantransia' de Batrachospermaceae. Não foi possível a identificação a nível específico das populações. Assim, é necessário o envio do material e a análise por especialistas do grupo.

Ordem Eunotiales

Família Eunotiaceae

2. *Eunotia* spp.

Prancha 1, Figura 1.

Colônias pseudo-filamentosas formadas pela união das frústulas pela face valvar. Frústulas com 16,3-147,7 μm de comprimento ($\bar{x} = 39,4 \mu\text{m}$) e 6,0-29,3

μm de altura ($\bar{x} = 13,7 \mu\text{m}$), retangulares em vista pleural. Conteúdo celular de coloração verde oliva a verde amarelado, com um único pirenóide central.

Distribuição no leste do Paraguai (n=10): Pontos de amostragem PY01, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 04/02/2019, 18/07/2019; PY01A, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'18.00" S, 54°43'19.31" W. 04/02/2019; PY02, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°8'23.40" S, 54°45'19.38" W. 04/02/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 17/07/2019; PY05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 18/07/2019, 21/11/2019; PY06A, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 07/02/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019; PY13, Comunidade Indígena Acaraymi-Angela Antonia, Hernandarias, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°17'58.03" S, 54°52'58.05" W. 08/02/2019; PY16, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°45'4.81" S, 54°28'56.67" W. 06/02/2019; PY17, Colonia Guarani, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'25.20" S, 54°33'12.34" W. 06/02/2019, 17/07/2019, 20/11/2019.

Características ambientais (n=6): temperatura da água 15,3 – 25,7 °C ($\bar{x} = 21,8$ °C); condutividade específica 3 – 48 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 15,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,5 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,07 – 27,9 NTU ($\bar{x} = 8,2$ NTU); vazão 0,1 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x} = 0,8$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 13,1 – 45,2 cm ($\bar{x} = 26,8$ cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo e saibro; porcentagem de sombreamento 23 – 81% ($\bar{x} = 56\%$). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 218,0 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 75,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 30,7 \mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: a morfologia geral das populações se assemelha entre si em forma e hábito, no entanto, não foi possível observar as características necessárias para uma identificação concreta. Assim, é necessário o envio do material e a análise por especialistas do grupo.

Ordem Fragilariales

Família Fragilariaceae

3. *Fragilariforma* sp.1

Prancha 1, Figura 5.

Colônias formadas pela aderência das extremidades das frústulas tendo aspecto de zigue-zague. Frústulas com 27,1-73,2 μm de comprimento ($\bar{x} = 46,4 \mu\text{m}$), 4,1-15,0 μm de largura ($\bar{x} = 8,7 \mu\text{m}$) e 7,5-13,1 μm de altura ($\bar{x} = 13,7 \mu\text{m}$). Células retangulares em vista pleural e levemente elípticas com extremidades destacadas em vista valvar. Conteúdo celular de coloração marrom esverdeado a dourado.

Distribuição no leste do Paraguai (n=6): Pontos de amostragem PY01, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 04/02/2019; PY01A, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'18.00" S, 54°43'19.31" W. 04/02/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019; PY13, Comunidade Indígena Acaraymi-Angela Antonia, Hernandarias, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°17'58.03" S, 54°52'58.05" W. 18/07/2019; PY14, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°03'46" S, 54°41'52" W. 05.02.2019; PY17, Colonia Guarani, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'25.20" S, 54°33'12.34" W. 06/02/2019, 20/11/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 15,0 – 25,4 °C ($\bar{x} = 21,8$ °C); condutividade específica 3 – 34 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 17,8 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,9 – 27,9 NTU ($\bar{x} = 11,0$ NTU); vazão 0,1 – 0,5 m.s^{-1} ($\bar{x} = 0,4 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 13,1 – 32,4 cm ($\bar{x} = 25,4$ cm). Substratos predominantes: rocha e matacão; porcentagem de sombreamento 48 – 81% ($\bar{x} = 61\%$). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 255,9 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 34 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 27,2 \mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: a morfologia geral da população assemelha-se a outras espécies, porém não foi possível observar as características necessárias para uma identificação concreta. Assim, é necessário o envio do material e a análise por especialistas do grupo.

4. *Fragilariforma* sp.2

Prancha 1, Figuras 2-3.

Colônias formadas pela aderência das frústulas pelas extremidades tendo aspecto ramificado. Frústulas com 71,8-201,2 μm de comprimento ($\bar{x} = 140,6 \mu\text{m}$), 6,2-15,2 μm de largura ($\bar{x} = 10,3 \mu\text{m}$) e 7,7-16,5 μm de altura ($\bar{x} = 12,5 \mu\text{m}$). Células retangulares em vista pleural e com extremidades infladas em vista valvar. Conteúdo celular de coloração marrom esverdeado a dourado.

Distribuição no leste do Paraguai (n=4): Pontos de amostragem PY01A, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'18.00" S, 54°43'19.31" W. 04/02/2019; PY06A, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 07/02/2019; PY16, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°45'4.81" S, 54°28'56.67" W. 06/02/2019; PY17, Colonia Guarani, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'25.20" S, 54°33'12.34" W. 06/02/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 15,0 – 25,0 °C ($\bar{x} = 21,4$ °C); condutividade específica 3 – 24 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 13,8 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,6 – 7,5 ($\bar{x} = 6,5$); turbidez 1,5 – 27,9 NTU ($\bar{x} = 9,8$ NTU); vazão 0,1 – 0,5 m.s^{-1} ($\bar{x} = 0,3 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 13,1 – 31,2 cm ($\bar{x} = 18,3$ cm). Substratos predominantes: matacão e seixo; porcentagem de sombreamento 79 – 81% ($\bar{x} = 80\%$). Nutrientes: NT 100 – 128,8 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 108,1 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 75,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 39,7 \mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: a morfologia geral da população assemelha-se a outras espécies, porém não foi possível observar as características necessárias para uma identificação concreta. Assim, é necessário o envio do material e a análise por especialistas do grupo.

5. ***Ulnaria ulna*** (Nitzsch) P.Compère 2001: 100

Basiônimo: *Bacillaria ulna* Nitzsch.

Sinônimos: *Bacillaria ulna* Nitzsch 1817; *Navicula ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1830; *Frustulia ulna* (Nitzsch) C.Agardh 1831; *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1832; *Exilaria ulna* (Nitzsch) Jenner 1845; *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980; *Synedra ulna* var. *genuina* Grunow; *Synedra bicurvata* Biene ex Rabenhorst 1864; *Synedra ulna* var. *bicurvata* (Biene ex Rabenhorst) Grunow 1881; *Pseudo-*

eunotia bicurvata (Biene) De Toni 1892; *Synedra ulna* f. *bicurvata* (Biene) Mayer 1919.

Prancha 1, Figura 6.

Colônias formadas pela aderência das frústulas pelas extremidades tendo aspecto estrelado. Frústulas longas com 122,8-337,8 μm de comprimento (\bar{x} = 190,2 μm), 4,2-10,6 μm de largura (\bar{x} = 8,8 μm) e 5,2-17,0 μm de altura (\bar{x} = 10,4 μm). Células retangulares em vista pleural e com extremidades afiladas em vista valvar. Conteúdo celular de coloração marrom esverdeado a dourado discreto.

Distribuição no leste do Paraguai (n=8): Pontos de amostragem PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 05/02/2019, 17/07/2019, 19/11/2019; PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 17/07/2019, 19/11/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 18/07/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 08/02/2019, 18/07/2019; PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 19/07/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 16/07/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019; PY16, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°45'4.81" S, 54°28'56.67" W. 06/02/2019, 20/11/2019.

Características ambientais (n=7): temperatura da água 15,6 – 26,2 °C (\bar{x} = 21,7 °C); condutividade específica 4 – 40 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (\bar{x} = 18,7 $\mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,6 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 32,9 NTU (\bar{x} = 9,9 NTU); vazão 0,1 – 2,9 m.s^{-1} (\bar{x} = 0,8 m.s^{-1}); profundidade média 10,6 – 48,4 cm (\bar{x} = 29,1 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo, areia e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 79% (\bar{x} = 35%). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 242,3 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 75,2 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 33,1 $\mu\text{g/L}$).

Ordem Melosirales

Família Melosiraceae

6. *Melosira varians* C.Agardh 1827: 628

Sinônimo: *Lysigonium varians* (C.Agardh) De Toni 1892.

Prancha 1, Figura 4.

Colônias pseudo-filamentosas formadas pela união das frústulas pela face valvar. Frústulas cilíndricas com 25,0-32,4 μm de comprimento ($\bar{x} = 27,8 \mu\text{m}$) e 21,6-25,4 μm de altura ($\bar{x} = 23,0 \mu\text{m}$), retangulares em vista pleural e esféricas em vista valvar. Conteúdo celular de coloração verde amarelada a dourado.

Distribuição no leste do Paraguai (n=2): Pontos de amostragem PY01A, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'18.00" S, 54°43'19.31" W. 04/02/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 18/07/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 16,9 – 26,2 °C ($\bar{x} = 21,9$ °C); condutividade específica 8 – 40 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 26 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 6,1 – 7,1 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 1,5 – 13,2 NTU ($\bar{x} = 6,2$ NTU); vazão 0,2 – 0,6 m.s^{-1} ($\bar{x} = 0,4 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 27,6 – 47,6 cm ($\bar{x} = 37,4$ cm). Substratos predominantes: argila; porcentagem de sombreamento 37%. Nutrientes: NT 304,7 – 436,3 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 359,7 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 66,4 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 38,8 \mu\text{g/L}$).

4.3 Divisão Charophyta

Classe Charophyceae

Ordem Charales

Família Characeae

1. *Nitella glaziovii* G.Zeller 1876: 428

Prancha 2, Figuras 11-14.

Plantas monoicas. Entrenó igual maior que os râmulos, medindo 360-780 μm de diâmetro. Râmulos verticilados monomorfos, 2-3 furcados. Capítulos ausentes. Dáctilos 2-3, 2 celulados, predominantemente abreviados, medindo 203,1-339,8 μm de comprimento ($\bar{x} = 263,3 \mu\text{m}$) e 67,7-96,7 μm de diâmetro ($\bar{x} = 79,9 \mu\text{m}$), RC/D 2,7-3,8 ($\bar{x} = 3,3$), célula apical cônica, ápice acuminado. Gametângios sésseis, em todas as furcações. Núculas 1-2 por nó, convolações 6-8, medindo

142,3-393 μm de comprimento ($\bar{x} = 275,3 \mu\text{m}$) e 140,6-414,3 μm de diâmetro ($\bar{x} = 296,0 \mu\text{m}$), RC/D 0,8-1,0 ($\bar{x} = 0,9$), corônula 26,2-60,2 μm de altura ($\bar{x} = 47,9 \mu\text{m}$) e 41,1-77,1 μm de largura ($\bar{x} = 61,8 \mu\text{m}$). Glóbulo 216,8-259,8 μm de diâmetro ($\bar{x} = 243,8 \mu\text{m}$).

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): Pontos de amostragem: PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 15/07/2019, 20/11/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 17,0 – 26,0 °C ($\bar{x} = 22,0$ °C); condutividade específica 0 – 17 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 7 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,8 – 7,4 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,8 – 26,1 NTU ($\bar{x} = 11,4$ NTU); vazão 0,8 – 1,2 m.s^{-1} ($\bar{x} = 1,0 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 21,3 – 35,1 cm ($\bar{x} = 28,6$ cm). Substrato predominante: rocha e matacão; porcentagem de sombreamento 7%. Nutrientes: NT 100 – 191,3 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 156,7 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 31,1 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 27,6 \mu\text{g/L}$).

Classe Zygnematophyceae

Ordem Desmidiatales

Família Closteriaceae

2. *Closterium pusillum* Hantzsch 1861: 1008

Sinônimo: *Closterium pusillum* var. *monolithum* Wittrock 1886; *Closterium pusillum* var. *minus* V.Allorge & Pallorge 1930.

Prancha 2, Figura 8.

Colônia gelatinosa formado por amontoado de células. Célula semilunada, levemente curvada, com 29,2-83,3 μm de comprimento ($\bar{x} = 57,8 \mu\text{m}$) e 7,1-15,0 μm de largura ($\bar{x} = 11,1 \mu\text{m}$), RC/L 3,0-7,0 ($\bar{x} = 5,3$), 40-60° de arco. Margem dorsal convexa, ventral quase reta. Polos truncado-arredondados, parede celular lisa, sem espessamento polar. Cloroplasto axial, dois pirenóides dispostos em série mediana.

Distribuição no leste do Paraguai (n=3): Pontos de amostragem: PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 19/11/2019; PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto

Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 19/11/2019;
 PY15, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas:
 25°3'50.98" S, 54°41'36.31" W. 05/02/2019.

Características ambientais (n=3): temperatura da água 15,6 – 25,7 °C (\bar{x} = 21,5 °C); condutividade específica 2 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 15,2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,5 (\bar{x} = 6,7); turbidez 0,07 – 36,3 NTU (\bar{x} = 14,2 NTU); vazão 0,04 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 1,0 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 5,5 – 48,4 cm (\bar{x} = 26,2 cm). Substratos predominantes: rocha; porcentagem de sombreamento 23 – 66% (\bar{x} = 47%). Nutrientes: NT 100 – 248 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 157,3 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 54,6 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 31,1 $\mu\text{g/L}$).

Ordem Zygnematales

Família Zygnemataceae

3. *Mougeotia* sp.

Prancha 2, Figura 15.

Filamentos simples e livres, de coloração verde oliva. Células cilíndricas com 17,1-37,5 μm de comprimento (\bar{x} = 28,5 μm) e 5,2-6,3 μm de diâmetro, RC/D 3-7 (\bar{x} = 5,0). Cloroplastos planos ou levemente torcidos, 1 por célula, ocupando a maior parte do comprimento da célula, com pirenídes em seguimentos lineares. Zigósporos não observados.

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): Pontos de amostragem: PY15, Zona Estancia Itavó, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°3'50.98" S, 54°41'36.31" W. 19/11/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 17,7 – 24,0 °C (\bar{x} = 21,9 °C); condutividade específica 2 – 15 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 7,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,3 (\bar{x} = 6,8); turbidez 5,9 – 36,3 NTU (\bar{x} = 21,9 NTU); vazão 0,04 – 0,1 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,06 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 5,5 – 18,2 cm (\bar{x} = 12,1 cm). Substrato predominante: rocha; porcentagem de sombreamento 66%. Nutrientes: NT 100 – 113 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 107,5 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 54,6 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 42,8 $\mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: apenas populações estéreis foram encontradas no ponto de amostragem, o que impossibilitou a identificação em nível específico.

4. *Spirogyra* spp.

Prancha 2, Figura 9.

Talo formando emaranhados de filamentos, em sua maioria com aspecto escorregadio, de coloração verde escura. Filamentos longos, não ramificados. Células cilíndricas com 44,8-373,8 μm comprimento ($\bar{x} = 131,2 \mu\text{m}$) e 41,4-98,2 μm diâmetro ($\bar{x} = 56,5 \mu\text{m}$), RC/D 0,8-5,5 ($\bar{x} = 2,2$). Cloroplastos em espiral, parietais, com 2 a 3 fitas por célula, pirenoides geralmente dispostos regularmente ao longo do comprimento. Zigósporos não observados.

Distribuição no leste do Paraguai (n=10): Pontos de amostragem: PY01, Santa Fé de Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 04/02/2019; PY01A, Santa Fé de Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'18.00" S, 54°43'19.31" W. 04/02/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°17.29" S, 54°43'57.10" W. 05/02/2019, 17/07/2019; PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 19/11/2019; PY05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 04/02/2019, 21/11/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 20/11/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 08/02/2019, 18/11/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 07/02/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019, 18/11/2019; PY16, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°45'4.81" S, 54°28'56.67" W. 06/02/2019.

Características ambientais (n=8): temperatura da água 15,6 – 26,2 °C ($\bar{x} = 21,7$ °C); condutividade específica 4 – 40 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 18,4 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,6 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,07 – 32,9 NTU ($\bar{x} = 9,5$ NTU); vazão 0,1 – 2,9 m.s^{-1} ($\bar{x} = 0,7 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 10,6 – 48,4 cm ($\bar{x} = 14,6$ cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo, argila e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 79% ($\bar{x} = 40\%$). Nutrientes: NT 100 – 436,3 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 234,5 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 75,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 32,1 \mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: apenas populações estéreis foram encontradas nos pontos de amostragem, o que impossibilitou a identificação em nível específico. Esse grupo não possui valor taxonômico formal, mas potencialmente podem representar entidades taxonômicas.

5. *Zygnema* spp.

Prancha 2, Figura 10.

Filamentos não ramificados emaranhados, não constrictos na maioria da população. Células cilíndricas com 18,4-55,9 μm comprimento ($\bar{x} = 39,4 \mu\text{m}$) e 16,5-39,4 μm diâmetro ($\bar{x} = 28,0 \mu\text{m}$), RC/D 0,9-2,2 ($\bar{x} = 1,4$). Cloroplastos estrelados, 2 por célula suspensos lado a lado ao centro da célula. Pirenoides centrais ao cloroplasto. Zigósporos não observados.

Distribuição no leste do Paraguai (n=3): Pontos de amostragem: PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 17/07/2019, 19/11/2019; PY06A, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguay. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 07/02/2019; PY17, Colonia Guarani, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'25.20" S, 54°33'12.34" W. 17/07/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 15,0 – 25,7 °C ($\bar{x} = 21,6$ °C); condutividade específica 3 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 16,3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,07 – 27,9 NTU ($\bar{x} = 9$ NTU); vazão 0,1 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x} = 1,1 \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 13,1 – 45,2 cm ($\bar{x} = 28,5$ cm). Substratos predominantes: rocha, matacão e seixo; porcentagem de sombreamento 23 – 81% ($\bar{x} = 85\%$). Nutrientes: NT 100 – 248 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 144,9 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 26,5 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 25,2 \mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: apenas populações estéreis foram encontradas nos pontos de amostragem, o que impossibilitou a identificação em nível específico. Esse grupo não possui valor taxonômico formal, mas potencialmente podem representar entidades taxonômicas.

4.4 Divisão Chlorophyta

Classe Chlorophyceae

Ordem Chaetophorales

Família Chaetophoraceae

1. *Gongrosira pseudoprostrata* L.R.Jhonson 1992:160

Prancha 4, Figuras 27-28.

Talo crostoso, consistindo de sistema prostrado densamente ramificado de filamentos densamente ramificado. Sistema prostrado com uma ou várias camadas, pseudo-parenquimatoso nas partes maduras. Células do sistema prostrado poligonais a cilíndricas com 9,9-23,5 μm de comprimento ($\bar{x} = 16,8 \mu\text{m}$) e 7,2-12,6 μm de diâmetro ($\bar{x} = 9,7 \mu\text{m}$), RC/D 1,0-3,0 ($\bar{x} = 1,7$). Sistema ereto na maioria das vezes ausente ou composto de filamentos curtos. Cloroplasto parietal, verde-amarelado, com um único pirenoide proeminente. Zoosporângio esférico a subesférico formado entre as células maduras, localizado centralmente no talo.

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): Pontos de amostragem: PY16, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°45'4.81" S, 54°28'56.67" W. 06/02/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 17,5 – 24,5 °C ($\bar{x} = 21,3$ °C); condutividade específica 4 – 24 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 15,3 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,6 – 7,3 ($\bar{x} = 6,3$); turbidez 1,9 – 12,2 NTU ($\bar{x} = 7,6$ NTU); vazão 0,1 – 0,3 m.s^{-1} ($\bar{x} = 0,2 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 10,6 – 18,1 cm ($\bar{x} = 14,4$ cm). Substratos predominantes: matacão e seixo; porcentagem de sombreamento 79% de sombreamento. Nutrientes: NT 100 – 119,7 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 106,5 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 75,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 54,5 \mu\text{g/L}$).

Comentários taxonômicos: as características e medidas se assemelham ao que foi descrito para a espécie por Johnson & John (1992) e John et al. (2002).

2. *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Bory 1808: 402

Basiônimo: *Conferva mutabilis* Roth 1797.

Prancha 4, Figura 22.

Talo formado por filamentos ramificados formando emaranhados, coloração verde clara. Células do eixo principal cilíndricas com 41,5-174,2 μm comprimento

(\bar{x} = 82,5 μm) e 40,5-74,3 μm diâmetro (\bar{x} = 55,7 μm), RC/D 0,9-2,3 (\bar{x} = 1,4), levemente constrictas entre as células. Verticilos compostos por 1-2 ramos inseridos no eixo principal, opostos ou alternos. Células do verticilo cilíndricas com 18,8-37,8 μm comprimento (\bar{x} = 26,9 μm) e 7,6-10,8 μm diâmetro (\bar{x} = 9,5 μm), RC/D 2,1-3,6 (\bar{x} = 2,8).

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): Pontos de amostragem: PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 19/11/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 15,9 – 23,6 °C (\bar{x} = 20,8 °C); condutividade específica 5 – 28 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 17,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 6,2 – 7,3 (\bar{x} = 6,8); turbidez 2,1 – 22,9 NTU (\bar{x} = 14,6 NTU); vazão 0,6 – 1,8 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 1,0 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 20,7 – 48,4 cm (\bar{x} = 31,5 cm). Substrato predominante: rocha; porcentagem de sombreamento 52%. Nutrientes: NT 134,7 – 211,3 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 184,1 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 26,2 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 25,1 $\mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: características condizentes com John *et al.* (2002).

3. *Stigeoclonium amoenum* Kützing 1845: 198

Sinônimo: *Myxonema amoenum* (Kützing) Hazen 1902.

Prancha 4, Figuras 23-24.

Talo formado por tufos heterotríqueos, de coloração verde claro. Sistema ereto bem desenvolvido e sistema prostrado reduzido, composto exclusivamente por massa profusa de rizoides surgindo dos filamentos eretos. Células do eixo principal diferenciada em curtas e longas. Células curtas cilíndricas a quadráticas, às vezes levemente infladas, com 4,2-16,0 μm de comprimento (\bar{x} = 8,7 μm) e 4,9-13,2 μm de diâmetro (\bar{x} = 8,6 μm), RC/D 0,5-2,3 (\bar{x} = 0,9). Células longas adjacentes às células curtas cilíndricas, geralmente na base dos ramos laterais, com 15,1-32,1 μm de comprimento (\bar{x} = 24,4 μm) e 5,6-10,9 μm de diâmetro (\bar{x} = 8,4 μm), RC/D 1,9-4,1 (\bar{x} = 2,9). Ramificações alternas ou opostas, frequentemente com duas ou três ramificações a partir de uma mesma célula curta, ramos laterais formados por células cilíndricas. Ápices dos ramos principais acuminados com pelos ocasionais.

Distribuição no leste do Paraguai (n=4): Pontos de amostragem PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 19/11/2019; PY05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 04/02/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 18/07/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 18/11/2019.

Características ambientais (n=4): temperatura da água 15,6 – 26,2 °C (\bar{x} = 21,9 °C); condutividade específica 0 – 40 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 17,5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,8 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 26,1 NTU (\bar{x} = 7,6 NTU); vazão 0,2 - 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 1,4 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 17,0 – 47,6 cm (\bar{x} = 31,2 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, argila e saibro; porcentagem de sombreamento 7 – 60% (\bar{x} = 31%). Nutrientes: NT 100 – 436,3 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 219 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 66,4 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 29,2 $\mu\text{g/L}$).

4. *Stigeoclonium helveticum* Vischer 1933: 56

Sinônimo: *Stigeoclonium helveticum* var. *minus* Vischer.

Prancha 4, Figuras 25-26.

Talo formado por tufos heterotríqueos de coloração verde clara. Sistema prostrado reduzido, composto por rizóides curtos originados da base dos filamentos eretos ou por uma única célula adesiva. Sistema ereto bem desenvolvido, com ramificações alternas, raramente opostas ou com vários ramos surgindo de uma mesma célula adjacente. Ramos surgindo em longos intervalos. Células do eixo principal semelhantes em forma, cilíndricas, parede celular fina. Células curtas com 4,8-14,2 μm de comprimento (\bar{x} = 9,2 μm) e 6,5-12,0 μm de diâmetro (\bar{x} = 9,0 μm), RC/D 0,6-1,5 (\bar{x} = 1,0). Células dos ramos com 14,2-29,8 μm de comprimento (\bar{x} = 23,8 μm) e 5,3-11,9 μm de diâmetro (\bar{x} = 9,8 μm), RC/D 1,7-3,3 (\bar{x} = 2,4). Ápices dos ramos principais atenuados com pelos ocasionais.

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): Pontos de amostragem PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 07/02/2019, 20/11/2019.

Características ambientais (n=1): sem informações ambientais e nutriente dissolvidos. Substratos predominantes: matacão 40%, areia 31%; porcentagem de sombreamento 28%.

Ordem Chlamydomonadales

Família Palmellopsidaceae

5. *Palmellopsis gelatinosa* Korshikov 1953: 76

Prancha 3, Figuras 20-21.

Colônia gelatinosa com forma irregular, verde. Células esféricas a elipsoides, com 3,3-9,9 μm de diâmetro ($\bar{x} = 7,6 \mu\text{m}$), distribuídas de forma esparsa pela matriz. Cloroplasto preenchendo quase todo o interior da célula, pirenoide sub-basal.

Distribuição no leste do Paraguai (n=2): Pontos de amostragem PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 08/02/2019, 18/07/2019, 18/11/2018; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 18/11/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 16,9 – 26,2 °C ($\bar{x} = 21,8$ °C); condutividade específica 7 – 40 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 23,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,7 – 7,1 ($\bar{x} = 6,5$); turbidez 1,5 – 32,9 NTU ($\bar{x} = 9,8$ NTU); vazão 0,1 – 0,7 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x} = 0,4 \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 17,7 – 47,6 cm ($\bar{x} = 33,0$ cm). Substratos predominantes: argila e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 37% ($\bar{x} = 21\%$). Nutrientes: NT 229,7 – 436,3 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 333,3 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 66,4 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 34,8 \mu\text{g/L}$).

Família Tetrasporaceae

6. *Tetraspora gelatinosa* (Vaucher) Desvaux 1818: 18

Basiônimo: *Ulva gelatinosa* Vaucher.

Sinônimos: *Ulva gelatinosa* Vaucher 1803; *Tetraspora explanata* C.Agardh 1827; *Tetraspora ulvacea* Kützing 1843.

Prancha 3, Figuras 17-18.

Colônia gelatinosa em forma de vesícula, não perfurada, contendo centenas de células em sua periferia. Células geralmente esféricas e levemente elípticas, com 6,6-15,2 μm de diâmetro ($\bar{x} = 8,7 \mu\text{m}$), arranjadas singularmente ou em grupos de 2-4 células. Cloroplasto ocupando todo o interior da célula.

Distribuição no leste do Paraguai (n=4): Pontos de amostragem PY03, Zona Estancia Itavo, Mbaracayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 17/07/2019; PY05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 21/11/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 20/11/2019; PY10 Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 07/02/2019.

Características ambientais (n=4): temperatura da água 15,6 – 26,0 °C ($\bar{x} = 21,9$ °C); condutividade específica 0 – 34 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 16,3 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,7 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,07 – 32,9 NTU ($\bar{x} = 9,4$ NTU); vazão 0,1 - 2,9 m.s^{-1} ($\bar{x} = 1,0 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 17,0 – 45,2 cm ($\bar{x} = 29,1$ cm). Substratos predominantes: rocha, matacão e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 60% ($\bar{x} = 24\%$). Nutrientes: NT 100 – 375,5 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 229,6 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 42,8 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 27,2 \mu\text{g/L}$).

7. *Tetraspora lubrica* (Roth) C.Agardh 1824: 1884

Basiônimo: *Ulva lubrica* Roth.

Sinônimo: *Ulva lubrica* Roth; *Tetrasporella lubrica* (Roth) Gaillon 1833.

Prancha 3, Figura 19.

Colônia gelatinosa tubular perfurada, contendo centenas de células em sua periferia. Células geralmente esféricas e levemente elípticas, com 8,2-11,9 μm de diâmetro ($\bar{x} = 9,3 \mu\text{m}$). Cloroplasto ocupando todo o interior da célula.

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): Pontos de amostragem PY03, Zona Estancia Itavo, Mbaracayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 17/07/2019, 19/11/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 15,6 – 25,7 °C ($\bar{x} = 21,8$ °C); condutividade específica 6 – 34 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 20,3 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,1 (\bar{x}

= 6,6); turbidez 0,07 – 10,3 NTU (\bar{x} = 6,1 NTU); vazão 1,4 - 2,9 m.s⁻¹ (\bar{x} = 1,9 m.s⁻¹); profundidade média 23,6 – 45,2 cm (\bar{x} = 35,0 cm). Substratos predominantes: rocha; porcentagem de sombreamento 23%. Nutrientes: NT 121,3 – 248 µg/L (\bar{x} = 180,2 µg/L); PT 25 – 26,7 µg/L (\bar{x} = 25,5 µg/L).

Comentários taxonômicos: Pentecost (2005) comentou que *T. lubrica* é, provavelmente, uma forma de crescimento de *T. gelatinosa* com talo tubular. Neste trabalho, o único ponto de amostragem em que ocorreu *T. lubrica*, também ocorreu *T. gelatinosa*. O registro dessas duas espécies em um mesmo riacho também foi reportado por Krupek *et al.* (2008) em um trabalho na região centro-sul do estado do Paraná e em Peres *et al.* (2014), em riachos de UC's do Sul do Brasil. No entanto, em nenhum momento foram observadas formas intermediárias. Assim, como não existem evidências concretas do postulado por Pentecost (2005), as duas espécies foram mantidas como entidades distintas no presente estudo.

Ordem Oedogoniales

Família Oedogoniaceae

8. *Oedogonium* spp.

Prancha 5, Figura 31.

Filamentos não ramificados formando emaranhados de coloração verde escuro a marrom. Células cilíndricas, levemente constrictas nos septos, com 20,3-181,5 µm de comprimento (\bar{x} = 82,8 µm) e 9,2-75,2 µm de diâmetro (\bar{x} = 41,0 µm), RC/D 1,1-4,7 (\bar{x} = 3,3), podendo apresentar estrias de crescimento próximas aos septos. Oogônios e anterídios não observados.

Distribuição no leste do Paraguai (n=7): Pontos de amostragem PY03, Zona Estancia Itavo, Mbaracayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 17/07/2019; PY04, Zona Estancia Itavo, Mbaracayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 17/07/2019, 19/11/2019; PY 05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 21/11/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 18/07/2019, 20/11/2019; PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai.

Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 19/07/2019, 20/11/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 16/07/2019, 18/11/2019; PY17, Colonia Guarani, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'25.20" S, 54°33'12.34" W. 17/07/2019, 19/11/2019.

Características ambientais (n=6): temperatura da água 15,0 – 25,7 °C (\bar{x} = 21,6 °C); condutividade específica 0 – 34 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (\bar{x} = 15,8 $\mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,7 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 32,9 NTU (\bar{x} = 13,3 NTU); vazão 0,1 - 2,9 m.s^{-1} (\bar{x} = 0,9 m.s^{-1}); profundidade média 13,1 – 48,4 cm (\bar{x} = 28,3 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo, areia e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 81% (\bar{x} = 36%). Nutrientes: NT 100 – 375,5 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 202 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 42,8 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 26,5 $\mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: as populações foram encontradas estéreis, o que impossibilitou a identificação em nível específico. Esse grupo não possui valor taxonômico formal, mas potencialmente podem representar uma ou mais entidades taxonômicas.

9. *Oedogonium* sp.

Prancha 5, Figuras 29-30.

Filamentos não ramificados formando emaranhados de coloração verde escuro a marrom. Células cilíndricas, levemente constrictas nos septos, com 25,2-55,6 μm de comprimento (\bar{x} = 39,7 μm) e 9,1-25,2 μm de diâmetro (\bar{x} = 12,7 μm), RC/D 1,0-5,1 (\bar{x} = 2,5), podendo apresentar estrias de crescimento próximas aos septos. Oogônios esféricos a elipsoides, com 21,5-33,3 μm de diâmetro (\bar{x} = 27,7 μm). Anterídios não observados.

Distribuição no leste do Paraguai (n=3): PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 05/02/2019; PY06A, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 07/02/2019; PY17, Colonia Guarani, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'25.20" S, 54°33'12.34" W. 06/02/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 15,0 – 25,0 °C (\bar{x} = 21,1 °C); condutividade específica \bar{x} = 3 - 28 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (\bar{x} = 15 $\mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,5 (\bar{x}

= 6,7); turbidez 1,5 – 18,9 NTU (\bar{x} = 13,2 NTU); vazão 0,1 – 1,8 m.s⁻¹ (\bar{x} = 0,7 m.s⁻¹); profundidade média 13,1 – 48,4 cm (\bar{x} = 26,8 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão e seixo; porcentagem de sombreamento 52 – 81% (\bar{x} = 66%). Nutrientes: NT 100 – 211,3 µg/L (\bar{x} = 146,8 µg/L); PT 25 – 25,2 µg/L (\bar{x} = 25 µg/L).

Comentários taxonômicos: foram observadas apenas estruturas reprodutivas femininas, o que impossibilitou a identificação em nível específico, uma vez que dados de anterídios e/ou nanândrios são necessários para a identificação completa. Assim, essas populações foram consideradas uma entidade taxonômica separada das demais por representar uma única espécie.

Ordem Sphaeropleales

Família Microsporaceae

10. *Microspora floccosa* (Vaucher) Thuret 1850: 222

Basiônimo: *Prolifera floccosa* Kützing.

Sinônimos: Sinônimos: *Prolifera floccosa* Vaucher 1803; *Lyngbya floccosa* (Vaucher) Hassall 1845; *Hormiscia floccosa* (Vaucher) Derbés & Solier 1851; *Microspora quadrata* Hazen 1902; *Microspora stagnorum* (Kützing) Lagerheim 1887; *Microspora tumidula* Hazen 1902; *Microspora willeana* Lagerheim 1887.

Prancha 5, Figura 34.

Talo formando um emaranhado de filamentos, verde brilhante ou opaco. Filamentos retos, não ramificados, levemente constrictos nos septos. Células cilíndricas ou quadráticas com 8,4-27,4 µm de comprimento (\bar{x} = 14,8 µm) e 7,8-12,6 µm de diâmetro (\bar{x} = 9,5 µm), RC/D 0,8-2,9 (\bar{x} = 1,5). Parede celular fina a espessa com 0,5-1,5 µm de largura (\bar{x} = 0,7 µm). Peças em H não geralmente não visíveis em material íntegro. Estrutura em anel nos septos presente em algumas populações. Cloroplasto variável até no mesmo filamento, variando de uma placa parietal perfurada a reticulado, preenchendo quase ou totalmente o interior da célula.

Distribuição no leste do Paraguai (n=8): Pontos de amostragem PY03, Zona Estancia Itavo, Mbaracayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S,

54°43'57.10" W. 17/07/2019; PY05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 18/07/2019; PY06A, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 07/02/2019. PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 18/07/2019; PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 07/02/2019, 19/07/2019, 20/11/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 16/07/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 16/07/2019; PY17, Colonia Guarani, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'25.20" S, 54°33'12.34" W. 17/07/2019.

Características ambientais (n=6): temperatura da água 15,0 – 25,7 °C (\bar{x} = 21,9 °C); condutividade específica 0 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 16,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,7 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 32,9 NTU (\bar{x} = 9,9 NTU); vazão 0,1 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,8 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 13,1 – 45,2 cm (\bar{x} = 27,8 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo, areia e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 81% (\bar{x} = 36%). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 222,5 $\mu\text{g}/\text{L}$); PT 25 – 42,8 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 27,2 $\mu\text{g}/\text{L}$).

Comentários taxonômicos: a análise taxonômica realizada com as populações amostradas em todas as campanhas não permitiu a separação das mesmas como espécies distintas. Os caracteres morfológicos comumente utilizados para a identificação das espécies de *Microspora* foram encontrados em todas as populações aqui amostradas, apresentando uma série gradual sem qualquer separação. Assim, não é possível considerar as populações analisadas como entidades distintas. Desta forma, é proposto para este trabalho a adoção do uso de *M. floccosa* como identificação geral de todas populações de *Microspora* encontradas nos pontos amostrais, nome mais antigo entre o conjunto de espécies próximas (*M. stagnorum*, *M. willenana*, *M. tumidula* e *M. quadrata*). Não é rejeitada a possibilidade de o grupo ser um complexo críptico de espécies, embora não exista ainda dados, especialmente moleculares, para justificar essa posição.

Classe Klebsormidiophyceae

Ordem Klebsormidiales

Família Klebsormidiaceae

11. *Klebsormidium fluitans* (F.Gay) Lokhorst 1996: 20

Basiônimo: *Stichococcus fluitans* F.Gay

Sinônimos: *Stichococcus fluitans* F.Gay 1894; *Hormidium fluitans* (F.Gay) Heering 1914; *Chlorhormidium fluitans* (F.Gay) Starmach 1972.

Prancha 5, Figuras 32-33.

Talo formado por filamentos não ramificados de coloração verde escuro a amarronzado. Filamentos com ramos falsos, em forma de joelho. Células intercalares cilíndricas com 5,9-15,0 de comprimento ($\bar{x} = 10,3 \mu\text{m}$) e 6,0-9,2 de diâmetro ($\bar{x} = 7,4 \mu\text{m}$), RC/D 0,9-2,0 ($\bar{x} = 1,3$). Parede celular fina. Cloroplasto plano cobrindo cerca de 2/3 da circunferência da célula.

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): Pontos de amostragem PY 05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 04/02/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 15,0 – 25,5 °C ($\bar{x} = 22,1$ °C); condutividade específica 5 – 25 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 16,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 4,9 – 12,7 NTU ($\bar{x} = 6,6$ NTU); vazão 0,5 – 0,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x} = 0,7 \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 17,0 – 32,9 cm ($\bar{x} = 24,3$ cm). Substratos predominantes: saibro; porcentagem de sombreamento 60%. Nutrientes: NT 102,2 – 252,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 146,8 \mu\text{g/L}$); PT 25 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 25 \mu\text{g/L}$).

Classe Trebouxiophyceae

Ordem Chlorellales

Família Chlorellaceae

12. *Geminella* sp.

Prancha 5, Figuras 35-36.

Talo formado por emaranhado de filamentos unisseriados não ramificados. Tricomas levemente constrictos envolvidos por bainha mucilaginosa espessa e

firme, com 45,7-49,0 μm de largura ($\bar{x} = 46,8 \mu\text{m}$), verde escuro a verde amarelado. Células cilíndricas, mais curtas que largas, com 13,7-17,6 μm de comprimento ($\bar{x} = 15,5 \mu\text{m}$) e 24,8-27,4 μm de diâmetro ($\bar{x} = 26,2 \mu\text{m}$), RC/D 0,5-0,6 ($\bar{x} = 0,6$). Cloroplasto preenchendo a totalidade da célula.

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 19/11/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 15,6 – 25,7 °C ($\bar{x} = 21,8$ °C); condutividade específica 6 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 20,3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,1 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,07 – 10,3 NTU ($\bar{x} = 6,1$ NTU); vazão 1,3 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x} = 1,9$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 23,6 – 45,2 cm ($\bar{x} = 35,0$ cm). Substratos predominantes: rocha; porcentagem de sombreamento 23%. Nutrientes: NT 121,3 – 248 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 180,2 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 26,7 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 25,5 \mu\text{g/L}$).

Comentários taxonômicos: caracteres morfológicos, como a presença de bainha mucilagínosa espessa envolvendo os filamentos, permitiram a identificação da população dentro de gênero *Geminella*. No entanto, características do formato, medidas da célula e plastídio impossibilitaram a identificação a nível específico, levando a cogitar a possibilidade de um novo registro para a ciência.

Família Oocystaceae

13. *Ecballocystis pulvinata* Bohlin 1897:7

Prancha 4, Figura 16.

Colônias macroscópicas, consistindo de aglomerado de células envolvido por um envelope mucilagínoso firme, de coloração verde escuro a verde brilhante. Células ovoides, elipsoides ou cilíndricas e arredondadas no ápice, algumas vezes de forma irregular. Células com 15,1-31,2 de comprimento ($\bar{x} = 24,2 \mu\text{m}$) e 7,2-15,8 de diâmetro ($\bar{x} = 10,6 \mu\text{m}$), RC/D 0,9-2,0 ($\bar{x} = 2,2$). Cloroplasto parietal, pirenoide presente ou ausente.

Distribuição no leste do Paraguai (n=6): Pontos de amostragem PY02, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°8'23.40" S, 54°45'19.38" W. 04/02/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 19/11/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02"

W. 08/02/2019, 20/11/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 07/02/2019, 16/07/2019, 18/11/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019; PY16, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°45'4.81" S, 54°28'56.67" W. 20/11/2019.

Características ambientais (n=6): temperatura da água 15,0 – 26,0 °C (\bar{x} = 21,8 °C); condutividade específica 4 – 48 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 19,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,5 – 7,5 (\bar{x} = 6,5); turbidez 0,07 – 32,9 NTU (\bar{x} = 9,9 NTU); vazão 0,1 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,8 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 13,1 – 45,2 cm (\bar{x} = 29,8 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 79% (\bar{x} = 37%). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 247,1 $\mu\text{g}/\text{L}$); PT 25 – 75,2 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 32,2 $\mu\text{g}/\text{L}$).

4.5 Divisão Cyanobacteria

Classe Cyanophyceae

Ordem Nostocales

Família Nostochopsidaceae

1. *Nostochopsis lobatus* H.C. Wood ex Bornet & Flahault 1886: 80

Prancha 8, Figuras 54-55.

Talo formado por colônia gelatinosa, lobada, de coloração verde-azulada. Bainha hialina, homogênea. Tricomas flexuosos, constrictos nos septos. Ramificações frequentes, flexuosas, geralmente mais largas na base do que no ápice. Células da base poligonais a ovais, com 4,2-21,0 μm de comprimento (\bar{x} = 9,6 μm) e 2,7-8,1 μm de diâmetro (\bar{x} = 4,8 μm), RC/D 0,9-3,0 (\bar{x} = 2,5). Células do ápice longas e cilíndricas com 6,3-28,0 μm de comprimento (\bar{x} = 11,8 μm) e 2,8-7,5 μm de diâmetro (\bar{x} = 4,5 μm), RC/D 1,8-4,9 (\bar{x} = 2,8). Heterocitos arredondados ou levemente cônicos, sempre pedicelados, 4,7-8,9 μm de diâmetro (\bar{x} = 6,6 μm). Acinetos presentes, intercalares às células, medindo 6,5-14,1 μm de comprimento (\bar{x} = 9,0 μm) e 3,3-9,2 μm de diâmetro (\bar{x} = 4,9 μm), RC/D 1,4-1,7 (\bar{x} = 1,2).

Distribuição no leste do Paraguai (n=4): Pontos de amostragem PY01, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 04/02/2019, 21/11/2019; PY02, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°8'23.40" S, 54°45'19.38" W. 04/02/2019, 19/11/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 19/11/2019; PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 17/07/2019.

Características ambientais (n=3): temperatura da água 15,6 – 25,7 °C (\bar{x} = 21,4 °C); condutividade específica 5 – 48 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 22,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,5 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 22,9 NTU (\bar{x} = 15,8 NTU); vazão 0,6 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 1,3 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 20,7 – 48,4 cm (\bar{x} = 34,2 cm). Substratos predominantes: rocha e matacão; porcentagem de sombreamento 23 – 54% (\bar{x} = 44%). Nutrientes: NT 121,3 – 436,3 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 231,5 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 26,7 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 25,2 $\mu\text{g/L}$).

Família Scytonemataceae

2. *Scytonema arcangeli* Bornet & Flahault 1886: 92

Prancha 8, Figuras 52-53.

Filamentos com falsas ramificações e não constrictos, 9,5-14,5 μm de diâmetro (\bar{x} = 11,8). Bainha hialina, espessa, às vezes com lamelação paralela e ondulada nas margens. Células geralmente mais compridas que largas, com 6,8-12,3 μm de comprimento (\bar{x} = 6,3) e 6,7-9,1 de diâmetro (\bar{x} = 5,9), RC/D 0,7-1,7 (\bar{x} = 1,1). Conteúdo celular granuloso, verde azulado. Heterocitos raros, quadrados ou cilíndricos, com 8,8-16,8 μm comprimento e 8,4-10,0 μm de diâmetro (\bar{x} = 8,9), RC/D 0,8-2,0 (\bar{x} = 1,4). Hormogônios presentes.

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): Pontos de amostragem PY06A, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 07/02/2019.

Características ambientais (n=0): sem informações ambientais, substrato e nutrientes dissolvidos.

Ordem Oscillatoriales

Família Coleofasciculaceae

3. ***Anagnostidinema amphibium*** (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek 2017: 119

Basiônimo: *Oscillatoria amphibia* C.Agardh ex Gomont

Sinônimos: *Phormidium amphibium* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988; *Oscillatoria amphibia* f. *contorta* G.S. West, J. Bot. 1909; *Oscillatoria amphibia* f. *circinata* Anagnostidis, 1961; *Geitlerinema amphibium* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis, 1989; *Geitlerinema unigranulatum* (R.N.Singh) Komárek & M.T.P.Azevedo 2000.

Prancha 6, Figura 44.

Filamentos unisseriados solitários. Tricomas sem bainha firme, ondulados a quase retos, cilíndricos e não constrictos nos septos. Células intercalares com 1,0-3,9 μm de comprimento ($\bar{x} = 2,3 \mu\text{m}$) e 1,1-3,3 μm de diâmetro ($\bar{x} = 1,7 \mu\text{m}$), RC/D 0,7-2,1 ($\bar{x} = 1,3$), com um único grânulo perto dos septos. Célula apical arredondada a levemente atenuada com 1,0-4,2 μm de comprimento ($\bar{x} = 2,8 \mu\text{m}$) e 1,1-2,0 μm de diâmetro ($\bar{x} = 1,5 \mu\text{m}$), RC/D 0,6-2,3 ($\bar{x} = 1,7$).

Distribuição no leste do Paraguai (n=2): Pontos de amostragem PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 20/11/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S 55°3'12.27" W. 08/02/2019, 18/11/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 16,9 – 26,2 °C ($\bar{x} = 22,0$ °C); condutividade específica 0 – 40 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 16,5 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,8 – 7,4 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,8 – 26,1 NTU ($\bar{x} = 8,8$ NTU); vazão 0,2 – 1,2 m.s^{-1} ($\bar{x} = 0,7 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 21,3 – 47,6 cm ($\bar{x} = 32,8$ cm). Substratos predominantes: rocha, matacão e argila; porcentagem de sombreamento 7 – 37% ($\bar{x} = 22\%$). Nutrientes: NT 100 – 436,3 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 258,2 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 66,4 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 33,2 \mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: filamentos encontrados inseridos em mucilagem de colônias gelatinosas, como *Palmellopsis gelatinosa* e *Tetraspora gelatinosa*. As

populações analisadas apresentaram valores superiores ao que foi encontrado para o comprimento das células em Komárek & Anagnostidis (2005), para *Geitlerinema unigranulatum*, no entanto, os demais valores se enquadram no que foi descrito anteriormente.

Família Homoeotrichaceae

4. *Homoeothrix cf. juliana* (Bornet & Flahault ex Gomont) Kirchner 1898: 348

Basiônimo: *Calothrix juliana* Bornet & Flahault ex Gomont.

Sinônimos: *Calothrix juliana* Bornet & Flahault ex Gomont 1892; *Lyngbya juliana* Meneghini 1841; *Leibleinia juliana* (Meneghini) Kützing 1847; *Phormidium julianum* (Meneghini) Rabenhorst 1865; *Leiblenia juliana* (Meneghini) Kützing ex Nornet & Flahault 1886; *Lyngbya juliana* Meneghini ex Gomont 1892.

Prancha 6, Figura 42.

Filamentos únicos ou unidos em pequenos grupos, emaranhados em outras algas filamentosas, alargado na base e afinado no ápice, geralmente terminando em um pelo longo. Tricomas não constrictos, retos ou levemente curvados, coloração verde-azulado claro. Células intercalares discoides com 1,1-6,2 μm de comprimento (\bar{x} = 3,1 μm) e 5,8-11,0 μm de diâmetro (\bar{x} = 7,8 μm), RC/D 0,1-0,4 (\bar{x} = 0,3). Célula apical longas com 2,2-16,4 μm de comprimento (\bar{x} = 8,6 μm) e 2,9-8,5 μm de diâmetro (\bar{x} = 4,6 μm), RC/D 0,3-4,8 (\bar{x} = 2,3). Bainha fina, não lamelada e sem cor, cobrindo todo o tricoma desde a célula basal.

Distribuição no leste do Paraguai (n=4): Pontos de amostragem PY01, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 04/02/2019, 21/11/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 05/02/2019, 17/07/2019; PY09, La Paloma Del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 19/07/2019. PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 07/02/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 15,6 – 25,7 °C (\bar{x} = 21,8 °C); condutividade específica 6 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 20,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,7 – 7,1 (\bar{x} =

6,5); turbidez 0,07 – 32,9 NTU (\bar{x} = 9,8 NTU); vazão 0,1 – 2,9 m.s⁻¹ (\bar{x} = 1,1 m.s⁻¹); profundidade média 17,7 – 45,2 cm (\bar{x} = 31,8 cm); Substratos predominantes: rocha, matacão, areia e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 48% (\bar{x} = 26%). Nutrientes: NT 121,3 – 375,5 µg/L (\bar{x} = 243,5 µg/L); PT 25 – 42,8 µg/L (\bar{x} = 28,2 µg/L).

Família Microcoleaceae

5. ***Microcoleus autumnalis*** (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen in Strunecky *et al.* 2013: 1176

Basiônimo: *Phormidium autumnale* Gomont.

Sinônimos: *Phormidium autumnale* Gomont 1892; *Lyngbya autumnalis* (Gomont) P.A.C.Senna 1983; *Oscillatoria autumnalis* C.Agardh 1812; *Oscillatoriella autumnalis* (C.Agardh) Gaillon 1833.

Prancha 6, Figura 39.

Talo formado por filamentos emaranhados, azul-esverdeado. Bainhas finas e firmes, quando presentes. Tricomas reto ou levemente curvado (especialmente nos ápices) com conteúdo celular homogêneo, septos não constrictos e frequentemente granuloso. Células intercalares com 1,3-4,5 µm de comprimento (\bar{x} = 2,5 µm) e 3,6-5,1 µm de diâmetro (\bar{x} = 4,2 µm), RC/D 0,3-0,9 (\bar{x} = 0,5). Célula apical arredondada a capitada, com caliptra arredondada a levemente cônica, podendo ser levemente curvada, com 1,9-9,3 µm de comprimento (\bar{x} = 3,7 µm) e 2,3-4,1 µm de diâmetro (\bar{x} = 2,9 µm), RC/D 0,6-2,2 (\bar{x} = 1,2).

Distribuição no leste do Paraguai (n=5): PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 18/07/2019, 20/11/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 08/02/2019, 18/11/2019; PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 07/02/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 16/07/2019; PY15, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°3'50.98" S, 54°41'36.31" W. 19/11/2019.

Características ambientais (n=4): temperatura da água 16,9 – 26,0 °C (\bar{x} = 22,4 °C); condutividade específica 2 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 16 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,8 – 7,4 (\bar{x} = 6,7); turbidez 0,9 – 36,3 NTU (\bar{x} = 12,4 NTU); vazão 0,05 – 1,2 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,5 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 5,5 – 47,6 cm (\bar{x} = 26,6 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, areia e argila; porcentagem de sombreamento 7 – 66 % (\bar{x} = 38%). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 256,5 $\mu\text{g}/\text{L}$); PT 25 – 66,4 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 34,7 $\mu\text{g}/\text{L}$).

Considerações taxonômicas: populações apresentaram valores do diâmetro das células intercalares superior ao encontrado por Komárek & Anagnostidis (2005), como *Phormidium autumnale*.

6. ***Microcoleus subtorulosus*** Gomont ex Gomont 1892: 360

Sinônimos: *Lyngbya subtorulosa* (Gomont ex Gomont) Hansgirg 1893; *Phormidium subtorulosis* Brébisson 1847; *Ocellaria subtorulosa* (Brébisson) Farlow 1881; *Lyngbya subtorulosa* (Brébisson) Kirchner ex Hansgirg 1892; *Lyngbya subtorulosa* (Brébisson) Hauck ex Hansgirg 1893; *Oscillatoria subtorulosa* (Brébisson) Farlow ex Forti 1907.

Prancha 6, Figuras 40-41.

Colônia formada por emaranhados de filamentos simples formando um tapete. Filamentos com vários tricomas por bainha, ou tricomas solitários. Células intercalares levemente doliformes com 3,6-7,8 μm de comprimento (\bar{x} = 5,0 μm) e 4,9-10,6 μm de diâmetro (\bar{x} = 7,2 μm), RC/D 0,4-1,0 (\bar{x} = 0,7). Septos constrictos. Células apicais cônicas não capitadas, com 5,0-6,1 μm de comprimento (\bar{x} = 5,6 μm) e 5,2-5,5 μm de diâmetro (\bar{x} = 5,3 μm), RC/D 0,9-1,1 (\bar{x} = 1,0). Bainha mucilagínosa com 15,2-90,8 μm de diâmetro.

Distribuição no leste do Paraguai (n=2): PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 07/02/2019, 16/07/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 17,2 – 25,4 °C (\bar{x} = 22,0 °C); condutividade específica 7 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 22,3 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,7 – 7,1 (\bar{x} =

= 6,5); turbidez 0,9 – 32,9 NTU (\bar{x} = 11,8 NTU); vazão 0,1 – 0,7 m.s⁻¹ (\bar{x} = 0,4 m.s⁻¹); profundidade média 17,7 – 40,6 cm (\bar{x} = 28,7 cm). Substratos predominantes: rocha e matacão; porcentagem de sombreamento 5 – 54% (\bar{x} = 29%). Nutrientes: NT 229,7 – 582,2 µg/L (\bar{x} = 354,5 µg/L); PT 25 – 42,8 µg/L (\bar{x} = 30,2 µg/L).

Família Oscillatoriaceae

7. *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont 1892: 206

Sinônimos: *Trichophorus princeps* (Vaucher) Desvaux 1809; *Oscillatoriella princeps* (Vaucher) Gaillon 1833; *Lyngbya princeps* (Vaucher ex Gomont) Hansgirg 1893.

Prancha 6, Figura 38.

Tricomas retos, pouco atenuados no ápice, não constrito. Células curtas com 3,8-7,2 µm de comprimento (\bar{x} = 5,2 µm) e 45,0-48,5 µm de diâmetro (\bar{x} = 46,6 µm), RC/D 0,07-0,1 (\bar{x} = 0,1). Células apicais arredondada com 8,3-12,9 µm de comprimento (\bar{x} = 10,4 µm) e 40,0-46,3 µm de diâmetro (\bar{x} = 43,5 µm), RC/D 0,1-0,3 (\bar{x} = 0,2), caliptra ausente.

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 18/11/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 16,9 – 26,2 °C (\bar{x} = 21,9 °C); condutividade específica 8 – 40 µS.cm⁻¹ (\bar{x} = 26 µS.cm⁻¹); pH 6,1 – 7,1 (\bar{x} = 6,6); turbidez 1,5 – 13,2 NTU (\bar{x} = 6,2 NTU); vazão 0,2 – 0,6 m.s⁻¹ (\bar{x} = 0,4 m.s⁻¹); profundidade média 27,6 – 47,6 cm (\bar{x} = 37,4 cm). Substratos predominantes: argila; porcentagem de sombreamento 37%. Nutrientes: NT 304,7 – 436,3 µg/L (\bar{x} = 359,7 µg/L); PT 25 – 66,4 µg/L (\bar{x} = 28,2 µg/L).

Família Phormidiaceae

8. *Phormidium* sp.

Prancha 8, Figura 50.

Filamentos longos, retos, unisseriados e não ramificados. Tricoma azul a azul esverdeado, parede celular ondulada. Bainha ausente na maioria da população.

Células intercalares mais curtas que largas, com 2,7-4,8 μm de comprimento ($\bar{x} = 3,4 \mu\text{m}$) e 9,9-11,4 μm de diâmetro ($\bar{x} = 10,8 \mu\text{m}$), RC/D 0,2-0,4 ($\bar{x} = 0,3$). Conteúdo celular homogêneo com poucos grânulos dispersos pela célula. Células apicais arredondadas, truncadas ou levemente atenuadas, com 3,7-9,7 μm de comprimento ($\bar{x} = 6,7 \mu\text{m}$) e 4,8-10,5 μm de diâmetro ($\bar{x} = 9,4 \mu\text{m}$), RC/D 0,3-2,0 ($\bar{x} = 0,7$).

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): Pontos de amostragem PY06, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 18/11/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 18,6 – 27,0 °C ($\bar{x} = 23,6$ °C); condutividade específica 13 – 35 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 20,3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 6,1 – 7,0 ($\bar{x} = 6,4$); turbidez 0,2 – 38,8 NTU ($\bar{x} = 16,1$ NTU); vazão 0,3 – 0,6 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x} = 0,5$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 17,5 – 21,7 cm ($\bar{x} = 20,0$ cm). Substratos predominantes: matacão; porcentagem de sombreamento 89%. Nutrientes: NT 425,5 – 530,5 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 462,7 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 64,9 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 42,3 \mu\text{g/L}$).

9. ***Phormidium nigrum*** (Vaucher ex Gomont) Anagnostidis & Komárek
1988: 405.

Basiônimo: *Oscillatoria nigra* Vaucher ex Gomont 1892

Prancha 6, Figura 37.

Filamentos longos, retos, unisseriados não ramificados. Tricomas verdes escuros, não constrictos e não granulados nos septos, não atenuado no ápice. Células intercalares com 1,5-7,2 μm de comprimento ($\bar{x} = 4,6 \mu\text{m}$) e 3,2-9,0 μm de diâmetro ($\bar{x} = 6,8 \mu\text{m}$), RC/D 0,1-0,7 ($\bar{x} = 0,4$). Bainha fina, não lamelada. Conteúdo celular homogêneo levemente granuloso. Células apicais arredondadas ou levemente atenuada com caliptra cônica-arredondada, com 2,5-7,3 μm de comprimento ($\bar{x} = 5,3 \mu\text{m}$) e 4,0-7,6 μm de diâmetro ($\bar{x} = 6,1 \mu\text{m}$), RC/D 0,3-1,0 ($\bar{x} = 0,8$).

Distribuição no leste do Paraguai (n=2): Pontos de amostragem PY01, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 04/02/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 19/11/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 15,6 – 25,7 °C (\bar{x} = 21,8 °C); condutividade específica 6 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 20,3 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,9 – 7,1 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 10,3 NTU (\bar{x} = 6,1 NTU); vazão 1,3 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 1,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 23,6 – 45,2 cm (\bar{x} = 35,0 cm). Substratos predominantes: rocha; porcentagem de sombreamento 23 – 48% (\bar{x} = 35%). Nutrientes: NT 121,3 – 248,0 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 180,2 $\mu\text{g}/\text{L}$); PT 25 – 26,7 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 25,5 $\mu\text{g}/\text{L}$).

10. ***Potamolinea aerugineocaerulea*** (Gomont) M.D.Martins & L.H.Z.Branco
2016: 3640

Basiônimo: *Lyngbya aerugineocaerulea* Gomont.

Sinônimos: *Lyngbya aerugineocaerulea* Gomont 1892; *Phormidium aerugineocaeruleum* (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988; *Oscillaria aerugineocaerulea* Kützing 1843; *Oscillatoria aerugineocaerulea* Kützing 1843; *Oscillaria tenuis* var. *aerugineo-caerulea* (Kützing) Kirchner 1878.

Prancha 8, Figura 51.

Talo mucilaginoso, formado por emaranhado de filamentos de coloração azul-esverdeada a azul escura. Bainha hialina, fina, homogênea, na maioria das vezes ausente. Tricomas não constrictos nos septos ou em raros casos fracamente constrictos nos septos. Células intercalares com 2,4-11,4 μm de comprimento (\bar{x} = 5,2 μm) e 3,3-8,6 μm de diâmetro (\bar{x} = 6,1 μm), RC/D 0,4-2,0 (\bar{x} = 0,8). Células apicais arredondadas com 3,0-12,6 μm de comprimento (\bar{x} = 6,3 μm) e 3,1-8,6 μm de diâmetro (\bar{x} = 5,9 μm), RC/D 0,6-2,3 (\bar{x} = 1,0). Conteúdo celular homogêneo, azul-esverdeado brilhante com grânulos esverdeados pequenos e grandes.

Distribuição no leste do Paraguai (n=15): Pontos de amostragem PY01, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 18/07/2019, 21/11/2019; PY01A, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'18.00" S, 54°43'19.31" W. 04/02/2019; PY02, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°8'23.40" S, 54°45'19.38" W. 04/02/2019, 18/07/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbaracayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W.

05/02/2019, 17/07/2019, 19/11/2019; PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 05/02/2019, 17/07/2019, 19/11/2019; PY 05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 04/02/2019, 18/07/2019, 21/11/2019; PY06, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 15/07/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 18/07/2019, 20/11/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 08/02/2019, 18/07/2019; PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 07/02/2019, 19/07/2019, 20/11/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 16/07/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019, 16/07/2019, 18/11/2019; PY13, Comunidade Indígena Acaraymi-Angela Antonia, Hernandarias, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°17'58.03" S, 54°52'58.05" W. 18/07/2019; PY14, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°03'46" S, 54°41'52" W. 05.02.2019; PY15, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°3'50.98" S, 54°41'36.31" W. 05/02/2019, 17/07/2019, 19/11/2019; PY16, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°45'4.81" S, 54°28'56.67" W. 06/02/2019, 16/07/2019, 20/11/2019.

Características ambientais (n=11): temperatura da água 15,6 – 27,0 °C (\bar{x} = 21,9 °C); condutividade específica 2 – 48 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 18,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,5 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 36,3 NTU (\bar{x} = 11,0 NTU); vazão 0,05 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,7 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 5,5 – 48,4 cm (\bar{x} = 26,9 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo, areia, argila e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 89% (\bar{x} = 46%). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 252,4 $\mu\text{g}/\text{L}$); PT 25 – 75,2 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 33,3 $\mu\text{g}/\text{L}$).

Ordem Pleurocapsales

11. Pleurocapsales sp.

Prancha 7, Figuras 48-49.

Talo crostoso formado por colônia de longas células adjacentes, marrom escuro a preto. Células cilíndricas, mais longas que largas, com 12,7-19,3 μm de comprimento ($\bar{x} = 16,3 \mu\text{m}$) e 3,1-4,6 μm de diâmetro ($\bar{x} = 3,9 \mu\text{m}$), RC/D 2,7-5,8 ($\bar{x} = 4,2$). Conteúdo celular homogêneo azulado.

Distribuição no leste do Paraguai (n=1): PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019.

Características ambientais (n=1): temperatura da água 17,2 – 25,4 °C ($\bar{x} = 22,2$ °C); condutividade específica 8 – 34 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 23,3 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 6,3 – 7,1 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,9 – 15 NTU ($\bar{x} = 10,1$ NTU); vazão 0,2 – 0,5 m.s^{-1} ($\bar{x} = 0,4 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 24,4 – 32,4 cm ($\bar{x} = 28,6$ cm). Substratos predominantes: rocha; porcentagem de sombreamento 54%. Nutrientes: NT 292,2 – 582,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 402,2 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 34 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 29,5 \mu\text{g/L}$).

Família Hyellaceae

12. *Chroococcopsis fluviatilis* (Lagerheim) Komárek & Anagnostidis 1995: 17

Basiônimo: *Pleurocapsa fluviatilis* Lagerheim.

Sinônimos: *Pleurocapsa fluviatilis* Lagerheim 1888; *Xenococcus fluviatilis* (Lagerheim) Geitler 1925.

Prancha 7, Figuras 47.

Células agrupadas em colônias, formando talo rígido e achatado sobre substrato, crostas de coloração marrom escuro. Células poligonais com 3,3-6,6 μm de comprimento ($\bar{x} = 5,0 \mu\text{m}$) e 4,6-10,6 μm de diâmetro ($\bar{x} = 6,5 \mu\text{m}$), RC/D 0,4-1,3 ($\bar{x} = 0,7$). Bainhas sem cor. Pseudo-ramificações presentes em grande parte da população.

Distribuição no leste do Paraguai (n=2): Pontos de amostragem PY02, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°8'23.40" S, 54°45'19.38" W. 04/02/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 05/02/2019, 19/11/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 15,6 – 25,7 °C (\bar{x} = 21,7 °C); condutividade específica 6 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 24,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,5 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 10,3 NTU (\bar{x} = 8,5 NTU); vazão 0,9 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 1,5 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 23,6 – 45,2 cm (\bar{x} = 35,6 cm). Substratos predominantes: rocha e matacão; porcentagem de sombreamento 23 – 54% (\bar{x} = 38%). Nutrientes: NT 121,3 – 436,3 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 255,2 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 26,7 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 25,2 $\mu\text{g/L}$).

Ordem Synechococcales

Família Chamaesiphonaceae

13. *Chamaesiphon confervicola* A.Braun in Rabenhorst 1864: 177

Sinônimos: *Brachytrix confervicola* A.Braun 1865; *Chamaesiphon schiedermayeri* Grunow 1865; *Chamaesiphon curvatus* Nordstedt 1878; *Chamaesiphon torulosus* Borzi 1882; *Chamaesiphon confervicola* var. *curvata* Borzi ex Hansgirg 1883; *Chamaesiphon confervicola* var. *schiedermayeri* (Grunow) Borzi & Hansgirg 1892.

Prancha 7, Figuras 45-46.

Células epifíticas únicas ou raramente em grupos frouxos. Células cilíndricas ou levemente estreitas na base, geralmente curvadas. Células maduras azul-esverdeada com 11,6-68,2 μm de comprimento (\bar{x} = 32,3 μm) e 3,4-8,9 μm de diâmetro (\bar{x} = 6,5 μm) na extremidade distal, RC/D 1,5-9,6 (\bar{x} = 5,1). Bainha fina sem cor bem aderida à célula, comumente envolvendo um a três exósporos em fileira. Exósporos esféricos com 2,9-7,2 μm de diâmetro (\bar{x} = 5,1 μm).

Distribuição no leste do Paraguai (n=8): Pontos de amostragem PY01, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 04/02/2019, 21/11/2019; PY02, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°8'23.40" S, 54°45'19.38" W. 04/02/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 05/02/2019, 17/07/2019, 19/11/2019; PY05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 04/02/2019, 18/07/2019, 21/11/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 20/11/2019; PY08,

Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 08/02/2019, 18/07/2019; PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 20/11/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 18/11/2019.

Características ambientais (n=6): temperatura da água 15,6 – 26,2 °C (\bar{x} = 21,9 °C); condutividade específica 5 – 48 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 20,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,5 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 26,1 NTU (\bar{x} = 7,8 NTU); vazão 0,2 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 17,0 – 47,6 cm (\bar{x} = 31,6 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, areia, argila e saibro; porcentagem de sombreamento 7 – 60% (\bar{x} = 38%). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 268,1 $\mu\text{g}/\text{L}$); PT 25 – 66,4 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 28,5 $\mu\text{g}/\text{L}$).

Considerações taxonômicas: células epífitas formando colônias densas sobre filamentos do estágio 'Chantransia' de Batrachospermaceae.

Família Leptolyngbyaceae

14. *Leptolyngbya* aff. *lagerheimii* (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988: 391

Basiônimo: *Lyngbya lagerheimii* Gomont ex Gomont.

Sinônimos: *Lyngbya lagerheimii* Gomont ex Gomont 1892; *Spirocoleus lagerheimii* Möbius 1889.

Prancha 6, Figuras 43.

Filamentos solitários ou entrelaçados, irregularmente curvados ou quase retos. Bainha fina, sem cor. Tricomas azul-esverdeado não ou levemente constrictos nos septos, com células 1,1-4,2 μm de comprimento (\bar{x} = 1,7 μm) e 1,0-3,8 μm de diâmetro (\bar{x} = 2,0 μm), RC/D 0,5-1,8 (\bar{x} = 0,8). Células apicais arredondadas e sem caliptra, com 1,1-5,4 μm de comprimento (\bar{x} = 2,3 μm) e 1,1-3,4 μm de diâmetro (\bar{x} = 2,1 μm), RC/D 0,6-2,9 (\bar{x} = 1,0). Septos não constrictos, algumas vezes com um grânulo.

Distribuição no leste do Paraguai (n=10): Pontos de amostragem PY02, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°8'23.40" S, 54°45'19.38"

W. 04/02/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 17/07/2019, 19/11/2019; PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 19/11/2019; PY 05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 04/02/2019, 21/11/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 18/07/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 08/02/2019; PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 19/07/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 07/02/2019, 16/07/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 16/07/2019; PY17, Colonia Guarani, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'25.20" S, 54°33'12.34" W. 17/07/2019.

Características ambientais (n=9): temperatura da água 15,0 – 26,2 °C (\bar{x} = 21,7 °C); condutividade específica 3 – 48 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 19,3 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,5 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 32,9 NTU (\bar{x} = 9,7 NTU); vazão 0,1 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,8 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 13,1 – 48,4 cm (\bar{x} = 30,2 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo, areia, argila e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 81% (\bar{x} = 40%). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 245,4 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 66,4 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 28 $\mu\text{g/L}$).

4.6 Divisão Ochrophyta

Classe Xanthophyceae

Ordem Vaucheriales

Família Vaucheriaceae

1. *Vaucheria* spp.

Prancha 11, Figura 68.

Talo macroscópico verde oliva, formado por uma rede de filamentos cenocíticos ramificados presos por rizóides. Cenócitos com 48,6-119,6 μm de diâmetro (\bar{x} =

83,4 μm). Células não septadas. Numerosos cloroplastos parietais discoides ou ovais. Anterídios e oogônios não observados.

Distribuição no leste do Paraguai (n=4): Pontos de amostragem PY05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 18/07/2019, 21/11/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 18/07/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 07/02/2019, 16/07/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 16/07/2019.

Características ambientais (n=4): temperatura da água 16,0 – 26,2 °C (\bar{x} = 22,0 °C); condutividade específica 5 – 40 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 21,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,7 – 7,5 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,9 – 32,9 NTU (\bar{x} = 9,1 NTU); vazão 0,1 – 0,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,5 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 17,0 – 47,6 cm (\bar{x} = 29,7 cm). Substratos predominantes: rocha, argila e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 60% (\bar{x} = 39%). Nutrientes: NT 102,2 – 582,2 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 312,0 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 66,4 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 31,0 $\mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: foram encontradas apenas populações estéreis, impossibilitando a identificação a nível específico.

4.7 Divisão Rhodophyta

Classe Florideophyceae

Ordem Batrachospermales

Família Batrachospermaceae

1. Estágio 'Chantransia' de Batrachospermaceae

Prancha 11, Figura 68.

Talos eretos unisseriados e ramificados formando tufos. Ramificações com ângulos maiores do que 25°. Coloração, em geral, verde acinzentada a marrom avermelhada. Células do eixo principal cilíndricas com 12,7-111,4 μm de comprimento (\bar{x} = 56,2 μm) e 6,0-37,5 μm de diâmetro (\bar{x} = 18,8 μm), RC/D 1,9-7,2 (\bar{x} = 2,9). Monosporângios esféricos a obovoides com 7,9-39,0 μm de

comprimento ($\bar{x} = 24,7 \mu\text{m}$) e 7,2-29,4 μm diâmetro ($\bar{x} = 20,2 \mu\text{m}$), RC/D 0,8-2,6 ($\bar{x} = 1,4$).

Distribuição no leste do Paraguai (n=16): Pontos de amostragem PY01, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 04/02/2019, 18/07/2019, 21/11/2019; PY01A, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'18.00" S, 54°43'19.31" W. 04/02/2019; PY02, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°8'23.40" S, 54°45'19.38" W. 04/02/2019, 18/07/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 05/02/2019, 17/07/2019, 19/11/2019; PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 05/02/2019, 17/07/2019, 19/11/2019; PY 05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 04/02/2019, 18/07/2019, 21/11/2019; PY06, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 15/07/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 08/02/2019, 18/07/2019, 20/11/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 08/02/2019, 18/07/2019; PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 20/11/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 16/07/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019, 16/07/2019, 18/11/2019; PY13, Comunidade Indígena Acaraymi-Angela Antonia, Hernandarias, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°17'58.03" S, 54°52'58.05" W. 08/02/2019, 18/07/2019; PY14, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°03'46" S, 54°41'52" W. 05.02.2019; PY15, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°3'50.98" S, 54°41'36.31" W. 05/02/2019, 17/07/2019, 19/11/2019; PY16, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°45'4.81" S, 54°28'56.67" W. 16/07/2019, 20/11/2019.

Características ambientais (n=11): temperatura da água 15,6 – 27,0 °C ($\bar{x} = 21,9^\circ\text{C}$); condutividade específica 2 – 48 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 18,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,5 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,07 – 36,3 NTU ($\bar{x} = 11,0 \text{ NTU}$); vazão 0,05 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x} =$

0,7 m.s⁻¹); profundidade média 5,5 – 48,4 cm (\bar{x} = 26,9 cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo, areia, argila e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 89% (\bar{x} = 46%). Nutrientes: NT 102,2 – 582,2 µg/L (\bar{x} = 252,4 µg/L); PT 25 – 66,4 µg/L (\bar{x} = 33,3 µg/L).

Comentários taxonômicos: Pueschel *et al.* (2000) recomendam que os estágios “Chantransia” sejam separados em duas morfoespécies distintas, baseando-se no tamanho das células do eixo principal e diâmetro do monosporângio. No entanto, neste trabalho foi optado por separar em morfoespécies, uma vez que não havia separação clara e sim um gradiente entre populações, muitas vezes aparecendo ambas no mesmo ponto. Por haver esta sobreposição, cabe a realização de análises mais detalhadas para esclarecer esta separação em duas morfoespécies distintas.

2. ***Kumanoa ambigua*** (Montagne) Entwisle, M.L.Vis, W.B.Chiasson,
Necchi & A.R.Sherwood 2009: 710

Basiônimo: *Batrachospermum ambiguum* Montagne.

Sinônimos: *Batrachospermum ambiguum* Montagne 1850; *Batrachospermum basilare* Flint & Skuja 1953; *Batrachospermum bicudoi* Necchi 1986; *Batrachospermum exsertum* Necchi 1986.

Prancha 9, Figuras 56-58.

Talos multisseriados, mucilagem moderada, ramificações irregulares, abundantes. Verticilos bem desenvolvidos, densos ou frouxos, obcônicos ou doliformes, com 235,6-828,6 µm diâmetro (\bar{x} = 462,4 µm). Entrenós com 73,2-529,1 µm comprimento e 16,9-75,3 µm de diâmetro (\bar{x} = 38,5 µm), RC/D 2,8-11,9 (\bar{x} = 6,9). Fascículos primários com 6-16 células, 2-4 ramificações dicotômicas. Células proximais em geral cilíndricas com 13,3-56,2 µm comprimento (\bar{x} = 30,8 µm) e 2,9-12,8 µm diâmetro (\bar{x} = 6,2 µm), RC/D 3,1-10,5 (\bar{x} = 5,4). Células distais claviformes ou obovoides com 2,9-17,0 µm comprimento (\bar{x} = 10,7 µm) e 1,6-6,2 µm diâmetro (\bar{x} = 5,7 µm), RC/D 0,8-6,2 (\bar{x} = 2,3). Fascículos secundários numerosos, ao longo da extensão do entrenó, geralmente alcançando o comprimento dos fascículos primários. Ramos carpogoniais torcidos helicoidalmente. Carpogônios assimétricos com 11,0-67,4 µm comprimento (\bar{x} =

28,8 μm) e 3,3-10,7 μm de diâmetro ($\bar{x} = 7,3 \mu\text{m}$), RC/D 3,6-4,1 ($\bar{x} = 3,8$). Tricogínios cilíndricos ou claviformes, pedicelados. Carposporófitos sésseis semi-esféricos, densos, com 79,2-345,4 μm diâmetro ($\bar{x} = 199,0 \mu\text{m}$), 1 por verticilo.

Distribuição no leste do Paraguai (n=10): Pontos de amostragem PY01, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°14'13.43" S, 54°43'15.95" W. 04/02/2019, 18/07/2019, 21/11/2019; PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 05/02/2019, 17/07/2019, 19/11/2019; PY04, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°44'1.04" W. 17/07/2019, 19/11/2019; PY05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 04/02/2019, 18/07/2019, 21/11/2019; PY06, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°47'43.95" S, 54°58'47.47" W. 15/11/2019; PY07, Nueva Esperanza, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°33'42.90" S, 54°54'54.02" W. 18/07/2019; PY08, Itakyry, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°49'4.17" S, 55°3'12.27" W. 08/02/2019, 18/07/2019, 18/11/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 07/02/2019, 16/07/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 08/02/2019; PY16, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°45'4.81" S, 54°28'56.67" W. 02/02/2019, 20/11/2019.

Características ambientais (n=9): temperatura da água 15,6 – 27,0 °C ($\bar{x} = 21,9$ °C); condutividade específica 4 – 40 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 18,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,6 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 0,07 – 38,8 NTU ($\bar{x} = 10,2$ NTU); vazão 0,1 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x} = 0,7 \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 10,6 – 48,4 cm ($\bar{x} = 27,6$ cm). Substratos predominantes: rocha, matacão, seixo e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 79% ($\bar{x} = 51\%$). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 259,8 \mu\text{g/L}$); PT 25 – 75,2 $\mu\text{g/L}$ ($\bar{x} = 33,2 \mu\text{g/L}$).

Considerações taxonômicas: dimensões gerais das populações avaliadas são maiores do que as encontradas em Branco *et al.* (2011).

3. **Montagnia macrospora** (Montagne) Necchi, M.L.Vis & A.S.Garcia

2019: 587

Basiônimo: *Batrachospermum macrosporum* Montagne.

Sinônimos: *Batrachospermum macrosporum* Montagne 1850; *Batrachospermum bohneri* Schmidle 1899.

Prancha 10, Figuras 61-63.

Talos multisseriados, com mucilagem moderada ou abundante, ramificações irregulares, abundantes. Verticilos bem desenvolvidos, frouxos, esféricos ou doliformes, com 278,7-978,0 μm diâmetro ($\bar{x} = 473,8 \mu\text{m}$). Entrenós com 105,7-1455,0 μm de comprimento ($\bar{x} = 439,6 \mu\text{m}$) e 19,2-111,2 μm de diâmetro ($\bar{x} = 47,6 \mu\text{m}$), RC/D 3,4-18,5 ($\bar{x} = 8,8$). Fascículos primários com 4-7 células, 2-4 ramificações di ou tricotômicas. Células proximais cilíndricas ou elipsoides com 32,3-140,3 μm de comprimento ($\bar{x} = 67,5 \mu\text{m}$) e 5,9-16,4 μm de diâmetro ($\bar{x} = 8,0 \mu\text{m}$), RC/D 4,6-10,6 ($\bar{x} = 8,3$). Células distais obovoides, subesféricas ou esféricas com 8,5-25,9 μm de comprimento ($\bar{x} = 17,8 \mu\text{m}$) e 5,0-14,5 μm de diâmetro ($\bar{x} = 9,0 \mu\text{m}$), RC/D 1,4-2,8 ($\bar{x} = 1,9$). Fascículos secundários ausentes. RAMOS CARPOGONIAIS? Carpogônio com 20,6-36,3 μm de comprimento ($\bar{x} = 29,9 \mu\text{m}$) e 8,4-18,5 μm de diâmetro ($\bar{x} = 13,8 \mu\text{m}$), RC/D 2,0-2,4 ($\bar{x} = 2,2$), com tricogínio pedunculado subesférico ou elipsoide. Caposporófitos esféricos ou subesféricos pedunculados, contidos nos verticilos, 1 a 2 por verticilo, pequenos, 86,4-151,9 μm de diâmetro ($\bar{x} = 124,0 \mu\text{m}$).

Distribuição no leste do Paraguai (n=3): PY02, Santa Fé del Paraná, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°8'23.40" S, 54°45'19.38" W. 04/02/2019, 21/11/2019; PY 05, San Alberto, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°0'2.38" S, 54°54'2.79" W. 21/11/2019; PY13, Comunidade Indígena Acaraymi-Angela Antonia, Hernandarias, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°17'58.03" S, 54°52'58.05" W. 08/02/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 15,9 – 25,5 °C ($\bar{x} = 21,9$ °C); condutividade específica 5 – 48 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\bar{x} = 23 \mu\text{S.cm}^{-1}$); pH 5,5 – 7,5 ($\bar{x} = 6,6$); turbidez 1,3 – 12,7 NTU ($\bar{x} = 6,7$ NTU); vazão 0,5 – 1,1 m.s^{-1} ($\bar{x} = 0,9 \text{m.s}^{-1}$); profundidade média 17,0 – 39,8 cm ($\bar{x} = 30,3$ cm). Substrato predominante:

matacão e saibro; porcentagem de sombreamento 54 – 60% (\bar{x} = 57%). Nutrientes: NT 102,2 – 436,3 µg/L (\bar{x} = 254,8 µg/L); PT 25 µg/L.

Considerações taxonômicas: valores inferiores para diâmetro do verticilo e comprimento do carpogônio quando comparado com Necchi Jr. *et al.* (2019).

4. *Torularia puiggariana* (Grunow) M.J.Wynne 2019: 2

Basiônimo: *Batrachospermum puiggarianum* Grunow.

Sinônimos: *Batrachospermum puiggarianum* Grunow 1883; *Batrachospermum atrum* var. *puiggarianum* (Grunow) Necchi 1989; *Nothocladus puiggarianus* (Grunow) Entwisle & M.L.Vis 2016; *Setacae puiggariana* (Grunow) Necchi & Rossignolo 2016; *Atrophycus puiggarianus* (Grunow) Necchi & Rossignolo 2017; *Batrachospermum schwackeanum* Möbius 1892; *Batrachospermum angolense* West & G.S.West 1897; *Batrachospermum nigrescens* West & G.S.West 1897; *Sirodotia nigrescens* (West & G.S.West) Skuja 1960; *Sirodotia angolensis* (West & G.S.West) Skuja 1960.

Prancha 9, Figuras 59-60.

Talos multisseriados, mucilagem ausente, ramificações irregulares, abundantes. verticilos obcônicos reduzidos, compactos e densos, aderidos ao eixo e uns aos outros com 96,6-216,2 µm de diâmetro (\bar{x} = 249,4 µm). Entrenós com 88,4-681,8 µm de comprimento (\bar{x} = 185,0 µm) e 68,6-159,4 µm de diâmetro (\bar{x} = 62,0 µm), RC/D 1,1-4,2 (\bar{x} = 2,2). Fascículos primários aderidos uns aos outros, com 2–5 células. Células proximais cilíndricas com 7,6–15,4 µm de comprimento (\bar{x} = 11,2 µm) e 5,6-12,2 µm de diâmetro (\bar{x} = 9,3 µm), RC/D 1,3-1,7 (\bar{x} = 1,5). Células distais esféricas ou elípticas com 5,1–16,7 µm de comprimento (\bar{x} = 10,6) e 4,6–10,3 µm de diâmetro (\bar{x} = 6,9 µm), RC/D 0,9-1,2 (\bar{x} = 1,1). Fascículos secundários pouco numerosos. Carpogônios com 18,8-51,2 µm de comprimento (\bar{x} = 32,3 µm) e 7,4-17,4 µm de diâmetro (\bar{x} = 11,6 µm), RC/D 1,0-2,9 (\bar{x} = 1,9). Tricogínios claviformes ou elipsoides. Carposporófitos não observados.

Distribuição no leste do Paraguai (n=2): PY10, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 16/07/2019; PY11, Minga Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 18/11/2019.

Características ambientais (n=2): temperatura da água 17,2 – 25,4 °C (\bar{x} = 22,0 °C); condutividade específica 7 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 22,3 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,7 – 7,1 (\bar{x} = 6,5); turbidez 0,9 – 32,9 NTU (\bar{x} = 11,8 NTU); vazão 0,1 – 0,7 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,4 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 17,7 – 40,6 cm (\bar{x} = 28,7 cm). Substrato predominante: rocha e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 54% (\bar{x} = 29%). Nutrientes: NT 229,7 – 582,2 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 354,5 $\mu\text{g/L}$); PT 25 – 42,8 $\mu\text{g/L}$ (\bar{x} = 30,2 $\mu\text{g/L}$).

5. ***Virescentia viride-brasiliensis*** (Necchi & Agostinho) Necchi, M.L.Vis, D.C.Agostinho 2018: 352

Basiônimo: *Batrachospermum viride-brasiliense* Necchi & Agostinho.

Sinônimo: *Batrachospermum viride-brasiliense* Necchi & Agostinho 2014.

Prancha 10, Figuras 64-66.

Talos multisseriados, com mucilagem abundante, ramificações irregulares e abundantes. Verticilos bem desenvolvidos, frouxos, esféricos, doliformes ou piriformes, com 202,1-831,6 μm diâmetro (\bar{x} = 520,6 μm). Entrenós com 111,7-725,0 μm de comprimento (\bar{x} = 298,3 μm) e 18,3-122,0 μm de diâmetro (\bar{x} = 48,5 μm), RC/D 1,6-13,4 (\bar{x} = 6,8). Fascículos primários com 7-15 células, 2-4 ramificações di ou tricotômicas. Células proximais cilíndricas ou elipsoides com 14,6-70,7 μm de comprimento (\bar{x} = 34,7 μm) e 2,8-8,7 μm de diâmetro (\bar{x} = 5,9 μm), RC/D 3,0-11,2 (\bar{x} = 5,5). Células distais obovoides, subesféricas ou esféricas com 5,2-15,9 μm de comprimento (\bar{x} = 12,5 μm) e 2,2-8,2 μm de diâmetro (\bar{x} = 4,8 μm), RC/D 1,2-3,1 (\bar{x} = 2,6). Fascículos secundários poucos e esparsos a abundantes e cobrindo todo entrenó. Carpogônios com 21,1-96,0 μm de comprimento (\bar{x} = 47,8 μm) e 3,2-11,6 μm de diâmetro (\bar{x} = 7,0 μm), RC/D 1,8-8,2 (\bar{x} = 6,7), com tricogínios pedunculados subcilíndricos ou elipsoides. Caposporófitos contidos nos verticilos, esféricos ou subesféricos, 63,9-411,9 μm de diâmetro (\bar{x} = 218,0 μm), com 1 a 2 por verticilo.

Distribuição no leste do Paraguai (n=5): Pontos de amostragem PY03, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°1'7.29" S, 54°43'57.10" W. 17/07/2019; PY09, La Paloma del Espíritu Santo, Canindeyú, Paraguai. Coordenadas: 24°5'52.36" S, 54°37'27.31" W. 19/07/2019,

20/11/2019; PY10, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°50'52.26" S, 54°55'56.73" W. 18/11/2019; PY11, Mingá Porá, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 24°52'52.76" S, 54°58'1.92" W. 16/07/2019, 18/11/2019; PY15, Zona Estancia Itavo, Mbacarayú, Alto Paraná, Paraguai. Coordenadas: 25°3'50.98" S, 54°41'36.31" W. 19/11/2019.

Características ambientais (n=4): temperatura da água 15,6 – 25,7 °C (\bar{x} = 21,9 °C); condutividade específica 2 – 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (\bar{x} = 18,1 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH 5,7 – 7,3 (\bar{x} = 6,6); turbidez 0,07 – 36,3 NTU (\bar{x} = 12,9 NTU); vazão 0,05 – 2,9 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (\bar{x} = 0,7 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); profundidade média 5,5 – 45,2 cm (\bar{x} = 26,1 cm). Substrato predominante: rocha, matacão, areia e saibro; porcentagem de sombreamento 5 – 66% (\bar{x} = 35%). Nutrientes: NT 100 – 582,2 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 249,2 $\mu\text{g}/\text{L}$); PT 25 – 54,6 $\mu\text{g}/\text{L}$ (\bar{x} = 32,2 $\mu\text{g}/\text{L}$).

Considerações taxonômicas: valores inferiores para diâmetro do verticilo, comprimento do carpogônio e carposporófitos quando comparado com Agostinho & Necchi Jr. (2014).

4.8 Análise multivariada

A Análise de Redundância (RDA), considerou os vetores de agricultura e sombreamento como mais importantes na ocorrência das espécies nos pontos amostrados (Figura 2). Assim, segmentos de riachos mais sombreados proporcionam maior ocorrência de espécies, como *Fragilariforma* sp.1, *Fragilariforma* sp.2 e *Eunotia* spp. Em contrapartida, os pontos com maior incidência luminosa tiveram maior ocorrência de *Anagnostidinema amphibium*, *Microcoleus autumnalis*, *Stigeoclonium amoenum*, *Ulnaria ulna*, *Vaucheria* spp. e *Homoeothrix* cf. *juliana*. Por outro lado, ao analisar o outro componente que teve maior influência, espécies como *Oedogonium* spp., *Kumanoa ambigua* e *Microspora floccosa* estavam mais relacionados com o aumento de agricultura (ambientes mais degradados), ao passo que *Gomphonema* spp. e *Closterium pusillum* ocorreram em pontos mais conservados.

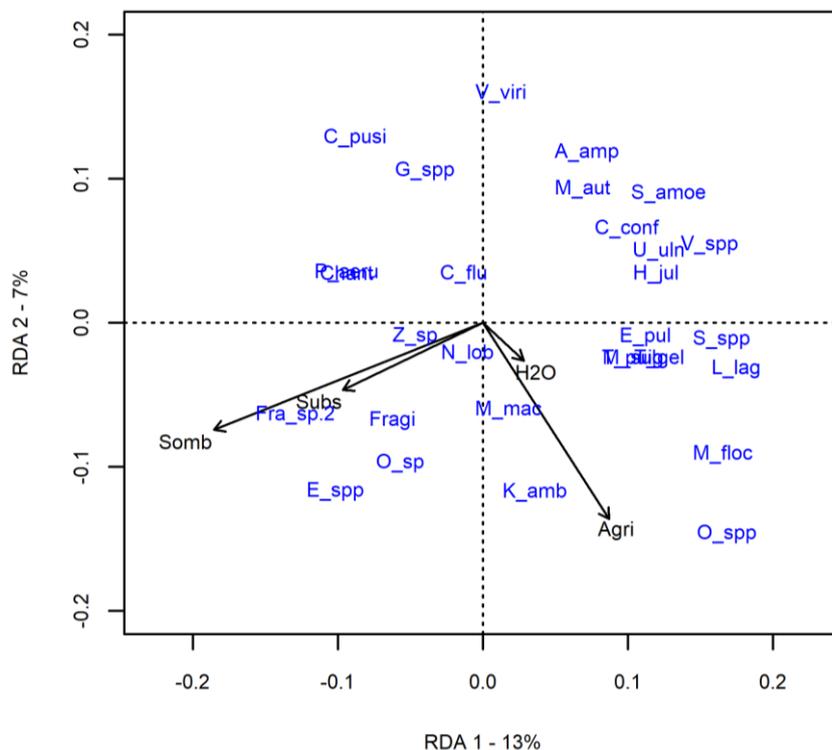


Figura 2. Análise de Redundância mostrando os principais vetores na ocorrência das espécies amostradas no leste do Paraguai.

Os valores de explicabilidade dos eixos foram baixos (13 e 7% nos dois primeiros eixos) e o teste de ANOVA realizado não mostrou resultados significativos ($p=0,82$). Assim, os resultados foram mantidos aqui, mas consideramos que os mesmos devam ser interpretados com cautela.

5 DISCUSSÃO

O número total de táxons encontrados no presente trabalho (44) pode ser considerado alto quando comparado a trabalhos realizados em regiões adjacentes que utilizaram metodologia semelhante: i) na região centro-sul do Estado do Paraná foram registrados 23 táxons (Branco *et al.* 2008) e 34 táxons (Krupek *et al.* 2008); ii) na região centro-oeste do Estado do Paraná, 24 táxons foram amostrados (Branco *et al.* 2009) e; iii) na região leste do Paraná foram registrados 19 táxons (Peres *et al.* 2008). Algo parecido foi visto em outras estudos do Brasil e do mundo, como Necchi Jr. *et al.* (2003) (30 táxons para a Serra da Canastra), Branco & Necchi Jr. (1996) (42 táxons para o leste de São Paulo) e Sheath *et al.* (1986) (40 táxons para sul do Alaska).

Quando considerada a riqueza relativa, o presente trabalho obteve 2,4 táxons por ponto de amostragem, valor elevado quando comparado com o que foi reportado para outras regiões (táxons por ponto de amostragem em seus respectivos trabalhos: 1,0 – Sheath et al. 1986; 0,8 – Branco & Necchi Jr. 1996; 2,4 - McClintic et al. 2003; 1,35 - Peres et al. 2008; 1,78 - Krupek et al. 2008; 2,09 - Branco et al. 2008; 1,09 - Branco et al. 2009; 1,23 - Almeida et al. 2011).

Considerando que a coleta foi realizada em três campanhas, a primeira amostrou a maior parte das espécies, com 37 táxons identificados, sendo que a segunda e terceira campanhas adicionaram três e quatro espécies cada ao total, respectivamente. Se comparar as campanhas entre si, a campanha 1, realizada em fevereiro de 2019, foi a que apresentou maior número de espécies (37), seguida da campanha 3 (realizada em novembro de 2019, 35 espécies) e campanha 2 (realizada em julho, com 27 espécies). Tal padrão não é observado na maioria dos trabalhos que avaliam a sazonalidade de riqueza de espécies por ponto de amostragem, uma vez que no inverno apresenta maior riqueza por ser um período de menor precipitação pluviométrica (Necchi Jr. et al., 1991; Necchi Jr. & Pascoaloto, 1993; Branco & Necchi Jr., 1996). No entanto, o ano em que foi realizada a coleta neste trabalho se apresentou mais seco (1488 mm, Grassi 2020), em comparação aos anos anteriores (acima de 1600 mm desde 2014, Grassi 2020), assim podendo ter outras variáveis como explicação da maior riqueza nos períodos mais quentes.

O levantamento taxonômico das comunidades de macroalgas do Leste do Paraguai possibilitou o registro de uma espécie possivelmente nova para a Ciência do gênero *Geminella*, na qual as características morfológicas e morfométricas não conferem com as espécies já descritas. De todo modo, este registro se torna importante na redução do Déficit Linneano (Brown & Lomolino 1998; Whittaker et al. 2005), ao passo que contribui ao conhecimento de espécies que ainda eram desconhecidas para a Ciência. De forma semelhante, 31 espécies (70,4% do total amostrado neste levantamento taxonômico) são registros novos para o Paraguai. Conjuntamente, as espécies *Microcoleus autumnalis* (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen e *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont foram registradas pela primeira vez na Bacia do Alto Paraná. Este cenário nos traz novas informações sobre a distribuição das

espécies amostradas, sendo de grande contribuição na redução do Déficit Wallaceano (Whittaker *et al.* 2005).

Em relação aos grupos algais comumente encontrados em riachos, este trabalho apresentou predomínio de espécies de cianobactérias (14 espécies; 31,8%), seguida de Chlorophyta (13 espécies; 29,6%). No entanto, se for considerado como algas verdes o conjunto das divisões Chlorophyta e Charophyta, para fins comparativos, este se torna o grupo predominante (18 táxons; 41%), seguido de Cyanobacteria, corroborando o padrão observado por Sheath & Cole (1992) (35% e 24%, respectivamente), Vis *et al.* (1994) (47% e 32%, respectivamente), Branco *et al.* (2008) (52,2% e 26,1%, respectivamente), Branco *et al.* (2009) (54% e 21%, respectivamente), Almeida *et al.* (2011) (43% e 38%, respectivamente), Krupek & Branco (2014) (58,4% e 25%, respectivamente) e Auricchio & Peres (2019) (31,6% e 26,3%, respectivamente).

De modo geral, o Paraguai ainda apresenta trabalhos de sua maioria ecológicos, tendo poucos exemplos de abordagens taxonômicas. Mesmo assim, este trabalho aumentou o número de espécies amostradas no Paraguai, passando de 893 espécies (Rosset *et al.* 2020) para totalizar 920 espécies de algas. Quando considerado o acréscimo de espécies por divisão algal, as algas verdes (Chlorophyta e Charophyta) foi o grupo que mais teve adição, de 488 para 499 espécies, seguido de Cyanobacteria, de 101 para 111 espécies (Rosset *et al.* 2020). Rhodophyta aumentou consideravelmente o número de táxons, passando de quatro registros para nove (Rosset *et al.* 2020). Para Ochrophyta, foi adicionada apenas uma espécie, chegando a 24 registros para a divisão, e por último Bacillariophyta, que não teve adição de espécies para o país (Rosset *et al.* 2020).

No entanto, mesmo com esse incremento, o país continua tendo a riqueza mais baixa em relação à Bacia Hidrográfica do Rio Paraná do lado brasileiro, região semelhante em área e clima. De qualquer modo, visto que ainda existem regiões do Paraguai pouco amostradas, como o Chaco Seco e Chaco Úmido, este número pode aumentar consideravelmente (Menezes *et al.* 2015; Rosset *et al.* 2020). Além disso, este trabalho ilustra não só a carência de informações do grupo na região, como mostra a importância deste tipo de estudo

como ferramenta para a ampliação do conhecimento em relação à biodiversidade e para sua conservação (Mace 2004).

Por outro lado, por mais que a ANOVA não tenha revelado significância nos dados obtidos pela RDA ($p=0,82$), o padrão pode se apresentar recorrente em ambientes lóticos subtropicais. Ao observar o padrão distribucional obtido pela RDA, é possível notar a grande correlação entre a presença de diatomáceas coloniais com o sombreamento. Este padrão também é visto em um estudo em que foi avaliada a importância do sombreamento na produtividade algal em riachos subtropicais (Mosisch *et al.* 2001). Por outro lado, o mesmo estudo concluiu que algas verdes filamentosas dominaram as assembleias algais em riachos com dosséis mais abertos (Mosisch *et al.* 2001), o que também foi observado nos riachos paraguaios. A presença de algumas espécies de algas verdes em ambientes pouco sombreamento pode sugerir que este grupo tem melhor adaptação a alta intensidade luminosa devido a características do complexo fotossintético (Branco *et al.* 2017). Padrão semelhante pode ser inferido ao utilizarmos o uso do solo como *proxy* de degradação ambiental ao redor dos pontos de coleta, onde houve presença de algumas algas verdes filamentosas em ambientes mais impactados pela agricultura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhos de cunho taxonômico têm o seu valor quando se tem o foco no conhecimento da biodiversidade local ou global. Quando uma área de estudo é negligenciada, se torna um desafio estabelecer planos de conservação efetivos sem o conhecimento da flora. Assim, acessar regiões menos exploradas taxonomicamente, por exemplo, é um fator importante para amenizar tal situação. Ao considerar o presente trabalho, que foi realizado em uma das regiões mais amostradas do Paraguai na área da ficologia, o mesmo representou um grande incremento no número de algas conhecidas para o país, onde mais de 70% das espécies amostradas se mostraram novos registros. Desta forma, ao se extrapolar tal fato para áreas menos estudadas, os déficits Wallaceano e Linneano podem ser atenuados, além de representar uma ferramenta para a conservação da biodiversidade.

7 REFERÊNCIAS

- Agostinho, D. de C.; Necchi Jr., O. 2014. Systematics of the section *Virescentia* of the genus *Batracospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in Brazil. *Phycologia* 53 (6): 561-570. DOI: 10.2216/PH14-034.1
- Alberghina, J.S. & Loez, C.R. 1991. Sobre algunas algas de rios contaminados de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Bol. Argent. Bot.* 27(1-2): 73-79.
- Almeida, F.V.R.; Necchi Jr., O.; Branco, L.H.Z. 2011. Flora de comunidades de macroalgas lólicas de fragmentos florestais remanescentes da região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 38 (4): 553-568. DOI: 10.1590/S2236-89062011000400004
- Antonelli, A.; Ariza, M.; Albert, J. *et al.* 2018. Conceptual and empirical advances in Neotropical biodiversity research. *PeerJ* 6:e5644. DOI: 10.7717/peerj.5644.
- Auricchio, M.R.; Lambrecht, R.W.; Peres, C.K. 2019. Stream macroalgal flora from Parnaíba River Basin, Brazil: reducing Wallacean shortfall. *Biota Neotropica* [online] 19 (2). DOI: 10.1590/1676-0611-BN-2018-0685.
- Azevedo, M.T.P.; Nogueira, Sant'Anna, N.M.C. 1996. Criptógamas do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 8: Cyanophyceae. *Hoehnea* 23 (1): 1-38. DOI: 10.1590/S2236-89062010000300005.
- Bicca, A.B. & Torgan, L.C. 2009. Novos registros de Eunotia Ehrenberg (Eunotiaceae-Bacillariophyta) para o Estado do Rio Grande do Sul e Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23 (2): 427-435. DOI: 10.1590/S0102-33062009000200014.
- Bicudo, C.E. & Menezes, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrição. 2 ed. São Carlos: RiMa, 508 p.
- Bini, L.M.; Diniz-Filho, A.F.; Rangel, T.F.L.V. *et al.* 2006. Challenging Wallacean and Linnean shortfalls: knowledge gradients and conservation planning in a biodiversity hotspot. *Diversity and Distributions* 12 (5): 475-482. DOI: 10.1111/j.1366-9516.2006.00286.x.
- Bohlin, K. 1897. Die Algen der Ersten Regnell'schen Expedition. I. Protococcoideen. *Bihang Til Kongliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar* 23: 1-47.
- Bojorge-García, M.; Carmona, J.; Beltrán, Y.; Cartajena, M. 2010. Temporal and spatial distribution of macroalgal communities of mountain streams in

Valle de Bravo Basin, central Mexico. *Hydrobiologia* 641: 159-169. DOI: 10.1007/s10750-009-0074-5.

- Borge, O. 1903. Die Algen der ersten Regnellschel Expedition. 2. Dedsmidiaceen. *Arkiv für Botanik* 1: 71–138.
- Branco, C.C.Z. & Necchi, O. Jr. 1996. Distribution on stream macroalgae in the eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 333: 139-150. DOI: 10.1007/BF00013428.
- Branco, C.C.Z.; Emed, R.G.; Branco, L.H.Z.; Necchi, O. Jr. 2008. Macroalgas de riachos da Floresta Nacional de Irati, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22 (2): 437-451. DOI: 10.190/S0102-33062008000200013.
- Branco, C.C.Z.; Peres, C.K.; Krupek, R.A.; Bertusso, F.R. 2009. Macroalgas de ambientes lóticos da região centro-oeste do Paraná, região sul do Brasil. *Biota Neotropica* 9 (2): 227-236. DOI:10.1590/S1676-06032009000200022.
- Branco, C.C.Z.; Riolfi, T.A.; Crulhas, B.P.; Tonetto, A.F.; *et al.* 2017. Tropical lotic primary producers: Who has the most efficient photosynthesis in low-order stream ecosystems? *Freshwater Biology* 62 (9): 1623-1636. DOI: 10.1111/fwb.12974
- Branco, C.C.Z.; Riolfi, T.A.; Peres, C.K.; Necchi, O. Jr. 2011. Rhodophyta de ambientes lóticos de Unidades de Conservação da região Sul do Brasil. *Biota Neotropica* 11 (3): 365-375. DOI: 10.1590/S1676-06032011000300029.
- Branco, C.C.Z.; Necchi, O. Jr.; Branco, L.H.Z. 2002. Taxonomy and ecological distribution of Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta) in lotic ecosystems from São Paulo State, southeastern Brazil. *Algological Studies* 106: 43-75. DOI: 10.1127/algol_stud/106/2002/43.
- Brown, J.H. & Lomolino, M.V. 1998. Biogeography. 2 ed. United States of America: Sinauer Associates.
- CBD - Convention on Biological Diversity. 2016. *Quinto informe nacional al convenio sobre la diversidad biológica Paraguay*. Asunción, Paraguay. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/world/py/py-nr-05-es.pdf>.
- Costa, L.F. 2015. Taxonomia e ecologia de *Eunotia* (Bacillariophyceae) em represas das regiões Sul e Sudeste do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Costa, L.F.; Wetzel, C.E.; Lange-Bertalot, H. *et al.* 2017. Taxonomy and ecology of *Eunotia* species (Bacillariophyta) in southeastern Brazilian

reservoirs. *Bibliotheca Diatomologica* 64, 302 p. ISBN: 978-3-443-57055-2.

Daruich, J.; Tripole, S.; Gil, M.A.; Vallania, A. 2013. Algal and cyanobacterial communities in two rivers of the province of San Luiz (Argentina) subjected to anthropogenic influence. *Acta Limnologica Brasiliensia* 25 (1): 79-90. DOI: 10.1590/S2179-975X2013000100009.

Devenish, C.; Díaz Fernández, D.F.; Clay, R.P. *et al.* [Eds] 2009. *Important bird areas of the Americas – priority sites for biodiversity conservation, vol. 31. BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16)*, Quito, Ecuador. 31 pp.

Dos Santos, R.M. 2016. *Atlas. Algas del Paraguay: características e importancia, muestreo en Paraguay, claves de identificación e ilustraciones*. FACEN, San Lorenzo, Paraguay. 236 pp. ISBN: 978-99967-0-248-8.

Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 01 abr. 2022.

Grassi, B. 2020. **Estudio del Clima Paraguay 2019: cambio climático, evidencias científicas e impactos**. MADES-STP. Asunción Paraguay. 94 p. Disponível em: <http://dncc.mades.gov.py/wp-content/uploads/2020/10/Estudio-del-Clima-Paraguay-2019-1.pdf>

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em: <https://www.algaebase.org/>. Acessado em: abr. 2022.

Guiry, M.D. 2012. How many species of algae are there? *Journal of Phycology* 48: 1057–1063. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2012.01222.x.

Hayes, F.E. 1995. *Status, distribution and biogeography of the birds of Paraguay*. Monographs in field biology, American Birding Association, Colorado Springs, USA. 230 pp. ISBN: 1878788302.

Hortal, J.; de Bello, F.; Diniz-Filho, J. *et al.* 2015. Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 46: 523-549. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400.

Hotelling, H. 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *J Educ Psychol* 61: 417–441. DOI: 10.1037/h0071325

Instituto Life. 2016. *Ecorregiones Del Paraguay - Definición de Prioridades en Conservación*. Disponível em: https://institutolife.org/wp-content/uploads/2018/11/Ecorregiones_del_Paraguay.pdf.

- John, D.M.; Whitton, B.A.; Brook, A.J. 2002. The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 702p.
- Johnson, L.R. & John, D.M. 1992. Taxonomic observations on some uncommon and new *Gongrosira* species (Chaetophorales sensu strictu, Division Chlorophyta). *British Phycological Journal* 27 (2): 153-163. DOI: 10.1080/00071619200650161.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. Elsevier GmbH, Munchen.
- Krupek, R.A. & Branco, C.C.Z. 2014. Estrutura das comunidades de macrolagas da bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil. *Hoehnea* 41 (1): 41-50. DOI: 10.1590/S2236-89062014000100004
- Krupek, R.A.; Branco, C.C.Z.; Peres, C.K. 2008. Levantamento florístico das comunidades de macroalgas da bacia do Rio das Pedras, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. *Hoehnea* 35 (2): 25-44. DOI: 10.1590/S2236-89062008000200003.
- Kumano, S. 2002. Freshwater red algae of the world. Bristol: Biopress Ltd, 375 p. ISBN: 978-0948737602.
- Legendre, P. & Anderson, M. J. 1999. Distance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. *Ecological Monographs* 69 (1): 1-24. DOI: 10.1890/0012-9615(1999)069[0001:DBRATM]2.0.CO;2
- Mace, G.M. 2004. The role of taxonomy in species conservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 359 (1444): 711–719. DOI: 10.1098/rstb.2003.1454.
- McClintic, A.S.; Casamata, D.A.; Vis, M.L. 2003. A survey of algae from montane cloud forest and alpine streams in Bolivia: Macroalgae and associated microalgae. *Nova Hedwigia* 76: 363-379. DOI: 10.1127/0029-5035/2003/0076-0363.
- Menezes, M.; Bicudo, C.E.M; Moura, C.W.N. *et al.* 2015. Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. *Rodriguésia* 66 (4): 1-16. DOI: 10.1590/2175-7860201566408
- Mereles, F.M. 2007. Diversidad vegetal en Paraguay. In: *Biodiversidad del Paraguay, una aproximación a sus realidades* (Ed. by D.A. Salas-Dueñas & J.F. Facetti), pp. 89–109. Fundación Moisés Bertoni, USAID, GEF/BM, Asunción, Paraguay.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. 1998. Tropical Diatoms of South America I: About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. In: Lange-Bertalot, H. *Iconographia Diatomologica*. Vol.

5. Diversity-Taxonomy-Geobotany. Koeltz Scientific Books. Alemanha: Königstein.

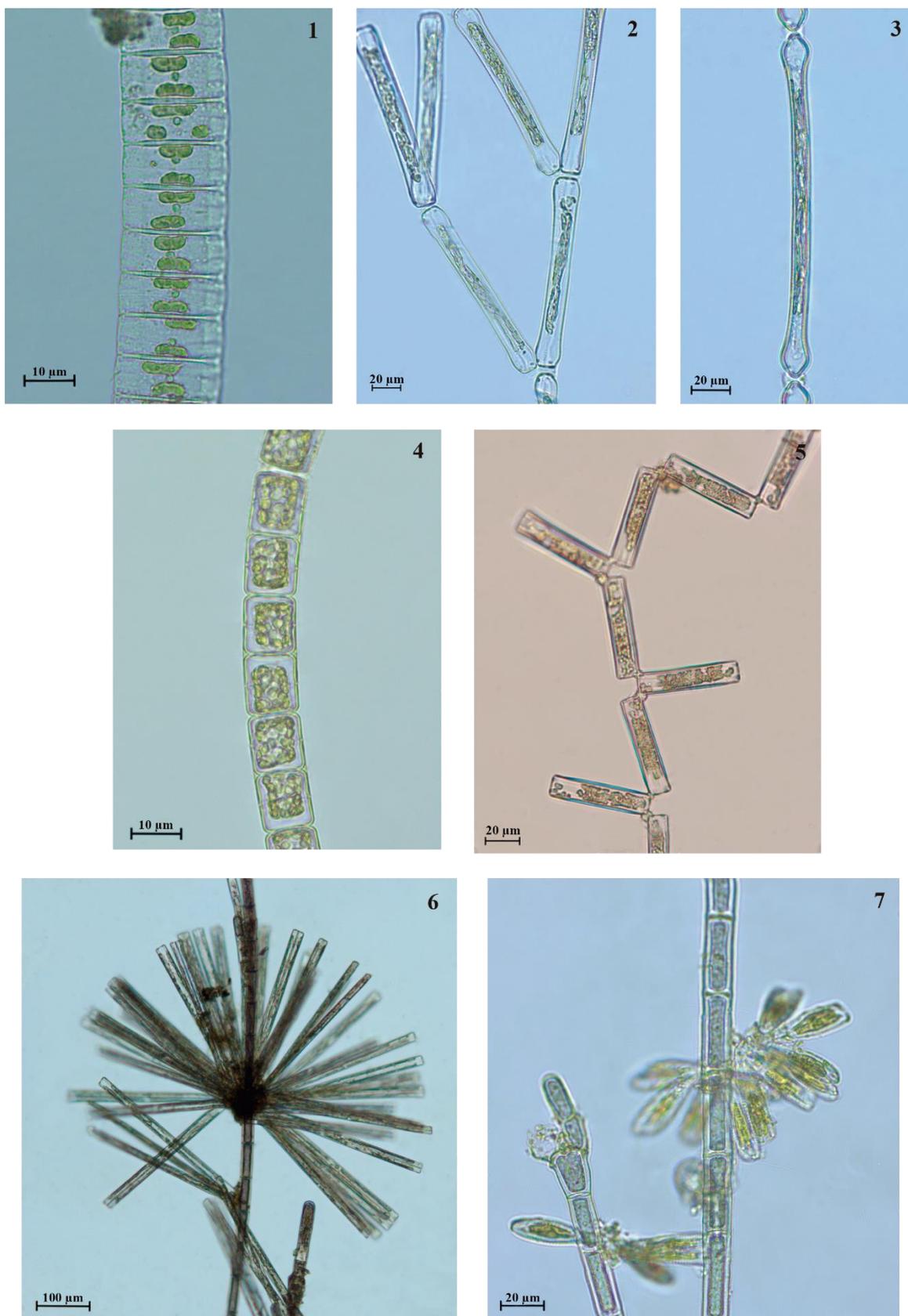
- Morales E.A.; Fernández E.; Fernandez C.E. *et al.* 2008. Algal studies in Bolivia: a compilation and preliminary analysis of existing phycological literature. *Gayana, Botanica* 65: 93–108. DOI: 10.4067/S0717-66432008000100009.
- Mosisch, T.D.; Bunn, S.E.; Davies, P.M. 2001. The relative importance of shading and nutrients on algal production in subtropical streams. *Freshwater Biology* 46(9): 1269–1278. DOI: 10.1046/j.1365-2427.2001.00747.x
- Necchi Jr., O. & Pascoaloto, D. 1993. Seasonal dynamics of macroalgal communities in the Preto River basin, São Paulo, southeastern Brazil. *Arch. Hydrobiol.* 129 (2): 231-252.
- Necchi Jr., O.; Fo., A.S.G.; Paiano, M.O. *et al.* 2019. Revision of *Batrachospermum* section *Macrospora* (Batrachospermales, Rhodophyta) with the establishment of the new genus *Montagnia*. *Phycologia* 1-10. DOI: 10.1080/00318884.2019.1624143
- Necchi, O. Jr. 1990. Revision of the genus *Batrachospermum* Roth (Rhodophyta, Batrachospermales) in Brasil. Ed. Bibliotheca Phycologica 84. Berlin: J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung. ISBN: 978-3-443-60011-2.
- Necchi, O. Jr.; Branco, L.H.Z.; Branco, C.C.Z. 2003. Ecological distribution of stream macroalgal communities from a drainage basin in the Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63 (4): 635- 643. DOI: 10.1590/S1519-69842003000400010.
- Necchi, O. Jr.; Branco, L.H.Z.; Spezamiglio, D.N. 2008. Distribuição ecológica de comunidades de macroalgas de ambientes lóticos do Parque Nacional de Itatiaia (RJ, MG), Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 31 (1): 135-145. DOI: 10.1590/S0100-84042008000100012.
- Necchi, O. Jr.; Branco, C.C.Z.; Simão, R.C.G.; Branco, L.H.Z. 1995. Distribution of stream macroalgae in the northwest region of São Paulo State, southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 299: 219- 230. DOI: 10.1007/BF00767329.
- Necchi, O. Jr.; Dip, M.R.; Goés, R.M. 1991. Macroalgae of a stream in Southeaster Brazil: composition, seasonal variation and relation to physical and chemical variables. *Hydrobiologia* 213: 241-250. DOI: 10.1007/BF00016425.
- Necchi, O. Jr.; Spezamiglio, O.; Branco, D.N. *et al.* 2001. Estudo taxonômico e distribuição ecológica do gênero *Vaucheria* (Xanthophyceae,

Vaucheriaceae) em ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 28 (3): 231-242. DOI: 10.1590/S1676-06032012000200019.

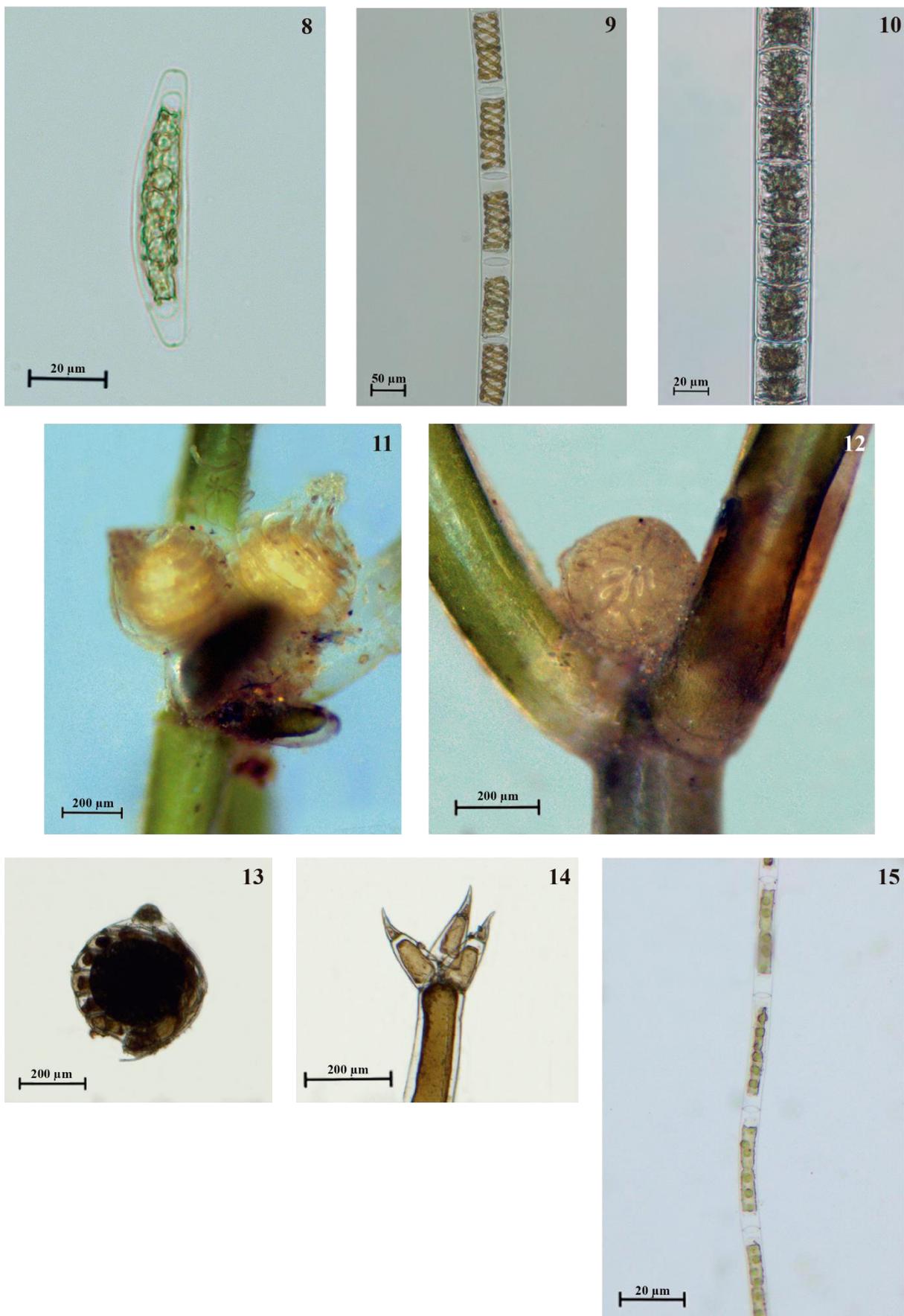
- Oliveira, B.D.; Nogueira, I. de S.; Souza, M.G.M. 2012. Eunotiaceae Kützing (Bacillariophyceae) planctônicas do Sistema Lago dos Tigres, Britânia, GO, Brasil. *Hoehnea* 39 (2): 297-313. DOI: 10.1590/S2236-89062012000200009.
- Ouchi-Melo, L.S.; Amaral, B.; Tavares, D.A. *et al.* 2021. Brazilian vs. Paraguayan streams: Differences in water quality in a cross-border subtropical region. *Limnologica* 90: 125904. DOI: 10.1016/j.limno.2021.125904
- Pentecost, A. 2005. Order Tetrasporales. In: John, D.M.; Whitton, B.A.; Brook, A.J. (eds.). *The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 702 p.
- Peres, C.K. & Branco, C.C.Z. 2014. Algas verdes macroscópicas de ambientes lóticos do Sul do Brasil: taxonomia e aspectos ecológicos. Rio Claro: Novas Edições Acadêmicas, 224 p. ISBN: 978-3639683141.
- Peres, C.K.; Branco, C.C.Z; Krupek, R.A. 2008. Macroalgas de riachos da Serra da Prata, leste do Estado do Paraná, Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22 (2): 333-344. 10.1590/S0102-33062008000200004.
- Pueschel, C.M.; Saunders, G.W.; West, J.A. 2000. Affinities of the freshwater red alga *Audouinella macrospora* (Florideophyceae, Rhodophyta) and related forms based on SSU rDNA gene sequence and pit plug ultrastructure. *J. Phycol.* 36: 433-439. DOI: 10.1046/j.1529-8817.2000.99173.x
- R-Development-Core-Team. 2008. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org>.
- Rosset, V.K.; Bartozek, E.C.R.; Lambrecht, R.W. *et al.* 2020. Gaps and challenges in the knowledge of algae biodiversity in Paraguay. *Phycologia*, DOI: 10.1080/00318884.2020.1830597.
- Senna, P. A. & Ferreira, L.V. 1987. Nostocophyceae (Cyanophyceae) da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal, Brasil, 2: Famílias Nostocaceae, Scytonemaceae e Stigonemataceae. *Rickia* 14: 7-19.
- Sheath, R.G. & Cole, K.M. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. *Journal of Phycology* 28: 448-460. DOI: 10.1111/j.0022-3646.1992.00448.x.

- Sheath, R.G.; Hamilton, P.B.; Hambrook, J.A.; Cole, K.M. 1989. Stream macroalgae of the Eastern boreal forest region of North America. *Canadian Journal of Botany* 97: 3553-3562. DOI: 10.1139/b89-437.
- Sheath, R.G.; Morison, M.O.; Korch, J.E. *et al.* 1986. Distribution of stream macroalgae in South-central Alaska. *Hydrobiologia* 135: 259-269. DOI: 10.1007/BF00006538.
- Skinner, S. & Entwisle, T.J. 2001. Non-marine algae of Australia: 2. Some conspicuous tuft-forming Cyanobacteria. *Telopea* 9 (3): 685-712.
- Sokal, R.R.; Rohlf, F.J. 1981. *Biometry*. New York: W. H. Freeman.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate analysis. *Ecology* 67 (5): 1667-1679. DOI: 10.2307/1938672
- Troutet, J.; Grancolas, P.; Blin, A. *et al.* 2017. Taxonomic bias in biodiversity data and societal preferences. *Scientific Reports* 7: 9132. DOI: 10.1038/s41598-017-09084-6.
- Verb, R.G. & Vis, M.L. 2001. Macroalgal communities from an acid mine drainage impacted watershed. *Aquatic Botany* 71: 93-107. DOI: 10.1016/S0304-3770(01)00184-X.
- Vis, M.L.; Sheath, R.G.; Hambrook, J.A.; Cole, K.M. 1994. Stream macroalgae of the Hawaiian Islands: a preliminary study. *Pacific Science* 48 (2): 175-187.
- Whittaker, R.J.; Araújo, M.B.; Jepson, P. *et al.* 2005. Conservation Biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions* 11 (1): 3-23. DOI: 10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x.
- Wittrock, V. 1897. Algæ Exsiccatae. *Botanical Gazette* 23: 196–198. DOI: 10.1086/327488.

APÊNDICES

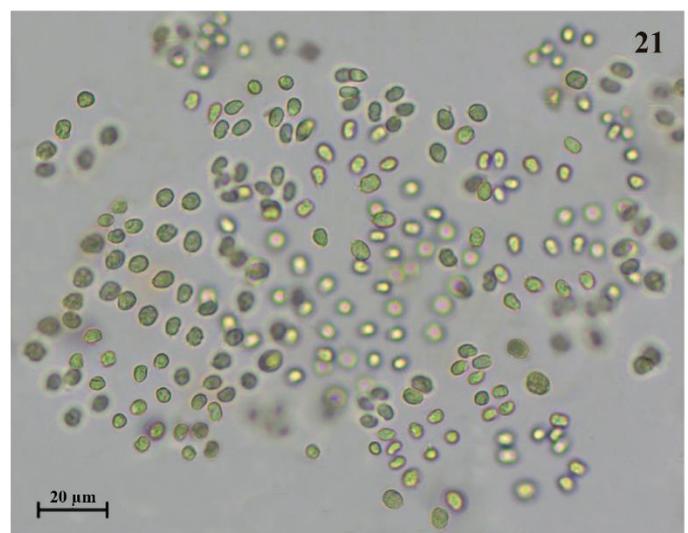
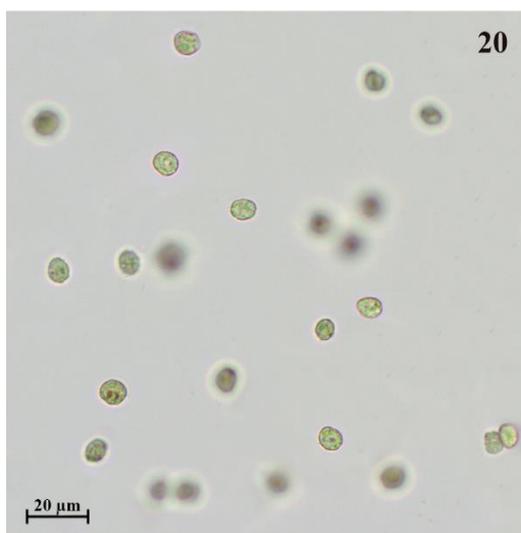
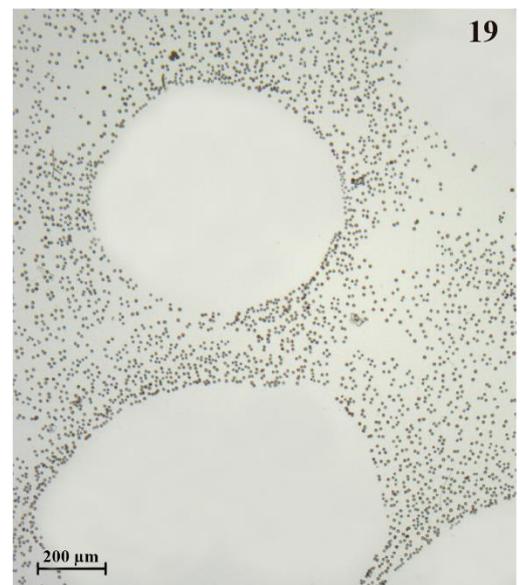
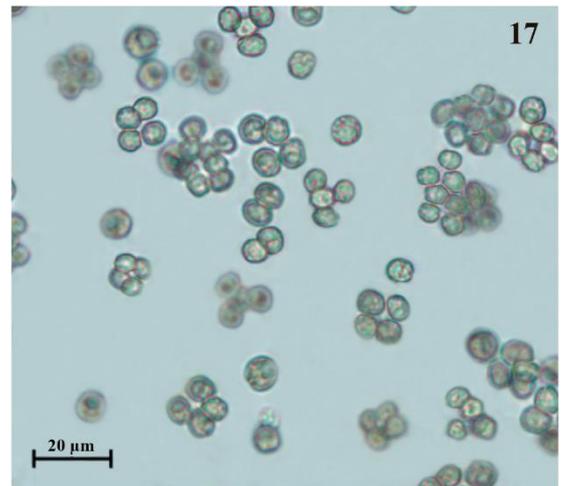
**Prancha 1.** Bacillariophyta

1. *Eunotia* spp.; **2-3.** *Fragilariforma* sp.2: 2. Aspecto geral da colônia; 3. Vista valvar; **4.** *Melosira varians*; **5.** *Fragilariforma* sp.1; **6.** *Ulnaria ulna*; **7.** *Gomphonema* spp.



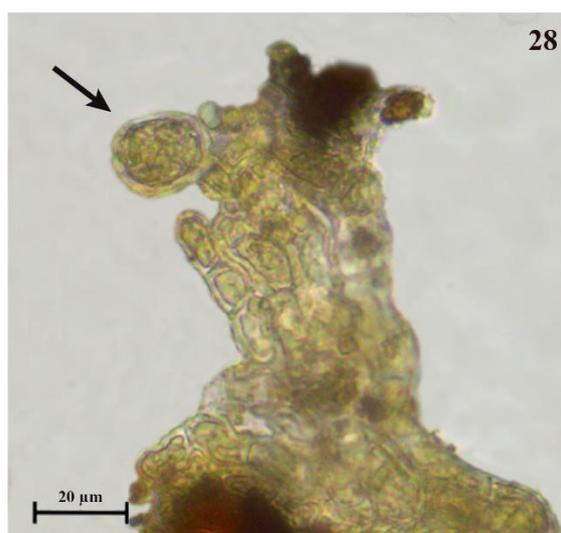
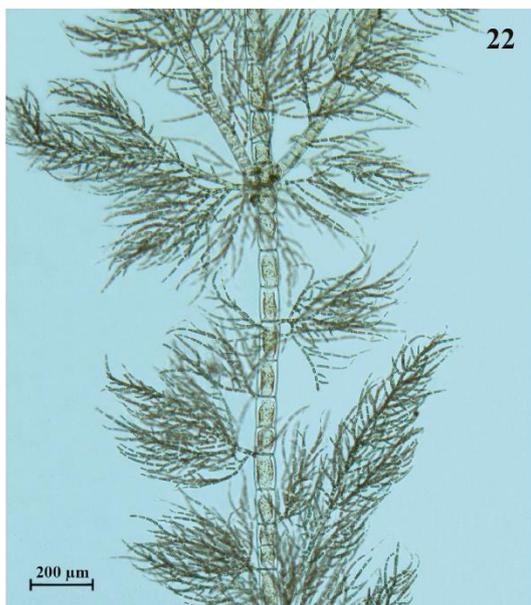
Prancha 2. Charophyta

8. *Closterium pusillum*; **9.** *Spirogyra* spp.; **10.** *Zygnema* spp.; **11-14.** *Nitella glaziovii*: 11. Núculas; 12. Glóbulo; 13. Detalhe das convolações da núcula; 14. Dáctilos; **15.** *Mougeotia* sp.



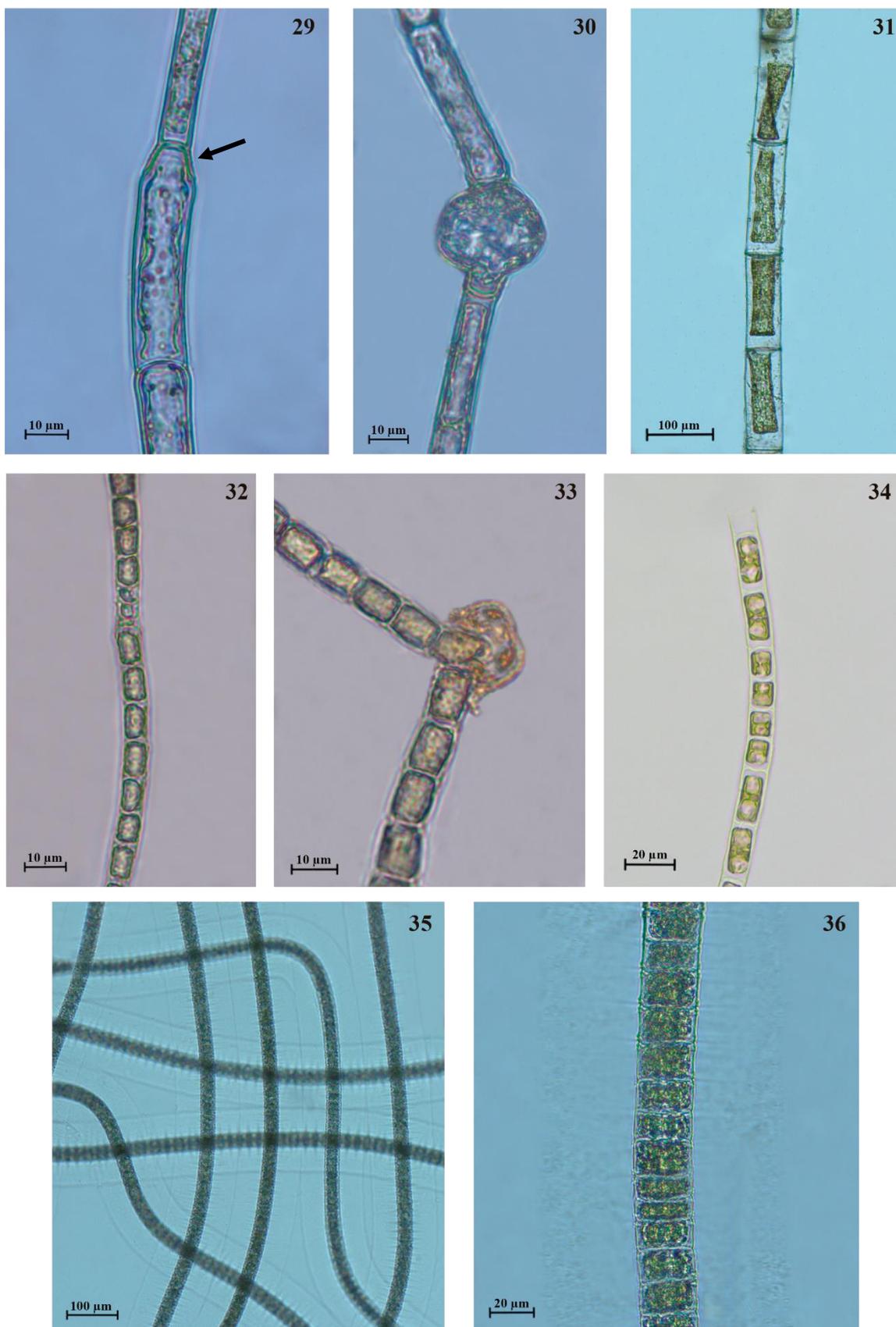
Prancha 3. Chlorophyta

16. *Ecbalocystis pulvinata*; 17-18. *Tetraspora gelatinosa*: 17. Células em grupo de 4; 18. Visão geral da colônia; 19. *Tetraspora lubrica*; 20-21. *Palmellopsis gelatinosa*: 20. Detalhe das células; 21. Visão geral da colônia.



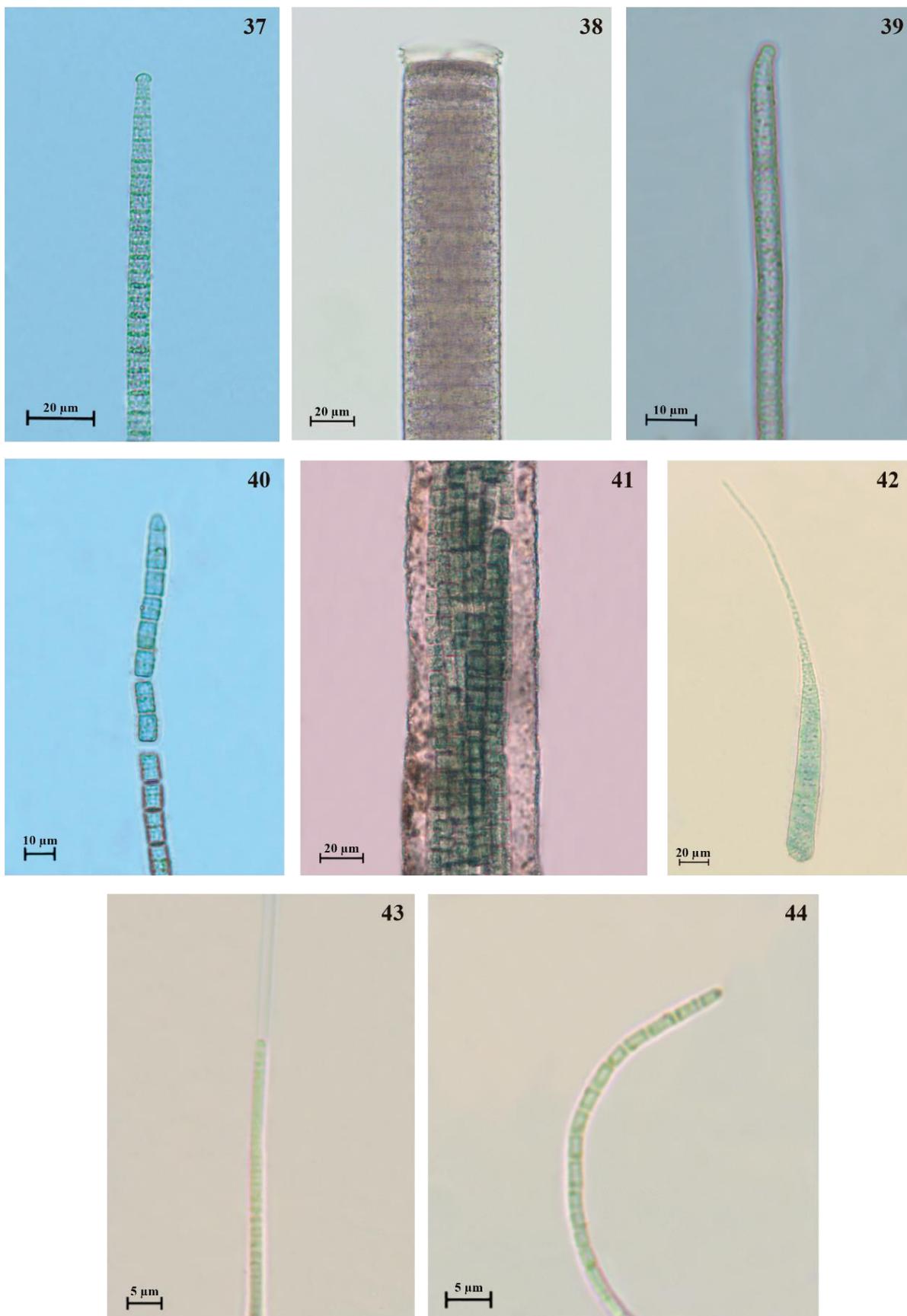
Prancha 4. Chlorophyta

22. *Draparnaldia mutabilis*; **23-24.** *Stigeoclonium amoenum*: 23. Visão geral do sistema ereto; 24. Detalhe nas ramificações; **25-26.** *Stigeoclonium helveticum*: 25. Visão geral do sistema ereto; 26. Detalhe nas ramificações; **27-28.** *Gongrosira pseudoprostrata*: 27. Sistema prostrado; 28. Zoosporângio (seta).



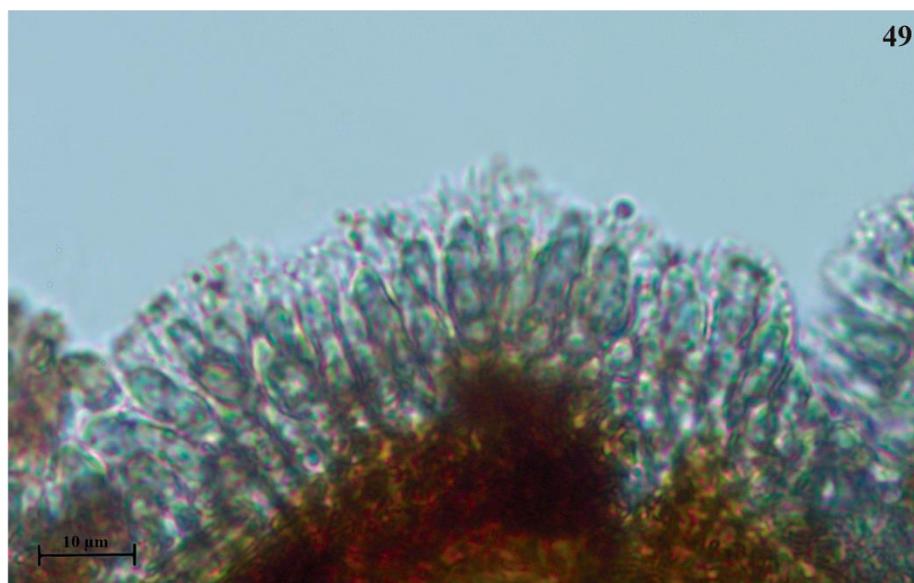
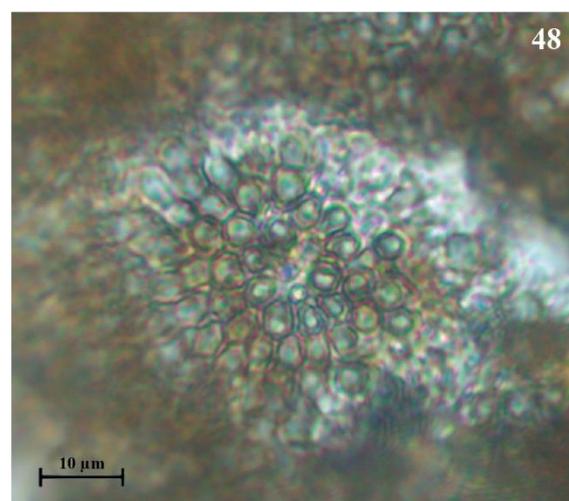
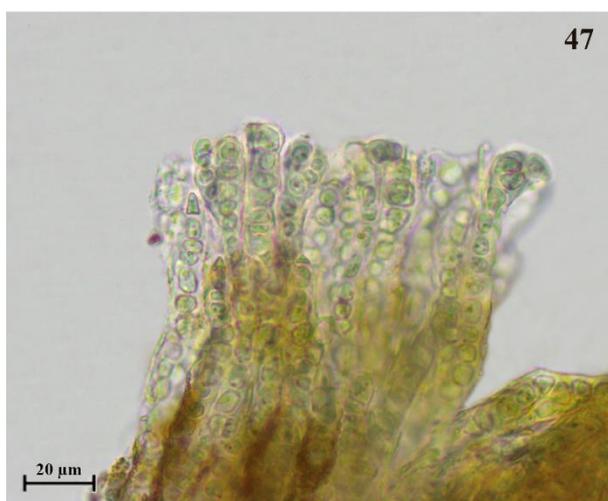
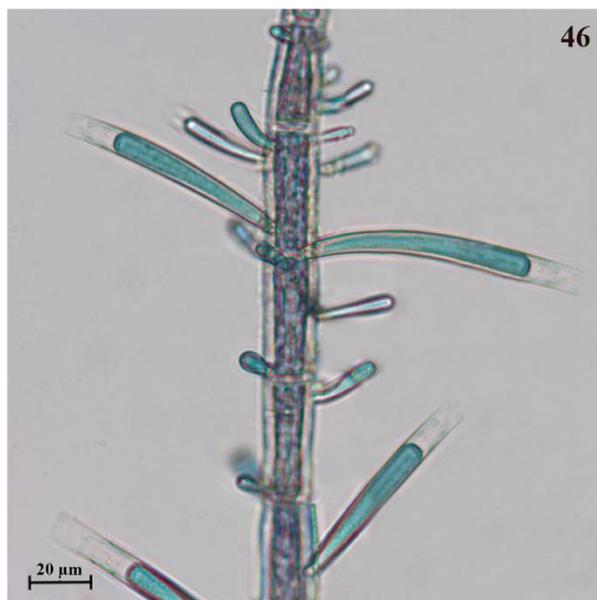
Prancha 5. Chlorophyta

29-30. *Oedogonium* sp.: 29. Destaque nas estrias de crescimento (seta); 30. Oogonio; **31.** *Oedogonium* spp. **32-33.** *Klebsormidium fluitans*: 32. Filamento; 33. Pseudo-ramificação em forma de joelho; **34.** *Microspora floccosa*; **35-36.** *Geminella* sp.: Visão geral da população; 36. Células do filamento.



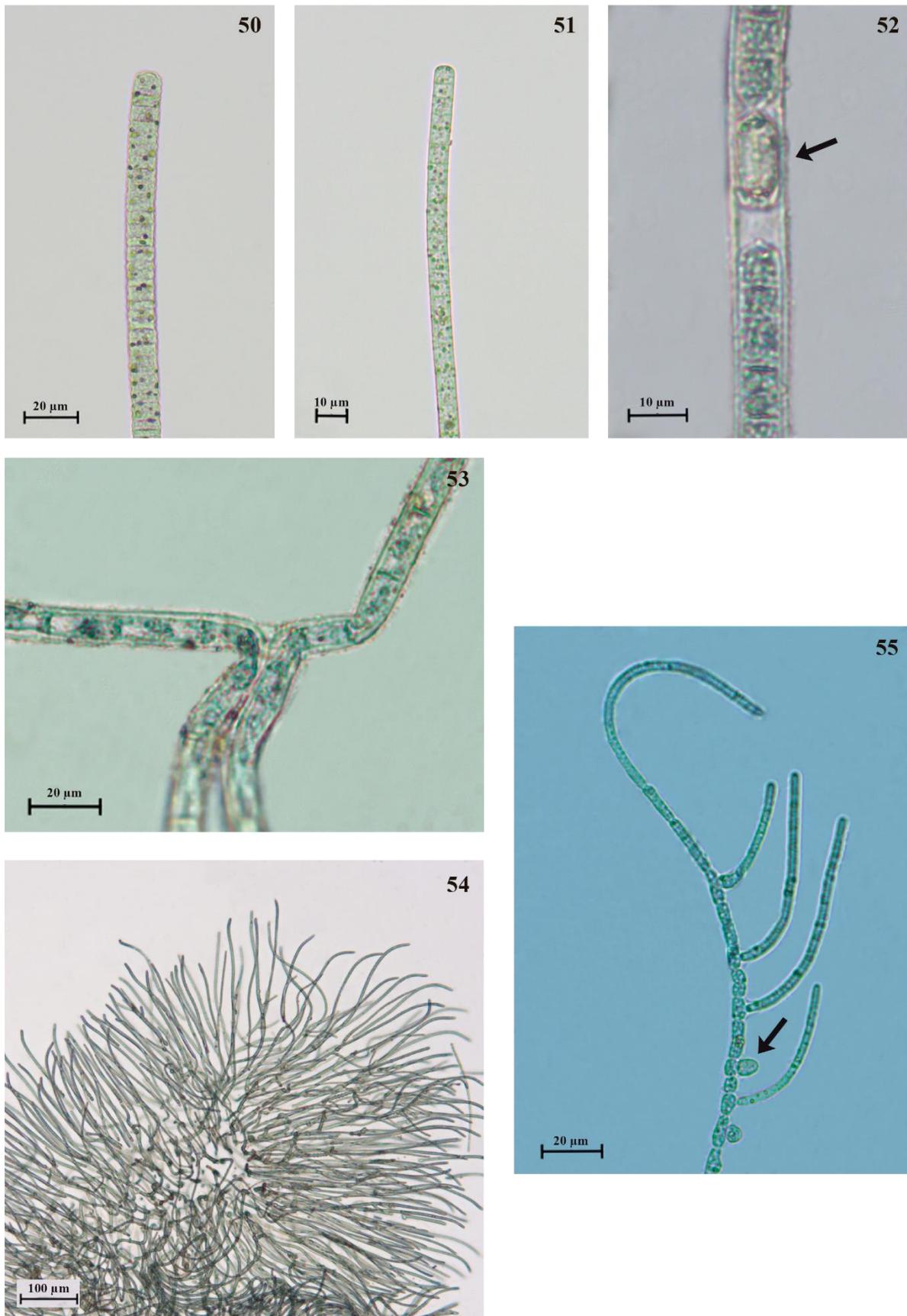
Prancha 6. Cyanobacteria

37. *Phormidium nigrum*; **38.** *Oscillatoria princeps*; **39.** *Microcoleus autumnalis*; **40-41.** *Microcoleus* aff. *subtorulosus*: 40. Detalhe do tricoma; 41. Vários tricomas por bainha; **42.** *Homoeothrix* cf. *juliana*; **43.** *Leptolyngbya* aff. *lagerheimii*; **44.** *Anagnostidinema amphibium*



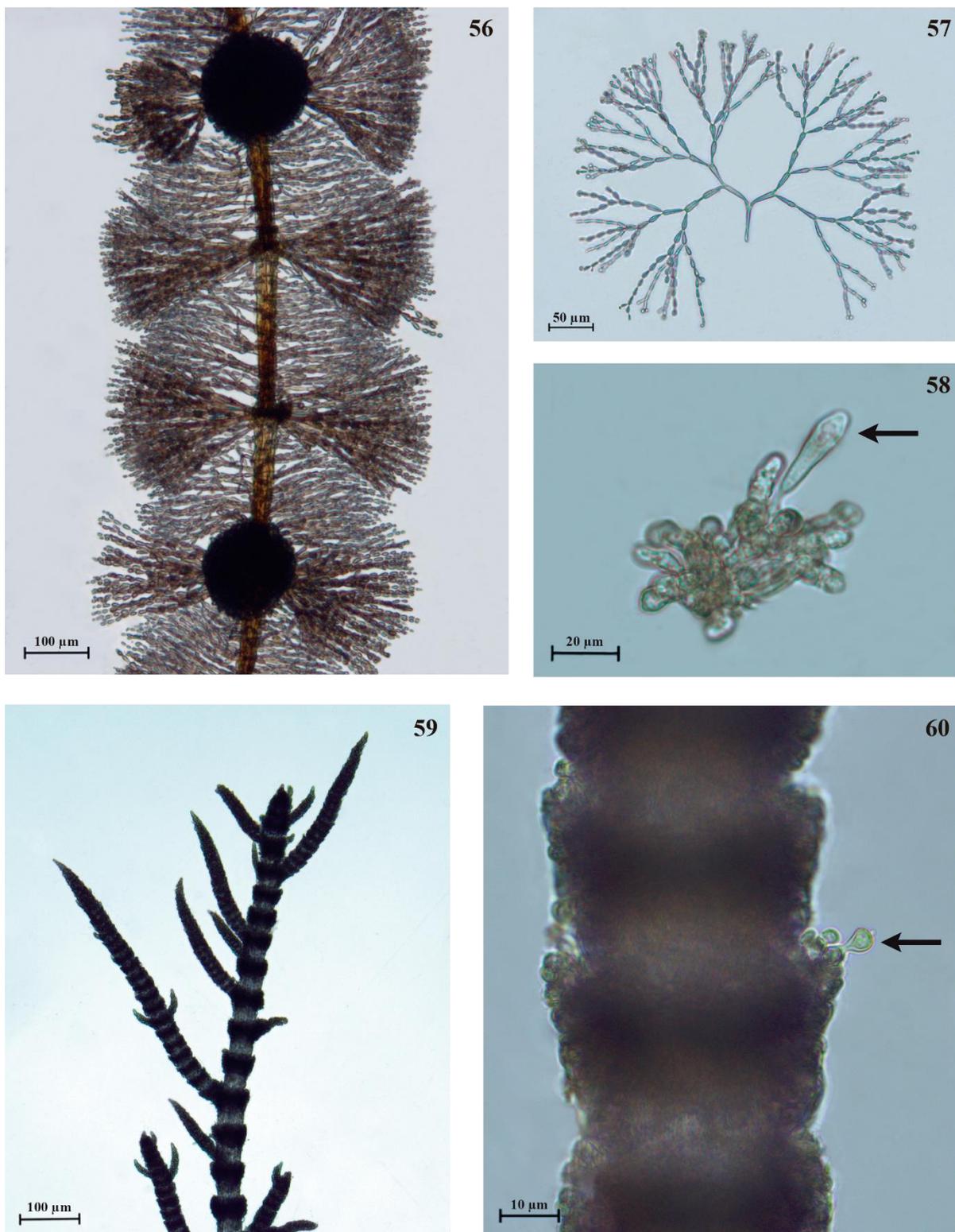
Prancha 7. Cyanobacteria

45-46. *Chamaesiphon confervicola*: 45. Células epífita sobre estágio 'Chantransia'; 46. Detalhe da célula com bainha; **47.** *Chroococcopsis fluviatilis*; **48-49.** *Pleurocapsales* sp.: 48. Vista apical; 49. Vista lateral.



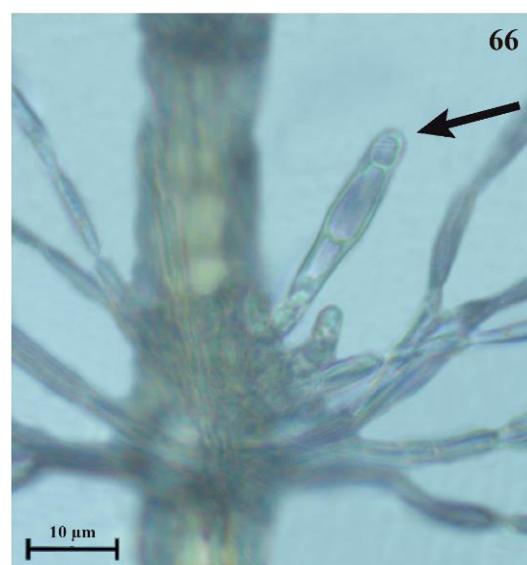
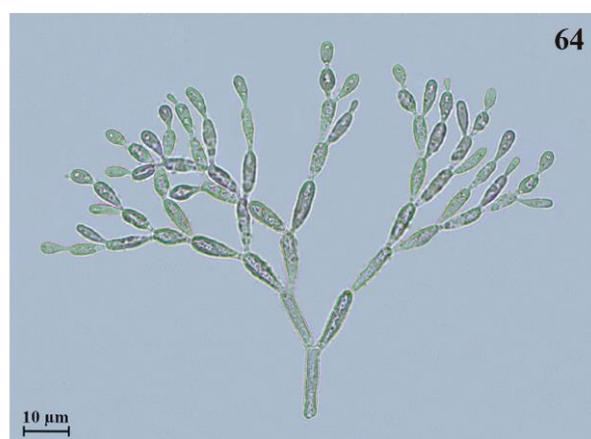
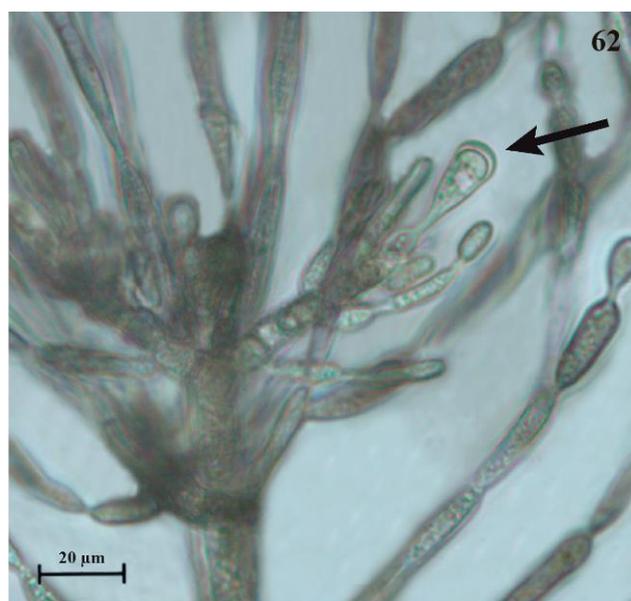
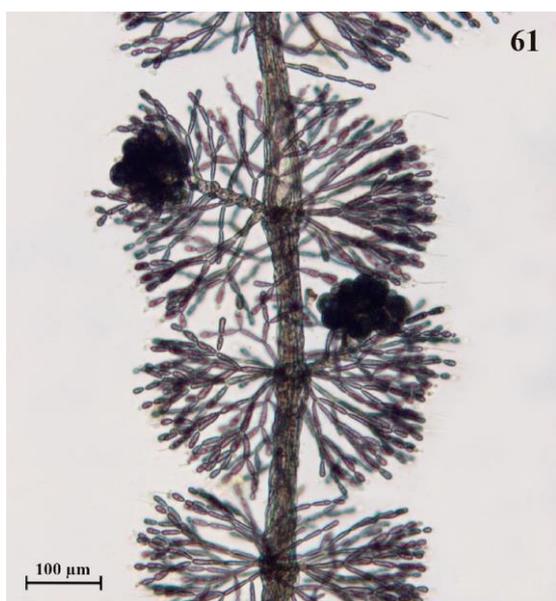
Prancha 8. Cyanobacteria

50. *Phormidium* sp.; **51.** *Potamolinea aerungineocaerulea*; **52-53.** *Scytonema arcangeli*: 52. Heterocito (seta); 53. Pseudo-ramificação; **54-55.** *Nostochopsis lobatus*: 54. Visão geral da população; 55. Detalhe do filamento com heterocito pedunculado (seta).



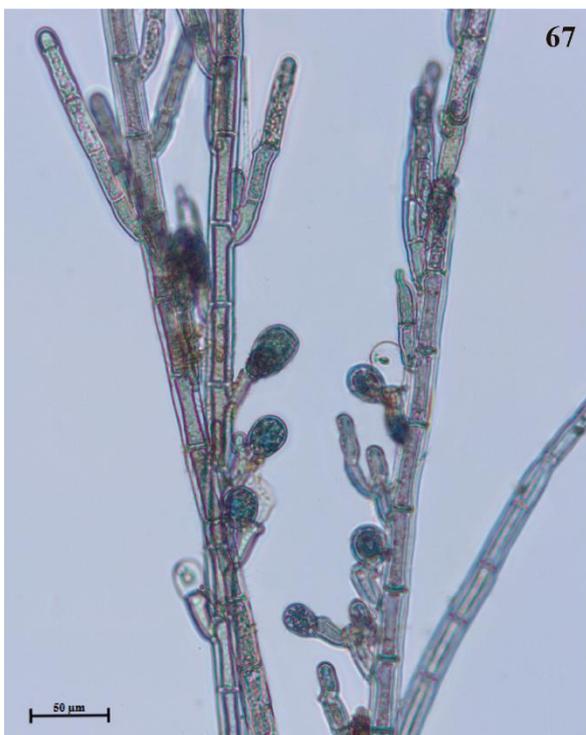
Prancha 9. Rhodophyta

56-58. *Kumanoa ambigua*: 56. Visão dos verticilos e carposporófitos; 57. Fascículo primário; 58. Ramos carpogoniais torcidos e tricogínio (seta); **59-60.** *Torularia puiggariana*: 59. Visão geral dos verticilos; 60. Detalhe de verticilos e tricogínio (seta).



Prancha 10. Rhodophyta

61-63. *Montagnia macrospora*: 61. Visão dos verticilos e carposporófitos pedunculados; 62. Ramos carpogonial longo com tricogínio (seta); 63. Fascículo primário; **64-66.** *Virescentia viride-brasiliensis*: 64. Fascículo primário; 65. Visão geral dos verticilos; 66. Ramo carpogonial com tricogínio (seta).



Prancha 11. Rhodophyta e Ochrophyta

67. Estágio 'Chantransia' de Batracospermaceae com monosporângios; **68.** *Vaucheria* spp.