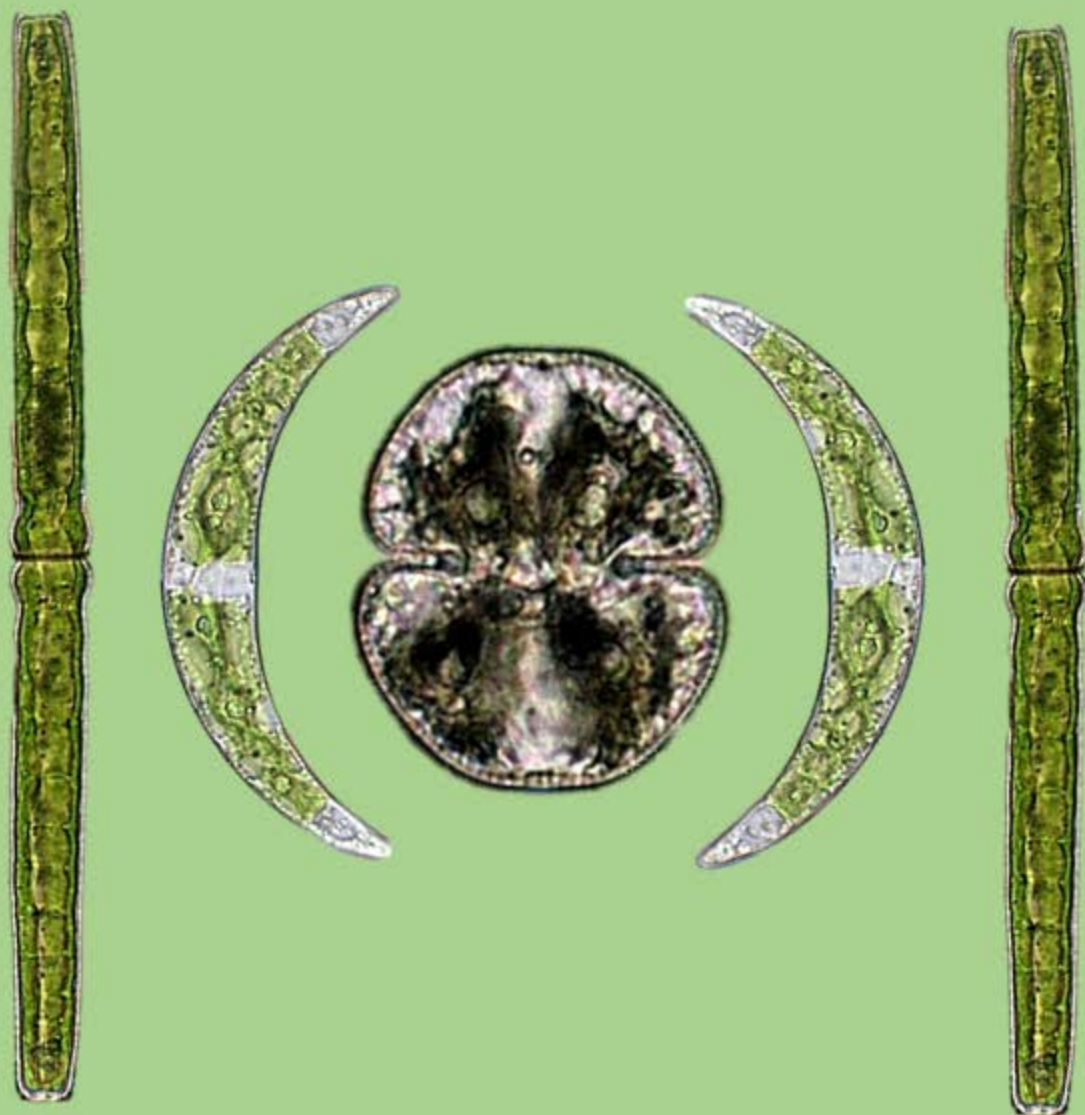


ZYGNEMATOPHYCEAE
(STREPTOPHYTA) NO PERIFÍTON
DE LAGOS URBANOS DO
MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, GO



Francielle Karla Lopes da Silva
Goiânia, 2016

FRANCIELLE KARLA LOPES DA SILVA

**ZYGNEMATOPHYCEAE (STREPTOPHYTA) NO PERIFÍTON DE LAGOS URBANOS
DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, GO**

Goiânia, Goiás

2016

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Francielle Karla Lopes da Silva		
E-mail:	franciellekls.bio@gmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Vínculo empregatício do autor			
Agência de fomento:	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Sigla:	CAPES
País:	Brasil	UF:	GO
		CNPJ:	00889834/0001-08
Título:	ZYGNEMATOPHYCEAE (STREPTOPHYTA) NO PERIFÍTON DE LAGOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, GO		
Palavras-chave:	Algas, Diversidade, Desmídias, Estrutura de comunidade, Lagos rasos		
Título em outra língua:	Zygnematophyceae (Streptophyta) in periphyton of urban ponds in the city of Goiânia, GO		
Palavras-chave em outra língua:	Algae, Diversity, Desmids, Structure community, Shallow ponds		
Área de concentração:	Botânica		
Data defesa (dd/mm/aaaa):	24/03/2016		
Programa de Pós-Graduação:	Biodiversidade Vegetal		
Orientador (a):	Dra. Sirlene Aparecida Felisberto (In memoriam) / Dr. Marcos José da Silva		
E-mail:	marcos_agrorural@hotmail.com		
Co-orientador (a):*	Bárbara Medeiros Fonseca (CPF: 78107229134)		
E-mail:	barbara.fonseca0603@gmail.com		

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Assinatura do (a) autor (a)

Data: ____ / ____ / ____

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE VEGETAL

**ZYGNEMATOPHYCEAE (STREPTOPHYTA) NO PERIFÍTON DE LAGOS URBANOS
DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, GO**

FRANCIELLE KARLA LOPES DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal da Universidade Federal de Goiás como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Vegetal.

Orientador (a): Profa. Dra. Sirlene Aparecida Felisberto (In memoriam) / Prof. Dr. Marcos José da Silva

Coorientador (a): Profa. Dra. Bárbara Medeiros Fonseca

Goiânia, Goiás

2016

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Silva, Francielle Karla Lopes da
Zygnematophyceae (Streptophyta) no perifiton de lagos urbanos do
município de Goiânia, GO [manuscrito] / Francielle Karla Lopes da
Silva. - 2016.
xi, 76 f.

Orientador: Profa. Dra. Sirlene Aparecida Felisberto; co-orientadora
Dra. Bárbara Medeiros Fonseca.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de
Ciências Biológicas (ICB) , Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade Vegetal, Goiânia, 2016.
Bibliografia. Anexos.
Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Algas. 2. Diversidade. 3. Desmídias. 4. Estrutura de comunidade.
5. Lagos rasos. I. Felisberto, Sirlene Aparecida, orient. II. Fonseca,
Bárbara Medeiros, co-orient. III. Título.

*Dedico este trabalho a Deus
(meu tudo), a minha família (meu
porto seguro), aos meus amigos (meus
irmãos de coração) e a um ser de luz
que hoje habita a casa do Altíssimo
(meu exemplo de ser humano).*

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, OBRIGADA **SENHOR POR TUDO!** Obrigada pela minha família, pelos meus amigos, pelos meus anjos de quatro patas, pelas minhas conquistas, pelas bênçãos, pela proteção, pelo Teu amor misericordioso, pela Tua constante companhia. Obrigada meu Pai Querido pela presença do Teu **Espírito Santo** em todos os momentos de minha vida.

À minha mãezinha do céu, minha **Nossa Senhora**, por todas as vezes que corri em direção aos teus braços e me recebestes de braços imensamente abertos, obrigada por sempre atender minhas orações intercedendo por mim à Deus Pai.

Ao meu querido **Anjo da Guarda**, pelo zelo e guarda.

À minha **Família**. Obrigada mamãe! Obrigada papai! Obrigada maninha! Obrigada por sempre me impulsionarem e não me deixarem desistir ou cair. Obrigada por sempre ouvirem minhas reclamações e lamentos e acima de tudo por me disponibilizarem um porto seguro, repleto de atenção e carinho.

À **Profa. Dra. Bárbara Medeiros Fonseca**. Professora não existem palavras neste mundo que possam expressar toda a gratidão que sinto pela senhora. Professora a única coisa que posso fazer é rogar à Deus para que Ele a agradeça em meu lugar, pois somente Ele pode retribuir tudo o que a senhora fez por mim. Obrigada professora por aceitar me orientar, pela coragem de assumir este trabalho e conseguir fazê-lo andar. Obrigada professora por me receber em sua casa e pelas comidas extremamente saborosas. Obrigada professora por toda dedicação, por disponibilizar seu tempo e principalmente por sua paciência. Obrigada professora por sempre ser tão solícita e me incentivar a melhorar. Obrigada professora por ser esta pessoa tão meiga e gentil. Obrigada professora, por tudo.

Aos meus **queridos amigos** do LAFIC (Alline, Gisa, Vivi, Karol, Denise, Cássia, Mirtys, Diego, Laiza) por terem constituído minha família na UFG.

À **Profa. Dra. Sirlene Aparecida Felisberto (in memorian)**. Professora saudade é muito, muito, muito, mas muito pouco para expressar o que sinto pela ausência da senhora, saudade não é nada, saudade inexistente no meu vocabulário, saudade já não é saudade. Professora obrigada por ter existido em minha vida e obrigada pelas “troscentas” comemorações de aniversário que a senhora me proporcionou naqueles “vinte e uns” de janeiro de 2015, foi de longe um dos

aniversários mais divertidos que tive. Obrigada professora, pois “ Eu nunca vou esquecer desses dias dourados de verão, esse verão que trouxe alegria para o meu cotidiano entediante. ”

À **Profa. Dra. Letícia Almeida Gonçalves**. Professora obrigada imensamente por toda sua gentileza, atenção, dedicação e por fazer dos momentos difíceis, momentos mais toleráveis. Obrigada professora por ter nos ajudado com tanto carinho, obrigada por tudo que fez e tem feito por nós e por nos mostrar o quão incrível a senhora é!

À **Profa. Dra. Vera Lúcia Gomes Klein**. Professora obrigada por ter me acolhido em suas aulas, por ter me permitido conhecer a pessoa tão maravilhosa que a senhora é! Obrigada professora por me receber tão carinhosamente e com tanta atenção. Obrigada por todos os momentos tão gratificantes e divertidos que tive em sua companhia e especialmente por toda gentileza a mim ofertada. Obrigada professora pela maravilhosa experiência que a senhora nos ofertou na disciplina de Botânica em Campo, foi incrível!

Ao **Prof. Dr. Marcos José da Silva**, por assumir minha orientação e por me atender prontamente sempre que solicitei sua ajuda.

À **Profa. Dra. Moemy Gomes de Moraes**, pelo espaço cedido no Laboratório de Fisiologia Vegetal, onde obtive parte dos meus resultados.

À **Cinara Abraão**. Obrigada Cinara! Obrigada por sempre me ajudar no preparo das soluções para o meu trabalho e muitíssimo obrigada pela gentileza, dedicação, carinho e atenção a mim ofertados.

À **Gleice**, por toda sua ajuda, atenção, carinho e disponibilidade! Obrigada Gleice por sempre socorrer-me em minhas dúvidas e me tratar com tanto respeito.

Aos meus **amigos do mestrado**, meus companheiros de guerra!

Aos meus **amigos-irmãos** (Alline, Elienai, Alê, Gisa, Laiza, Maria Gabriela) por sempre se me acompanharem nesta jornada, por se importarem comigo e fazerem dos meus dias, dias mais alegres, cheios de bons momentos e conversas animadas.

Aos meus **importantes amigos** da UFG (Beryl, Lorena, Cellini, Laís). Obrigada pelas companhias tão queridas!

À **Alline e Elienai**. Obrigada por terem feito do meu mestrado algo memorável. Obrigada por suas companhias tão cheias de vida nos bancos do ICB 1, pelas conversas cheias de risadas e alegrias e principalmente pelos desafios que enfrentamos juntas!

Ao **Alê**. Obrigada Alê por tudo, por trilhar mas este caminho comigo e principalmente pelos anos de amizade.

Aos meus **anjos de quatro patas**, Marie e Lola, pela felicidade inocente que demonstram ao me verem chegar a casa, pelo carinho que me dedicam sem reservas, pela afeição sem retorno, pelo amor incondicional e pelo companheirismo noites a fora. A vocês meus anjos que não possuem asas, mas sim quatro patas, um corpo peludo e um nariz geladinho, meu mais sincero obrigada!

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela concessão da bolsa de estudo.

À **Universidade Federal de Goiás** e ao **Instituto de Ciências Biológicas** pelo espaço físico cedido, no qual pude realizar os meus estudos e obter resultados.

Aos que eu não tenha mencionado, minhas sinceras desculpas e os agradeço por tudo, mesmo os que estejam nas entrelinhas. Afinal, agradecer é o mínimo que podemos fazer por aqueles que gastam um pouco da sua energia conosco e nos ajudam mesmo sem saber, querer ou poder.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	2
2.1. Quem são as Zygnematophyceae.....	2
2.2. Zygnematophyceae no perifíton.....	3
2.3. Perifíton em lagos urbanos.....	5
3. Referências Bibliográficas.....	14
4. Resultados.....	28
4.1. Manuscrito submetido à Revista Acta Botanica Brasilica.....	29

MANUSCRITO

Community structure of periphytic Zygnematophyceae (Streptophyta) in nine urban eutrophic ponds from central Brazil (Goiânia, GO)	29
Abstract.....	30
Introduction.....	31
Material and Methods.....	33
<i>Study area</i>	33
<i>Sampling</i>	33
<i>Quantitative analysis</i>	34
<i>Data analysis</i>	35
Results.....	35
<i>Abiotic data and periphytic biomass</i>	35
<i>Zygnematophyceae community structure</i>	36
Discussion.....	38
Acknowledgements.....	40
References.....	41
6. Considerações Finais	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estudos publicados com abordagem taxonômica da Classe Zygnematophyceae para diferentes regiões do Brasil, utilizando as seguintes plataformas de busca: Portal de Periódicos Capes, Scielo e Google acadêmico.....	8
---	---

MANUSCRITO

Table 1. Geographic coordinates and morphometric data of nine urban eutrophic ponds from Goiânia, GO.....	59
Table 2. Mean values for limnological variables of nine urban eutrophic ponds from Goiânia, GO (see codes at table 1). (for some variables the standard deviation is also presented; n = 3).....	60
Table 3. Mean density (ind cm ⁻²) and frequency of occurrence (F) of periphytic Zygnematophyceae in urban eutrophic ponds from Goiânia, GO (Legend: P = epiphyton; L = epiliton; * = rare; **common *** = frequent. **** = constant).....	61
Table 4. Diversity indices of periphytic Zygnematophyceae in urban eutrophic ponds from Goiânia, GO.....	65

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO

Figura 1. Study area.....	53
Figura 2. Richness of periphytic Zygnematophyceae in urban eutrophic ponds from Goiânia, GO.....	54
Figura 3. Periphytic chlorophylla in eutrophic urban ponds from Goiânia, GO.....	54
Figura 4. Periphytic density (ind cm ⁻²) in eutrophic urban ponds from Goiânia, GO.....	55
Figura 5. Relative density (%) of periphytic taxonomic classes in urban eutrophic ponds from Goiânia, GO.....	56
Figura 6. Relative density (%) of the five most abundant taxa among periphytic Zygnematophyceae in nine urban eutrophic ponds from Goiânia, GO.....	57
Figura 7. Cluster analysis (Jaccard Coefficient) of periphytic Zygnematophyceae in nine urban eutrophic lakes from Goiânia, GO.....	58

LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Normas para a Revista Acta Botanica Brasilica.....	67
Anexo II – Documento de submissão do artigo em Qualis/CAPES B2.....	76

RESUMO: Zygnematophyceae (Streptophyta) no perifíton de lagos urbanos do município de Goiânia, GO

Lagos urbanos compreendem habitats com uma grande diversidade biótica e abiótica. Este estudo teve como objetivo analisar a estrutura da comunidade de algas Zygnematophyceae no perifíton de nove lagos eutróficos urbanos de Goiânia, GO. As amostras foram coletadas em agosto de 2014, na zona litorânea. O perifíton foi coletado de dois substratos diferentes, pecíolos de macrófitas (epifíton) e seixos (epilíton). No total, 49 táxons de Zygnematophyceae foram registrados, distribuídos em duas ordens, cinco famílias e 13 gêneros. A maior valor de clorofila foi relatado no lago Beija-flor ($2,9 \mu\text{g cm}^{-2}$), enquanto o menor no lago Jardim Botânico ($0,8 \mu\text{g cm}^{-2}$). O epilíton apresentou um valor médio relativamente maior ($2,4 \mu\text{g cm}^{-2}$) quando comparado com epifíton ($1,5 \mu\text{g cm}^{-2}$), embora tenham sido relatados, não houve diferença estatística significativa entre os substratos ($W = 51,0$; $p = 0,148$). Entre as classes taxonômicas, Cyanobacteria foi a mais contributiva para a densidade do perifíton ($6,0 \times 10^6 \text{ ind cm}^{-2}$) especialmente no epilíton, representando de 70 a quase 100% em alguns lagos. A Classe Bacillariophyceae teve a segunda maior contribuição, seguida por Chlorophyceae. Com base na frequência de ocorrência, a maioria dos táxons foram classificados como raros, estando presente em menos do que 20% das amostras. Apenas *Cosmarium tenue* e *Mougeotia* sp. 3 foram classificados como comuns. A densidade média de Zygnematophyceae foi de $6,2 \times 10^3 \text{ ind cm}^{-2}$, representando 0,82% da comunidade perifítica no epifíton e 0,02% no epilíton. A maioria dos táxons aqui apresentados foram citados pela literatura em habitats eutróficos, e podem ser usados como indicadores biológicos (por exemplo, *Staurastrum volans*, *Pleurotaenium trabecula* var. *trabecula*, *Closterium acutum* var. *variabile*). Alguns lagos com valores relativamente elevados de nutrientes (por exemplo, lago Flamboyant) também apresentou alta diversidade, o que pode ser explicado pela tolerância destes táxons aos seus ambientes locais.

Palavras-chave: Algas, Diversidade, Desmídias, Estrutura de comunidade, Lagos rasos

ABSTRACT: Zygnematophyceae (Streptophyta) in periphyton of urban ponds in the city of Goiânia, GO

Urban ponds comprise habitats with a great diversity biotic and abiotic. This study aimed at analyzing the community structure of Zygnematophyceae algae in the periphyton of nine urban eutrophic ponds from Goiânia, GO. Samples were collected in August 2014, in the littoral zone. Periphyton was collected from two different substrates, macrophyte petiole (epiphyton) and pebbles (epilithon). Altogether 49 Zygnematophyceae taxa were recorded, distributed in two orders, five families and 13 genus. The highest chlorophyll *a* value was reported at Beija-flor Pond ($2.9 \mu\text{g cm}^{-2}$), while the smallest one at Jardim Botânico Pond ($0.8 \mu\text{g cm}^{-2}$). The epilithon presented a relatively higher mean value ($2.4 \mu\text{g cm}^{-2}$) when compared to epiphyton ($1.5 \mu\text{g cm}^{-2}$), although no statistical difference were reported between the substrates ($W = 51.0$; $p = 0.148$). Among taxonomic classes, Cyanobacteria contributed most to periphyton density ($6.0 \times 10^6 \text{ ind cm}^{-2}$) especially in the epilithon, representing from 70 to almost 100% in some ponds. The class Bacillariophyceae had the second highest contribution, followed by Chlorophyceae. Based on frequency of occurrence, most taxa were classified as rare, being present in less than 20% of the samples. Only *Cosmarium tenue* and *Mougeotia* sp. 3 were classified as common. The average Zynematophyceae density was $6.2 \times 10^3 \text{ ind cm}^{-2}$, representing 0.82% of the periphytic community in the epiphyton and 0.02% in the epilithon. Most taxa reported here have been cited by literature in eutrophic habitats, and may be used as biological indicators (e.g., *Staurastrum volans*, *Pleurotaenium trabecula* var. *trabecula*, *Closterium acutum* var. *variabile*). Some ponds with relatively high nutrient values (e.g., Flamboyant pond) also presented higher diversity, which can be explained by these taxa tolerance to their local environments.

Keywords: Algae, Diversity, Desmids, Structure community, Shallow ponds

1. INTRODUÇÃO GERAL

O perifíton é uma complexa comunidade representada por um biofilme que atua na interface entre o substrato e a água circundante. Esta comunidade compreende os organismos microscópicos fotossintetizantes e outros microorganismos (bactérias, fungos e animais), junto a detritos orgânicos e inorgânicos que se encontram aderidos ou intimamente associados a algum substrato (WETZEL, 1983).

Por responder prontamente às mudanças do meio aquático, o perifíton vem sendo bastante utilizado como indicador biológico, funcionando como um sensor das variáveis ambientais. Essa característica se deve ao fato desta comunidade apresentar alta taxa de diversidade e curto ciclo de vida, assim podendo também ser facilmente utilizada para desenvolver e testar modelos ecológicos (CETTO et al., 2004). Além dessas características, o perifíton apresenta efetiva participação na reciclagem de nutrientes inorgânicos, uma vez que quase toda produção fotossintética é mineralizada continuamente neste biofilme (SAND-JANSEN, 1983).

Geralmente, as algas integram a maior parte do perifíton, constituindo a base produtiva dessa comunidade. Consideradas importantes produtoras primárias, em alguns ecossistemas aquáticos as algas perifíticas chegam a contribuir com até 90% da produção primária total (WETZEL, 1990) e por serem capazes de acumular grandes quantidades de substâncias nocivas (NEAL, 1967; SLÁDECKOVÁ, 1962, 1991), constituem poderosos bioindicadores do estado trófico dos ecossistemas aquáticos, evidenciando as mudanças na qualidade da água e da dinâmica do sistema (LOVERDE-OLIVEIRA et al., 2006).

Dentre as algas perifíticas, a Classe Zygnematophyceae constitui um grupo bastante representativo no que diz respeito ao número de gêneros e espécies (COESEL, 1982, 1996; BROOK, 1981). Tal classe é comum em ambientes oligotróficos a mesotróficos (COESEL, 1982, 1996), especialmente ecossistemas aquáticos de águas ácidas (BROOK, 1981), embora algumas espécies também sejam registradas em águas alcalinas (BROOK, 1981). E segundo Růžička (1977), algumas espécies dos gêneros dessa classe, como *Staurastrum*, *Cosmarium* e *Closterium*, são utilizados para indicar ecossistemas eutróficos, onde o pH chega a variar entre 6,7 a 8,5.

Assim, dentre os grupos algais que compõem o perifíton, este estudo abordará a Classe Zygnematophyceae. Estas algas podem ser utilizadas para o manejo e conservação dos sistemas aquáticos, uma vez que exibem alta sensibilidade às mudanças do meio (COESEL, 2001) e apresentam excelente plasticidade celular, permitindo que grande parte dos representantes consigam rápida adaptação aos diversos habitats (BROOK, 1981). Apesar dos estudos ficológicos serem abundantes no Brasil, trabalhos que apresentam a Classe Zygnematophyceae com enfoque

ecológico são incipientes, especialmente em uma abordagem quantitativa, e quando abordadas eles a trazem como elemento secundário. Visto a carência de estudos na área ecológica, principalmente desta classe na comunidade ficoperifítica, este trabalho objetivou avaliar a estrutura da comunidade de Zygnematophyceae perifíticas em lagos urbanos do município de Goiânia, Goiás.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. QUEM SÃO AS ZYGNEMATOPHYCEAE

A Classe Zygnematophyceae é considerada a maior e também a mais diversificada da divisão Streptophyta (GONTCHAROV; MELKONIAN, 2005), sendo caracterizada pela reprodução sexuada por conjugação, na qual ocorre a fusão de dois gametas ameboides não-flagelados, e ausência geral de células flageladas (GONTCHAROV et al., 2003; GUIRY, 2013; FRANCESCHINI et al., 2010). As algas que pertencem a esta classe podem ocorrer tanto na comunidade perifítica como na fitoplancônica ou mesmo no metafíton (PARRA; BICUDO, 1996; ŠTASTNÝ, 2010) e são consideradas importantes ferramentas no manejo e conservação dos ecossistemas aquáticos (COESEL, 2001), possuindo distribuição cosmopolita, elevada plasticidade ambiental (BROOK, 1981) e alto grau de polimorfismo (BICUDO; SORMUS, 1972).

Com base na estrutura da parede celular, a Classe Zygnematophyceae é dividida em duas ordens, Desmidiales e Zygnematales (BROOK, 1981). A primeira caracteriza-se pela parede celular constituída por duas ou mais peças que se encaixam na região mediana, com presença de poros e ornamentações; a segunda, pela falta de segmentação da parede celular em duas ou mais peças, sem poros e outras ornamentações (WEHR; SHEATH, 2002).

No caso das Desmidiales, cada uma das semicélulas é coberta por uma parede celular perfurada por muitos poros cilíndricos, através dos quais uma bainha delgada ou densa pode ser secretada. As paredes sobrepõem-se na região do estreito istmo e as semicélulas geralmente apresentam uma morfologia quase idêntica, mesmo naqueles poucos gêneros em que uma constrição mediana está ausente. As células-filhas são formadas através da divisão celular e os dois segmentos de parede celular e a morfologia das semicélulas que as definem são de diferentes idades. Como são formadas em momentos diferentes, não é surpreendente que muitas vezes haja alguma diferença na morfologia, sendo frequentemente úteis na determinação da amplitude das variações morfológicas que podem ocorrer em um mesmo táxon (WEHR; SHEATH, 2002).

A taxonomia em Desmidiales baseia-se quase inteiramente na morfologia externa das células em fase vegetativa e a diversidade morfológica exibida no grupo é bastante notável. Dados

baseados em sequências de *rbcL* realizados por McCourt et al. (2000) suportam o sistema de classificação de Mix (1973) para o reconhecimento das quatro famílias das desmídias placodermes: Closteriaceae, Gonatozygaceae, Peniaceae e Desmidiaceae. Assim, os dados moleculares suportam as relações filogenéticas bem estabelecidas nas quatro famílias em Desmidiales (monofilética), ao contrário das relações parafiléticas em Zygnematales para Zygnemataceae e Mesotaeniaceae (McCOURT et al., 2000).

Os termos sacodermes foram empregados para agrupar representantes que apresentavam parede celular com estrutura simples, sem poros e outras ornamentações (Zygnematales) e placodermes para aqueles com parede celular mais complexa, constituída de poros e ornamentações (Desmidiales) (BROOK, 1981; VAN DEN HOECK, 1997; GONTCHAROV, 2008).

No Brasil os estudos taxonômicos da ficoflórula são bastante numerosos, mas apesar de numerosos poucos são os artigos na Região Centro-Oeste do país que abordam a flora de Zygnematophyceae tanto na comunidade fitoplanctônica quanto na comunidade perifítica. A maioria deles está concentrada nas Regiões Sul, Sudeste e Nordeste do país, onde os estudos sobre Zygnematophyceae são mais abundantes, exibindo levantamentos taxonômicos, trabalhos com foco especificamente para gêneros, famílias, ordens, ou mais gerais, abordando a classe. Estes estudos se encontram listados na Tabela 1.

2.2. ZYGNEMATOPHYCEAE NO PERIFÍTON

O perifíton constitui-se uma tênue barreira física coloidal entre o substrato no qual se encontra fixo e a água circundante; um microcosmo na qual acontecem tantos processos internos, autotróficos e heterotróficos, quanto processos externos (participação nas trocas com o ambiente externo) (WETZEL, 1983). Neste microcosmo, destacam-se as algas perifíticas, parte primordial da comunidade, que atua como importante produtora primária. Dentre as algas perifíticas, as zignematofíceas, algas verdes estreptófitas, são indicadoras sensíveis de mudanças ambientais e constituem um grupo representativo em número de gêneros e espécies.

Estudos específicos sobre as Zygnematophyceae no perifíton são escassos e constituem uma pequena parcela de toda a publicação sobre a comunidade perifítica divulgada atualmente. Buscando elucidar o papel das desmídias no perifíton, Domozych e Domozych (2008) analisaram o biofilme de zonas úmidas da região de Adirondack em Nova Iorque, nos Estados Unidos, e revelaram que as desmídias são capazes de colonizar novos substratos rapidamente e incorporar-se ao biofilme. Pals et al. (2006) compararam as comunidades de desmídias perifíticas em

diferentes substratos de cinco lagos rasos na Bélgica; os autores constataram diferenças significativas na composição da comunidade de desmídias entre os substratos, provavelmente devido às diferenças nas condições ambientais locais associadas com esses substratos.

Blanco et al. (2008) realizaram um experimento de mesocosmo no Lago Sentiz na Espanha, onde investigaram a resposta de algas epifíticas a sobrecarga de nutrientes e densidade de peixes em um lago raso; os autores constataram que adições de nutrientes reduziram significativamente o biovolume total do epifíton composto principalmente por Bacillariophyceae e Zygnematophyceae, mas com o aumento na abundância de cianobactérias.

Na República Checa, Šťastný (2009) destacou as desmídias de dois ambientes pantanosos, o Pântano da Reserva Natural (Norte Bohemia, República Checa) e um pequeno pântano vizinho, onde abordaram a composição de espécies e condição ecológica desses ambientes. Um total de 203 táxons foram identificados, designados a 22 gêneros.

No Brasil, Felisberto e Rodrigues (2005a, 2005b) avaliaram, respectivamente, a influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na composição e abundância de desmídias perifíticas nos reservatórios de Rosana e de Salto do Vau, ambos localizados no Estado do Paraná. Para o Reservatório de Rosana, Felisberto et al. (2014) avaliaram a influência do eixo rio-barragem e dos fatores abióticos sobre a composição de Desmidiales, destacando a importância do gradiente espacial, seguido da variação sazonal.

Murakami e Rodrigues (2009) visaram avaliar a influência da temperatura e do enriquecimento artificial de nutrientes na abundância de algas perifíticas na Lagoa das Garças no Paraná, e concluíram que a diminuição de temperatura afetou a abundância das classes de algas perifíticas, principalmente pela redução de Cyanophyceae e pelo aumento de Zygnematophyceae.

Em São Paulo, Vercellino e Bicudo (2006) buscaram avaliar a influência da escala temporal (sucessional e sazonal) sobre a biomassa, diversidade e estrutura específica da comunidade de algas perifíticas no Lago do IAG. O estudo constatou que as clorofíceas foram as mais abundantes e as Zygnematophyceae apresentaram participação relativamente uniforme e baixa ao longo da sucessão.

Para o Lago das Ninféias (SP), Santos e Ferragut (2013) descreveram os estágios sucessionais de uma comunidade de algas perifíticas durante a estação seca e chuvosa. Os autores identificaram 141 táxons, 9 classes. Chlorophyceae (46 espécies) e Zygnematophyceae (29 espécies) tiveram o maior número de espécies. A densidade e o biovolume de Zygnematophyceae foi maior na estação chuvosa. Em termos de biovolume, Zygnematophyceae e Bacillariophyceae foram as classes representativas da estrutura da comunidade de algas perifíticas.

Na Região Centro-Oeste, em Goiás, Dunck et al. (2013a, 2013b), avaliaram a diversidade do ficoperifíton em 23 Veredas sob diferentes impactos ambientais, assim como a distribuição das comunidades de algas epifíticas nestas veredas, respectivamente. Mato Grosso do Sul, Algarte et al. (2006), analisaram a estrutura e dinâmica da comunidade de algas do perifíton em três ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná, lagoa do Guaraná, lagoa Fechada e rio Baía. Nos três ambientes a classe dominante em número de táxons foi Zygnematophyceae, seguida por Bacillariophyceae e Cyanophyceae, mas a Lagoa do Guaraná foi o ambiente com maior representatividade para Zygnematophyceae.

2.3. PERIFÍTON EM LAGOS URBANOS

Dentre os ecossistemas continentais lênticos, destacam-se os lagos urbanos, que apresentam elevado potencial paisagístico para as cidades, proporcionando também lazer e turismo à população. Apesar de estarem localizados em áreas de grande adensamento populacional, quando inseridos juntos às áreas verdes, oferecem importantes serviços ecológicos, como melhoria da umidade relativa e controle das altas temperaturas (MARTÍNEZ-ARROYO; JÁUREGUI, 2000).

Os lagos urbanos compreendem ecossistemas rasos, com áreas inferiores a dois ou cinco hectares e apesar de constituírem habitats menores, os lagos urbanos fornecem uma vasta biodiversidade à nível regional (HASSALL, 2014). Deste modo, estudos que visem a estrutura e dinâmica de comunidades perifíticas, associados à caracterização limnológica, são imprescindíveis quando se busca a conservação e o manejo desses ambientes ou para nortear medidas de recuperação relacionadas com a aplicação que se pretende dar a tais ecossistemas (ROUF et al., 1982). Assim, quando comparado aos estudos realizados em reservatórios e lagoas, estudos com o intuito de caracterizar a comunidade perifítica em lagos urbanos é relativamente incipiente.

Uma gama de trabalhos que abordam a comunidade perifítica em lagos está localizada no exterior e abordam principalmente dados ecológicos (por exemplo, STOCKNER; ARMSTRONG, 1971; ALBAY; AKCAALAN, 2003; LIBORIUSSEN; JEPESSEN, 2006; ÖZKAN et al., 2010) embora poucos sejam direcionados aos lagos urbanos. Para os lagos urbanos, na Alemanha, Roberts et al. (2003) destacaram na pesquisa o papel do perifíton na recolonização do Lago Müggelsee com macrófitas submersas. Para o Lago 'Fühlinger See', Jöbgen et al. (2004) investigaram o potencial de perifíton para remoção de fósforo usando um novo método envolvendo substrato artificial de polipropileno. Na França, Danger et al. (2008) analisaram os efeitos da cadeia alimentar sobre a comunidade perifítica do Lago Créteil.

No Brasil, a maioria dos estudos, tanto taxonômicos quanto ecológicos, que abordam a comunidade perifítica em lagos urbanos brasileiros se encontra concentrada na Região Sudeste e o Estado de São Paulo é detentor de grande parte destes trabalhos, os quais são desenvolvidos principalmente nos lagos localizados no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), como o Lago do IAG, Lago das Garças e Lago das Ninféias.

Para o Lago do IAG, único reservatório oligotrófico do PEFI, destacam-se os estudos observacionais de Vercellino e Bicudo (2006), sobre a influência da variação sazonal e sucessional sobre a comunidade perifítica, e trabalhos experimentais realizados por Ferragut e Bicudo (2009, 2010, 2012), analisando os efeitos de diferentes níveis de enriquecimento por fósforo sobre a estrutura da comunidade.

Em relação ao Lago das Garças, ambiente eutrófico, há os trabalhos de Borduqui *et al.* (2008), que avaliaram a variação vertical e sazonal da composição química e estrutura da comunidade perifítica; Borduqui e Ferragut (2012), sobre o efeito das florações de cianobactérias na sucessão da comunidade, e Oliveira *et al.* (2010), abordando os fatores relacionados às variações sazonais da biomassa do perifíton e teor de nutrientes (N, P).

Para o Lago das Ninféias, ambiente mesotrófico com abundante cobertura de macrófitas aquáticas, vários trabalhos também foram realizados. Ferragut *et al.* (2010) e Pellegrini e Ferragut (2012) publicaram em seus estudos, respectivamente, a variação sazonal do estado nutricional e biomassa da comunidade perifítica em substratos artificial e natural e a colonização e sucessão da comunidade de algas perifíticas em substrato natural (*Nymphaea* spp.). Também foi feito um trabalho quanto à superfície do substrato e influência desta sobre a comunidade (SOUZA; FERRAGUT, 2012), assim como estudos abordando a estruturação da comunidade perifítica em *Eleocharis acutangula* (CAMARGO; FERRAGUT, 2014) e as mudanças estruturais na sucessão das algas perifíticas durante as estações seca e chuvosa (SANTOS; FERRAGUT, 2013).

Abordando conjuntamente os três lagos supracitados, Fonseca *et al.* (2014) apresentam uma compilação do biovolume de cianobactérias e algas fitoplanctônicas e perifíticas destes ecossistemas, numa lista com 568 táxons.

Poucos são os estudos para a Região Norte. Foram encontrados apenas dois trabalhos voltados para a comunidade perifítica de lagos urbanos, e ambos para o Lago Viveiro, no Estado do Acre. Os estudos destacaram a variação da biomassa e estado de nutrientes do perifíton durante período de colonização na estação seca e chuvosa (FRANÇA *et al.*, 2009) e analisaram a colonização e o modelo sucessional da comunidade de algas perifíticas neste ecossistema (FRANÇA *et al.*, 2011).

Para a Região Sul, não há registros de estudos sobre a comunidade perifítica em lagos urbanos.

Na Região Centro-Oeste, estudos que abordem a comunidade perifítica de lagos urbanos são escassos e trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica são relativamente mais comuns, como Branco e Senna (1991, 1996a, 1996b) para o Lago Paranoá, no Distrito Federal.

Apesar da riqueza de recursos hídricos artificiais no município de Goiânia, poucas são as publicações sobre tais ambientes. Estudos ficológicos realizados até o momento abordam apenas a comunidade fitoplanctônica e trabalhos que tratem da desmidioflórula perifítica desses locais são inexistentes.

Para o lago do Jardim Botânico, lago do Parque Vaca Brava, lago do Parque das Rosas e lago do Bosque dos Buritis, Nabout e Nogueira (2011), Nogueira e Oliveira (2009) e Nogueira et al. (2008) publicaram em seus trabalhos, respectivamente, a variação temporal da comunidade fitoplanctônica, um inventário das ordens Chlorococcales e Ulothricales de hábito colonial e a diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica destes lagos.

Em um dos lagos do Jardim Botânico, Nogueira e Leandro-Rodrigues (1999) observaram a composição de algas planctônicas deste ambiente, levantando a florística e algumas considerações ecológicas dessa comunidade para este ecossistema.

Para o Lago Jaó, caracterizado por ser um criatório de peixes, Nogueira et al. (2011) inventariaram as espécies planctônicas de cianobactérias ocorrentes nesse pesqueiro; foram identificados 31 táxons, 21 primeiras ocorrências para o estado e 13 constadas na literatura como potencialmente tóxicas.

Tabela 1. Estudos publicados com abordagem taxonômica da Classe Zygnematophyceae para diferentes regiões do Brasil, utilizando as seguintes plataformas de busca: Portal de Periódicos Capes, Scielo e Google acadêmico.

Região/Estado	Autor/Ano	Táxon abordado	Número de táxons registrados	Comentários gerais
Sul/PR	Aquino et al., 2014	Desmidiales	60 táxons, 10 gêneros	14 citações pioneiras para o Estado
Sudeste/SP	Araújo e Bicudo, 2006	<i>Actinotaenium</i> , <i>Cosmarium</i> e <i>Heimansia</i>	30, <i>Actinotaenium</i> (27), <i>Cosmarium</i> (2) e <i>Heimansia</i> (1)	<i>Cosmarium pseudoconnatum</i> foi o táxon com melhor distribuição
Sudeste/SP	Bicudo e Bicudo, 1965	Closteriaceae e Desmidiaceae	15 táxons, 6 gêneros	Segunda lista de Desmidiaceae
Sul/RS	Bicudo e Ungaretti, 1986	Desmidiaceae	69 táxons, 9 gêneros	<i>Cosmarium</i> , <i>Staurastrum</i> , <i>Closterium</i> e <i>Euastrum</i> foram os táxons mais representativos
Sudeste/SP	Bicudo et al., 1997	Peniaceae	5 táxons, 2 gêneros	<i>Gonatozygon</i> (2) e <i>Penium</i> (3)
Sudeste/SP	Bicudo et al., 1998	<i>Haplotaenium</i> , <i>Pleurotaenium</i> , <i>Tetmemorus</i> e <i>Triploceras</i>	12, <i>Haplotaenium</i> (1), <i>Pleurotaenium</i> (9), <i>Tetmemorus</i> (1) e <i>Triploceras</i> (1)	<i>Pleurotaenium</i> foi o gênero com melhor distribuição
Sudeste/SP	Bicudo et al., 1999	<i>Desmidium</i> , <i>Groenbladia</i> , <i>Hyalotheca</i> , <i>Spondylosium</i> e <i>Teilingia</i>	12, <i>Desmidium</i> (6), <i>Groenbladia</i> (1), <i>Hyalotheca</i> (1), <i>Spondylosium</i> (2) e <i>Teilingia</i> (2)	<i>Hyalotheca</i> foi o gênero com melhor distribuição
Sudeste/SP	Bicudo et al., 2007	<i>Octacanthium</i> , <i>Staurastrum</i> e <i>Staurodesmus</i>	45, <i>Octacanthium</i> (2), <i>Staurastrum</i> (25) e <i>Staurodesmus</i> (13)	<i>Staurastrum tetracerum</i> var. <i>tetracerum</i> f. <i>tetracerum</i> foi o táxon com melhor distribuição

Tabela 1. Continuação...

Sul/PR	Biolo et al., 2008	Desmidiaceae (exceto <i>Cosmarium</i>)	30 táxons, 13 gêneros	<i>Staurastrum</i> compreende 43% do total de táxons identificados
Sul/PR	Biolo et al., 2013	<i>Cosmarium</i>	18	8 citações pioneiras para o Estado
Sul/PR	Bortolini et al. 2009	<i>Closterium</i>	17	A espécie mais representativa no estudo foi <i>C. cynthia</i> var. <i>cynthia</i>
Sul/PR	Bortolini et al., 2010a	<i>Cosmarium</i>	18	9 citações pioneiras para o Estado
Sul/PR	Bortolini et al., 2010b	Desmidiales	44 táxons, 16 gêneros	<i>Cosmarium</i> foi o gênero que obteve maior representatividade
Centro- Oeste/MT	Camargo et al. 2009	Zygnematophyceae	47 táxons, 13 gêneros	8 novas ocorrências para o Estado e os gêneros mais representativos foram <i>Cosmarium</i> e <i>Euastrum</i>
Centro- Oeste/MT	De-Lamonica-Freire, 1992	Desmidiaceae filamentosas	10 táxons, 5 gêneros	1 citação pioneira para o Brasil e 2 para o Estado
Nordeste/MA	Dellamano-Oliveira et al., 2008	<i>Staurastrum</i> , <i>Staurodesmus</i> e <i>Xanthidium</i>	29, <i>Staurastrum</i> (18), <i>Staurodesmus</i> (8) e <i>Xanthidium</i> (3)	26 citações pioneiras para o Estado
Centro- Oeste/DF	Estrela et al., 2011	<i>Cosmarium</i>	42	30 citações pioneiras para o Distrito
Sudeste/SP	Faustino e Bicudo, 2003	<i>Octacanthium</i>	3	<i>O. bifidum</i> var. <i>bifidum</i> , <i>O. mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i> e <i>O. ocotocorne</i> var. <i>ocotocorne</i>
Sudeste/SP	Faustino e Bicudo, 2004	<i>Bourrellyodesmus</i>	2	<i>B. jolyanuse</i> e <i>B. guarrerae</i> sp. nov.
Centro- Oeste/GO	Felisberto e Rodrigues, 2002	Desmidiales (exceto <i>Cosmarium</i>)	34 táxons, 12 gêneros	<i>Staurastrum</i> foi o gênero mais representativo
Centro- Oeste/GO	Felisberto e Rodrigues, 2004	<i>Cosmarium</i>	21	As amostras foram preservadas com lugol acético 0,5%

Tabela 1. Continuação...

Sul/PR	Felisberto e Rodrigues, 2007	<i>Closterium</i>	23	A maior riqueza de táxons foi registrada na região lacustre do reservatório no verão e na intermediária no inverno
Sul/PR	Felisberto e Rodrigues, 2008	Desmidiaceae, Gonatozygaceae e Mesotaeniaceae	45 táxons, 12 gêneros	Maior riqueza de espécies ocorreu na região de transição para ambos os períodos de coleta
Sul/PR	Felisberto e Rodrigues, 2010	<i>Cosmarium</i>	48	Maior riqueza de espécies ocorreu na região lacustre do reservatório para ambos os períodos de coleta
Sul/PR	Felisberto e Rodrigues, 2011a	<i>Euastrum</i> <i>Micrasterias</i>	14, <i>Euastrum</i> (seis) e <i>Micrasterias</i> (oito)	Maior riqueza de espécies foi registrada no período mais quente
Sul/PR	Felisberto e Rodrigues, 2011b	Desmídias pseudofilamentosas	13 táxons, 5 gêneros	Na região lacustre foi registrado maior número de espécies e não houve ocorrência de desmídias pseudofilamentosas na região fluvial
Sul/PR	Felisberto e Rodrigues, 2013	<i>Staurastrum</i> e <i>Staurodesmus</i>	37, <i>Staurastrum</i> (26) e <i>Staurodesmus</i> (11)	Maior riqueza de espécies ocorreu na região lacustre em ambos os períodos de coleta
Centro-Oeste/DF	Fonseca e Estrela, 2015	<i>Euastrum</i> , <i>Micrasterias</i> e <i>Triploceras</i>	25, <i>Euastrum</i> (13), <i>Micrasterias</i> (11) e <i>Triploceras</i> (1)	12 citações pioneiras para o Distrito (nove <i>Euastrum</i> e três <i>Micrasterias</i>)
Norte/AC	Lopes e Bicudo, 2002	Closteriaceae, Desmidiaceae e Gonatozygaceae	98 táxons, 10 gêneros	<i>Cosmarium</i> , <i>Closterium</i> e <i>Staurastrum</i> foram os gêneros mais representativos
Norte/AM	Melo et al., 2009	<i>Euastrum</i> e <i>Micrasterias</i>	12 táxons, <i>Euastrum</i> (5) e <i>Micrasterias</i> (7)	Trabalho realizado em dois ambientes amazônicos de águas pretas
Sul/PR	Menezes et al., 2011	Desmidiales (exceto <i>Cosmarium</i>)	31 táxons, 10 gêneros	6 citações pioneiras para o Estado

Tabela 1. Continuação...

Sul/PR	Menezes et al., 2013	Zygnematophyceae	63 táxons, 14 gêneros	9 citações pioneiras para o Estado
Sul/PR	Moresco et al., 2009	<i>Micrasterias</i>	9	2 citações pioneiras para o Estado
Centro-Oeste/MS	Moresco et al., 2015	<i>Closterium</i> , <i>Cosmarium</i> , <i>Euastrum</i> , <i>Micrasterias</i> e <i>Pleurotaenium</i>	25, <i>Closterium</i> (5), <i>Cosmarium</i> (6), <i>Euastrum</i> (7), <i>Micrasterias</i> (5) e <i>Pleurotaenium</i> (2)	Não houve padrão de distribuição dos táxons entre os períodos
Nordeste/BA	Oliveira et al. 2013a	<i>Closterium</i> e <i>Spinoclosterium</i>	41, <i>Closterium</i> (40), <i>Spinoclosterium</i> (1)	28 citações pioneiras para o Estado e 7 novos registros para o Brasil
Nordeste/BA	Oliveira et al., 2009	<i>Micrasterias</i>	14	<i>Micrasterias americana</i> var. <i>bahiensis</i> foi descrita como nova para a ciência e 10 constituem citações pioneiras para a desmidióflora do Estado
Nordeste/BA	Oliveira et al., 2010a	<i>Cosmarium</i>	43	3 espécies e 2 variedades são ocorrências novas para o Brasil, 28 espécies e 3 variedades são novos registros para o Estado da Bahia
Nordeste/BA	Oliveira et al., 2010b	Desmidiaceae filamentosas	15 táxons, 7 gêneros	9 citações pioneiras para o Estado
Nordeste/BA	Oliveira et al., 2011a	<i>Cosmarium</i>	14	14 novos registros para o Brasil
Nordeste/BA	Oliveira et al., 2011b	<i>Euastrum</i>	23	17 citações pioneiras para o Estado
Nordeste/BA	Oliveira et al., 2011c	<i>Octacanthium</i> e <i>Xanthidium</i>	5, <i>Octacanthium</i> (3) e <i>Xanthidium</i> (2)	5 novos registros para o Estado
Nordeste/BA	Oliveira et al., 2013b	Zygnematales	18 táxons, 5 gêneros	Primeiro inventário taxonômico da ordem Zygnematales na Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte do Estado, 8 novas adições à flora de algas do Brasil

Tabela 1. Continuação...

Nordeste/BA	Oliveira et al., 2014	Desmidiaceae cilíndricas	32 táxons, 6 gêneros	3 novas adições à flora de algas para o Brasil e primeiro relato do gênero <i>Docidium</i> para o Estado
Nordeste/BA	Ribeiro et al., 2015	<i>Micrasterias</i>	15	<i>Micrasterias tropica</i> var. <i>tropica</i> e <i>M. simplex</i> var. <i>minor</i> são adições à flora ficológica da região
Nordeste/BA	Santos et al., 2013	Desmidiaceae	16 táxons, 6 gêneros	5 adições à flora de algas do Estado e duas variedades (<i>Cosmarium clepsydra</i> var. <i>dissimile</i> e <i>C. tenue</i> var. <i>depressum</i>) são novas ocorrências para o Brasil
Sul/PR	Silva e Cecy, 2004	<i>Cosmarium</i>	20	13 citações pioneiras para o Estado
Centro-Oeste/GO	Silva e Felisberto, 2015	<i>Euastrum</i> e <i>Micrasterias</i>	22, <i>Euastrum</i> (9) e <i>Micrasterias</i> (13)	16 citações pioneiras para o Estado
Sudeste/RJ	Sophia, 1984	Desmidiaceae filamentosas	7 táxons, 4 gêneros	5 citações pioneiras para o Estado
Sudeste/RJ	Sophia, 1987	Desmidiaceae filamentosas	14 táxons, 5 gêneros	10 citações pioneiras para o Estado
Sudeste/SP	Sormus e Bicudo, 1994	Closteriaceae	33 táxons, 1 gênero	<i>Closterium gracile</i> var. <i>gracile</i> , <i>Closterium laterale</i> var. <i>laterale</i> e <i>Closterium turgidum</i> var. <i>giganteum</i> foram os táxons com melhor distribuição
Sudeste/SP	Sormus e Bicudo, 1997	<i>Micrasterias</i>	15	4 citações pioneiras para o Estado
Norte/AM	Souza e Melo, 2010	Desmidiaceae filamentosas	15 táxons, 7 gêneros	O gênero <i>Desmidium</i> foi o mais rico
Norte/AP	Souza e Melo, 2011	<i>Staurastrum</i> , <i>Stauroidesmus</i> e <i>Xanthidium</i>	35, <i>Staurastrum</i> (23), <i>Stauroidesmus</i> (7) e <i>Xanthidium</i> (5)	Todos os táxons constituem primeira citação para o Estado

Tabela 1. Continuação...

Sudeste/SP	Taniguchi et al., 1998	Desmidiaceae filamentosas, Mesotaeniaceae e Gonatozygaceae	16, Desmidiaceae filamentosas (8), Mesotaeniaceae (4) e Gonatozygaceae (4)	<i>Netrium digitus</i> var. <i>parvum</i> , <i>Spirotaenia condensata</i> e <i>Gonatozygon kinahanii</i> são citações pioneiras para o Estado
------------	------------------------	---	---	---

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBAY, M.; AKCAALAN, R. Comparative study of periphyton colonisation on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in a shallow lake, Manyas, Turkey. **Hydrobiologia**, v.506-509, p.531-540, 2003.
- ALGARTE, V. M.; MORESCO, C.; RODRIGUES, L. Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 243-251, 2006.
- AQUINO, C. A. N.; BUENO, N. C.; MENEZES, V. C. Desmidióflora (Zygnemaphyceae, Desmidiaceae) do rio Cascavel, Oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Hoehnea** v. 41, n. 3, p. 365-392, 2014.
- ARAÚJO, A.; BICUDO, C. E. M. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 22: Zygnemaphyceae (gêneros *Actinotaenium*, *Cosmarium* e *Heimansia*). **Hoehnea**, v. 33, n. 2, p. 219-237, 2006.
- BARBOSA, L. G.; BARBOSA, F. A. R.; ARAUJO, G. J. M.; BICUDO, C. E. M. The dominance of desmids in tropical monomictic lakes (SE Brazil). **Limnetica**, v. 32, n. 1, p. 71-86, 2013.
- BICUDO, C. E. M., FAUSTINO, S. M. M., GODINHO, L. R.; OLIVEIRA, M. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 24: Zygnemaphyceae (Desmidiaceae: *Octacanthium*, *Staurastrum* e *Staurodesmus*). **Hoehnea**, v.34, p.497-517, 2007.
- BICUDO, C. E. M., SORMUS, L.; SCHETTY, S. P. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 11: Zygnemaphyceae (Desmidiaceae, 1: *Haplotaenium*, *Pleurotaenium*, *Tememorus* e *Triploceras*). **Hoehnea**, v.25, n.1, p.33-43, 1998.
- BICUDO, C. E. M., SORMUS, L.; SCHETTY, S. P. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 12: Zygnemaphyceae (Desmidiaceae, 2: *Desmidium*, *Groenbladia*, *Hyalotheca*, *Spondilosium* e *Teilingia*). **Hoehnea**, v.26, n.1, p.75-85, 1999.
- BICUDO, C. E. M.; BICUDO, R. M. T. Contribuição ao conhecimento das Desmidiaceae do Parque do Estado, São Paulo, 2. **Rickia**, v.2, p.39-54, 1965.

- BICUDO, C. E. M.; SORMUS, L. Polymorphism in the desmid *Micrasterias laticeps* and its taxonomical implications. **Journal of Phycology**, v.8, n.3, p.273-242, 1972.
- BICUDO, C. E. M.; SORMUS, L.; SCHETTY, S. P. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 9: Zygnemaphyceae (Peniaceae). **Hoehnea**, v.24, n.1, p.101-105, 1997.
- BICUDO, C. E. M.; UNGARETTI, I. Desmídias da lagoa-represa Águas Belas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.46, p.285-307, 1986.
- BIOLO, S.; BUENO, N. C.; SIQUEIRA, N. S.; MORESCO, C. New records of *Cosmarium* Corda ex Ralfs (Desmidiaceae, Zygnematophyceae) in a tributary of the Itaipu Reservoir, Paraná, Brazil. **Acta Botanica Brasilica** v. 27, n. 1, p.1-12, 2013.
- BIOLO, S.; SIQUEIRA, N. S.; BORTOLINI, J. C.; BUENO, C. B. Desmidiaceae (exceto *Cosmarium*) na comunidade perifítica em um tributário do Reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.6, p.8-10, 2008.
- BLANCO, S.; ROMO, S.; FERNANDÉZ-ALÁEZ, M.; BÉCARES, E. Response of epiphytic algae to nutrient loading and fish density in a shallow lake: a mesocosm experiment. **Hydrobiology**, v. 600, n. 1, p. 65-76, 2008.
- BORDUQUI, M., FERRAGUT, C.; BICUDO, C.E.M. Chemical composition and taxonomic structure vertical and seasonal variation of periphyton community in a shallow hypereutrophic reservoir (Garças Reservoir, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis** v. 20, n.4, p. 381-392, 2008.
- BORDUQUI, M.; FERRAGUT, C. Factors determining periphytic algae succession in a tropical hypereutrophic reservoir. **Hydrobiologia** v. 683, p. 109-122, 2012.
- BORTOLINI, C. B.; MORESCO, C.; SIQUEIRA, N. S.; BIOLO, S.; BUENO, N. C. *Closterium* Nitzsch ex Ralfs (Desmidiaceae) em um lago artificial urbano, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 36, n. 3, p. 445-454, 2009.
- BORTOLINI, J. C.; BUENO, N. C.; MORESCO, C.; BIOLO, S.; SIQUEIRA, N. S. *Cosmarium* Corda ex Ralfs (Desmidiaceae) em um lago artificial urbano, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 3, p. 229-237, 2010a.

- BORTOLINI, J. C.; MEURER, T.; BUENO, N. C. Desmídias (Zygnemaphyceae) do Rio São João, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v.37, n.2, p.293-313, 2010b.
- BORTOLINI, J. C.; MORESCO, C.; SIQUEIRA, N. S.; BIOLO, S.; BUENO, N. C. *Closterium* Nitzsch ex Ralfs (Desmidiaceae) em um lago artificial urbano, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v.36, n.3, p.445-454, 2009.
- BORTOLINI, J. C.; MORESCO, C.; SIQUEIRA, N. S.; BIOLO, S.; MEURER, T.; BUENO, N. C. Desmidiaceae do Lago Municipal de Cascavel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, p. 19-21, 2008.
- BRANCO, C. W. C.; SENNA, P. A. C. Phytoplankton composition, community structure and seasonal changes in a tropical reservoir (Paranoá Reservoir, Brazil). **Archiv für Hydrobiologie**, v. 81, p. 69-84, 1996b.
- BRANCO, C. W. C.; SENNA, P. A. C. Relations among heterotrophic bacteria, chlorophylla, total phytoplankton, total zooplankton and physical and chemical features in the Paranoá Reservoir, Brasília. **Hydrobiologia**, v. 337, p. 171-181, 1996a.
- BRANCO, C. W. C.; SENNA, P. A. C. The taxonomic elucidation of the Paranoá Lake (Brasília, Brazil) problem: *Cylindrospermopsis raciborskii*. **National Botanic Garden of Belgium**, v. 61, p. 85-91, 1991.
- BROOK, A. J. **The Biology of Desmids**, Oxford: Berkwell, Scientific Public. University of California Press, 1981.
- CAMARGO, J. C.; LOVERDE-OLIVEIRA, S. M.; SOPHIA, M. G.; NOGUEIRA, F. M. B. Desmídias perifíticas da baía do Coqueiro, Pantanal Matogrossense – Brasil. **Iheringia Série Botânica**, v.64, n.2, p.25-41. 2009.
- CETTO, J. M.; LEANDRINI, J. A.; FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Periphyton algae community in Irai reservoir, Paraná state, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 26, p.1-7, 2004.
- COESEL, P. F. M. A method for quantifying conservation value in lentic freshwater habitats using desmids as indicator organisms. **Biodiversity and Conservation** v.10, p.177-187, 2001.
- COESEL, P. F. M. Structural characteristics and adaptations of desmids communities. **Journal of Ecology**, v.70, p.163-177, 1982.

- COESEL, P. F. M. The Dutch representatives of *Staurastrum manfeldtii* complex (Desmidiaceae, Chlorophyta): a taxonomic revision. **Nordic Journal of Botany**, v.16, n.1, p.99-106, 1996.
- DANGER, M.; LACROIX, G.; OUMAROU, C.; BENEST, D.; MÉRIGUET, J. Effects of food-web structure on periphyton stoichiometry in eutrophic lakes: a mesocosm study. **Freshwater Biology**, v.53, p.2089-2100, 2008.
- DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Desmídias filamentosas (Zygnemaphyceae, Desmiales) da Estação Ecológica da Ilha de Taiaimã, Mato Grosso, Brasil. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v.4, p.315-325, 1992.
- DELLAMANO-OLIVEIRA, M. J.; SANT'ANNA, C. L.; TANIGUCHI, G. M.; SENNA, P. A. C. Os gêneros *Staurastrum*, *Staurodesmus* e *Xanthidium* (Desmidiaceae, Zygnemaphyceae) da Lagoa do Caçó, Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Hoehnea**, v.35, p.333-350, 2008.
- DOMOZYCH, D. S.; C. R. DOMOZYCH. Desmids and biofilms of freshwater wetlands: development and microarchitecture. **Microbial Ecology**, v.55, p.81-93, 2008.
- DUNCK, B., NOGUEIRA, I. S. & FELISBERTO, S. A. Composição e diversidade de algas perifíticas em veredas sob diferentes impactos antrópicos (Goiás, Brasil). **Iheringia (Série Botânica)**, v.68, n.2, p. 237-248, 2013a.
- DUNCK, B., NOGUEIRA, I. S. & FELISBERTO, S. A. Distribution of periphytic algae in wetlands (Palm swamps, Cerrado), Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.73, p.331-346, 2013b.
- ESTRELA, L. M. B.; FONSECA, B. M.; BICUDO, C. E. M. Desmídias perifíticas de cinco lagoas do Distrito Federal, Brasil: I - Gênero *Cosmarium* Corda ex Ralfs. **Hoehnea**, v.38, n.4, p. 527-552, 2011.
- FAUSTINO, S. M. M.; BICUDO, C. E. M. Genus *Bourrellyodesmus* (Desmidiaceae, Zygnemaphyceae) in the state of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.4, p.667-670, 2004.
- FAUSTINO, S. M. M.; BICUDO, C. E. M. Genus *Octachanthium* (Desmidiaceae, Zygnemaphyceae) in the state of São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v.3, p.65-69, 2003.

- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Abundance of periphytic desmids in two Brazilian reservoirs with distinct environmental conditions. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 17, n. 4, p. 433-443, 2005b.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. *Cosmarium* (Desmidiaceae, Zygnemaphyceae) da ficoflórula perifítica do reservatório de Rosana, bacia do rio Paranapanema, Paraná/São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v.37, p.267-292, 2010b.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Desmidiaceae, Gonatozygaceae e Mesotaeniaceae na comunidade perifítica do reservatório de Salto do Vau (Bacia do rio Iguaçú, PR). **Hoehnea**, v.35, p.235-254, 2008.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Desmidiales (exceto o gênero *Cosmarium*) perifíticas no reservatório de Corumbá, Goiás, Brasil. **Iheringia**, v.57, p.75-97, 2002.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Desmídias epifíticas do reservatório de Rosana, bacia do rio Paranapanema, Paraná/São Paulo, Brasil: *Euastrum* e *Micrasterias* (Desmidiaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.2, p.206-213, 2011a.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Desmídias pseudofilamentosas na comunidade ficoperifítica do Reservatório de Rosana, Bacia do Rio Paranapanema, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.34, n.2, p.169-176, 2011b.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Gênero *Closterium* (Closteriaceae) na comunidade perifítica do Reservatório de Salto do Vau, sul do Brasil. **Iheringia**, v.62, p.45-54, 2007.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Gêneros *Staurastrum* Meyen *ex* Ralfs e *Stauroidesmus* Teiling na comunidade perifítica do Reservatório de Rosana, Paraná/São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.11, p.64-75, 2013.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na similaridade das comunidades de desmídias perifíticas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n.2, p. 241-254, 2005a.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Periphytic algal community in artificial and natural substratum in a tributary of the Rosana reservoir (Corvo Stream, Paraná State, Brazil). **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v.32, p.373-385, 2010a.

- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Periphytic desmids in Corumbá reservoir, Goiás, Brazil: genus *Cosmarium* Corda. **Brazilian Journal of Biology**, v.64, p.141-150, 2004.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L.; LEANDRINI, J. A. Chlorococcales registradas na comunidade perifítica no reservatório Corumbá, Estado de Goiás, Brasil, antes e após o represamento das águas. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.23, p.275-282, 2001.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L.; SANTOS, H. S. Taxonomical and ecological characteristics of the desmids placoderms in reservoir: analyzing the spatial and temporal distribution. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.26, n.4, p.392-403, 2014.
- FERRAGUT, C.; BICUDO, D. C. Efeito de diferentes níveis de enriquecimento por fósforo sobre a estrutura da comunidade perifítica em represa oligotrófica tropical (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n.3, p. 571-585, 2009.
- FERRAGUT, C.; BICUDO, D. C. Effect of N and P enrichment on periphytic algal community succession in a tropical oligotrophic reservoir. **Limnology** v.13, p. 131–141, 2012.
- FERRAGUT, C.; BICUDO, D. C. Periphytic algal community adaptive strategies in N and P enriched experiments in a tropical oligotrophic reservoir. **Hydrobiologia** v. 646, p. 295–309, 2010.
- FERRAGUT, C.; LOPES, M. R. M.; BICUDO, D. C.; BICUDO, C. E. M.; VERCELLINO, I. S. Ficoflórula perifítica e planctônica (exceto Bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (Lago do IAG, São Paulo). **Hoehnea**, v. 32, n. 2, p. 137-184, 2005.
- FERRAGUT, C.; RODELLO, A. F.; BICUDO, C. E. M. Seasonal variability of periphyton nutrient status and biomass on artificial and natural substrates in a tropical mesotrophic reservoir. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, p. 397-409, 2010.
- FONSECA, B. M. et al. Biovolume de cianobactérias e algas de reservatórios tropicais do Brasil com diferentes estados tróficos. **Hoehnea**, v. 41, n. 1, p. 9-30, 2014.
- FONSECA, B. M.; ESTRELA, L. M. B. Desmídias perifíticas de cinco lagoas do Distrito Federal, Brasil: II - Gêneros *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs, *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs e *Triploceras* Bailey. **Hoehnea**, v.42, n.2, p. 399-417, 2015.

- FRANÇA, R. C. S.; LOPES, M. R. M.; FERRAGUT, C. Structural and successional variability of periphytic algal community in a Amazonian lake during the dry and rainy season (Rio Branco, Acre). **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 257-266, 2011.
- FRANÇA, R. C. S.; LOPES, M. R. M.; FERRAGUT, C. Temporal variation of biomass and status nutrient of periphyton in shallow Amazonian Lake (Rio Branco, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 21, n.2, p. 175-183, 2009.
- FRANCESCHINI, I.M.; BURLIGA, A.L.; REVIERS, B.; PRADO, J.F.; RÉZIG, S.H. **Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. Artmed, Porto Alegre, 332p. 2010.
- GALINKIN, M. **Geogoiás**. Goiânia: Agência Ambiental de Goiás: Fundação Cebrac; Pnuma; Semarh, 2002.
- GONTCHAROV, A. A. Phylogeny and classification of Zygnematophyceae (Streptophyta): current state of affairs. **Fottea**, v. 8, n.2, p. 87-104, 2008.
- GONTCHAROV, A. A.; MARIN, B.; MELKONIAN, M. Molecular phylogeny of conjugating green algae (Zygnemophyceae, Streptophyta) inferred from SSU rDNA sequence comparisons. **Journal of Molecular Evolution**, v. 56, p.89-104, 2003.
- GONTCHAROV, A. A.; MELKONIAN, M. Molecular phylogeny of *Staurastrum* Mayen ex Ralfs and related genera (Zygnematophyceae, Streptophyta) based on coding and noncoding rDNA sequence comparisons. **Journal of Phycology**, v.41, p.887-889, 2005.
- GUIRY, D. M. Taxonomy and nomenclature of the Conjugatophyceae (= Zygnematophyceae). **Algae**, v. 28, n.1, p. 1-29, 2013.
- HASSAL, C. The ecology and biodiversity of urban ponds. **WIREs Water** v.1, p. 187-206, 2014.
- JÖBGEN, A. M.; PALM, A.; MELKONIAN, M. Phosphorus removal from eutrophic lakes using periphyton on submerged artificial substrata. **Hydrobiologia** v.528, p.123-142, 2004.
- LIBORIUSSEN, L.; JEPPESEN, E. Structure, biomass, production and depth distribution of periphyton on artificial substratum in shallow lakes with contrasting nutrient concentrations. **Freshwater Biology**, v.51, p. 95-109, 2006.

- LOPES, M. R. M.; BICUDO, C. E. M. Desmidioflórula de um lago da planície de inundação do Rio Acre, Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 2, p. 167-212, 2008.
- LOPES, M. R. M.; BICUDO, C. E. M.. Desmidioflórula de um lago da planície de inundação do Rio Acre, Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v.33, n.2, p.167-212, 2002
- LOVERDE-OLIVEIRA, S.M.; AFONSO, L.; FERRO, M.M. Caracterização limnológica e análise da comunidade fitoplanctônica da Lagoa do Piau-Pantanal de Itiquira, MT. **Intergeo**, v. 4, p. 95-102, 2006.
- LOWE, R.L. Periphyton patterns in lakes. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. (Ed). **Algal ecology – Freshwater benthic ecosystems**. California: Academic Press, p.57-76, 1996.
- MARTÍNEZ-ARROYO, A.; JÁUREGUI, E. On the environmental role of urban lakes in Mexico City. **Urban Ecosystem**, v. 4, n. 2, p. 145-166, 2000.
- McCOURT, R. M.; KAROL, K. G.; BELL, J.; HELM-BYCHOWSKI, K.M.; GRAJEWSKA, A.; WOJCIECHOWSKI, M. F.; HOSHAW, R. W. Phylogeny of the conjugating green algae (Zygnemophyceae) based on *rbcL* sequences. **Journal of Phycology**, 36: 747-758, 2000.
- MELO, S.; SOUZA, K. F.; REBELO, S. R. M.; SOPHIA, M. G. Gêneros *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs e *Micrasterias* C. Agardh (Conjugatophyceae-Desmidiaceae) de dois ambientes amazônicos de águas pretas (Manaus, Amazonas-Brasil), **Acta Amazonica**, v.39, n.1, p.13-20, 2009.
- MELO, S.; SOUZA, K.F. Flutuação anual e interanual da riqueza de espécies de desmídias (Chlorophyta – Conjugatophyceae) em um lago de inundação amazônico de águas pretas (Lago Cutiuauá, Estado do Amazonas, Brasil). **Acta Scientiarum (Biological Science)**, v. 31, n. 3, p. 235-243, 2009.
- MENEZES, V. C.; BUENO, N. C.; SOBJAK, T. M.; BORTOLINI, J. C.; TEMPONI, L. G. *Zygnemaphyceae* associada à *Utricularia foliosa* L. no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, v.68, n.1, p. 5-26, 2013.

- MENEZES, V. C.; BUENO, N. C.; BORTOLINI, J. C. Composição florística de Desmidiáles (exceto *Cosmarium*) em um lago subtropical brasileiro. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 4, p. 465-476, 2011.
- MIX, M. Die Feinstruktur der Zellwände der Conjugaten und ihre systematische Bedeutung. **Beihefte zur Nova Hedwigia**, v.42, p. 179-194, 1973.
- MORESCO, C.; BIOLO, S.; BUENO, N. C. O gênero *Micrasterias* Agardh ex Ralfs (Desmidiaceae, Zygnemaphyceae) em um lago artificial urbano, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 36, n. 2, p. 349-358, 2009.
- MORESCO, G. A.; MAGRO DE PAULA, A. C.; BORTOLINI, J. C.; JATIS, S.; REIS, L. M.; RODRIGUES, L. C. *Zygnemaphyceae* em um lago de várzea na planície de inundação do alto rio Paraná: gêneros *Closterium*, *Cosmarium*, *Euastrum*, *Micrasterias* e *Pleurotaenium*. **Iheringia Série Botânica**, v.70, n.1, p.143-155, 2015.
- MOSCHINI-CARLOS, V. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: Pompêo, M.L.M. (Ed.). **Perspectivas da limnologia no Brasil**. São Luís: Gráfica e Editora União, cap. 6, p. 1-11, 1999.
- MURAKAMI, E. A.; RODRIGUES, L. Resposta das algas perifíticas às alterações de temperatura e ao enriquecimento artificial de nutrientes em curto período de tempo. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 3, p. 273-284, 2009.
- NABOUT, J.C.; NOGUEIRA, I. S. Variação temporal da comunidade fitoplanctônica em lagos urbanos eutróficos. **Acta Scientiarum (Biological Sciences)**, v. 33, n. 4, p. 383-391, 2011.
- NEAL, E.C.; PATTEN, B.C.; DEPOE, C.E. Periphyton growth on artificial substrates in a radioactively contaminated lake. **Ecology**, v. 48, n. 6, p. 918-924, 1967.
- NOGUEIRA, I. S.; JUNIOR, W. A. G.; D’ALESSANDRO, E. B. Cianobactérias planctônicas de um lago artificial urbano na cidade de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n.4, p. 575-592, 2011.
- NOGUEIRA, I. S.; OLIVEIRA, J. E. *Chlorococcales* e *Ulothricales* de hábito colonial de quatro lagos artificiais do município de Goiânia – GO. **Iheringia**, v. 64, n. 2, p. 123-143, 2009.

- NOGUEIRA, I.S., NABOUT, J.C., OLIVEIRA, J.E.; SILVA, K.D. Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos do município de Goiânia, GO. **Hoehnea** v. 35, n. 2, p. 219-233, 2008.
- NOGUEIRA, I.S.; LEANDRO-RODRIGUES, N.C. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. **Revista Brasileira de Biologia** v. 59, n. 3, p. 377-395, 1999.
- OLIVEIRA, D. E.; FERRAGUT, C.; BICUDO, D. C. Relationships between environmental factors, periphyton biomass and nutrient content in Garças Reservoir, a hypereutrophic tropical reservoir in southeastern Brazil. **Lakes; Reservoirs: Research and Management**, v. 15, p. 129-137, 2010.
- OLIVEIRA, I. B.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. Contribuição ao conhecimento de *Cosmarium* Corda ex Ralfs (Desmidiaceae, Zygnematophyceae) para a Bahia e o Brasil. **Hoehnea**, v.37, n.3, p.571-600, 2010a.
- OLIVEIRA, I. B.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. *Euastrum* (Desmidiaceae, Zygnematophyceae) na planície litorânea do norte da Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v.11, n.1, p.62–73, 2011b.
- OLIVEIRA, I. B.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. First records of Zygnematales (Zygnematophyceae, Streptophyta) for the state of Bahia, Brazil. **Acta Botanica Brasilica** v. 27, n. 4, p. 743-750, 2013b.
- OLIVEIRA, I. B.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs (Zygnematophyceae) de duas Áreas de Proteção Ambiental da planície litorânea do norte da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.2, p.213-232, 2009.
- OLIVEIRA, I. B.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. New records and rare taxa of *Closterium* and *Spinoclosterium* (Closteriaceae, Zygnematophyceae) to Bahia, Brazil. **Iheringia Série Botânica**, v. 68, n. 1, p. 115-138, 2013a.
- OLIVEIRA, I. B.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. Novas ocorrências de desmídias filamentosas (Desmidiaceae, Zygnematophyceae) para o estado da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.24, n.4, p.1017–1026, 2010b.

- OLIVEIRA, I. B.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. *Octacanthium* e *Xanthidium* (Desmidiaceae, Zygnematophyceae) em Camaçari, estado da Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v.11, n.1, p.89–93, 2011c.
- OLIVEIRA, I. V.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. Desmids (Desmidiaceae, Zygnematophyceae) with cylindrical morphologies in the coastal plains of northern Bahia, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 28, n.1, p. 17-33, 2014.
- OLIVEIRA, I.B., BICUDO, C.E.M.; MOURA, C.W.N. New records of *Cosmarium* (Desmidiaceae) to Brazil. **Phytotaxa**, v.26, p.25–38, 2011a.
- ÖZKAN, K.; JEPPESEN, E.; JOHANSSON, L. S.; BEKLIOGLU, M. The response of periphyton and submerged macrophytes to nitrogen and phosphorus loading in shallow warm lakes: a mesocosm experiment. **Freshwater Biology**, v.55, p.463-475, 2010.
- PALS, A.; ELST, S.; MUYLAERT, K; ASSCHE, J. V. Substrate specificity of periphytic desmids in shallow softwater lakes in Belgium. **Hydrobiologia**, v.568, p.159-168, 2006.
- PARRA, O.; BICUDO, C. E. M. **Algas de águas continentales: Introducción a la Biología y sistemática**. Ediciones Universidad de Concepción, 1996.
- RIBEIRO, C. A.; RAMOSB, G. J. P.; OLIVEIRA, I. B.; MOURA, C. W. N. *Micrasterias* (Zygnematophyceae) de duas áreas do Pantanal dos Marimbus (Baiano e Remanso), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas** 15: 10.13102/scb578, 2015.
- ROBERTS, E.; KROKER, J.; KÖRNER, S.; NICKLISCH, A. The role of periphyton during the re-colonization of a shallow lake with submerged macrophytes. **Hydrobiologia**, v.506-509, p.525-530, 2003.
- ROUF, A. J. M. A.; AMBAK, M. A.; SHAMSUDIN, L.; PHANG, S.; HO, S.C. Temporal changes in the periphytic algal communities in a drowded tropical forest reservoir in Malasya: Lake Kenyir. **Lakes and Reservoirs** v. 13, p. 271-287, 2008.
- RŮŽIČKA, J. **Die Desmidiaceen Mitteleuropas**. Vol. 1(1). E. Schweizerbat'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. VI, 292p, 1977.

- SAND-JENSEN, K. Physical and chemical parameters regulating growth of periphytic communities. pp. 63-71. In: Wetzel, R.G. (Eds.). **Periphyton of freshwater ecosystem**. The Hague. Dr. W. Junk Publishers, 1983.
- SANTOS, M. A.; CONCEIÇÃO, L. P.; PEREIRA, F. A., OLIVEIRA, I. B.; SANTOS, A. K. A. Desmidiaceae (Zygnematomyceae, Streptophyta) da Lagoa das Bateias, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas** **13**: 10.13102/scb226, 2013.
- SANTOS, T. R.; FERRAGUT, C. The successional phases of a periphytic algal community in a shallow tropical reservoir during the dry and rainy seasons. **Limnetica**, v. 32, n. 2, p. 337-352, 2013.
- SILVA, F. K. L.; FELISBERTO, S. A. Euastrum and Micrasterias (family Desmidiaceae) in lentic tropical ecosystem, Brazil. **Biota Neotropica**, v.15, n.1, p.1–12, 2015.
- SILVA, S. R. V. F.; CECY, I. I. T. Desmídias (Zygnematomyceae) da área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, Paraná, Brasil, I: Gênero *Cosmarium*. **Iheringia**, v.59, p.13-26, 2004.
- SLÁDECKOVÁ, A. Limnological investigation methods for the periphyton (“Aufwuchs”) community. **Botanical Review**, v. 28, n.2, p. 286-350, 1962.
- SLÁDECKOVÁ, A. The role of periphyton in water supply. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 24, p. 2174-2178, 1991.
- SOPHIA, M. G. Contribuição ao conhecimento das Desmídias de hábito filamentosas ao Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rickia**, v.14, p.21-35, 1987.
- SOPHIA, M. G., Contribuição ao conhecimento da flora ficológica da Lagoa de Juturnaíba, R.J., Brasil: Desmidiaceae (Zygnematomyceae) de hábito filamentosas. **Bradea**, v.4, n.13, p.81-90, 1984.
- SORMUS, L.; BICUDO, C. E. M. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 6: Zygnematomyceae (Closteriaceae). **Hoehnea**, v.21, p.75-92, 1994.
- SORMUS, L.; BICUDO, C. E. M. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 10: Zygnematomyceae (Desmidiaceae, *Micrasterias*). **Hoehnea**, v.24, n.2, p. 75-87, 1997.

- SOUZA K. F.; MELO. S. Desmídias filamentosas (Conjugatophyceae) de um lago de inundação de águas pretas na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v.40, n.2, p.257-269, 2010.
- SOUZA, K. F.; MELO, S. Levantamento taxonômico de desmídias (Chlorophyta) do lago Novo (Amapá, Brasil): Gêneros *Staurastrum*, *Stauroidesmus* e *Xanthidium*. **Acta Amazonica**, v.41, n.3, p.335-346, 2011.
- SOUZA, M. L.; FERRAGUT, C. Influence of substratum surface roughness on periphytic algal community structure in a shallow tropical reservoir. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 4, p. 397-407, 2012.
- ŠŤASTNÝ, J. Desmids (Conjugatophyceae, Viridiplanta) from the Czech Republic; new and rare taxa, distribution, ecology. **Fottea**, v.10, n.1, p.1-74, 2010.
- ŠŤASTNÝ, J. The desmids of the Swamp Nature Reserve (North Bohemia, Czech Republic) and a small neighbouring bog: species composition and ecological condition of both sites. **Fottea**, v.9, n.1, p.135-148, 2009.
- STOCKNER, J. G.; ARMSTRONG, F. A. J. Periphyton of the Experimental Lakes Area, Northwestern Ontario. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v.28, p.215-229, 1971.
- TANIGUCHI, G.M. **Variação espacial e temporal de características limnológicas abióticas e de comunidades de algas planctônicas e perifíticas no gradiente litorâneo limnético de uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 1998.
- VADEBONCOEUR, Y.; STEINMAN, A.D. Periphyton Function in Lake Ecosystems. **The Scientific World Journal** v.2, p. 1-20, 2002.
- VAN-DEN-HOEK, C.; MANN, D. G.; JAHNS, H. M. **Algae: an introduction to phycology**. Cambridge University Press, Cambridge, 627 p, 1997.
- VERCELLINO, I.S.; BICUDO, D.C. Sucessão de comunidades de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 363-377, 2006.

WEHR, J. D.; SHEATH, R. G. **Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification**. Amsterdam: Academic Press, 2002.

WETZEL, R. G. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie** v. 24, p. 6-24, 1990.

WETZEL, R.G. Recommendations for future research on periphyton. In: WETZEL, R. G. (Ed.) **Periphyton of freshwater ecosystems**. The Hague: Dr. W. Junk, 1983, p. 339-346. (Developments in Hydrobiology, 17).

4. RESULTADOS

O resultado deste trabalho está apresentado sob a forma de um artigo:

Community structure of periphytic Zygnematophyceae (Streptophyta) in urban eutrophic ponds from central Brazil (Goiânia, GO)

4.1. Manuscrito submetido à Revista Acta Botanica Brasilica

Original article

Community structure of periphytic Zygnematophyceae (Streptophyta) in urban eutrophic ponds from central Brazil (Goiânia, GO)

Francielle Karla Lopes da Silva^{1*}, Bárbara Medeiros Fonseca² & Sirlene Aparecida Felisberto³

¹Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal

²Universidade Católica de Brasília, Curso de Ciências Biológicas, Sala E-10, QS 07, Lote 01, Águas Claras, 71966-700, Taguatinga, DF, Brasil

³*In memoriam*. Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal. Campus Samambaia (Campus II), Caixa Postal: 131, CEP 74001-970, Goiânia, GO, Brasil

* Corresponding author: franciellekls.bio@gmail.com.

Abstract

Urban ponds comprise habitats with great diversity of both biotic and abiotic conditions. This study aimed at analyzing the community structure of Zygnematophyceae algae in the periphyton of nine urban eutrophic ponds from Goiânia, GO. Samples were collected in August 2014, in the littoral zone. Periphyton was collected from two different substrates, macrophyte petiole (epiphyton) and pebbles (epilithon). Altogether 49 Zygnematophyceae taxa were recorded, distributed in two orders, five families and 13 genus. The highest chlorophyll *a* value was reported at Beija-flor Pond ($2.9 \mu\text{g cm}^{-2}$). As regards density, Cyanobacteria contributed most to periphyton density ($6.0 \times 10^6 \text{ ind cm}^{-2}$). Based on frequency of occurrence, most taxa were classified as rare, being present in less than 20% of the samples. The average Zynematophyceae density was $6.2 \times 10^3 \text{ ind cm}^{-2}$, representing 0.82% of the periphytic community in the epiphyton and 0.02% in the epilithon. Most taxa reported here have been cited by literature in eutrophic habitats, and may be used as biological indicators (e.g., *Staurastrum volans*, *Pleurotaenium trabecula* var. *trabecula*, *Closterium acutum* var. *variabile*). Some ponds with relatively high nutrient values (e.g., Flamboyant pond) also presented higher diversity, which can be explained by these taxa tolerance to their local environments.

Key words: desmids, diversity, epilithon, epiphyton, lentic systems

Introduction

Urban ponds comprise habitats with a great diversity of both biotic and abiotic conditions. In general, these systems have been defined as shallow environments with surface area smaller than 2 ha (Hassall 2014). Global urbanization has increased the nutrient supply into shallow lakes, leading to changes in their biological structure as a consequence of anthropogenic eutrophication (Jeppesen *et al.* 2005). Researches focusing on aquatic communities, in special the periphyton, have provided important information about the functioning of these ecosystem (Vercellino & Bicudo 2006; Rouf *et al.* 2008; Ferragut & Bicudo 2009; Ferragut & Bicudo 2010). As an important component of the phycoperiphyton, it can be highlighted the class Zygnematophyceae.

The class Zygnematophyceae is the richest algal group among Streptophyta (Coesel 1996; Gontcharov & Melkonian 2005), presenting an impressive morphological diversity along with complex symmetry patterns (Barbosa *et al.* 2013). It comprises two orders, Desmidiiales and Zygnematales, which are defined by their distinct cell wall structure (Brook 1981; Van den Hoek *et al.* 1995; Gontcharov *et al.* 2002; Wehr & Sheat 2003; Gontcharov 2008; Felisberto & Rodrigues 2011). These algae are sensitive to changes in environmental conditions and their cell plasticity allows most of them to adapt to different habitats. They can be used as biological indicators, subsidizing aquatic ecosystem conservation and management (Brook 1981; Wehr & Sheat 2003; Coesel & Blokland 1994; Coesel 2001; Št'astný 2009).

Zygnematophycean algae are exclusively freshwater organisms (Van den Hoek *et al.* 1995) in general associated to oligo-mesotrophic environments, with pH ranging between 4 and 7 (Brook 1981; Coesel 1983; Coesel 1996; Gerrath 2003). Pristine environments from the Cerrado biome (Brazilian savanna), with their acidic waters, provide suitable habitats for this algal group development (Estrela *et al.* 2011; Dunck *et al.* 2013a, 2013b; Fonseca & Estrela 2015; Silva & Felisberto 2015), differently from eutrophic systems, which are frequently dominated by other

groups such as cyanobacteria, coccoid green algae and diatoms (John *et al.* 2002; Taylor *et al.* 2007; Blanco *et al.* 2004).

Although Zygnematophyceae algae are usually associated to oligotrophic conditions, some species can as well be reported with relatively high abundance in eutrophic ecosystems (Coesel 1982) and alkaline waters (Brook 1981). For instance, species belonging to genus *Staurastrum*, *Cosmarium* and *Closterium* are used as biological indicators of eutrophic ecosystems, under pH ranging between 6.7 and 8.5 (Růžicka 1977).

Coesel (2001) proposed a method for quantifying conservation value in lentic freshwater habitats using desmids as indicator organisms. However, his data were limited to European ecosystems, which restricts the worldwide use of such index. Although the literature about periphyton and its general role for ecosystem metabolism is relatively abundant (e.g., Stockner & Armstrong 1971; Brook 1982; Fairchild & Sherman 1993; Vadeboncoeur & Steinman 2002; Albay & Akcaalan 2003; Roberts *et al.* 2003; Momeu *et al.* 2004; Jöbgen *et al.* 2004; Kralj *et al.* 2006; Liboriussen & Jepsen 2006; Blanco *et al.* 2008; Lambert *et al.* 2008; Lambert & Cattaneo 2008; Danger *et al.* 2008; Özkan *et al.* 2010; Raeder *et al.* 2010; Denicola & Kelly 2014), studies focusing exclusively on the ecology of periphytic Zygnematophyceae in lakes and ponds are quite scarce (e.g., Pals *et al.* 2006).

In Brazil, most of the ecological studies on periphyton in urban lakes are concentrated in the Southeastern region (Vercellino & Bicudo 2006; Borduqui *et al.* 2008; Ferragut & Bicudo 2009, 2010, 2012; Ferragut *et al.* 2010; Oliveira *et al.* 2010; Borduqui & Ferragut 2012; Pellegrini & Ferragut 2012; Souza & Ferragut 2012; Santos & Ferragut 2013; Camargo & Ferragut 2014; Fonseca *et al.* 2014). A few of them have been published for the Northern region (França *et al.* 2009, 2011) and nothing for the South or Central-West of Brazil.

In the State of Goiás, central Brazil, there are no studies about periphytic Zygnematophyceae in eutrophic urban ponds. The knowledge about algal community in urban

systems, including the ones considered in this study, is restricted to phytoplankton (e.g., Nogueira & Leandro-Rodrigues 1999; Nogueira *et al.* 2008; Nogueira & Oliveira 2009; Nabout & Nogueira 2011; Nogueira *et al.* 2011; Oliveira *et al.* 2012a; b). In this context, this study is the first exploring the periphytic community in these urban ponds, and has as its goal to analyze the community structure of Zygnematophyceae algae in the periphyton of nine urban eutrophic ponds from Goiânia, GO.

Material and Methods

Study area

This study was conducted in nine eutrophic ponds inserted in urban parks from the city of Goiânia (State of Goiás) (Fig. 1). Their surface area ranges between 0.2 and 2.1 ha, with mean depth smaller than 2.3 m (Tab. 1). The urban parks present varied landscape composition, with native vegetation around springs and exotic and ornamental vegetation surrounding the ponds and leisure areas. The climate in the region is Aw according Köppen-Geiger classification, with a strong seasonality marked by a dry season from May to September and a wet season from October to April (Peel *et al.* 2007; Cardoso *et al.* 2014). Average annual temperature is 21.9 °C, with lower values between May and August and higher values in September; average annual precipitation is 1487.2 mm (Prefeitura de Goiânia 2016). This climate is typical from the cerrado phytogeographic domain, which predominates in the central Brazil (Bustamante *et al.* 2012).

Sampling

Samples were collected in August 2014, in the littoral zone. Each pond had three sampling sites. Periphyton was collected from two different substrates, macrophyte petiole (epiphyton) and pebbles (epilithon). Among the nine ponds, only six presented both substrates, totalizing 45 sampling units (eight from epiphyton and seven from epilithon, each one with three replicates). The macrophytes sampled were all rooted emergent or submerged species.

The periphyton was removed from the substrate by scrapping with a razor blade (epiphyton) or by brushing (epilithon), using distilled water gentle jets. The substrate area was calculated after sampling. Samples were preserved with 0.5% acetic lugol solution and stored in the darkness.

Simultaneously to periphyton sampling the following variables were measured: water temperature and pH (pHmetro MS Tecnocon mPA 210), electrical conductivity (Conduvímetro MS Tecnocon mCA 150P), dissolved oxygen (Medidor de Oxigênio Dissolvido Quimis Q758P) and turbidity (Turbidímetro Policontrol AP2000). Water samples for nutrient determination were collected and then analyzed by a specialized company (Aqualit). Samples for nutrients and chlorophyll *a* determinations were placed with ice in thermal recipients until the filtration in the laboratory. Chlorophyll *a* analysis (corrected for phaeophytin) was performed according to Golterman *et al.* (1978) using acetone 90% as solvent.

Quantitative analysis

Periphytic algae were counted in random fields (Bicudo 1990), using 2 mL chambers under inverted microscope (Olympus CKX41) at 400x magnification (Uthermöhl' method); sedimentation time followed Lund *et al.* (1958). The criteria to stop counting was at least ten fields without new taxa. Density was calculated using the equation adapted from Ros (1979).

In order to evaluate the Zygnematophyceae contribution in relation to other taxonomic classes (Cyanobacteria, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Oedogoniophyceae and Others), all periphytic individuals were counted, but only the Zygnematophycean taxa were identified to species or infraspecific level, using specialized literature (e.g., Bicudo & Castro 1994; Croasdale *et al.* 1994; Dillard 1991; Lenzenweger 1996; Prescott *et al.* 1972; Růžička 1977, 1981). The general algal classification followed Hoek *et al.* (1995); and for Zygnematophyceae, Guiry (2013).

The samples are deposited in the herbarium collection of the Federal University of Goiás, Goiânia-GO under the numbering 50275-50319.

Data analysis

In order to estimate Zygnematophyceae alfa diversity, besides the total number of taxa for each pond (S), we used Margalef Index (M) and Shannon-Wiener Index (H') (Shannon & Weaver 1948; Margalef 1991). Pielou's Evenness Index (J') was calculated based on H' values (Pielou 1977). Zygnematophycean taxa were classified according to their frequency of occurrence (F = number of samples where the taxon was reported / total number of samples), following the criteria: rare (F < 25%), common (25% ≤ F < 50%), frequent (50% ≤ F < 75%) e constant (F ≥ 75%).

The Jaccard Index was used to measure beta diversity among ponds (Magurran 1988). A dendrogram based on dissimilarity (1-J') was produced according to the unweighted pair-group mean arithmetic method (UPGMA). The R software 3.2.2 was used in these analyses (R Development Core Team 2011).

Differences between epiphyton and epilithon for the variables chlorophyll *a*, density and richness were evaluated using Mann-Whitney test (Siegel & Castellan Jr 2006), while the relation between density *versus* chlorophyll *a* was tested by Pearson Correlation (Chen & Popovich 2002).

Results

Abiotic data and periphytic biomass

The ponds presented high nutrient concentrations, with pH ranging from neutral to slightly acidic (Tab. 2). The highest total nitrogen concentration (3680 µg L⁻¹) was reported at Areião Pond (code AR), while Flamboyant Pond (code FL) presented the highest total phosphorus concentration (1770 µg L⁻¹). The electrical conductivity ranged from 57.2 µS cm⁻¹ at Leolídio Di Ramos Caiado Pond (code LE) to 154.1 µS cm⁻¹ at Rosas Pond (code LR).

Concerning chlorophyll *a* concentrations, the highest value was reported at Beija-flor Pond (code BF) ($2.9 \mu\text{g cm}^{-2}$), while the smallest one at Jardim Botânico Pond (code JB) ($0.8 \mu\text{g cm}^{-2}$) (Tab. 2). The epilithon presented a relatively higher mean value ($2.4 \mu\text{g cm}^{-2}$) when compared to epiphyton ($1.5 \mu\text{g cm}^{-2}$), although no statistical difference were reported between the substrates ($W = 51.0$; $p = 0.148$) (Fig. 3).

The same pattern was reported for density (epilithon: 1.2×10^7 ind cm^{-2} ; epiphyton: 1.3×10^6 ind cm^{-2} ; $W = 66.0$; $p = 0.86$) (Figura 4). The correlation between chlorophyll *versus* density was positive for both epiphyton ($r = 0.80$; $p = 0.015$) and epilithon ($r = 0.64$; $p = 0.12$), although statistically significant only for the first one.

Among taxonomic classes, Cyanobacteria contributed most to periphyton density (6.0×10^6 ind cm^{-2}) especially in the epilithon, representing from 70 to almost 100% in some ponds (BF, AR, VB and FL). In the epiphyton, the ponds JB and VB were marked by the highest Cyanobacteria density (> 80% of the total density) (Fig. 5). The class Bacillariophyceae had the second highest contribution, followed by Chlorophyceae (Figura 5).

The average Zygnematophyceae density was 6.2×10^3 ind cm^{-2} , representing 0.82% of the periphytic community in the epiphyton and 0.02% in the epilithon. The ponds with the highest zygnematophycean contribution to epiphyton were LI (2.31%), LE (1.29%) and FL (1.23%), while in the epilithon, the highest values were found for LE (0.65%) and FL (0.44%) (Fig. 5).

Zygnematophyceae community structure

Altogether 49 Zygnematophyceae taxa were recorded, distributed in two orders (Zygnematales and Desmidiiales), five families (Mesoteniaceae, Zygnemataceae, Closteriaceae, Desmidiaceae and Gonatozygaceae) and 13 genus. Desmidiiales represented 82% of the total richness, and Desmidiaceae was the most representative family (32 taxa), followed by

Closteriaceae (six taxa) and Zygnemataceae (six taxa). The genus with higher richness were *Cosmarium* (16 taxa), *Staurastrum* (nine taxa) and *Closterium* (six taxa) (Tab. 3).

Comparing ponds, the richness ranged from eight taxa at Botafogo Pond (BO) to 26 taxa at Flamboyant Pond (FL) (Tab. 4, Fig. 2). Flamboyant Pond also presented the highest values for Margalef Index and Shannon-Wiener Index ($M = 4.76$; $H' = 2.88$) (Tab. 4). On the other hand, Liberdade Pond (LI) presented the smallest values for these indices ($M = 1.86$; $H' = 1.77$). The evenness (J') ranged from 0.75 at Vaca Brava Pond (VB) to 0.94 at Rosas Pond (LR) (Tab. 4).

The epiphyton showed higher Zygnematophycean richness (45 taxa in 24 sampling units) compared to epilithon (29 in 21 sampling units), although there was no significant statistical differences when the number of taxa per sample was compared between substrates ($W = 77.0$; $p = 0.15$). The number of taxa reported exclusively in the epiphyton (20) was also higher than the number of exclusive taxa from epilithon (four). The genus *Actinotaenium*, *Gonatozygon*, *Hyalotheca* e *Netrium* were restricted to epiphyton. In the epilithon, the four exclusive taxa were *Cylindrocystis brebissonii* var. *minor*, *Closterium diana* var. *arcuatum*, *Cosmarium moniliforme* var. *moniliforme* e *Euastrum rectangulare*. Liberdade Pond (code LI) did not present Zygnematophyceae in the epilithon (Tab. 3).

Based on frequency of occurrence, most taxa were classified as rare, being present in less than 20% of the samples. Only *Cosmarium tenue* and *Mougeotia* sp. 3 were classified as common (Tab. 3).

The highest Zygnematophycean densities were reported for the ponds FL (1.8×10^4 ind cm^{-2}), LE (1.8×10^4 ind cm^{-2}), VB (8.66×10^3 ind cm^{-2}) and JB (7.34×10^3 ind cm^{-2}). The smallest value was reported for the pond LR (4.1×10^2 ind cm^{-2}) (Tab. 3). In general, the taxa with higher densities were *Cosmarium regnesii* var. *regnesii*, *Cosmarium abbreviatum* var. *minus*, and *Mougeotia* sp. 3 (Tab. 3). When each pond was considered individually, other taxa were

highlighted as the most abundant among Zygnematophyceae. It was the case of *Staurastrum smithii*, *Cosmarium exiguum*, *Mougeotia* sp. 1 and *Mougeotia* sp. 1 (Fig. 6).

Considering beta diversity among ponds for Zygnematophyceae algae, cluster analysis showed three groups (I, II and III) (Fig. 7). The BF pond was the most dissimilar (group I; 90%). The second group was formed by the ponds JB and LR (group II, 77%); and the third one, by the ponds BO, LI, VB, FL, AR and LE (group III; 78%). The smallest dissimilarity was reported between ponds AR and LE (60%).

Discussion

According to Danger *et al.* (2008), shallow ecosystems are characterized by representative littoral zones, and consequently higher light availability, which favors periphyton development. High light incidence associated to high nutrient concentrations probably contributed to the relatively high periphytic biomass reported in the urban ponds considered in the present study.

Chlorophyll *a* showed relatively high values, comparable to the ones reported for an eutrophic pond located at São Paulo city (Garças Pond; 0.75 - 4 $\mu\text{g cm}^{-2}$) (Borduqui *et al.* 2008; Oliveira *et al.* 2010; Borduqui & Ferragut 2012). Other ponds from São Paulo classified as oligo (IAG Pond) or mesotrophic (Ninfeias Pond) have been described with smaller chlorophyll *a* concentrations (e.g., Vercellino & Bicudo 2006; Ferragut & Bicudo 2009; Ferragut *et al.* 2010; Pellegrini & Ferragut 2012; Souza & Ferragut 2012; Santos & Ferragut 2013; Camargo & Ferragut 2014).

Total periphyton density in the urban ponds from Goiânia was high as well. The results reported here were similar to the ones described for other Brazilian eutrophic urban lentic systems, with the predominance of Cyanobacteria, Bacillariophyceae and Chlorophyceae (see references above).

Considering Zygnematophyceae contribution to total periphytic density, studies conducted at Ninfeias Pond (cited above) have reported 1 to 17% of contribution (Pellegrini & Ferragut 2012; Souza & Ferragut 2012; Santos & Ferragut 2013; Camargo & Ferragut 2014). Another study in the North region, at Viveiro pond (oligotrophic), the Zygnematophyceae contribution reached 25% (França *et al.* 2011), superior to the values reported in the urban eutrophic ponds from Goiânia considered in the present study, where they were around 1%.

In terms of richness, this study reported values relatively smaller than other ones conducted at Ninfeias and Viveiro ponds. The Zygnematophyceae richness ranged between 8 and 26 taxa among the urban ponds from Goiânia. At Ninfeias pond, the richness has ranged between 20 – 39 taxa (Souza & Ferragut 2012; Santos & Ferragut 2013; Camargo & Ferragut 2014); and at Viveiro pond, França *et al.* (2011) reported 128 taxa.

These relatively low values can be attributed to the high trophic status of the ponds studied, considering the ecological preference of most Zygnematophyceae for oligo-mesotrophic waters, as it has been stressed in the literature (Coesel 1982, 1996). Differences in composition between substrates may be related to local features, as was discussed by Pals *et al.* (2006). Also, the higher Zygnematophyceae richness reported in the epiphyton was probably because the rooted submerged macrophytes are substrates that favor periphytic colonization once they turn nutrients from sediments available to the periphyton (Wetzel 2001).

In the present work, the ponds with higher richness presented 26 (Flamboyant) and 19 taxa (Leolídio Di Ramos Caiado), highlighting the relatively high number of taxa belonging to the genus *Cosmarium* and *Staurastrum*, as well filamentous species belonging to *Mougeotia* and *Spirogyra*.

According to the literature (Růžička 1977, Brook 1965), the genus *Cosmarium*, *Staurastrum* and *Closterium* present species that indicate eutrophic conditions, in pH ranging from 6.7 to 8.5 (Růžička 1977). Many taxa reported in this study were listed by Coesel (1975) as typical

from eutrophic environments, such as *Closterium acutum* var. *variabile*, *Closterium ehrenbergii* var. *ehrenbergii*, *Pleurotaenium trabecula* var. *trabecula*, *Cosmarium regnellii* var. *regnellii*, *Cosmarium regnesii* var. *regnesii*, *Cosmarium subgranatum* var. *subgranatum* e *Gonatozygon monotaenium* var. *monotaenium*.

The taxon *Staurastrum volans* was reported here and by Nogueira *et al.* (2008) for the ponds JB, VB and LR. Other studies conducted in eutrophic environments have cited this taxon as well (Domingues & Torgan 2011; Santos *et al.* 2013). The same happened for *Pleurotaenium trabecula* var. *trabecula* (Domingues & Torgan 2011; Santos *et al.* 2013) and *Closterium acutum* var. *variabile* (Domingues & Torgan 2011). On the other hand, *Cosmarium regnesii* var. *regnesii* has been reported for both eutrophic (Coesel 1975; Santos *et al.* 2013) and oligotrophic systems (Estrela *et al.* 2011).

The ponds were relatively distinct in relation to Zygnematophyceae composition, highlighting the high beta diversity among them. The high dissimilarity were probably due to morphometric heterogeneity, favoring communities with different compositions.

In summary, although these nine urban ponds do not present the limnological conditions usually associated to Zygnematophyceae ecological preferences, this algal group was still detected. Most taxa reported here have been cited by literature in eutrophic habitats, and may be used as biological indicators. Some ponds with relatively high nutrient values (e.g., Flamboyant pond) also presented higher diversity, which can be explained by these taxa tolerance to their local environments.

Acknowledgements

To Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), for the scholarship granted to the first author.

References

- Albay, M. & Akcaalan, R. 2003. Comparative study of periphyton colonisation on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in a shallow lake, Manyas, Turkey. *Hydrobiologia* 506-509: 531-540.
- Barbosa, L. G., Barbosa, F. A. R. & Bicudo, C. E. M. 2013. Adaptive strategies of desmids in two tropical monomictic lakes in southeast Brazil: do morphometric differences promote life strategies selection? *Hydrobiologia* 710: 157-171.
- Barcelos, E. M. 2003. Avaliação do perifíton como sensor da oligotrofização experimental em reservatório eutrófico (Lago das Garças, São Paulo). Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Bicudo, C. E. M. & Castro, A. A. J. 1994. Desmidióflórula paulista IV (gêneros *Closterium*, *Spinoclosterium*). J. Cramer, Berlim.
- Bicudo, D. C. 1990. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton. *Acta Limnologica Brasiliensia* 3(1): 459-475.
- Blanco, S.; Ector, I.; Bécares, E. 2004. Epiphytic diatoms as water quality indicators in spanish shallow lakes. *Vie Milieu, Paris* 54(2-3): 71-79.
- Blanco, S.; Romo, S.; Fernández-Aláez, M. & Bécares, E. 2008. Response of epiphytic algae to nutrient loading and fish density in a shallow lake: a mesocosm experiment. *Hydrobiology* 600(1): 65-76.
- Borduqui, M. & Ferragut, C. 2012. Factors determining periphytic algae succession in a tropical hypereutrophic reservoir. *Hydrobiologia* 683: 109-122.
- Borduqui, M.; Ferragut, C. & Bicudo, C. E. M. 2008. Chemical composition and taxonomic structure vertical and seasonal variation of periphyton community in a shallow hypereutrophic reservoir (Garças Reservoir, São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia* 20(4): 381-392.

- Brook, A. J. 1965. Planktonic Algae as Indicators of Lake Types, with special reference to the Desmidiaceae. *Limnology and Oceanography* 10: 403-411.
- Brook, A. J. 1981. *The Biology of Desmids*. Oxford: Berkwell, Scientific Public. University of California Press.
- Brook, A.J. 1982. Desmids of the *Staurastrum tetracerum* group from a eutrophic lake in Mid-Wales. *British Phycological Journal* 17: 259-274.
- Burkholder, J. M. 1996. Interaction of benthic algae with their substrata. *In*: R.J Stevenson, M. L. Bothwell & R.L. Lowe (eds). *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 253-298.
- Bustamante, M. M. C.; Nardoto, G. B.; Pinto, A. S.; Resende, J. C. F.; Takahashi, F. S.C. & Vieira, L. C. G. 2012. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. *Brazilian Journal of Biology* 72:655-671
- Camargo, V. M. & Ferragut, C. 2014. Estrutura da comunidade de algas perifíticas em *Eleocharis acutangula* (Roxb.) Schult (Cyperaceae) em reservatório tropical raso, São Paulo, SP, Brasil. *Hoehnea* 41(1): 31-40.
- Cardoso, M. R. D.; Marcuzzo, F. F. N. & Barros, J. R. 2014. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *ACTA Geográfica* 8(16): 40-55.
- Cetesb - Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo – Rios e Reservatórios, Índices, IVA, Índice de qualidade de água para proteção da vida aquática: disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iva_iet.asp acesso em: 15 de janeiro de 2016.
- Chen, P. Y. & Popovich, P. M. 2002. *Correlation: parametric and nonparametric measures*. London: Sage, 95p.
- Coesel, P. F. M. 1983. The significance of desmids as indicators of the trophic status of freshwaters. *Schweiz. Zeitschr. Hydrol* 45: 388-394.
- Coesel, P. F. M. 1996. Biogeography of desmids. *Hydrobiologia* 336: 41-53.

- Coesel, P. F. M. 2001. A method for quantifying conservation value in lentic freshwater habitats using desmids as indicator organisms. *Biodiversity and Conservation* 10: 177-187.
- Coesel, P. F. M., 1975. The relevance of desmids in the biological typology and evaluation of fresh waters. *Hydrobiological Bulletin* 9 (3): 93-101.
- Coesel, P.F.M. 1982. Structural characteristics and adaptations of desmids communities. *Journal of Ecology* 70: 163-177.
- Coesel, P. F. M. & Blokland, H. K. 1994. Distribution and seasonality of Desmids in the Maarsseveen Lakes. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28: 19-24.
- Croasdale, H.; Flint, E. A. & Racine, M. M. 1994. Flora of New Zealand: Freshwater algae, Chlorophyta, Desmids with ecological comments on their habitats. Volume III: Staurodesmus, Staurastrum and the Filamentosus desmids. Manaaki Whenua Press. Lincoln, Canterbury, New Zealand 218 p.
- Danger, M.; Lacroix, G.; Oumarou, C.; Benest, D. & Mériquet, J. 2008. Effects of food-web structure on periphyton stoichiometry in eutrophic lakes: a mesocosm study. *Freshwater Biology* 53: 2089-2100.
- DeNicola, D. M. & Kelly, M. G. 2014. Role of periphyton in ecological assessment of lakes. *Freshwater Science* 33: 619-638.
- DeNicola, D. M. 1996. Periphyton responses to temperature at different ecological levels. *In*: R.J. Stevenson, M.L. Bothwell, & R.L. Lowe (eds.). *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego. pp. 149-181.
- Dillard, E. G. 1991. Freshwater Algae of the Southeastern United States. Part 4. Chlorophyceae: Zygnematales: Desmidiaceae (Section 2). J. Cramer, Stuttgart (*Bibliotheca Phycologica*, Band 89), 205 p.
- Domingues, C. D. & Torgan, L. C. 2011. Fitoplâncton (exceto Chlorophyceae) de um lago artificial urbano no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 34(3): 463-480.

- Dunck, B., Nogueira, I. S. & Felisberto, S. A. 2013a. Composição e diversidade de algas perifíticas em veredas sob diferentes impactos antrópicos (Goiás, Brasil). *Iheringia (Série Botânica)* 68(2): 237-248.
- Dunck, B., Nogueira, I. S. & Felisberto, S. A. 2013b. Distribution of periphytic algae in wetlands (Palm swamps, Cerrado), Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 73: 331-346.
- Estrela, L. M. B.; Fonseca, B. M. & Bicudo, C. E. M. 2011. Desmídias perifíticas de cinco lagoas do Distrito Federal, Brasil: I - Gênero *Cosmarium* Corda ex Ralfs. *Hoehnea* 38(4): 527-552.
- Fairchild, G. W. & Sherman, J. W. 1993. Algal periphyton response to acidity and nutrients in softwater lakes: lake comparison vs. nutrient enrichment approaches. *The North American Benthological Society* 12(2): 157-167.
- Felisberto, S. A. 2007. Algas perifíticas sobre substrato artificial e natural no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana): composição, abundância, biomassa e produtividade. 98p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Felisberto, S. A. & Rodrigues, L. 2005. Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na similaridade das comunidades de desmídias perifíticas. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 241-254.
- Felisberto, S. A. & Rodrigues, L. 2011. Desmídias epifíticas do reservatório de Rosana, bacia do rio Paranapanema, Paraná/São Paulo, Brasil: *Euastrum* e *Micrasterias* (Desmidiaceae). *Revista Brasileira de Biociências* 9: 206-213.
- Ferragut, C. & Bicudo, D. C. 2009. Efeito de diferentes níveis de enriquecimento por fósforo sobre a estrutura da comunidade perifítica em represa oligotrófica tropical (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica* 32(3): 571-585.
- Ferragut, C. & Bicudo, D. C. 2010. Periphytic algal community adaptive strategies in N and P enriched experiments in a tropical oligotrophic reservoir. *Hydrobiologia* 646: 295-309.

- Ferragut, C. & Bicudo, D. C. 2012. Effect of N and P enrichment on periphytic algal community succession in a tropical oligotrophic reservoir. *Limnology* 13: 131-141.
- Ferragut, C.; Rodello, A. F. & Bicudo, C. E. M. 2010. Seasonal variability of periphyton nutrient status and biomass on artificial and natural substrates in a tropical mesotrophic reservoir. *Acta Limnologica Brasiliensia* 22: 397-409.
- Fonseca, B. M. & Estrela, L. M. B. 2015. Desmídias perifíticas de cinco lagoas do Distrito Federal, Brasil: II - Gêneros *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs, *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs e *Triploceras* Bailey. *Hoehnea* 42(2): 399-417.
- Fonseca, B. M.; Ferragut, C.; Tucci, A. *et al.* 2014. Biovolume de cianobactérias e algas de reservatórios tropicais do Brasil com diferentes estados tróficos. *Hoehnea* 41(1): 9-30.
- França, R. C. S.; Lopes, M. R. M. & Ferragut, C. 2009. Temporal variation of biomass and status nutrient of periphyton in shallow Amazonian Lake (Rio Branco, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia* 21(2): 175-183.
- França, R. C. S.; Lopes, M. R. M. & Ferragut, C. 2011. Structural and successional variability of periphytic algal community in an Amazonian lake during the dry and rainy season (Rio Branco, Acre). *Acta Amazonica* 41(2): 257-266.
- Gerrath, J. F. 2003. Conjugating green algae and desmids. In Wehr, J. D. & Sheath, R. G. [Eds.] *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press/Elsevier Science, San Diego, California, pp. 253-381.
- Golterman, H. L.; Clymo, R.S. & Ohnstad, M. A. M. 1978. *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. 2ª ed. Oxford: Blackwel Scientific, 214 p.
- Gontcharov, A. 2008. Phylogeny and classification of Zygnematophyceae (Streptophyta): current state of affairs. *Fottea* 8(2): 87-104.

- Gontcharov, A. A. & Melkonian, M. 2005. Molecular phylogeny of *Staurastrum* Meyen ex Ralfs and related genera (Zygnemathophyceae, Streptophyta) based on coding and noncoding rDNA sequence comparisons. *Journal of Phycology* 41: 887-899.
- Gontcharov, A. A.; Finlay, D. L.; Kling, H. J. & Watanabe, M.M. 2002. Desmids (Desmidiales, Streptophyta) from experimental lakes area, Ontario, Canada: the genera *Actinotaenium* and *Cosmarium*. *Archiv fur Hydrobiologie. Stuttgart. Suppl.* 144: 17-41.
- Hassal, C. 2014. The ecology and biodiversity of urban ponds. *WIREs Water* 1: 187-206.
- Hoek, C. van den; Mann, D. G. & Jahns, H. M. 1995. *Algae. An introduction to phycology.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Jeppesen, E.; Sondergaard, M.; Mazzeo, N. *et al.* 2005. Lake restoration and biomanipulation in temperate lakes: relevance for subtropical and tropical lakes. In Reddy, M.V (ed), *Restoration and management of tropical eutrophic lakes.* Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.: 341-359.
- Jöbgen, A. M.; Palm, A. & Melkonian, M. 2004. Phosphorus removal from eutrophic lakes using periphyton on submerged artificial substrata. *Hydrobiologia* 528: 123-142.
- John, D. M.; Whitton, B. A. & Brook, A. J. (Eds.). 2002. *The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae.* Cambridge: Cambridge University Press, 702 p.
- Kralj, K.; Plenković-Moraj, A.; Gligora, M. & Primc-Habdija, B. & Šipoš, L. 2006. Structure of periphytic community on artificial substrata: influence of depth, slide orientation and colonization time in karstic Lake Visovacko, Croatia. *Hydrobiologia* 560(1): 249-258.
- Lambert, D. & Cattaneo, A. 2009. Monitoring periphyton in lakes experiencing shoreline development. *Lake and Reservoir Management* 24: 190-195.
- Lambert, D., Cattaneo, A. & Carignan, R. 2008. Periphyton as an early indicator of perturbation in recreational lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic* 65: 258-265.

- Lamparelli, M. C. 2004. Grau de Trofia em Corpos D'Água do Estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento. 238 p. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Lenzenweger, R. 1996. Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 1. J. Cramer Verl., Berlin, 162p.
- Liboriussen, L. & Jeppesen, E. 2006. Structure, biomass, production and depth distribution of periphyton on artificial substratum in shallow lakes with contrasting nutrient concentrations. *Freshwater Biology* 51: 95-109.
- Liboriussen, L. & Jeppesen, E. 2009. Periphyton biomass, potential production and respiration in a shallow lake during winter and spring. *Hydrobiologia* 632: 201-210.
- Lobo, L. A. & Leighton, G. 1986. Estructuras de las fitocenosis planctônicas de lossistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central do Chile. *Revista de Biología Marina* 22(1): 143-170.
- Lowe, R. L. 1996. Periphyton patterns in lakes. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L. & LOWE, R.L. (Ed). *Algal ecology – Freshwater benthic ecosystems*. California: Academic Press, p.57-76.
- Lund, J. W.; Kiplind, C. & Lecren, E. D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal number and the statistical basis of estimating by counting. *Hydrobiologia* 11: 143-170.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 179 p.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there upper limit to diversity. *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 44: 221-235.
- Margalef, R. 1983. *Limnologia*. Editora Omega, Barcelona, 1100 p.
- Margalef, R. 1991. *Teoría de los Sistemas Ecológicos*. Universitat de Barcelona Editora: Barcelona.

- Mateucci, S.D. & Colma, A. 1982. La Metodología para estudio de la vegetación. Colección de Monografías Científicas, 22: 168-1982.
- Momeu, L.; Peterfi, L. S. & Tudorance, C. 2004. Periphytic algal communities of the Știucii Lake-Nature Reserve (Cluj County, Transylvania, Romania). *Contribuții Botanice*, XXXIX, Grădina Botanică "Alexandru Borza" Cluj-Napoca p. 115-125.
- Nabout, J.C. & Nogueira, I. S. 2011. Variação temporal da comunidade fitoplanctônica em lagos urbanos eutróficos. *Acta Scientiarum (Biological Sciences)* 33(4): 383-391.
- Nogueira, I. S. & Leandro-Rodrigues, N. C. 1999. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. *Revista Brasileira de Biologia* 59(3): 377-395.
- Nogueira, I. S. & Oliveira, J. E. 2009. Chlorococcales e Ulothricales de hábito colonial de quatro lagos artificiais do município de Goiânia – GO. *Iheringia* 64(2): 123-143.
- Nogueira, I. S.; Junior, W. A. G. & D'alessandro, E. B. 2011. Cianobactérias planctônicas de um lago artificial urbano na cidade de Goiânia, GO. *Revista Brasileira de Botânica* 34(4): 575-592.
- Nogueira, I. S.; Nabout, J. C.; Oliveira, J. E. & Silva, K. D. 2008. Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos do município de Goiânia, GO. *Hoehnea* 35(2): 219-233.
- Nogueira, I. S.; Nabout, J. C.; Oliveira, J. E. & Silva, K. D. 2008. Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos do município de Goiânia, GO. *Hoehnea* 35(2): 219-233.
- Oliveira, B. D.; Nogueira, I. S. & Souza, M. G. M. 2012a. Eunotiaceae Kützing (Bacillariophyceae) planctônicas do Sistema Lago dos Tigres, Britânia, GO, Brasil. *Hoehnea* 39(2): 297-313.

- Oliveira, B. D.; Nogueira, I. S. & Souza, M. G. M. 2012b. *Stenopterobia* e *Surirella* (Bacillariophyceae, Surirellaceae) do Sistema Lago dos Tigres, Britânia, Goiás. *Rodriguésia* 63(3): 525-539.
- Oliveira, D. E.; Ferragut, C. & Bicudo, D. C. 2010. Relationships between environmental factors, periphyton biomass and nutrient content in Garças Reservoir, a hypereutrophic tropical reservoir in southeastern Brazil. *Lakes; Reservoirs: Research and Management* 15: 129-137.
- Özkan, K.; Jeppesen, E.; Johansson, L. S. & Beklioglu, M. 2010. The response of periphyton and submerged macrophytes to nitrogen and phosphorus loading in shallow warm lakes: a mesocosm experiment. *Freshwater Biology* 55: 463-475.
- Pals, A.; Elst, S.; Muylaert, K & Assche, J. V. 2006. Substrate specificity of periphytic desmids in shallow softwater lakes in Belgium. *Hydrobiologia* 568: 159-168.
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1633-1644.
- Pellegrini, B.G. & Ferragut, C. 2012. Variação sazonal e sucessional da comunidade de algas perifíticas em substrato natural em um reservatório mesotrófico tropical. *Acta Botanica Brasilica* 26: 807-818.
- Pielou, E. C. 1977. *Mathematical Ecology*. New York: Wiley, 385 p.
- Prefeitura de Goiânia. 2015. Dados Gerais. Disponível em: <
<https://www.goiania.go.gov.br/html/principal/goiania/dadosgerais/dadosgerais.shtml> />.
Acesso em: 10 de fev. 2016.
- Prescott, G.W.; Croasdale, H.T. & Vinyard, W.C. 1972. *North American Flora. Desmidiales. Part I. Saccodermatae, Mesotaeniaceae. Series II, part 6*. New York Botanical Garden, New York 82p.

- R Development Core Team. 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: the R Foundation for Statistical Computing. ISBN: 3-900051-07-0. Available online at <http://www.R-project.org/>.
- Raeder, U., Ruzicka, J. & Goos, C. 2010. Characterization of the light attenuation by periphyton in lakes of diferente trophic state. *Limnologica* 40: 40-46
- Reynolds, C. S. 1988. Functional morphology and the adaptive strategies of freshwater phytoplankton. *In*: C.D. Sandgreen (ed.). Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge.
- Roberts, E.; Kroker, J.; Körner, S. & Nicklisch, A. 2003. The role of periphyton during the recolonization of a shallow lake with submerged macrophytes. *Hydrobiologia* 506-509: 525-530.
- Ros, J. 1979. *Práticas de Ecologia*. Barcelona: Ed. Omega, 181p.
- Rouf, A. J. M. A.; Ambak, M. A.; Shamsudin, L.; Phang, S. & Ho, S.C. 2008. Temporal changes in the periphytic algal communities in a drowded tropical forest reservoir in Malasya: Lake Kenyir. *Lakes and Reservoirs* 13: 271-287.
- Růžička, J. 1977. Die Desmidiaceen Mitteleuropas, Band 1, 1. Lieferung. E. Schweizerbart'sche Verl., Stuttgart 291p.
- Růžička, J. 1981. Die Desmidiaceen Mitteleuropas, Band 1, 2. Lieferung. E. Schweizerbart'sche Verl., Stuttgart 736 p.
- Santos, T. R. & Ferragut, C. 2013. The successional phases of a periphytic algal community in a shallow tropical reservoir during the dry and rainy seasons. *Limnetica* 32(2): 337-352.
- Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 27: 379-423, 623-656.
- Siegel, S. & Castellan Jr, N. J. 2006. *Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento*; [Tradução: Carmona, S. I. C.], 2a ed. Porto Alegre: Artmed.

- Silva, F. K. L. & Felisberto, S. A. 2015. *Euastrum* and *Micrasterias* (family Desmidiaceae) in lentic tropical ecosystem, Brazil. *Biota Neotropica* 15(1): 1-12.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 6-88.
- Siqueira, N. S. & Rodrigues, L. 2009. Biomassa perifítica em tanques-rede de criação de tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus* (Linneau, 1758). *Boletim do Instituto de Pesca* (Online) 32:181-190.
- Souza, M. L. & Ferragut, C. 2012. Influence of substratum surface roughness on periphytic algal community structure in a shallow tropical reservoir. *Acta Limnologica Brasiliensia* 24(4): 397-407.
- Šťastný, J. 2009. The desmids of the Swamp Nature Reserve (North Bohemia, Czech Republic) and a small neighbouring bog: species composition and ecological condition of both sites. *Fottea* 9: 135-148.
- Stockner, J. G. & Armstrong F. A.J. 1971. Periphyton of the Experimental Lakes Area, Northwestern Ontario. *Fisheries Research Board of Canada Freshwater Institute* 28: 215-229.
- Taylor, J. C.; Prygiel, J.; Vosloo, A.; Pieter, A.; Rey, D. & Ransburg, L.V. 2007. Can diatom-based pollution indices be used for biomonitoring in South Africa? A 129 case study of the Crocodile West and marico water management area. *Hydrobiologia*, Dordrecht 592(1): 455-464.
- Toledo Jr., A. P. 1990. Informe preliminar sobre os estudos para obtenção de um índice para avaliação do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais. São Paulo: CESTEB, 12p. (Relatório Interno).
- Tucci, A.; Sant'Anna, C. L.; Gentil, R. C. & Azevedo, M. T. P. 2006. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoehnea* 33(2): 147-175.

- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1-38.
- Vadeboncoeur, Y. & Steinman, A. D. 2002. Periphyton Function in Lake Ecosystems. *The Scientific World Journal* 2: 1-20.
- Vercellino, I. S. & Bicudo, D. C. 2006. Sucessão de comunidades de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. *Revista Brasileira de Botânica* 29(3): 363-377.
- Wehr, J. D. & Sheat, R.G. 2003. *Freshwater algae of North America: Ecology and classification*. 1º ed. New York: Academic Press.
- Wetzel, R. G. 1983. Recommendations for future research on periphyton. In: Wetzel, R. G. (Ed.) *Periphyton of freshwater ecosystems*. The Hague: Dr. W. Junk, p. 339-346. (Developments in Hydrobiology, 17).
- Wetzel, R. G. 1990. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 24: 6-24.
- Wetzel, R.G. 1996. Benthic algal and nutrient cycling in lentic freshwater ecosystems. In: Stevenson, R. J., Bothwell, M. L. & Lowe, R. L. (eds.) *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. New York: Academic Press. p. 641-667.
- Wetzel, R. G. 2000. Freshwater ecology: changes, requirements, and future demands. *Limnology* 1: 3-9.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3 ed. Academic Press, San Diego.

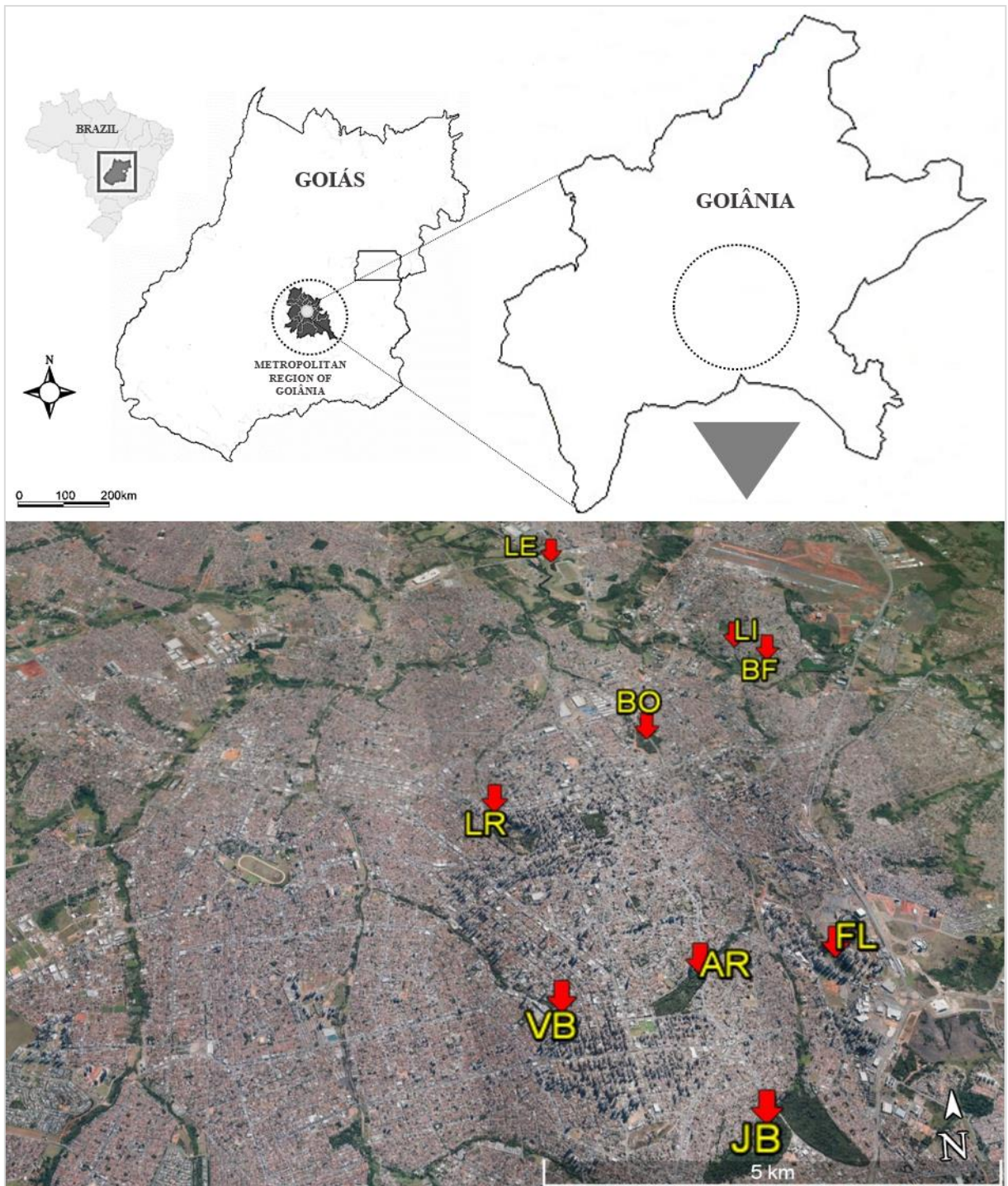


Figure 1. Study area (Source: Google Images and Google Earth. Images adapted by the author)

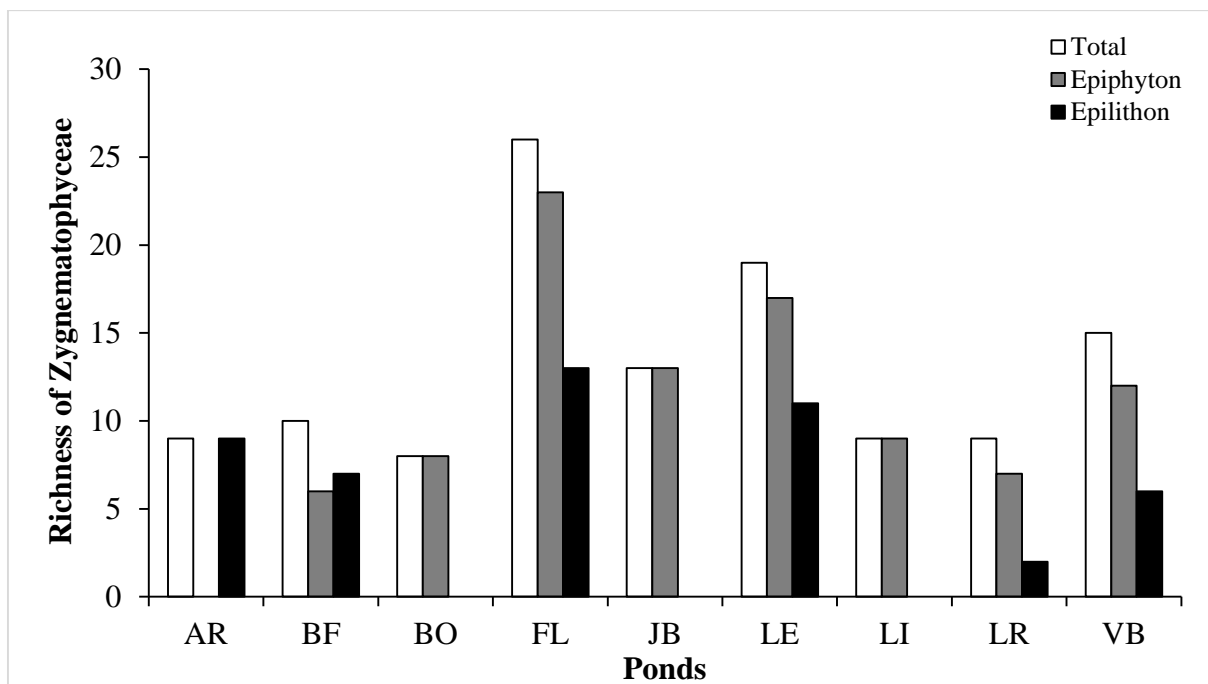


Figure 2. Richness of periphytic Zygnematophyceae in urban eutrophic ponds from Goiânia, GO (see codes at table 1)

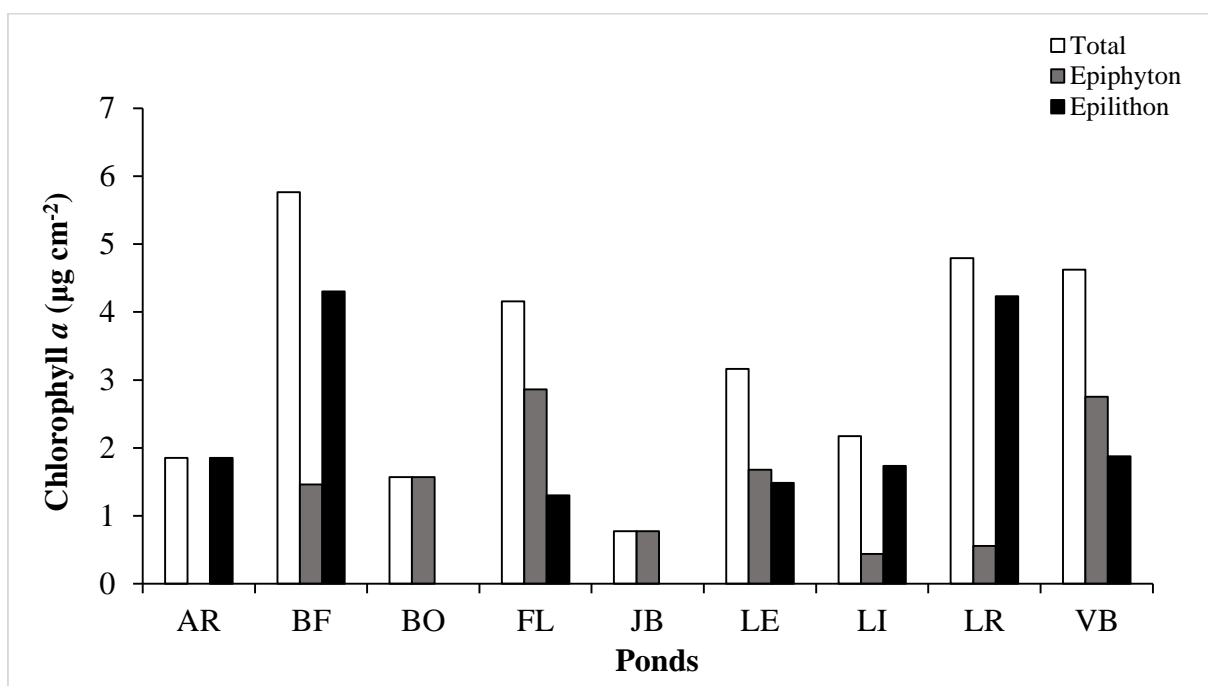


Figure 3. Periphytic chlorophyll *a* in eutrophic urban ponds from Goiânia, GO (see codes at table 1)

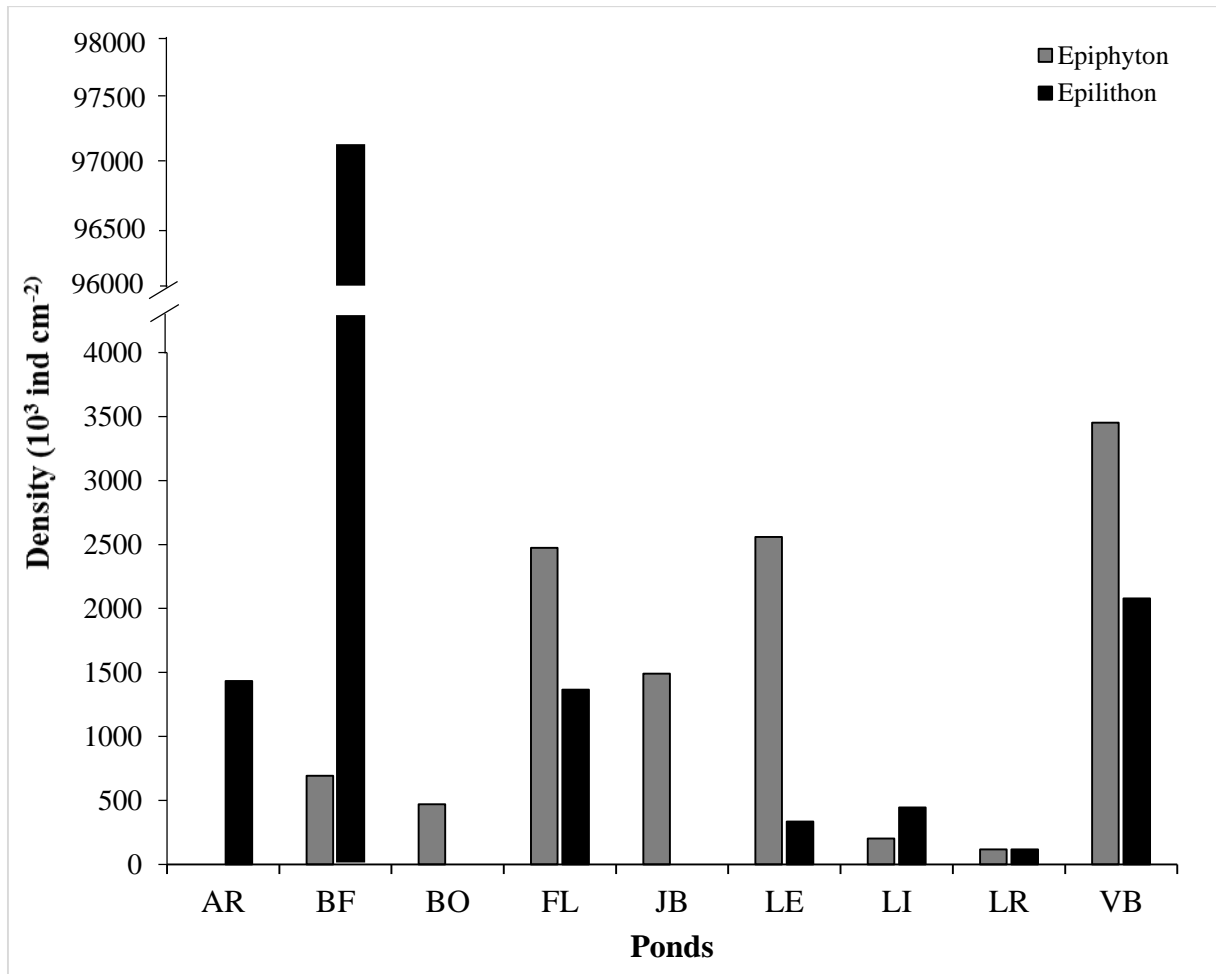


Figure 4. Periphytic density (ind cm^{-2}) in eutrophic urban ponds from Goiânia, GO (see codes at table 1)

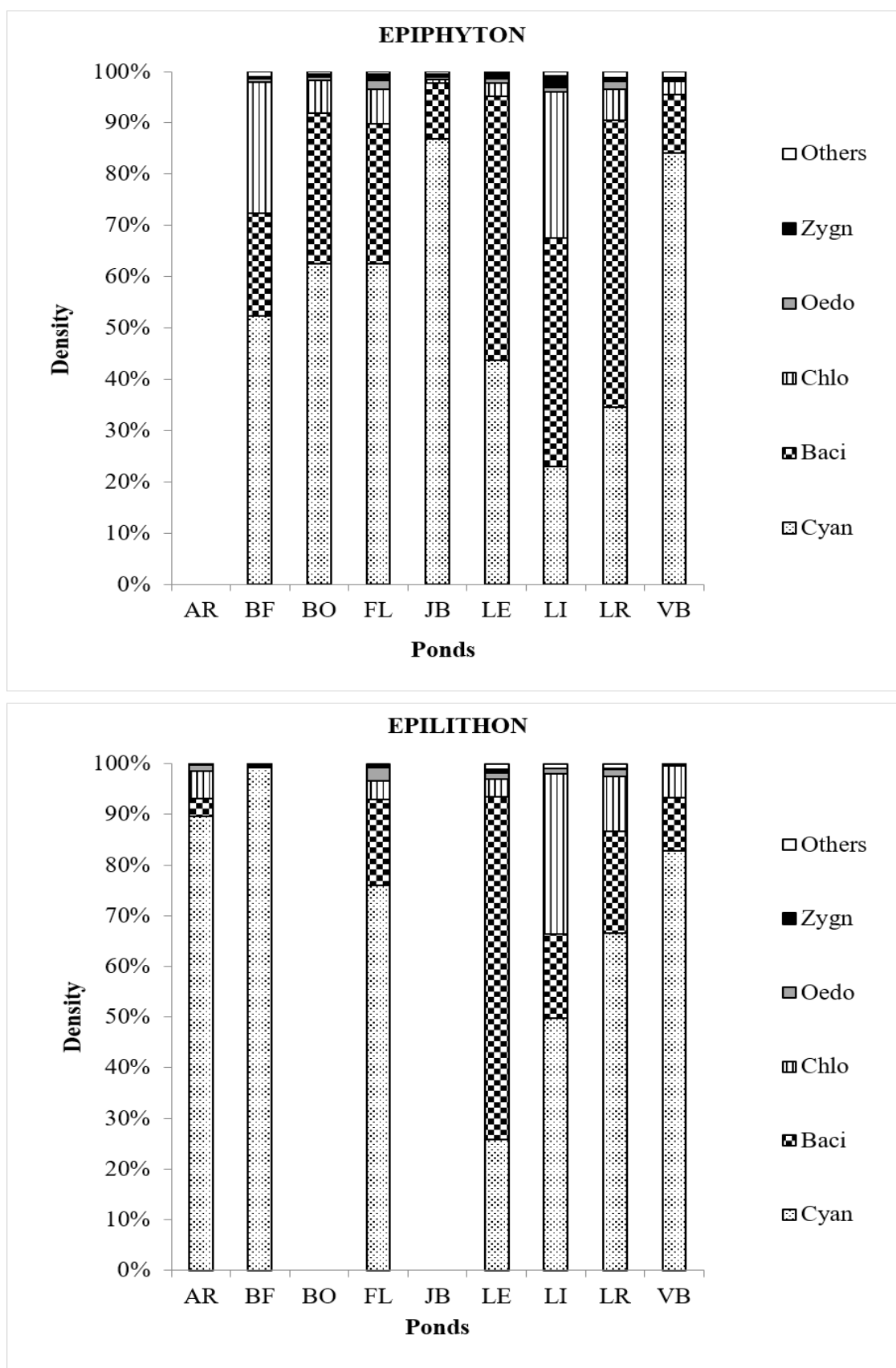


Figure 5. Relative density (%) of periphytic taxonomic classes in urban eutrophic ponds from Goiânia, GO (see codes at table 1)

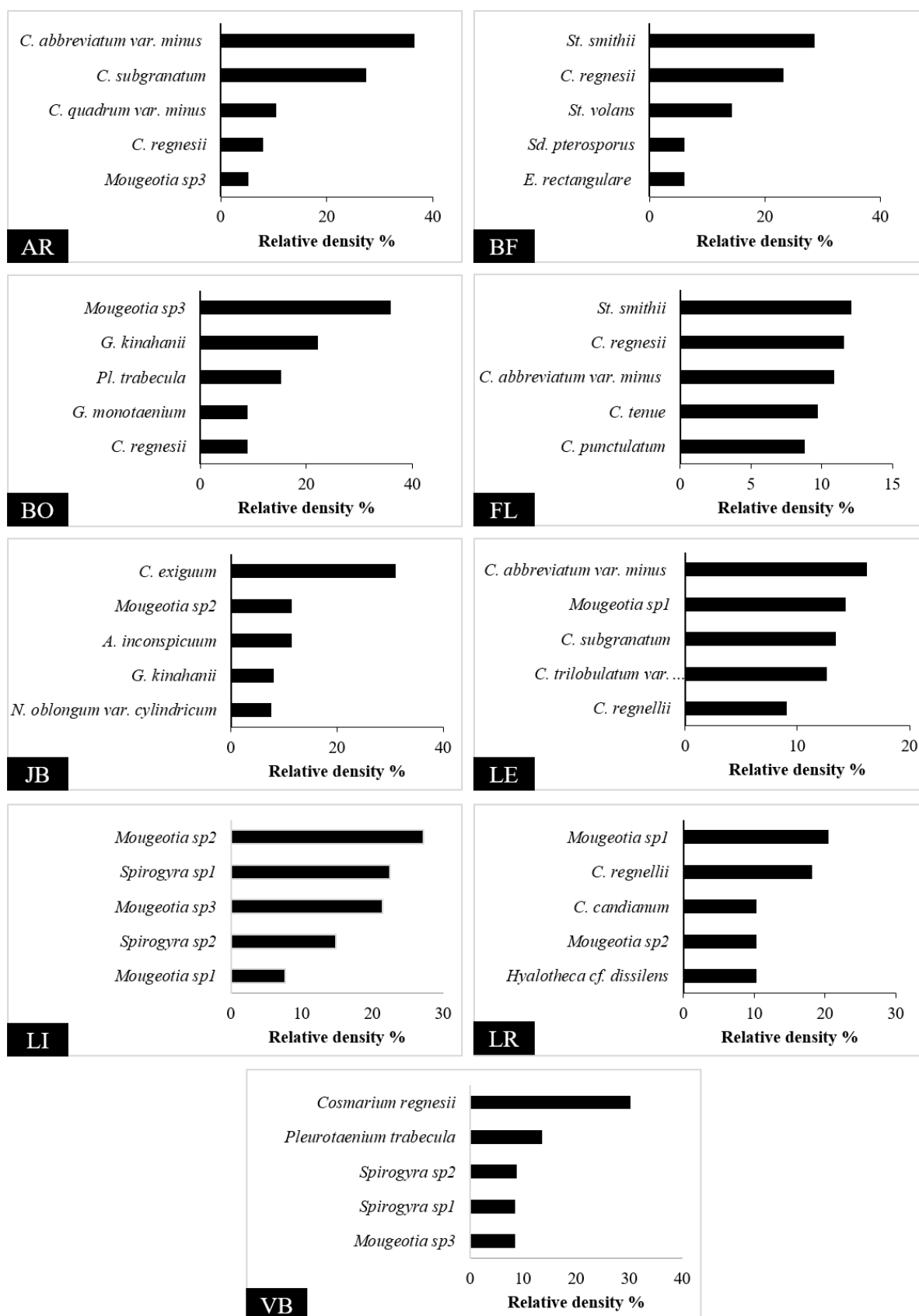


Figure 6. Relative density (%) of the five most abundant taxa among periphytic Zygnematophyceae in nine urban eutrophic ponds from Goiânia, GO (see codes at table 1)

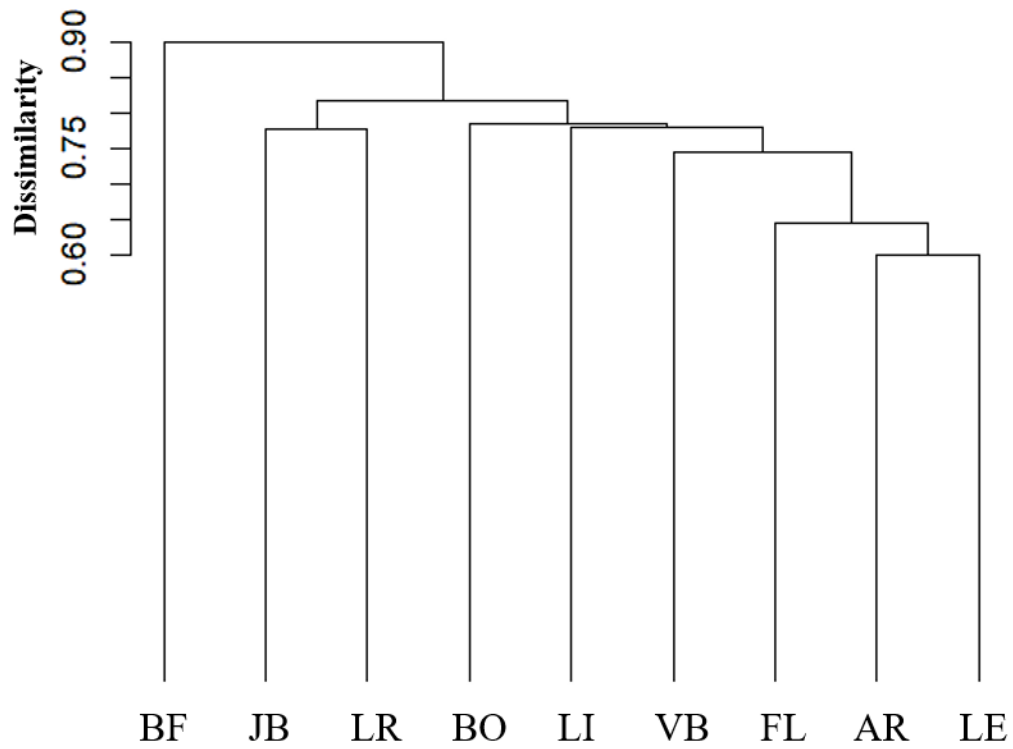


Figure 7. Cluster analysis (Jaccard Coefficient) of periphytic Zygnematophyceae in nine urban eutrophic lakes from Goiânia, GO (see codes at table 1)

Table 1. Geographic coordinates and morphometric data of nine urban eutrophic ponds from Goiânia, GO

Ponds	Codes	Geographic coordinates	Altitude (m)	Area (ha)	Mean depth (m)
Areião	AR	16°42'18.05''S 49°15'14.35''O	802	1.5	2.3
Beija-flor	BF	16°39'9.84''S 49°13'48.16''O	702	0.4	1.4
Botafogo	BO	16°40'2.35''S 49°15'5.51''O	736	0.4	1.7
Flamboyant	FL	16°42'14.00''S 49°14'15.20''O	807	0.7	1.5
Jardim Botânico Amália Teixeira Franco	JB	16°43'24.18''S 49°15'6.02''O	833	1.6	2.1
Leolídio Di Ramos Caiado	LE	16°37'40.87''S 49°15'29.41''O	721	2.1	1.8
Liberdade	LI	16°38'58.70''S 49°14'2.75''O	704	0.2	1.5
Lago das Rosas	LR	16°40'44.47''S 49°16'27.67''O	734	1.2	1.7
Vaca Brava	VB	16°42'31.79''S 49°16'15.50''O	800	1.3	1.8

Table 2. Mean values for limnological variables in urban eutrophic ponds from Goiânia, GO (see codes at Table 1). (For some variables the standard deviation is also presented; n = 3)

Limnological variables	Ponds								
	AR	BF	BO	FL	JB	LE	LI	LR	VB
Water temperature (°C)	22.8 ± 0.7	24.4 ± 0.6	25.3 ± 0.5	24.4 ± 0.2	24.7 ± 0.6	21.4 ± 0.4	22.9 ± 0.1	25.4 ± 0.2	24.6 ± 0.8
pH	6.7 ± 0.03	6.8 ± 0.02	6.7 ± 0.02	7.1 ± 0.1	6.8 ± 0.1	6.5 ± 0.05	6 ± 0.1	6.4 ± 0.4	6.5 ± 0.05
Electrical conductivity (µS cm ⁻¹)	153.6 ± 0.10	145.3 ± 0.10	90.2 ± 0.56	66.1 ± 0.25	109.3 ± 0.25	57.2 ± 0.47	108.1 ± 0.66	154.1 ± 1.01	97.2 ± 0.28
Dissolved oxygen (mg L ⁻¹)	7.6 ± 0.4	8.5 ± 0.4	5.9 ± 0.05	6.9 ± 0.05	7 ± 0.11	7.1 ± 0.11	4.7 ± 0.17	7.2 ± 0.17	7 ± 0.36
Turbidity (NTU)	7 ± 0.05	13.3 ± 2.3	18.6 ± 1.2	3.6 ± 0.6	4 ± 1	12.6 ± 2.1	9.3 ± 0.6	9.6 ± 2.1	5 ± 1
Total phosphorus (µg L ⁻¹)	820	180	360	1770	10	1470	440	800	60
Soluble Reactive Phosphorus (µg L ⁻¹)	520	60	110	880	< 10	910	90	160	10
Total nitrogen (µg L ⁻¹)	4680	760	2960	1680	3260	1340	760	3680	1470
Nitrate (µg L ⁻¹)	2650	200	2400	2590	1610	200	200	3100	900
Silicate (µg L ⁻¹)	3000	3630	6800	< 100	2700	3150	870	1730	2350
Chlorophyll <i>a</i> (µg cm ⁻²)	1.9 ± 0.2	2.9 ± 2	1.6 ± 0.4	2.1 ± 1.1	0.8 ± 0.4	1.6 ± 0.1	1.1 ± 0.9	2.4 ± 2.6	2.3 ± 0.2

Table 3. Mean density (ind cm⁻²) and frequency of occurrence (F) of periphytic Zygnematophyceae in urban eutrophic ponds from Goiânia, GO (Legend: P = epiphyton; L = epilithon; * = rare; **common *** = frequent. **** = constant)

P or L	Taxa	F	Ponds								
			AR	BF	BO	FL	JB	LE	LI	LR	VB
			L	P-L	P	P-L	P	P-L	P-L	P-L	P-L
ZYGNEMATALES											
Mesoteniaceae											
L	<i>Cylindrocystis brebissonii</i> Menegh. ex De Bary var. <i>minor</i> West & G.S. West	2 *		183 ^L							
P	<i>Netrium digitus</i> (Ralfs) Itzigsohn & Rothe var. <i>digitus</i>	4 *						82 ^P			194 ^P
P	<i>Netrium oblongum</i> (De Bary) Lütke. var. <i>cylindricum</i> West & G.S. West	2 *					560				
Zygnemataceae											
P, L	<i>Mougeotia</i> sp. 1	22 *	72		87	72 ^P		2514 ^{P,L}	177 ^P	84 ^P	388 ^P
P, L	<i>Mougeotia</i> sp. 2	16 *	93			358 ^P	840	365 ^P	630 ^P	42 ^P	
P, L	<i>Mougeotia</i> sp. 3	29 **	93		1021	72 ^P	430	915 ^{P,L}	498 ^P		729 ^P
P, L	<i>Spirogyra</i> sp. 1	18 *	27	139 ^L		72 ^P	75	38 ^L	521 ^P		729 ^P
P, L	<i>Spirogyra</i> sp. 2	13 *						692 ^P	343 ^P		756 ^{P,L}
P	<i>Spirogyra</i> sp. 3	4 *						346 ^P	53 ^P		
DESMIDIALES											
Closteriaceae											
P, L	<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i> (Lemmermann) Willi Kreiger	4 *					1093 ^{P,L}				

P	<i>Closterium closterioides</i> Ralfs var. <i>intermedium</i> (J. Roy & Bisset) Ruzicka	2 *			280			
L	<i>Closterium diana</i> Ehrenberg ex Ralfs var. <i>arcuatum</i> (Brébisson) Rabenhorst	2 *		72 ^L				
P	<i>Closterium ehrenbergii</i> Menegh. ex Ralfs var. <i>ehrenbergii</i>	2 *			280			
P, L	<i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs var. <i>leibleinii</i>	7 *				274 ^{P, L}		
P	<i>Closterium parvulum</i> Nägeli var. <i>parvulum</i>	4 *			280			97 ^P
Desmidiaceae								
P	<i>Actinotaenium cucurbita</i> (Bréb.) Teiling ex Růžička & Pouzar var. <i>cucurbita</i>	20 *			598 ^P			
P	<i>Actinotaenium</i> cf. <i>diplosporum</i> (P. Lundell) Teiling var. <i>americanum</i> (West & G.S. West) Teiling	9 *		141 ^P				
P	<i>Actinotaenium inconspicuum</i> (G.S. West) Teiling	2 *			840			194 ^P
P, L	<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racib. var. <i>minus</i> (West & West) Krieger & Gerloff	4 *	649		1975 ^{P, L}	2843 ^P	35 ^L	
P	<i>Cosmarium candianum</i> Delponte var. <i>candianum</i>	2 *				82 ^P	42 ^P	729 ^P
P, L	<i>Cosmarium exiguum</i> W. Archer var. <i>exiguum</i>	4 *			1097 ^{P, L}	2277	14 ^P	26 ^L
P	<i>Cosmarium margaritatum</i> (P. Lundell) Roy & Bisset var. <i>margaritatum</i>	20 *		83			35 ^P	
L	<i>Cosmarium moniliforme</i> (Turpin) Ralfs var. <i>moniliforme</i>	7 *			139 ^L	73 ^L		
P	<i>Cosmarium obsoletum</i> (Hantzsch) Reinsch var. <i>obsoletum</i>	16 *						485 ^P
P, L	<i>Cosmarium pseudoconnatum</i> Nordst. var. <i>pseudoconnatum</i>	4 *			191 ^P	283 ^{P, L}		
P	<i>Cosmarium</i> cf. <i>pseudoretusum</i> Duceell.	4 *			143 ^P			

P, L	<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb. var. <i>punctulatum</i>	2 *				1599 ^{P,L}		509 ^P		
P, L	<i>Cosmarium quadrum</i> P. Lundell var. <i>minus</i> Nordst.	9 *	186			446 ^{P,L}	560	1353 ^{P,L}		
P, L	<i>Cosmarium regnellii</i> Wille var. <i>regnellii</i>	2 *					294	1592 ^{P,L}	75 ^P	
P, L	<i>Cosmarium regnesii</i> Reinsch var. <i>regnesii</i>	13 *	143	691 ^{P,L}	253	2101 ^{P,L}				2610 ^{P,L}
P, L	<i>Cosmarium reniforme</i> (Ralfs) W. Archer var. <i>reniforme</i>	20 *						598 ^{P,L}		
P, L	<i>Cosmarium subgranatum</i> (Nordst.) Lütkem. var. <i>subgranatum</i>	22 *	487			348 ^L		2356 ^{P,L}		
P, L	<i>Cosmarium tenue</i> W.Archer	36 **				1769 ^{P,L}				
P, L	<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch var. <i>abscissum</i> (Schmidle) Willi Krieg. & Gerloff	7 *			83	474 ^{P,L}	37	2219 ^P		
P, L	<i>Euastrum denticulatum</i> (Kirchner) Gay var. <i>denticulatum</i>	16 *				976 ^{P,L}				
L	<i>Euastrum rectangulare</i> F.E. Fritsh & M.F. Rich	9 *		183 ^L						
P	<i>Hyalotheca</i> cf. <i>dissiliens</i> Bréb. ex Ralfs	18 *							42 ^P	
P, L	<i>Pleurotaenium trabecula</i> (Ehrenb.) ex Nägeli var. <i>trabecula</i>	7 *	27		436	101 ^P		454 ^{P,L}		1170 ^L
P	<i>Staurastrum chaetoceras</i> (Schr.) G.M. Sm. var. <i>convexum</i> Gronblad	2 *		144 ^P						365 ^P
P	<i>Staurastrum</i> cf. <i>excavatum</i> West & G.S. West	4 *				358 ^P				
P, L	<i>Staurastrum</i> cf. <i>excavatum</i> West & G.S. West var. <i>minimum</i> C.Bernard	7 *				430 ^P				54 ^L
P	<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst. var. <i>leptocladum</i> Nordstedt	4 *				503 ^P				
P	<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst. var. <i>cornutum</i> Wille	20 *				479 ^P				
P, L	<i>Staurastrum smithii</i> Teiling	9 *		853 ^{P,L}		2195 ^{P,L}				

P, L	<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs ex Ralfs var. <i>tetracerum</i>	13 *	39 ^P	504 ^P					132 ^{P, L}		
P, L	<i>Staurastrum volans</i> West & G.S.West	4 *	424 ^{P, L}			26 ^P	35 ^L				
P, L	<i>Staurodesmus pterosporus</i> (P.M.Lundell) Bourrelly	2 *	183 ^L			35 ^P					
Gonatozygaceae											
P	<i>Gonatozygon kinahanii</i> (W. Archer) Rabenh. var. <i>kinahanii</i>	7 *		633	589				42 ^P		
P	<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary ex Rabenh. var. <i>monotaenium</i>	2 *		253							
Total			1777	2982	2848	18162	7340	17588	2320	412	8658

Table 4. Diversity indices of periphytic Zygnematophyceae in urban eutrophic ponds from Goiânia, GO

Ponds	Richness (S)	Margalef Index (M)	Shannon Index (H')	Pielou Index (J')
AR	9	2.33	1.86	0.85
BF	10	2.47	1.92	0.83
BO	8	2.15	1.77	0.85
FL	26	4.76	2.88	0.88
JB	13	3.43	2.29	0.89
LE	19	3.47	2.59	0.88
LI	9	1.86	1.77	0.80
LR	9	3.03	2.07	0.94
VB	15	3.26	2.03	0.75

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os lagos urbanos do município de Goiânia, Goiás, apresentaram características limnológicas de corpos d'água eutróficos. No geral, todos os lagos apresentaram altos valores de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio total, principais agentes causadores do processo de eutrofização.

Os elevados valores de clorofila a e densidade total demonstraram que as condições ambientais foram favoráveis ao crescimento do perifíton. A Classe Cyanophyceae foi a mais representativa chegando a compor quase todo o valor da densidade para alguns lagos, como os Lagos Beija-flor e Jardim Botânico.

A riqueza de Zygnematophyceae apresentou valores relativamente menores dos encontrados em outros lagos urbanos brasileiros estudados, sendo o lago Flamboyant o mais representativo. Algumas das espécies de Zygnematophyceae encontradas neste estudo são geralmente associadas a ambientes com características eutróficas, podendo ser utilizadas como indicadores biológicos. Quanto à diversidade de Zygnematophyceae, os maiores valores foram aferidos para o lago Flamboyant, considerado o mais diverso dentre os lagos. No que se refere a diversidade beta, os lagos apresentaram altos valores de dissimilaridade, indicando composições florísticas bastantes distintas entre eles.

Por fim, os lagos com maiores valores de nutrientes foram os mais representativos em riqueza e os mais diversos para a classe, o que pode estar associado à tolerância destes táxons às condições do meio no qual estão inseridos.

ANEXO I

ACTA BOTANICA BRASILICA JOURNAL

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Scope of the journal

Acta Botanica Brasilica (*Acta bot. bras.*) is the official journal of the Sociedade Botânica do Brasil (Botanical Society of Brazil, SBB) and was founded in 1987. Since 1998, the journal publishes four issues per year. Experimental, theoretical and applied papers on all aspects of plant (including algae) and fungi biology are welcome. The submitted manuscript or its essential content must not have been published previously or be under consideration for publication elsewhere. Contributions should be substantial, written in English and show general interest. Manuscripts that report aspects of local interest are discouraged unless the implications of the findings are wide-reaching. Manuscripts with agronomic subjects are expected to contain a substantial amount of basic plant biology.

There is no fee for submission and review articles.

Why publish in Acta Botanica Brasilica?

- *Acta bot. bras.* is an indexed, open-access, peer-reviewed journal devoted to publishing high quality research in Plant Biology.
- There is no cost for publication.
- All manuscripts published by *Acta bot. bras.* are open-access, maximizing the impact of your research.
- The submissions are peer-reviewed by at least two experts who evaluate scientific quality and novelty.
- Our review process is very efficient. It will only take about two months for the first decision on your manuscript.
- The manuscripts are advertised to all members of the SBB, available in the journal website, in the SciELO database and in social media.
- *Acta bot. bras.* is indexed in Scopus and Web of Science among others.
- Increasing impact factor: *Acta bot. bras.* IF has been increasing in the last evaluations (from 0.374 in 2012 to 0.545 in 2014).

Language editing

If English is not your first language, it is strongly recommended to have your manuscript edited for language before submission. This is not a mandatory step, but may help to ensure that the academic content of your paper is fully understood by journal editors and reviewers. Language editing does not guarantee that your manuscript will be accepted for publication. Authors are liable for all costs associated with such services.

Types of articles

Standard research papers (ORIGINAL ARTICLES) should not normally exceed twelve printed pages, except for REVIEWS (which may not exceed 25 printed pages). Reviews are solicited by the editors, but authors are also encouraged to submit potential topics for consideration.. Opinion papers (VIEWPOINTS), METHODS and SHORT COMMUNICATIONS are also welcome and should not exceed five printed pages. To estimate the number of printed pages, consider that each page of text contains about 500-700 words.

Summary of submission processes

Submission management and evaluation of submitted manuscripts will involve the Journal's online manuscript submission system. The manuscript text should be prepared in English (see **PREPARING THE ARTICLE FILE** below for details) and submitted online (<http://mc04.manuscriptcentral.com/abb-scielo>). Figures, tables and other types of content should be organized into separate files for submission (see **Preparing Tables, Figures and Supplementary material** below for details). If you are using the online submission system for the first time please go to the login page and generate a login name and password after clicking on the “**New user - register here**” link. If you are already registered but need to be reminded of your login name or password please go to the login page and inform your email in “**password help**”. Please never create a new account if you are already registered.

If you are unable to access our web-based submission system, please contact the Editorial Office (acta@botanica.org.br)

Cover letter

All manuscripts must be submitted with a cover letter, which should include an approximately 80 word summary of the scientific strengths of the paper that the authors believe qualify it for consideration by *Acta Botanica Brasilica*. The cover letter should also include a

statement declaring that the manuscript reports unpublished work that it is not under active consideration for publication elsewhere, nor been accepted for publication, nor been published in full or in part (except in abstract form).

Preparing the article file

(Please consult a last issue of **Acta Botanica Brasílica** for layout and style)

All manuscripts must follow these guidelines: the text should be in Times New Roman font, size 12, double-spaced throughout and with 25 mm margins; the paper size should be set to A4 (210 x 297 mm). All pages should be numbered sequentially. Each line of the text should also be numbered, with the top line of each page being line 1. For text files .doc, .docx and .rtf are the only acceptable formats. Files in Adobe® PDF format (.pdf files) will not be accepted. When appropriate, the article file should include a list of figure legends and table heads at the end. This article file should not include any illustrations or tables, all of which should be submitted in separate files.

The **first page** should state the type of article (Original Article, Review, Viewpoint, Method or Short communication) and provide a concise and informative full title followed by the names of all authors. Where necessary, each name should be followed by an identifying superscript number (^{1, 2, 3} etc.) associated with the appropriate institutional address to be entered further down the page. Only one corresponding author should be indicated with an asterisk and should always be the submitting author. The institutional address(es) of each author should be listed next, each address being preceded by the superscript number where appropriate. The address must be synthetic, just enough to send a letter. Titles and positions should not be mentioned. This information is followed by the e-mail address of the corresponding author

The **second page** should contain a structured **Abstract** not exceeding 200 words in a single paragraph without references. The Abstract should outline the essential content of the manuscript, especially the results and discussion, highlighting the relevance of main findings.

The Abstract should be followed by between five and ten **Key words**. Note that essential words in the title should be repeated in the key words.

Original articles should be divided into sections presented in the following order:

Title page

Abstract

Introduction

Materials and Methods**Results****Discussion****Acknowledgements****References****Tables and Figure legends****Supplementary Data** (if applicable)

Material and Methods and **Results** should be clear and concise. The **Discussion** section should avoid extensive repetition of the results and must finish with some conclusions. This section can be combined with results (**Results and Discussion**), however, we recommend authors consult the Editorial Board for a previous evaluation.

Plant names must be written out in full in the abstract and again in the main text for every organism at first mention but the genus is only needed for the first species in a list within the same genus (e.g. *Hymenaea stigonocarpa* e *H. stilbocarpa*). The authority (e.g., L., Mill., Benth.) is required only in Material and Methods section. Use The International Plant Names Index (www.ipni.org) for correct plants names. Cultivars or varieties should be added to the scientific name (e.g. *Solanum lycopersicum* 'Jumbo'). Authors must include in Material and Methods a reference to voucher specimen(s) and voucher number(s) of the plants or other material examined.

Abbreviations must be avoided except for usual cases (see recent issues) and all terms must be written out in full when used to start a sentence. Non-conventional abbreviations should be spelled out at first mention.

Units of Measurement. *Acta bot. bras.* adopts the *Système International d'Unités* (SI). For volume, use the cubic metre (e.g. $1 \times 10^{-5} \text{m}^3$) or the litre (e.g. 5 μL , 5 mL, 5 L). For concentrations, use μM , $\mu\text{mol L}^{-1}$ or mg L^{-1} . For size and distance use meters (cm, mm, μm , etc) and be consistent in the manuscript.

Numbers up to nine should be written out unless they are measurements. All numbers above ten should be in numerals unless they are starting sentences.

Citations in the text should take the form of Silva (2012) or Ribeiro & Furr (1975) or (Mayer & Wu 1987a; b; Gonzalez 2014; Sirano 2014) and be ordered chronologically. Papers by three or more authors, even on first mention, should be abbreviated to the name of the first author followed by *et al.* (e.g. Simmons *et al.* 2014). If two different authors have the same last name, and the article have the same year of publication, give their initials (e.g. JS Santos 2003). Only refer to papers as 'in press' if they have been accepted for publication in a named journal, otherwise

use the terms 'unpubl. res.', giving the initials and last name of the person concerned (e.g., RA Santos unpubl. res.).

References should be arranged alphabetically based on the surname of the author(s). Where the same author(s) has two or more papers listed, these papers should be grouped in year order. Letters 'a', 'b', 'c', etc., should be added to the date of papers with the same citation in the text. Please provide DOI of 'in press' papers whenever possible.

For papers with **six** authors or fewer, please give the names of *all* the authors. For papers with **seven** authors or more, please give the names of the *first three* authors only, followed by *et al.*

Please follow the styles:

Books

Smith GM. 1938. Cryptogamic botany. Vol. II Bryophytes and Pteridophytes. 2nd. edn. New York, McGraw-Hill Book Company.

Chapters in books

Schupp EW, Feener DH. 1991. Phylogeny, lifeform, and habitat dependence of ant-defended plants in a Panamanian forest. In: Huxley CR, Cutler DC. (eds.) Ant-plant interactions. Oxford, Oxford University Press. p. 175-197.

Research papers

Alves MF, Duarte MO, Oliveira PEAM, Sampaio DS. 2013. Self-sterility in the hexaploid *Handroanthus serratifolius* (Bignoniaceae), the national flower of Brazil. Acta Botanica Brasilica 27: 714-722.

Papers in press (ahead of print)

Alves JJ, Sampaio MTY. 2015. Structure and evolution of flowers. Acta Botanica Brasilica (in press). doi: 10.1590/0102-33062015abb3339.

Online-only journals

Wolkovich EM, Cleland EE. 2014. Phenological niches and the future of invaded ecosystems with climate change. *AoB Plants* 6: plu013 doi:10.1093/aobpla/plu013

Thesis (citation should be avoided)

Souza D. 2014. Plant growth regulators. PhD Thesis, University of Brazil, Brazil.

Websites and other sources (citation should be avoided)

Anonymous. 2011. Title of booklet, leaflet, report, etc. City, Publisher or other source, Country.

References to websites should be structured as: author(s) name author(s) initial(s). year. Full title of article. Full URL. 21 Oct. 2014 (Date of last successful access).

Acknowledgements should be preferably in fewer than 80 words. Be concise: “we thank...” is preferable to “The present authors would like to express their thanks to...”. Funding information should be included in this section.

The following example should be followed:

We acknowledge the Center of Microscopy (UFMG) for providing the equipment and technical support for experiments involving electron microscopy. We also thank J.S. Santos for assistance with the statistical analyses. This work was supported through a research grant from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (ID number).

For **SHORT COMMUNICATIONS** note that the editorial guidelines applying to original papers must also applying here. In general, the difference between original papers and short communications is the **lack of subsections in the text** and limited space for illustrations in the latter. Figures and tables can be present, assuming that the overall size of the manuscript does not exceed the five printed page limit (supplementary material can be added). The abstract (as described for original articles) must be followed by a “running text” (a single section, without subheadings), followed by the acknowledgments and references.

Preparing Figures, Tables and Supplementary material

All figures (photographs, maps, drawings, graphs, diagrams, etc.) and tables must be cited in the text, in ascending order. Citations of figures in the text should appear in an abbreviated, capitalized form (e.g., Fig. 1, Fig. 2A-D, Fig. 3A, Figs. 3A, 4C, Tab.1).

The maximum dimensions of individual figures should be 170 × 240 mm. The width of an individual component can be 170 mm or 85 mm, without exception, whereas the height can be ≤

240 mm. For continuous tone images (e.g., photographs), please supply TIFF files at 300 dpi. More complex drawings, such as detailed botanical illustrations will not be redrawn and should be supplied as 600 dpi TIFF files.

Grouping of related graphics or images into a **single figure** (a plate) is strongly encouraged. When a block of illustrative material consists of several parts, each part should be labelled with sequential capital letters, in the order of their citation in the text (A, B, C, etc.). The letters that identify individual images should be inserted within white circles in the lower right-hand corner. For separate the grouped images, authors should insert white bars (1mm thickness).

Individual images (not grouped as a plate) should be identified with sequential Arabic numerals, in the order of their citation in the text (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, etc.), presented in the same manner as the letters identifying individual images (described above).

The number that identifies a grouped figure (e.g., Fig. 2) should not be inserted into the plate but should rather be referenced only in the figure caption and the text (e.g., Fig. 2A-C).

Scale bars, when required, should be positioned in the lower right-hand corner of the figure. The scale bar units should be given either at the end of the figure caption or, when a figure contains multiple scale bars with different units, above each bar.

Details within a figure can be indicated with arrows, letters or symbols, as appropriate.

Tables should be preceded by titles, indicated with sequential Arabic numerals (Table 1, 2, 3, etc.; do not abbreviate). Tables should be created using the Table function of Microsoft Word™. Columns and rows should be visible, although no dark lines should be used to separate them. Horizontal rules should be used only at the top (below the title) and bottom (below the final row) of the table. Do not use fills, shading or colors in the tables.

When appropriate, excess (but important) data can be submitted as Supplementary Files, which will be published online and will be made available as links. This might include additional figures, tables, or other materials that are necessary to fully document the research contained in the paper or to facilitate the readers' ability to understand the work.

Supplementary Materials are generally not peer refereed. When a paper is published, the Supplementary Materials are linked from the main article webpage. They can be cited using the same DOI as the paper.

Supplementary Materials should be presented in appropriate .doc or .pdf file format. These archives should contain inside all supplementary tables and files and any additional text. The full title of the paper and author names should be included in the header. All supplementary figures and tables should be referred in the manuscript body as “Table S1” and/or “Figure S1”.

Acta bot. bras. intends to maintain archives of Supplementary Materials but does not guarantee their permanent availability. *Acta bot. bras.* reserves the right to remove Supplementary Materials from a published article in the future.

The Review Process

All authors will receive an email acknowledging the submission of the manuscript, with its correspondent reference number. The Editor-in-Chief will evaluate manuscript adherence to instructions, quality and novelty and will decide on the suitability for peer reviewing. Manuscripts failing to adhere to the format will be returned to the authors. Manuscripts are sent to at least two anonymous referees that are given 21 days to return their reports.

Submitting a revised paper

After peer review, go to “click here to submit a revision” and upload the new manuscript version. Remember to delete the documents in duplicate.

Publication and printing process

After acceptance, a PDF proof will be sent to corresponding authors as an e-mail attachment. Corrected proofs should be returned within 72 h. It is the sole responsibility of the corresponding author to check for errors in the proof.

Each article is identified by a unique DOI (Digital Object Identifier), a code used in bibliographic referencing and searching.

The dates of submission and acceptance will be printed on each paper.

The corresponding author will receive a free PDF or URL that gives access to the article online and to a downloadable PDF.

The corresponding author is responsible for distributing this PDF or URL to any co-authors.


Misconduct

Misconduct on submitted manuscripts will lead to immediate rejection. Duplicate publication, plagiarism, figure manipulation, dual-submission, and any other fraudulent method will not be tolerated.

If misconduct is detected after the manuscript publication, the article will be retracted and a retraction note will be published.

Submitted manuscripts can be scanned to detect plagiarism and verify the papers' originality.

ANEXO II

 Acta Botanica Brasilica

Submission Confirmation

[Print](#)

Thank you for your submission

Submitted to
Acta Botanica Brasilica

Manuscript ID
ABB-2016-0081

Title
Community structure of periphytic Zygnematophyceae (Streptophyta) in urban eutrophic ponds from central Brazil (Goiânia, GO)

Authors
Silva, Francielle Karla
Fonseca, Bárbara
Felisberto, Sirlene

Date Submitted
26-Feb-2016

[Author Dashboard](#)

© Thomson Reuters | © ScholarOne, Inc., 2015. All Rights Reserved.
ScholarOne Manuscripts and ScholarOne are registered trademarks of ScholarOne, Inc.
ScholarOne Manuscripts Patents #7,257,767 and #7,263,655.
[@ScholarOneNews](#) | [System Requirements](#) | [Privacy Statement](#) | [Terms of Use](#)