

Gomphonema Ehrenberg (Bacillariophyta) de córregos prístinos do Cerrado brasileiro

Alline Alves França^{1,*} , Bárbara Dunck^{2,3} , Liliana Rodrigues⁴ ,
Bárbara Medeiros Fonseca⁵  & Sirlene Aparecida Felisberto⁶

¹Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Av. Esperança s/n, Campus II, CEP 74690-900, Goiânia, Goiás, Brasil

²Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, CEP 66075-110, Belém, Pará, Brasil

³Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA, Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos/ ISARH, campus Belém, Avenida Perimetral, de 1501/1502 a 5004/5005, 66077-830 Belém, PA, Brasil

⁴Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Av. Colombo 5790, Bloco G-90, CEP 87020-900 Maringá, Paraná, Brasil

⁵Universidade Católica de Brasília, Laboratório de Biodiversidade Aquática, QS 07, Lote 01 EPCT, CEP 71966-700 Taguatinga, Distrito Federal, Brasil

⁶In memorium

*Autor para correspondência: allineperibio@gmail.com

Recebido em 17.XII.2019

Aceito em 04.VIII.2021

DOI 10.21826/2446-82312021v76e2021019

RESUMO – Este estudo teve como objetivo inventariar as espécies do gênero *Gomphonema* Ehrenberg presentes no perifiton em córregos prístinos situados no Parque Nacional de Brasília, no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e no Parque Estadual de Terra Ronca, localizados na Região Centro-Oeste do Brasil. As amostragens foram realizadas entre os anos de 2012 e 2013 (estações chuvosa e seca), e o perifiton foi coletado em sete diferentes substratos, sempre que presentes (seixos, silte, tronco de árvore, macrófitas, areia, folhiço e raiz) e períodos sazonais. Um total de 10 táxons foi identificado. A espécie *Gomphonema* sp.2 ocorreu em todos os córregos analisados. *Gomphonema lagenula* e *G. brasiliense* foram as espécies que apresentaram maior frequência de ocorrência em ambos os períodos sazonais. Este estudo contribuiu com três citações pioneiras para a Região Centro-Oeste (*G. brasiliense* subsp. *pacificum*, *G. laticollum* e *G. pseudoaugur*).

Palavras-chave: diatomáceas, parques nacionais e estadual, perifiton, taxonomia

ABSTRACT – *Gomphonema* Ehrenberg (Bacillariophyta) of pristine streams in the Brazilian Cerrado. This study aimed to survey the species of *Gomphonema* Ehrenberg in pristine Cerrado streams located in the Brasília National Park, Chapada dos Veadeiros National Park and Terra Ronca State Park, located in the midwestern region of Brazil. Samples were taken between the years 2012 and 2013 (rainy and dry seasons), with the periphyton collected from seven different substrates, whenever they were present (pebbles, silt, tree trunk, macrophytes, sand, leaf litter and root). We identified 10 taxa in this study. The species *Gomphonema* sp.2 was present in all streams, and *G. lagenula* and *G. brasiliense* were the species with the highest frequency of occurrence in both seasonal periods. This study contributed with three species cited for the first time for the midwestern region (*G. brasiliense* subsp. *pacificum*, *G. laticollum* and *G. pseudoaugur*).

Keywords: diatom, national and state parks, periphyton, taxonomy

INTRODUÇÃO

As algas perifíticas possuem papel importante no funcionamento dos ecossistemas aquáticos, devido a sua importância na produção primária, ciclagem de nutrientes, fluxo de energia e cadeia alimentar (Vadeboncoeur & Steinman 2002). Dentre as microalgas presentes no perifiton, encontram-se as diatomáceas, que apresentam curto ciclo de vida e adaptações morfológicas que facilitam sua fixação no substrato (Law *et al.* 2014), e são excelentes bioindicadoras das condições da água por responderem rapidamente às alterações ambientais (Stevenson & Pan 1999).

Entre as espécies de diatomáceas dulcícolas, o gênero *Gomphonema* Ehrenberg inclui mais de 500 táxons distribuídos em todo o mundo (Karthick *et al.* 2011). Este gênero caracteriza-se principalmente por sua morfologia valvar heteropolar e estratégias vantajosas para se fixarem a substratos submersos, como formação de almofadas ou pedúnculos de mucilagem liberados através de campo de poros apicais (Tremarin *et al.* 2009). A variação ultraestrutural da valva inclui a presença ou ausência do estigma, estrutura areolar e composição dos campos de poro apical (Tobias & Gaiser 2011).

O gênero apresenta diversas espécies cosmopolitas, bem representadas quanto a riqueza e abundância nos ambientes

aquáticos ao redor do mundo; contudo, devido à ampla plasticidade fenotípica, sua taxonomia interespecífica é dificultada (Tobias & Gaiser 2011; Jüttner *et al.* 2018). Entretanto, a eficácia de estudos que utilizam as diatomáceas como bioindicadoras da qualidade ambiental depende de taxonomia acurada e identificação correta das espécies, o que nem sempre é de fácil execução (Hendricks *et al.* 2006). Estudos que objetivam esclarecer a problemática taxonômica das espécies do gênero *Gomphonema* são ainda restritos no Brasil; a maioria refere-se a ambientes temperados, com destaque para Reichardt & Lange-Bertalot (1991), Kociolek & Stoermer (1991), Reichardt (1997, 1999, 2005, 2007, 2008), Kociolek & Kingston (1999), Passy *et al.* (2008), Stancheva *et al.* (2016) e Jüttner *et al.* (2018).

No Brasil podemos destacar os estudos exclusivos sobre o gênero *Gomphonema*, como o de Tremarin *et al.* (2009), que foi realizado no rio Maurício, no Estado do Paraná; Osório *et al.* (2017), realizado em ambiente lótico na planície de inundação do alto rio Paraná; Medeiros *et al.* (2018), também realizado no estado do Paraná, no falso rio São Francisco; e Azevedo *et al.* (2018), realizado no norte do país, no rio e reservatório de Curuá-Una em Santarém, Estado do Pará. Na região Centro-Oeste do Brasil, são registradas 21 espécies para este gênero (Silva *et al.* 2011); contudo, inexistem estudos taxonômicos exclusivos. De modo geral, são poucos também os estudos taxonômicos e ecológicos com organismos perifíticos e fitoplancônicos em sistemas lóticos preservados da região, que sirvam como registro de referência das condições pristinas do Domínio Cerrado (*e.g.*, Canani *et al.* 2011, França *et al.* 2017, Fonseca *et al.* 2019). Este trabalho teve como objetivo inventariar as espécies de *Gomphonema* presentes no perifiton de córregos pristinos situados na região Centro-Oeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em cinco córregos de baixa ordem situados em três áreas protegidas do Domínio Cerrado: Parque Nacional de Brasília (PNB), Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) e Parque Estadual de Terra Ronca (PETR). O PNB localiza-se no Distrito Federal, e os demais (PNCV e PETR), no Estado de Goiás (Fig. 1). No PNB foi amostrado o Córrego Bananal; no PNCV, o Córrego 01 e o Córrego Estiva; e no PETR, o Córrego São Mateus e o Córrego Lapa.

Fonseca *et al.* (2019) trazem uma descrição detalhada da área de estudo, assim como do protocolo de amostragem. Os córregos amostrados foram caracterizados por baixas concentrações de nutrientes; pH e condutividade elétrica também apresentaram valores relativamente baixos (PNB e PNCV), exceto nos dois córregos situados no PETR, com pH ligeiramente alcalino e maior condutividade elétrica devido à influência das cavernas presentes na região (França *et al.* 2017, Fonseca *et al.* 2019).

As amostragens foram realizadas nos anos de 2012 e 2013 nos períodos de seca (julho e agosto de 2012 e setembro de 2013) e chuva (fevereiro e março de 2013); cada córrego foi amostrado duas vezes, uma em cada período sazonal (exceto córrego São Mateus, que foi amostrado apenas na seca). O perifiton foi coletado ao longo de um transecto de 50 m, tanto na região marginal quanto central dos córregos. Após uma inspeção visual do local, foram explorados, sempre que presentes, até sete tipos diferentes de substratos (seixos, silte, tronco de árvore, macrófitas, areia, folhiço e raiz), de modo a cobrir a heterogeneidade de habitats presente em cada córrego. O número de substratos amostrados em cada local variou de um a seis. Para coleta de areia foi utilizada uma seringa multiuso de plástico de 100 mL. Os demais substratos foram raspados com escova de dentes, usando-se jatos de água destilada, com o apoio de uma bandeja. Em alguns casos, as macrófitas também eram espremidas. Conforme explicado em Fonseca *et al.* (2019), não houve uma padronização por área de substrato amostrada entre os córregos porque os substratos eram muito heterogêneos entre os locais. A maior parte dos ambientes era de acesso relativamente difícil (especialmente no PETR), e estava sendo amostrada pela primeira vez. Além disso, o objetivo geral do projeto de pesquisa do qual este estudo fez parte foi acessar o maior número possível de espécies em cada córrego, priorizando-se o levantamento florístico, no caso das algas perifíticas, e assumindo-se eventuais limitações na comparação direta dos dados de riqueza. As amostras foram fixadas em solução de formalina com concentração 3-5% em relação à água da amostra e depositadas no Herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG). O número total de amostras analisadas foi 25, considerando os diferentes substratos e as duas estações climáticas.

O material perifítico foi oxidado e limpo através do método de Simonsen (1974) modificado por Moreira-Filho & Valtente-Moreira (1981). As alíquotas das amostras foram fixadas em lâminas permanentes com resina Naphrax®; foram confeccionadas e analisadas duas lâminas por amostras. A análise da frequência dos táxons foi realizada considerando a ocorrência e presença da espécie entre as amostras, e expressa em porcentagem (n° de amostras com ocorrência \times 100/ n° total de amostras analisadas). As análises taxonômicas foram realizadas utilizando microscópio óptico Leica DM500, equipado com câmera digital ICC50Hd. A identificação foi baseada nas características morfológicas e morfométricas da valva, utilizando obras clássicas (por exemplo, Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, 2007, Metzeltin *et al.* 2005), e regionais (por exemplo, Tremarin *et al.* 2009, Faria *et al.* 2010, Moresco *et al.* 2011, Marquardt & Bicudo 2014, Osório *et al.* 2017). O sistema de classificação utilizado foi Round *et al.* (1990). A distribuição geográfica para região Centro-Oeste foi baseada em Silva *et al.* (2011) e novas publicações para a região até 2019, e para o Brasil em Bicudo & Menezes (2010) e Menezes *et al.* (2015).

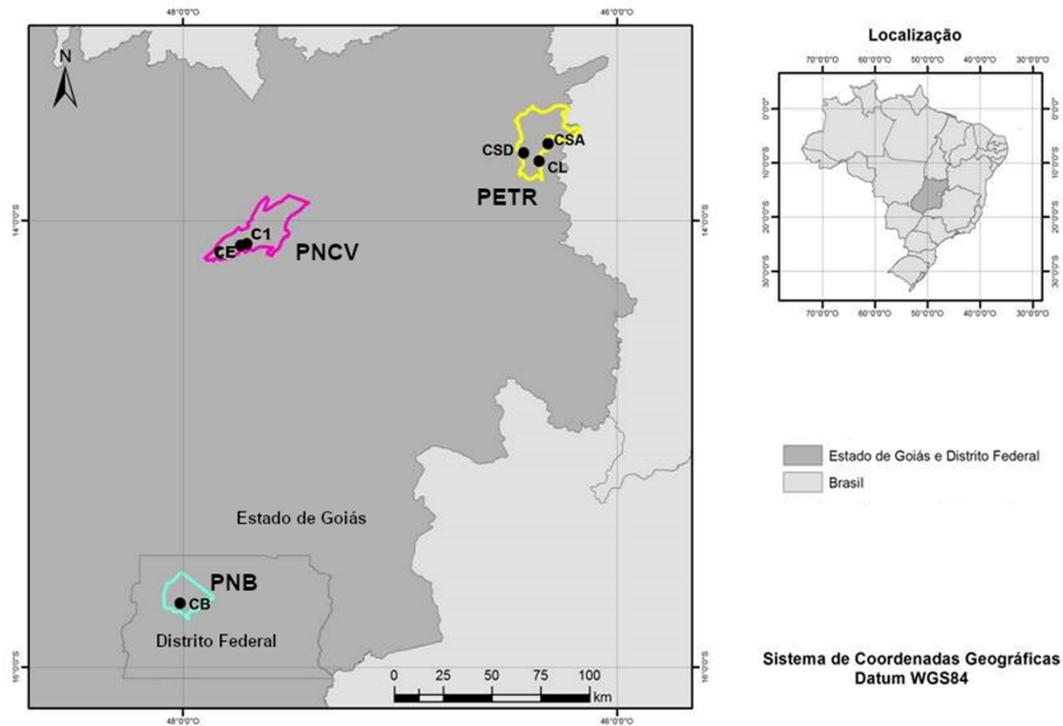


Figura 1. Localização dos pontos amostrais (círculos em preto) e as respectivas unidades de conservação (PNB = Parque Nacional de Brasília; PNCV = Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros; PETR = Parque Estadual de Terra Ronca). CB = Córrego Bananal, C1 = Córrego 01, CE = Córrego Estiva, CSD = Córrego São Mateus depois da Caverna, CSA = Córrego São Mateus antes da caverna, CL = Córrego Lapa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo identificou 10 táxons do gênero *Gomphonema*, e contribuiu com o registro de três táxons ainda não relatados para o Brasil central (*G. brasiliense* subsp. *pacificum*, *G. laticollum* e *G. pseudoaugur*), o que corresponde a um incremento de 23% em relação às espécies de *Gomphonema* já citadas na literatura para a região Centro-Oeste (Silva *et al.* 2011). As espécies mais frequentes foram *Gomphonema* sp.2, *G. lagenula* e *G. brasiliense* subsp. *pacificum*, presentes em mais de 20% das amostras (Tab. 1).

A seguir são apresentadas descrição e ilustrações das espécies encontradas com comentários taxonômicos, relação do material examinado e distribuição na região Centro-Oeste. São apresentadas também variações morfométricas e comparações da morfologia valvar e entre as espécies.

Divisão Bacillariophyta
 Classe Bacillariophyceae
 Ordem Cymbellales Mann
 Família Gomphonemataceae Kutzing
 Gênero *Gomphonema* Ehrenberg

Gomphonema brasiliense subsp. *pacificum* Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin, Bibliotheca Diatomologica 38, p. 185, pl.50, figs. 3-6, 1998.

(Figs. 2-6)

Valvas levemente lanceoladas a clavado-lanceoladas; extremidades apicais e basais atenuado-arredondadas; área central não diferenciada a lanceolada formada pelo encurtamento regular das estrias; estigma ausente; rafe reta com leve ondulação nas extremidades apicais; estrias paralelas e radiadas no sentido das extremidades e encurtadas por todo complexo valvar. Eixo apical: 18,7-46,3 μm ; eixo transapical: 4,2-6,8 μm ; 12-16 estrias em 10 μm .

Comentários: Os indivíduos encontrados neste estudo diferem das dimensões da descrição original (Lange-Bertalot & Metzeltin, 1998). Esses indivíduos possuem morfologia valvar semelhante ao registrado para a espécie por Marquardt & Bicudo (2014) no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP), porém apresentam maior variação na medida do eixo apical e densidade de estrias, que em Marquardt & Bicudo (2014) são de 14,4-33,1 μm de eixo apical e 14-16 estrias em 10 μm . *Gomphonema brasiliense* subsp. *pacificum* possui a ausência de estigma e estrias encurtadas em todo complexo valvar, características

Tabela 1. Ocorrência das espécies do gênero *Gomphonema* nas diferentes amostras. Córregos: Ban = Bananal, Co1 = Córrego 01, Est = Córrego Estiva, SMa = Córrego São Mateus, Lap = Córrego Lapa. Períodos sazonais: s = seca, c = chuva. Substratos: A = areia, S = silte, M = macrófita, F = folhoso, T = tronco, R = raiz e SE = seixos. FO = frequência de ocorrência (%).

Córregos	Ban		Co1								Est				SMa					Lap				FO (%)						
	s	c	s				c				s		c		s					c		s								
Substratos	SE	SE	SE	M	F	R	S	T	A	M	F	T	T	SE	M	S	M	S	T	R	SE	S	M	S	SE	S	A	T	SE	
Táxons																														
<i>Gomphonema brasiliense</i> subsp. <i>pacificum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x	x	x	x	8	
<i>G. gracile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	4
<i>G. lagenula</i>	x	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x	11
<i>G. laticollum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	x	-	-	-	-	x	5
<i>G. pseudoaugur</i>	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-	5
<i>G. pumilum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x	x	-	x	-	-	-	5
<i>G. sp.1</i>	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>G. sp.2</i>	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	-	x	x	-	21	
<i>G. sp.3</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	1	
<i>G. sp.4</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	2	

semelhantes a *G. brasiliense* Grunow. Porém *G. brasiliense* subsp. *pacificum* apresenta área axial maior e valvas mais estreitas que *G. brasiliense* (Moser *et al.* 1998), além das extremidades apicais e basais que são atenuado-arredondas. Os indivíduos presentes neste estudo assemelham-se ao ilustrado por Metzeltin *et al.* (2005) para a espécie, presentes no rio Negro (AM) em ambientes mesotróficos. Os indivíduos do presente estudo apresentam maiores dimensões de comprimento e largura que indivíduos dessa mesma espécie registrados no epifiton de macrófitas *Pontederia azurea* Sw (= *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth) do rio São Francisco Falso no reservatório de Itaipu (Medeiros *et al.* 2018).

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Estadual de Terra Ronca, Córrego Lapa, 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUGF 50 269); 16.IX.2013, A.A. França s/n° (HUGF 50266).

Registro para a região Centro-Oeste: citação pioneira.

Gomphonema gracile Ehrenberg, Die Infusionstierchen als Vollkommene Organismen, p. 217, pl. 8, fig.3, 1838.

(Figs. 7-9)

Valvas lanceoladas a rombo-lanceoladas, extremidades apicais atenuada-subcapitadas e basais levemente atenuada; área central unilateral expandida, formada pelo encurtamento de uma estria mediana; estigma presente do lado da estria encurtada na região mediana; rafe reta a levemente sinuosa na região axial, com extremidades apicais fletidas em direção ao estigma; estrias paralelas a levemente radiadas, mais espaçadas entre si na região mediana; aréolas inconspícuas. Eixo apical: 35,2-48,5 µm; eixo transapical: 6,5-8,2 µm; 13-14 estrias em 10 µm.

Comentários: *Gomphonema gracile* possui uma grande variabilidade morfológica em relação ao contorno e amplitudes métricas em relação ao eixo apical e transapical, situação que sugere estudos populacionais e de material-tipo para melhor circunscrição da espécie (Tremarin *et al.* 2009). De acordo com Rose & Cox (2014), métodos de identificação baseados na morfologia da valva e de investigações da variabilidade dentro dos ciclos de divisão celular muitas vezes não são suficientes para correta delimitação das espécies do complexo *G. gracile*. Reichardt (2015) aponta que apesar de Ehrenberg (1843) ter apresentado vários espécimes de *G. gracile* para a América, muitas espécies tropicais distintas estão escondidas por traz dessa espécie e sua diversidade críptica. *Gomphonema naviculoides* Smith pertence ao complexo *G. gracile*, e é mais abundante em regiões tropicais (Reichardt 2015). Estas espécies diferem por *G. naviculoides* apresentar extremidades agudamente arredondadas (Reichardt 2015). Neste trabalho foram considerados representantes de *G. gracile* os indivíduos que se encaixam nas circunscrições dos trabalhos de Frenguelli (1938) e Krammer & Lange-Bertalot (1986).

Gomphonema gracile é tolerante a uma ampla variação de pH e condutividade elétrica, relacionada a águas com alta ou baixa concentração de nutrientes (Morales 2002). No Brasil, entretanto, Moresco *et al.* (2011) registraram *G. gracile* como abundante num córrego subtropical com alta condutividade elétrica, influenciado por áreas urbanas e rurais em que o pH foi 8,08 e a condutividade elétrica, 157,5 µS cm⁻¹.

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Estadual de Terra Ronca, Córrego Lapa, 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUGF 50 270), 16.IX.2013, A.A. França s/n° (HUGF 50 271), 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUGF 50 269), 16.IX.2013, A.A. França s/n° (HUGF 50 266).

Registro para a região Centro-Oeste: *Campus* Samambaia, Goiânia, GO (Brandão & Kravchenko 1997); Jardim Botânico, Goiânia, GO (Nogueira *et al.* 2008); Córrego Água Fria, rios Jataí, Itiquira, Cangalha, Formosa, GO, rio São Mateus; rio São Bartolomeu, Nova Roma, GO; rio Faria, São João da Aliança, GO (Souza & Oliveira 2007).

Gomphonema lagenula Die Kieselschaligen, p. 85, pl. 30, fig. 60, 1844.

(Figs. 10, 11)

Valvas lanceoladas a elíptico-lanceoladas; extremidades apicais sub-capitadas a sub-rostradas; área central unilateral, estreita a levemente retangular delimitada pelo encurtamento de estrias medianas; estigma presente; rafe levemente sinuosa e fletida para o lado do estigma; estrias paralelas a radiadas nas extremidades apicais; aréolas inconspícuas. Eixo apical: 15,7-31,4 µm; eixo transapical: 4,3-7,8 µm; 13-16 estrias em 10 µm.

Comentários: *Gomphonema lagenula* é registrada com uma ampla variação morfológica na literatura, como visto nas obras de Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) e Tremarin *et al.* (2009). Abarca *et al.* (2014) discutiram a grande problemática taxonômica e similaridade de características morfológicas que envolvem as espécies *G. lagenula* e *G. parvulum* (Kützing) Kützing, e acrescentou uma emenda à diagnose de *G. lagenula*, diferenciando de *G. parvulum sensu stricto* e demais espécies do complexo. De acordo com esses autores, *G. lagenula* é separada de *G. parvulum* pela extremidade apical fortemente projetada que é mais rostrada a capitada, e se diferencia pelo formato valvar amplamente lanceolado com extremidades rostradas levemente subcapitadas e pelas aréolas divididas por pontes silicosas nos alvéolos retangulares vistos em MEV (Abarca *et al.* 2014). Os indivíduos do presente estudo se assemelham quanto às características morfológicas ao apresentado para a espécie por Osório *et al.* (2017) para ambiente lótico na planície de inundação do alto rio Paraná. Moresco *et al.* (2011) em estudo sobre diatomáceas perifíticas abundantes em córregos com diferentes ações antrópicas, verificou que *G. lagenula* é abundante tanto

em córregos urbanos quanto rurais, o que indica sua tolerância a diferentes condições ambientais. Já Dunck *et al.* (2013) em estudo de algas perifíticas em veredas do cerrado mostrou *G. lagenula* como espécie indicadora de ambientes impactados por atividade de agropecuária, com altas concentrações de nutrientes.

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Nacional de Brasília, Córrego Bananal, 24.VII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 253), 28.II.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 250), Córrego São Mateus, 29.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 259), 15.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 257), 17.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 258), Córrego Lapa, 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 268), 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 270), 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 269), 16.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 267).

Registro para a região Centro-Oeste: Lagoa Paquetá, Catalão, GO (Dunck *et al.* 2013).

Gomphonema laticollum Reichardt, *Studies on Diatoms*, p. 199, pl. 5, figs. 1-4, 2001.

(Figs. 12-14)

Valvas clavadas, com intumescimento na região mediana e com leve constrição entre a região mediana e o ápice; extremidades apicais arredondadas e basais atenuado-arredondadas; área central com formato irregular delimitada pelo encurtamento irregular das estrias medianas; estigma presente; rafe sinuosa, com extremidades proximais fletidas para o lado do estigma; estrias radiadas formadas por aréolas conspicuas. Eixo apical: 27,9-57,9 µm; eixo transapical: 8,2-12,4 µm; 11-13 estrias em 10 µm.

Comentários: Os indivíduos encontrados neste estudo se assemelham quanto ao contorno e dimensões valvares ao apresentado por Tremarin *et al.* (2009) para essa espécie, e também ao apresentado por Kulikovskiy *et al.* (2015), que registraram essa espécie no lago Baikal localizado na Ásia central com indivíduos um pouco menores quanto ao eixo apical (24,7–42,7 µm). *Gomphonema laticollum* se assemelha morfologicamente à *G. truncatum* Ehrenberg com relação à dimensão e formato valvar, contudo estas espécies se diferenciam por *G. laticollum* apresentar constrição menos pronunciada nas extremidades apicais e por *G. truncatum* ter estrias compostas por fileiras duplas de aréolas (Reichardt 2001). Os indivíduos do presente estudo apresentam maiores dimensões, e menor densidade de estrias que indivíduos dessa mesma espécie registrada para ambiente lótico na planície de inundação do alto rio Paraná por Osório *et al.* (2017) (eixo apical: 21,1-25,8 µm; eixo transapical: 5,8-6,4 µm; 14-16 estrias em 10 µm). Os indivíduos do presente estudo apresentam maior densidade de estrias que o registrado para esta espécie (8-9 estrias em 10 µm) no epifiton de macrófitas *Pontederia azurea* Sw

[= *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth] do rio São Francisco Falso no reservatório de Itaipu (Medeiros *et al.* 2018).

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Estadual de Terra Ronca, Córrego São Mateus, 29.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 256), 29.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 259), 17.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 258), Córrego Lapa, 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 268), 24.VII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 253)

Registro para a região Centro-Oeste: citação pioneira.

Gomphonema pseudoaugur Lange-Bertalot, *Arch. Hydrobiol.*, v. 56, p. 213-214, figs. 11-16, 1979.

(Figs. 16, 17)

Valvas lanceoladas; extremidades apicais rostradas a sub-rostradas e basais ateunadas; área central unilateral formada pelo encurtamento de uma estria mediana; estigma presente; rafe levemente sinuosa, com extremidades proximais fletidas para o lado do estigma; estrias paralelas a levemente radiadas formada por aréolas inconspicuas, sendo mais espaçadas na região mediana. Eixo apical: 26,8-40,1 µm; eixo transapical: 7,5-9,6 µm; 11-13 estrias em 10 µm.

Comentários: Os indivíduos encontrados no presente estudo apresentam contorno valvar e extremidades apicais semelhantes ao registrado para a espécie por Tremarin *et al.* (2009), porém possuem menor número de estrias. De acordo com Kobayasi & Mayama (1989) *G. pseudoaugur* se encontra entre as diatomáceas menos tolerantes a poluição. Os indivíduos do presente estudo se assemelham morfologicamente ao registrado para espécie no epifiton de macrófitas *Pontederia azurea* Sw (= *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth) do rio São Francisco Falso no reservatório de Itaipu (Medeiros *et al.* 2018).

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Estadual de Terra Ronca, Córrego São Mateus, 29.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 256), 29.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 259), 15.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 257), 17.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 258), Parque Nacional de Brasília, Córrego Bananal, 24.VII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 253).

Registro para a região Centro-Oeste: citação pioneira.

Gomphonema pumilum Grunow Reichardt & Lange-Bertalot, *Nova Hedwigia*, v.53, p.528, pl.6, figs. 4-11, 1991.

(Figs. 18, 19)

Valvas levemente clavado-lanceoladas; extremidades apicais ligeiramente arredondadas e basais atenuado-arredondadas; área central arredondada, formada pelo encurtamento das estrias medianas; estigma presente; rafe sinuosa com extremidades proximais fletidas para

o lado do estigma; estrias paralelas a levemente radiadas nas extremidades apicais. Eixo apical: 10,0-23,8 µm; eixo transapical: 2,9-5,9 µm; 11-13 estrias em 10 µm.

Comentários: Os indivíduos do presente estudo apresentam características morfológicas semelhantes ao indivíduo dessa mesma espécie registrado para ambiente lótico na planície de inundação do alto rio Paraná por Osório *et al.* (2017) (eixo apical: 19,4 µm; eixo transapical: 4,1 µm; 10 estrias em 10 µm). De acordo com Reichardt & Lange-Bert (1991), *G. pumilum* é comum no epilítion com baixas concentrações de nutrientes. Moresco *et al.* (2011) registraram a espécie em córregos com pH entre 6,64 a 7,66. Os indivíduos do presente estudo se assemelham morfológicamente, com maior densidade de estrias e menores eixos apicais e transapicais, que o registrado para espécie no epifiton de macrófitas *Pontederia azurea* Sw (= *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth) do rio São Francisco Falso no reservatório de Itaipu (Medeiros *et al.* 2018).

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Estadual de Terra Ronca, Córrego São Mateus, 29.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 256), 15.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 257), 17.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 258), Córrego Lapa, 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 268), 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 269).

Registro para a região Centro-Oeste: rio dos Macacos, Flores de Goiás, GO; Córrego Água, rio Itiquira; Rio Paraná; rio Salobro; rio Crixás; rio Mato-Grosso, Formosa, GO; rio São Matheus, Iaciara, GO; rio Paraná; Córrego Morcego, Córrego Forquilha, rio São Bartolome, Nova Roma, GO; ribeirão Faria, São João da Aliança, GO; Córrego Ribeirão, GO (Souza & Oliveira 2007).

Gomphonema sp. 1

(Fig. 15)

Valvas clavadas; extremidades apicais subcapitadas e basais atenuada-arredondada; área central irregular formada pelo encurtamento das estrias medianas; área axial estreita alargando na área central; estigma presente; rafe levemente sinuosa com extremidades proximais fletidas pra o lado do estigma e extremidades terminais fletidas para o lado oposto; estrias paralelas e levemente radiadas nas extremidades apicais. Eixo apical: 44,4-58,4 µm; eixo transapical: 9,8-9,9 µm; 11 estrias em 10 µm.

Comentários: Os espécimes se assemelham à *Gomphonema neoapiculatum*. Esta espécie se diferencia de *G. apiculatum* pois esta última apresenta extremidades arredondadas-cuneadas a levemente apiculadas (Metzeltin & Lange-Bertalot 1998). Os indivíduos registrados apresentam maiores valores de eixo apical e menores valores de eixo transapical que o apresentado por Azevedo *et al.* (2018) para *Gomphonema neoapiculatum* registrada no perifiton em

ambientes de águas claras no estado do Pará. Vouilloud *et al.* (2010) registram a ocorrência de *G. neoapiculatum* com elevada abundância no fitoplâncton, perifiton e metafiton de corpos d'água lênticos e lóticos com pH entre 4,8-6,6 e condutividade de 5-99 µScm⁻¹. Os indivíduos do presente estudo apresentam menores dimensões de comprimento e largura, e maior densidade de estrias que indivíduos dessa mesma espécie registrados no epifiton de macrófitas *Pontederia azurea* Sw (= *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth) do rio São Francisco Falso no reservatório de Itaipu (Medeiros *et al.* 2018).

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Córrego 01, 07.VIII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 245), 07.VIII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 249).

Gomphonema sp. 2

(Figs. 20-22)

Valvas lanceoladas com leve dorsiventralidade; extremidades apicais e basais ligeiramente arredondadas; área central irregular; área axial estreita e com intumescimento na região mediana; rafe levemente sinuosa; estrias paralelas a levemente radiadas. Eixo apical: 64,8-116,2 µm; eixo transapical: 7,8-13,9 µm; 11-13 estrias em 10 µm.

Comentários: Os espécimes do presente estudo se assemelham a *Gomphonema vibrioides* pelas características morfológicas valvares, porém apresentaram estrias mais afastadas na área central, estigma nítido e menor número de estrias que o descrito a espécie. *Gomphonema intricatum* var. *vibrio* (Ehrenberg) Cleve é considerada por muitos autores como sinônimo de *G. vibrioides* (Metzeltin & Lange-Bertalot 1998).

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Estadual de Terra Ronca, Córrego São Mateus, 15.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 257), Córrego Lapa, 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 268), 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 269), 16.IX.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 266), Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Córrego Estiva, 08.VIII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 260), 08.VIII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 264), 08.VIII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 265), 13.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 261), 13.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 263), Córrego 01, 07.VIII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 249), 12.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 248), 07.VIII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 243), 07.VIII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 244), 12.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 247), 12.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 255), 12.III.2013, A.A. França s/n° (HUFG 50 246), 07.VIII.2012, A.A. França s/n° (HUFG 50 245).

Gomphonema sp. 3

(Fig. 23)

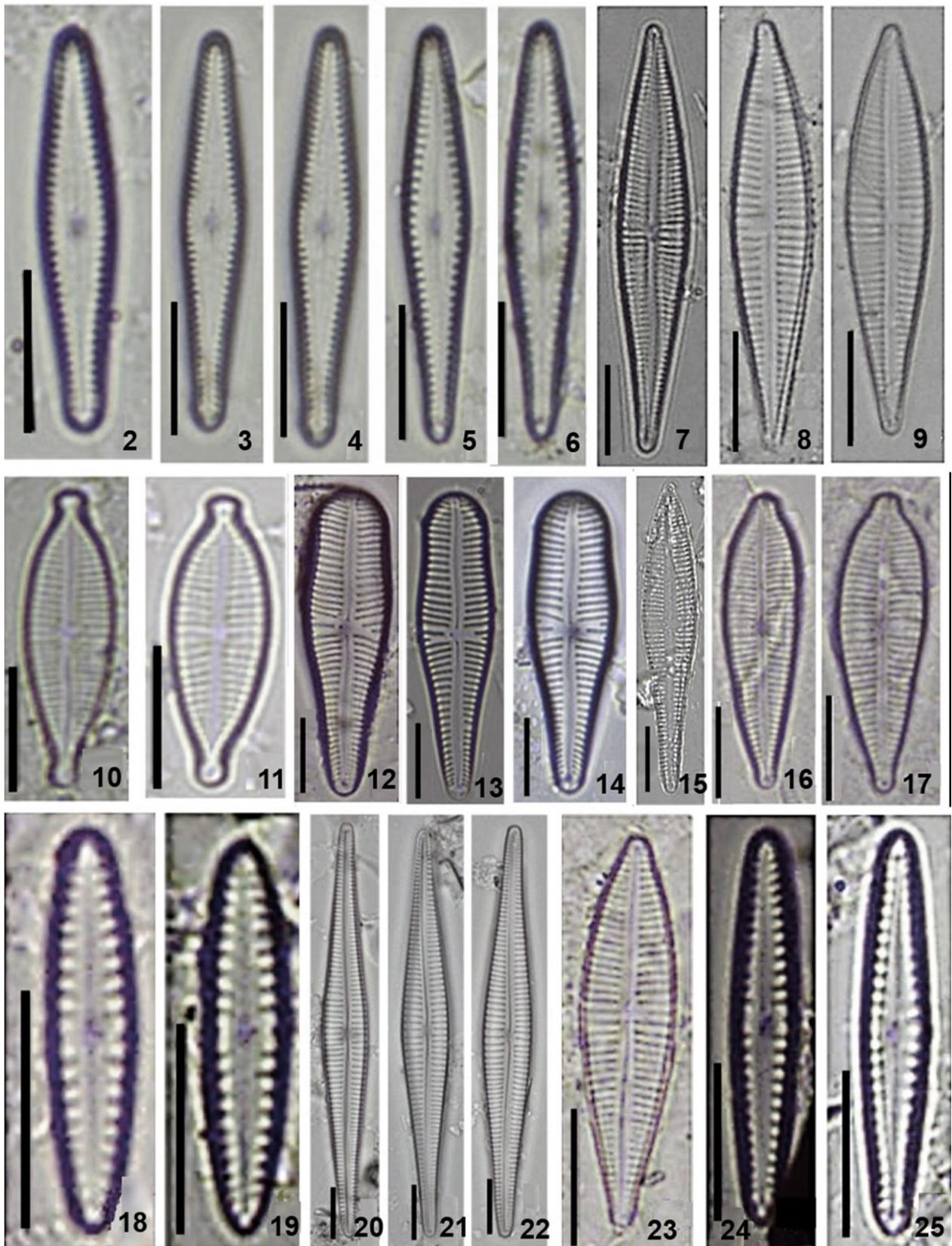


Figura 2-25. *Gomphonema* Ehrenberg de córregos prístinos do cerrado. 2-6. *Gomphonema brasiliense* subsp. *pacificum*. 7-9. *Gomphonema gracile*. 10,11. *Gomphonema lagenula*. 11-14. *Gomphonema laticollum*. 15. *Gomphonema* sp.1. 16, 17. *Gomphonema pseudoaugur*. 18, 19. *Gomphonema pumilum*. 20-22. *Gomphonema* sp.2. 23. *Gomphonema* sp. 3. 24, 25. *Gomphonema* sp. 4. Escalas: 10 μ m.

Valvas lanceoladas a rombo-lanceoladas, extremidades apicais levemente sub-rostradas e basais levemente atenuadas; área central unilateral, formada pelo encurtamento da estria mediana; rafe reta a levemente sinuosa na região axial; estrias paralelas a levemente radiadas. Eixo apical: 35,2-48,5 µm; eixo transapical: 6,5-8,2 µm; 13-14 estrias em 10 µm.

Comentários: *Gomphonema* sp.1 se assemelha a *G. gracile* quanto à morfologia da valva lanceolada a rombo-lanceolada, área central unilateral formada pelo encurtamento da estria mediana, estrias paralelas a levemente radiadas. Porém, se diferenciam por *G. gracile* apresentar extremidades apicais atenuada-subcapitadas e basais levemente atenuadas, além de apresentarem maiores dimensões no eixo apical e transapical, enquanto que em *Gomphonema* sp.1 as extremidades apicais são levemente sub-rostradas e basais levemente atenuadas.

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Estadual de Terra Ronca, Córrego Lapa, 28.III.2013, A.A. França s/n° (HUGF 50 269).

Gomphonema sp. 4

(Figs. 24, 25)

Valvas levemente clavado-lanceoladas; extremidades apicais e basais ligeiramente atenuadas; área central arredondada, formada pelo encurtamento das estrias medianas; área axial mais estreita que a área central; estigma presente; rafe sinuosa com extremidades proximais fletidas para o lado do estigma; estrias paralelas a levemente radiadas nas extremidades apicais. Eixo apical: 23,9-26,1 µm; eixo transapical: 3,7-4,4 µm; 12 estrias em 10 µm.

Comentários: *Gomphonema* sp. 2 possui morfologia valvar semelhante a *G. pumilum*, porém se diferenciam pelas extremidades apicais e basais ligeiramente cuneadas e área axial mais estreita e longa em *Gomphonema* sp. 2.

Material examinado: BRASIL, GOIÁS, Parque Estadual de Terra Ronca, Córrego São Mateus, 29.III.2013, A.A. França s/n° (HUGF 50 259), 17.IX.2013, A.A. França s/n° (HUGF 50 258).

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida a AAF e de pós-doutorado concedida a BD; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro durante as amostragens (Processos CNPq 563134/2010-0 e 457431/2012-1) e pela bolsa de produtividade concedida a LR; ao Laboratório de Ficologia da Universidade Federal de Goiás e ao Laboratório de Perifiton do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura da Universidade Estadual de Maringá pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- Abarca, N., Jahn, R., Zimmermann, J. & Enke, N. 2014. Does the cosmopolitan diatom *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing have a biogeography? *PLoS One* 9(1):e86885.
- Azevedo, J.S., Talgatti, D.M., Torgan, L.C., Pereira, A.C. & Melo, S. 2018. O gênero *Gomphonema* (Bacillariophyta) na comunidade perifítica do rio e reservatório de Curuá-Una (Santarém, Pará, Brasil). *Rodriguésia* 69(2):765-776.
- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. 2010. Introdução: As algas do Brasil. *In* Catálogo de plantas e fungos do Brasil [online]. (Forzza, RC *et al.* eds.) Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1., p. 49-60. <<http://books.scielo.org>>.
- Brandão, D. & Kravchenko, A. 1997. A biota do *Campus* Samambaia: história, situação e perspectivas. Centro Editorial e Gráfico da UFG, Goiânia. . 157 p.
- Canani, L.G.C., Menezes, M., Torgan, L.C. 2011. Diatomáceas epilíticas de águas oligotróficas e ácidas do Sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 25(1):130-140.
- Dunck, B., Nogueira, I.S. & Felisberto, S.A. 2013. Composição e diversidade de algas perifíticas em veredas sob diferentes impactos antrópicos (Goiás, Brasil). *Iheringia. Série Botânica* 68:237-248.
- Ehrenberg, C.G. 1843. Verbreitung und Einfluß des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. – Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.. Berlin 1841:291-445.
- Faria, D.M., Tremarin, P.I. & Ludwig, T.A.V. 2010. Diatomáceas perifíticas da represa Itaquí, São José dos Pinhais, Paraná: Fragilariales, Eunotiales, Achnanthales e *Gomphonema* Ehrenberg. *Biota Neotropica* 10(3):415-427.
- Fonseca, B.M., Feijó, L.M. & Mendonca-Galvão, L. 2019. Soft-bodied benthic algae in pristine Brazilian streams: from acid to karst. *Acta Botanica Brasilica* 33:517-529.
- França, A.A., Dunck, B., Rodrigues, L., Fonseca, B.M. & Felisberto, S.A. 2017. Periphytic diatoms (Bacillariophyta) in streams from three Conservation Units of central Brazil: *Pinnularia* Ehrenberg. *Hoehnea* 44(4):524-538.
- Frenguelli, J. 1938. Diatomeas del Querandino estuario del rio Matanza en Buenos Aires. *Revista del Museo de La Plata* 1: 291-326.
- Hendricks, S.P., Luttenton, M.R. & Hunt, S.W. 2006. Benthic diatoms species list and environmental conditions in the little river basin, western Kentucky, USA. *Journal of the Kentucky Academy of Science* 67(1):22-38.
- Jüttner, I., Kociolek, J.P., Gurung, S., Gurung, A., Sharma, C.M., Levkov, Z., Williams, D.M. & Ector, L. 2018. The genus *Gomphonema* (Bacillariophyta) in Rara Lake, Nepal: taxonomy, morphology, habitat distribution and description of five new species, and a new record for *Gomphoneis* sp. *Diatom Research* 33(3):283-320.
- Karthick, B., Kociolek, J.P., Mahesh, M.K. & Ramachandra, T.V. 2011. The diatom genus *Gomphonema* Ehrenberg in India: Checklist and description of three new species. *Nova Hedwigia* 93:211-236.
- Kobayasi, H. & Mayama, S. 1989. Evaluation of river water quality by diatoms. *The Korean Journal of Phycology* 4(2):121-133.
- Kociolek J.P. & Stoermer, E.F. 1991. Taxonomy and ultrastructure of some *Gomphonema* and *Gomphoneis* taxa from the upper Laurentian Great Lakes. *Canadian Journal of Botany* 69:1557-1576.
- Kociolek, J.P. & Kingston, J.C. 1999. Taxonomy, ultrastructure, and distribution of some gomphonemoid diatoms (Bacillariophyceae: Gomphonemataceae) from rivers in the United States. *Canadian Journal of Botany* 77(5):686-705.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae: Naviculaceae. *In* Süßwasserflora von Mitteleuropas (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer, eds.) G. Fischer, Stuttgart & New York. v. 2, p. 1, 876 p.
- Kulikovsky, M.S., Kociolek, J.P., Solak, C.N. & Kuznetsova, I. 2015. The diatom genus *Gomphonema* Ehrenberg in Lake Baikal. II. Revision of taxa from *Gomphonema acuminatum* and *Gomphonema truncatum-capitatum* complexes. *Phytotaxa* 233(3):251-272.
- Law, R.J., Elliott, J.A. & Thackeray, S.J. 2014. Do functional or morphological classifications explain stream phyto-benthic community

- assemblages? *Diatom Research* 29(4):309-324. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2014.889037>.
- Macedo-Saidah, F.E.M., Nascimento, M.R.R., Campos, I.E.P. 1987. O plâncton das águas do rio Meia Ponte, Município de Goiânia, Goiás, Brasil. *Neótica* 2: 105-117
- Marquardt, G.C. & Bicudo, C.E.M. 2014. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Algas* 36: Bacillariophyceae (Cymbellales). *Hoehnea* 41(2):209-246.
- Medeiros, G., Amaral, M.W.W., Ferreira, P.C., Ludwig, T.V. & Bueno, N.C. 2018. *Gomphonema* Ehrenberg (Bacillariophyceae, Gomphonemataceae) of the São Francisco Falso River, Paraná, Brazil. *Biota Neotropica* 18(3):e20170495.
- Menezes, M., Bicudo, C.E.M., Moura, C.W.N., Alves, A.M., Santos, A.A., Pedrini, A.G., Araújo, A., Tucci, A., Fajar, A., Malone, C., Kano, C.H., Sant'Anna, C.L., Branco, C.Z., Odebrecht, C., Peres, C.K., Neuhaus, E.B., Eskinazi-Leça, E., Aquino, E., Nauer, F., Santos, G.N., Amado Filho, G.M., Lyra, G.M., Borges, G.C.P., Costa, I.O., Nogueira, I.S., Oliveira, I.B., Paula, J.C., Nunes, J.M.C., Lima, J.C., Santos, K.R.S., Ferreira, L.C., Gestinari, L.M.S., Cardoso, L.S., Figueiredo, M.A.O., Silva, M.H., Barreto, M.B.B.B., Henriques, M.C.O., Cunha, M.G.G.S., Bandeira-Pedrosa, M.E., Oliveira-Carvalho, M.F., Széchy, M.T.M., Azevedo, M.T.P., Oliveira, M.C., Cabezedo, M.M., Santiago, M.F., Bergesh, M., Fujii, M.T., Bueno, N.C., Necchi Jr., O., Jesus, P.B., Bahia, R.G., Khader, S., Alves-da-Silva, S.M., Guimarães, S.M.P.B., Pereira, S.M.B., Caires, T.A., Meurer, T., Cassano, V., Werner, V.R., Gama Jr., W. A., & Silva, W.J. 2015. Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. *Rodriguésia* 66(4):1047-1062. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566408>
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot H. 1998. Tropical Diatoms of South America I. About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. *In* *Iconographia diatomologica* (H. Lange-Bertalot, ed.). Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany, v.5, 695 p.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. 2007. Tropical Diatoms of the South America II. Special remarks on biogeographic disjunction. *In* *Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Micrographs* (H. Lange-Bertalot, ed.). Gantner Verlag, Ruggell, v. 18, 879 p.
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot H. & García-Rodrigues, F. 2005. Diatoms of Uruguay. *In* *Iconographia Diatomologica. Annotated diatom micrographs*. (H. Lange-Bertalot, ed.). Gantner Verlag, Ruggell, v. 15, 736 p
- Morales, E.A. 2002. Sixth NAWQA taxonomy workshop on harmonization of algal taxonomy, October 2001. The Academy of Natural Sciences. The Patrick Center for Environmental Research. Report N° 02-10.
- Moreira-Filho, H. & Valente-Moreira, I.M. 1981. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epifitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. *Boletim Museu Botânico Municipal* 47:1-17.
- Moresco, C., Tremarin, P.I., Ludwig, T.A.V. & Rodrigues, L. 2011. Diatomáceas perifíticas abundantes em três córregos com diferentes ações antrópicas em Maringá, PR, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 34(3):359-373.
- Moser, G., Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. 1998. Insel der endemiten. Geobotanisches phänomen neukaledonien. *Bibliotheca Diatomologica* 38:1-464.
- 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.
- Osório, N.C., Tremarin, P.I., Ludwig, T.A.V. & Rodrigues, L. 2017. *Gomphonema* Ehrenberg (Bacillariophyceae) in a lotic environment of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 39(2):135-147.
- Passy, S.I., Kociolek, J.P. & Lowe, R.L. 2008. Five new *Gomphonema* species (Bacillariophyceae) from rivers of South Africa and Swaziland. *Journal of Phycology* 33:455-474. <https://doi.org/10.1111/j.0022-3646.1997.00455.x>
- Reichardt, E. 1997. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema apumilum* (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 65(14):99129.
- Reichardt, E. 1999. Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. *In* *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs* (Lange-Bertalot, H., ed.). Koeltz Scientific Books, Königstein, v.8, 203 p.
- Reichardt, E. 2001. Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum*. *In* *Studies on Diatoms* (Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A., Compère, P., eds.) Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 224 p.
- Reichardt, E. 2005. Die Identität von *Gomphonema entolejum* Østrup (Bacillariophyceae) sowie Revision ähnliche Artenmitweiter *Axia* larea. *Nova Hedwigia* 81(1-2):115-144.
- Reichardt, E. 2007. Neue und wenigbekannte *Gomphonema*-Arten (Bacillariophyceae) mit Areolen in Doppelreihen. *Nova Hedwigia* 85(12):103-137.
- Reichardt, E. 2008. *Gomphonema intermedium* Hustedtsowiedreineue, ähnlicheArten. *Diatom Research* 23(1):105-115.
- Reichardt, E. 2015. *Gomphonema gracile* Ehrenberg sensu stricto et sensu auct. (Bacillariophyceae): A taxonomic revision. *Nova Hedwigia* 101(3-4):367-393.
- Reichardt, E. & Lange-Bertalot, H. 1991. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema angustum* *G. dichotomum* *G. intricatum* *G. vibrio* undähnliche Taxa (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 53(3-4):519-544.
- Rose, D.T. & Cox, E.J. 2014. What constitutes *Gomphonema parvulum*? Long-term culture studies show that some varieties of *G. parvulum* belong with other *Gomphonema* species. *Plant Ecology and Evolution* 147(3):366-373. <http://dx.doi.org/10.5091/plecevo.2014.1059>
- Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1990. *The Diatoms: biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge. 747 p.
- Schneck F., Torgan, L.C. & Schwarzbald, A. 2008. Diatomáceas epilíticas em riachos de altitude no sul do Brasil. *Rodriguésia* 59:325-338.
- Silva, W.J., Nogueira, I.S. & Souza, M.G.M. 2011. Catálogo de diatomáceas da região Centro-Oeste brasileira. *Iheringia. Série Botânica* 66(1):61-86.
- Simonsen, R. 1974. The diatom plankton of the indian ocean expedition of R/V "Meteor". *MeteorForschungsergebnissreihe D-Biologie* 19:1-66.
- Souza, M.G.M. & Oliveira, R.I.R. 2007. Levantamento da diatomoflórula epilítica da bacia do rio Paranã, Goiás, Brasil. *In* *Inventário da biota aquática com vistas à conservação e utilização sustentável do bioma Cerrado (Serra e Vale do rio Paranã)* (M.J. Martins-Silva, ed). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, v.1, p. 72-92.
- Stancheva, R., Sheath, R.G. & Kociolek, J.P. 2016. New Freshwater Gomphonemoid Diatoms from Streams in the Sierra Nevada Mountains, California, USA. *Phytotaxa* 289 (2):118-134.
- Stevenson, R.J. & Pan, Y. 1999. Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. *In* *The diatoms: applications for the environmental and earth sciences* (E.F. Stoermer & J.P. Smol, eds.). Cambridge University Press, New York, p.11-40.
- Tobias, F.A.C. & Gaiser, E.E. 2011. Taxonomy and distribution of diatoms in the genus *Gomphonema* from the florida everglades, U.S.A. *Diatom Research* 21:379-405, <https://doi.org/10.1080/0269249X.2006.9705677>.
- Tremarin, P.I., Bertolli, L.M., Faria, D.M., Costin, J.C. & Ludwig T.A.V. 2009. *Gomphonema* Ehrenberg e *Gomphosphenia* Lange-Bertalot (Bacillariophyceae) do Rio Maurício, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica* 9(4):111-130.
- Vadeboncoeur, Y. & Steinman, A.D. 2002. Periphyton Function in Lake Ecosystems. *The Scientific World Journal* 2:1-20.
- Vouilloud, A.A., Sala, S.E., Avellaneda, M.N. & Duque, S.R. 2010. Diatoms from the Colombian and Peruvian Amazon: the genera *Encyonema*, *Encyonopsis* and *Gomphonema* (Cymbellales: Bacillariophyceae). *Revista de Biología Tropical* 58(1):45-62.