

Fragilaria longifusiformis (Hains & Sebring) Siver *et al.* (Diatomeae) em rios e reservatórios subtropicais

Thelma Alvim Veiga Ludwig¹, Priscila Izabel Tremarin¹, Marcele Laux², André Andrian Padial¹ & Lezilda Carvalho Torgan²

¹Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Laboratório de Ficologia, Centro Politécnico, CEP: 81.531-980 - Caixa-Postal 19031, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná. veigaufpr@gmail.com; ptremarin@gmail.com

²Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Rua Dr. Salvador França, 1427, CEP 90.690-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. lezilda-torgan@fzb.rs.gov.br; marcelelaux@gmail.com

Recebido em 18.VI.2014. Aceito em 27.XI.2015.

RESUMO - *Fragilaria longifusiformis* (Hains & Sebring) Siver *et al.* é uma diatomácea de hábito planctônico, com ampla distribuição mundial, porém são raros os registros sobre sua ocorrência em águas brasileiras. Acredita-se que as ornamentações da face valvar, inconspícuas sob microscopia óptica, comprometem a identificação acurada da espécie, causando inclusive, confusão com outras espécies semelhantes de *Fragilaria* Lyngbye e *Synedra* Ehrenberg, ou ainda, com *Nitzschia* Hassall. Os objetivos do estudo foram ilustrar a variabilidade morfológica de espécimes sulbrasileiros com e sem plastídeo, detalhar a ultraestrutura do táxon e confirmar a distribuição geográfica das populações em reservatórios e rios da região. Amostragens de fitoplâncton foram realizadas nos anos de 2007 a 2011. As características morfológicas das populações brasileiras de *F. longifusiformis* foram condizentes com a circunscrição da espécie, exceto por alguns exemplares com menores dimensões valvares.

Palavras-chave: diatomácea planctônica, *Fragilariophyceae*, sul do Brasil

ABSTRACT - *Fragilaria longifusiformis* (Hains & Sebring) Siver *et al.* (Diatomeae) in subtropical rivers and reservoirs. *Fragilaria longifusiformis* (Hains & Sebring) Siver *et al.* is a planktonic diatom distributed widely around the world, with rare published records or information on its occurrence in Brazil. We believe that the valve face ornamentations, inconspicuous under light microscopy, hinder the accurate identification of the species, leading to misidentification with other similar species of *Fragilaria* Lyngbye, *Synedra* Ehrenberg or *Nitzschia* Hassall. The goals of this study were to illustrate the morphological variability of the southern Brazilian specimens, with and without plastids, detail the ultrastructure of the taxon and confirm the geographic distribution of populations in regional reservoirs and rivers. Phytoplankton sampling was carried out from 2007 to 2011. The morphological characteristics of Brazilian populations of *F. longifusiformis* match the original circumscription of this species, except for smaller valve dimensions of some specimens.

Key-words: *Fragilariophyceae*, planktonic diatom, southern Brazil.

INTRODUÇÃO

Fragilaria longifusiformis (Hains & Sebring) Siver, Morales, Van de Vijver, Smots, Hamilton, Lange-Bertalot & Hains é uma diatomácea de hábito planctônico, amplamente distribuída na Europa e na América do Norte (Siver *et al.*, 2006), mas

não há documentação oficial de sua ocorrência em águas brasileiras. Originalmente descrita como *Synedra planctonica* Hains & Sebring, a espécie foi transferida para o gênero *Fragilaria* Lyngbye por Siver *et al.* (2006), baseando-se na presença de uma única rimopórtula por valva, vola do tipo disco, cópulas abertas liguladas, presença de placas de

sílica no manto, campo de poros apicais reduzido e estrias dispostas alternadamente.

A superfície valvar delicadamente ornamentada de *Fragilaria longifusiformis* resulta na dificuldade em se obter uma boa resolução dos caracteres diagnósticos do táxon em microscopia óptica, tornando a espécie fácil de ser confundida com outras espécies semelhantes de *Fragilaria*, *Synedra* Ehrenberg, ou ainda, *Nitzschia* Hassall (Siver *et al.*, 2006). Consequentemente acredita-se que a distribuição geográfica da espécie esteja subestimada. Os objetivos do estudo foram ilustrar a variabilidade morfológica de espécimes sulbrasileiros, com e sem plastídeo, detalhar a ultraestrutura do táxon e confirmar a distribuição geográfica das populações em reservatórios e rios no sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragens sazonais de fitoplâncton foram realizadas em dez reservatórios de usinas hidroelétricas no estado do Paraná entre 2007 e 2011: Capivari (24°59'10"S/48°47'20"O), Guaricana (25°42'31"S/48°58'18"O), Rio dos Patos (25°10'37"S/50°56'29"O), Salto Caxias (25°32'43"S/53°06'05"O), Fundão (25°32'04"S/51°48'55"O), Santa Clara (25°39'14"S/51°54'26"O), São Jorge (24°59'45"S/49°59'39"O), Pitangui (25°01'41"S/50°06'06"O), Cavernoso (25°23'49"S/52°11'24"O) e Segredo (26°00'47"S/51°52'43"O). No estado do Rio Grande do Sul, as amostras foram obtidas mensalmente no período de setembro/2009 a agosto/2010 na foz dos rios Gravataí (29°58'12,64"S/51°11'53,65"O), Sinos (29°55'48,96"S/51°14'14,90"O), Caí (29°55'51,70"S/51°17'05,27"O) e Jacuí (29°57'07,29"S/51°19'21,19"O) que formam o Delta do Jacuí.

As coletas foram efetuadas por meio de submersão de frascos plásticos com capacidade para 500 a 1000 mL na subsuperfície da água (≈30 cm) e, através de garrafa de van Dorn, em várias profundidades. O material foi preservado com solução Lugol acético (1%) (Bicudo & Menezes, 2006) e, posteriormente, oxidado pela técnica de Simonsen (1974) modificada por Moreira-Filho & Valente-Moreira (1981). Lâminas permanentes foram confeccionadas com Naphrax®. A variabilidade morfológica das populações foi documentada em microscópio óptico (MO) Olympus BX40, com câmera de captura, modelo DP71 acoplada.

Alíquotas foram adicionadas a suportes de alumínio, metalizadas com ouro em equipamento Balzers Sputtering SCD 030 e observadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV) JEOL JSM 6360LV, em 15 kV e 8 mm de distância de trabalho. A densidade de estrias foi determinada sob MEV.

O material analisado foi depositado no Herbário da Universidade Federal do Paraná (UPCB) e na Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (HAS), Brasil. A terminologia utilizada baseou-se em Round *et al.* (1990) e a identidade da espécie em Siver *et al.* (2006).

RESULTADOS

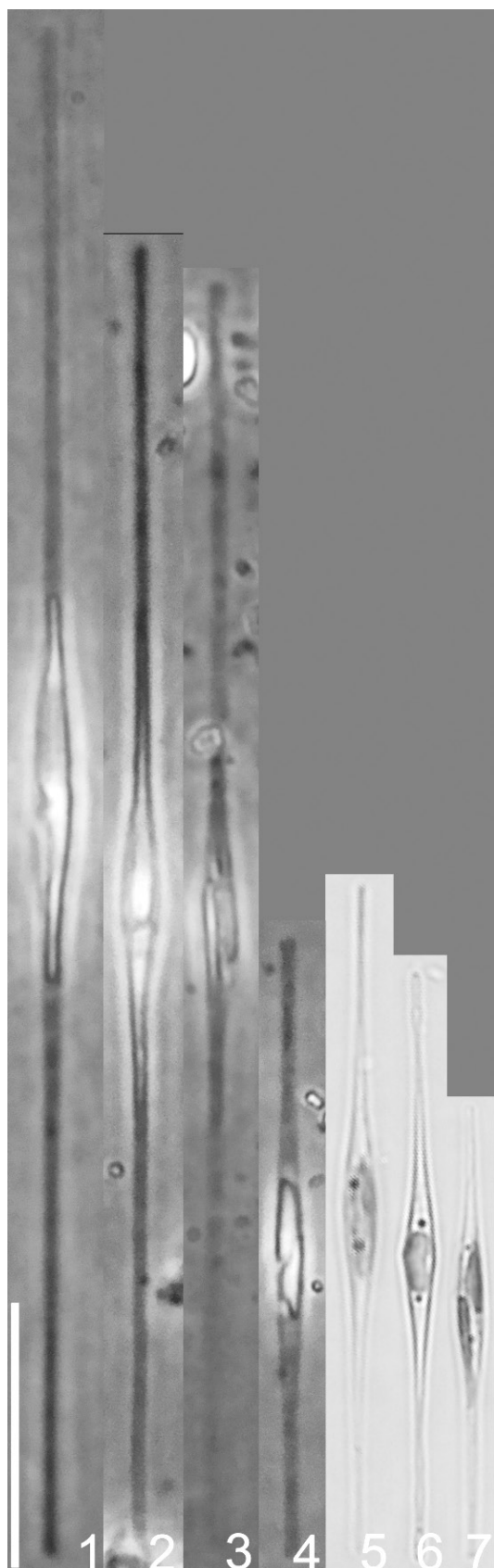
A análise das amostras procedentes dos reservatórios paranaenses e dos rios riograndenses permitiu a observação da variabilidade morfológica de *Fragilaria longifusiformis* descrita a seguir.

Fragilaria longifusiformis (Hains & Sebring) Siver, Morales, Van de Vijver, Smots, Hamilton, Lange-Bertalot & Hains. Phycological Research 54: 185. 2006.

(Figs. 1-31)

Descrição em MO: frústulas solitárias (Figs. 1-7), valvas fusiformes, lanceoladas na região mediana com extremidades abruptamente estreitadas e prolongadas, finalizando em ápice arredondado a levemente subcapitado (Figs. 8-21). Comprimento 26,2-120 µm; largura 1,5-3,2 µm; largura do ápice 0,48-0,67 µm. Dois plastídeos em forma de placa presentes na região central da valva (Figs. 1-7). Estrias inconspícuas (Figs. 13,15) ou de difícil resolução ao MO (Figs. 11, 18).

Descrição em MEV: estrias curtas, 30-32 em 10 µm, formadas por uma a cinco aréolas, paralelas a levemente radiadas próximo às extremidades, com arranjo alternado, na região central estrias ausentes na vista interna das valvas (Fig. 23) e com delicadas depressões transapicais ("ghost striae") em vista externa (Fig. 22). Na região abruptamente mais estreitada e alongada da valva, as estrias são compostas por apenas uma aréola de cada lado do esterno (Figs. 24-30). Espinhos reduzidos distribuídos ao longo das margens valvares (Figs. 22, 23), irregularmente espaçados, dispostos nas interestrias. Um a três espinhos mais proeminentes ocorrem em cada extremidade valvar (Figs. 24-27, 30, 31). Campo de poros apicais (Figs. 27-30) com poróides pouco numerosos (2-6). Uma rimopórtula, localizada obliquamente em relação ao eixo apical (Fig. 30), abertura interna com bordos pouco proeminentes, distante cerca de 0,8-1,0 µm do campo



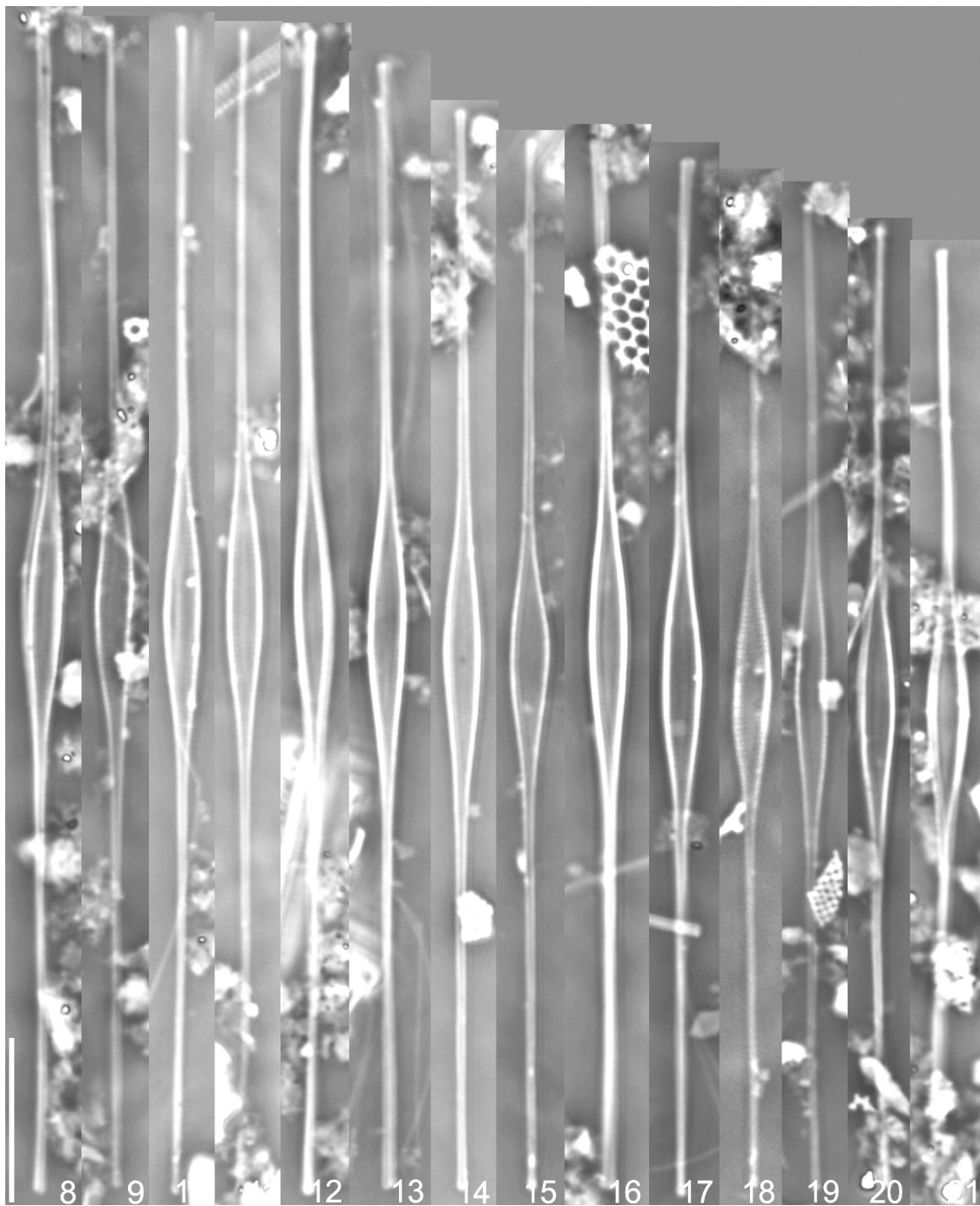
Figs. 1-7. Células com plastídeo de *Fragilaria longifusiformis* (MO). **1, 2, 4, 6.** Vista valvar. **3, 7.** Vista conectival. Barra = 10 µm.

de poros, e abertura externa dificilmente distinguível das demais aréolas.

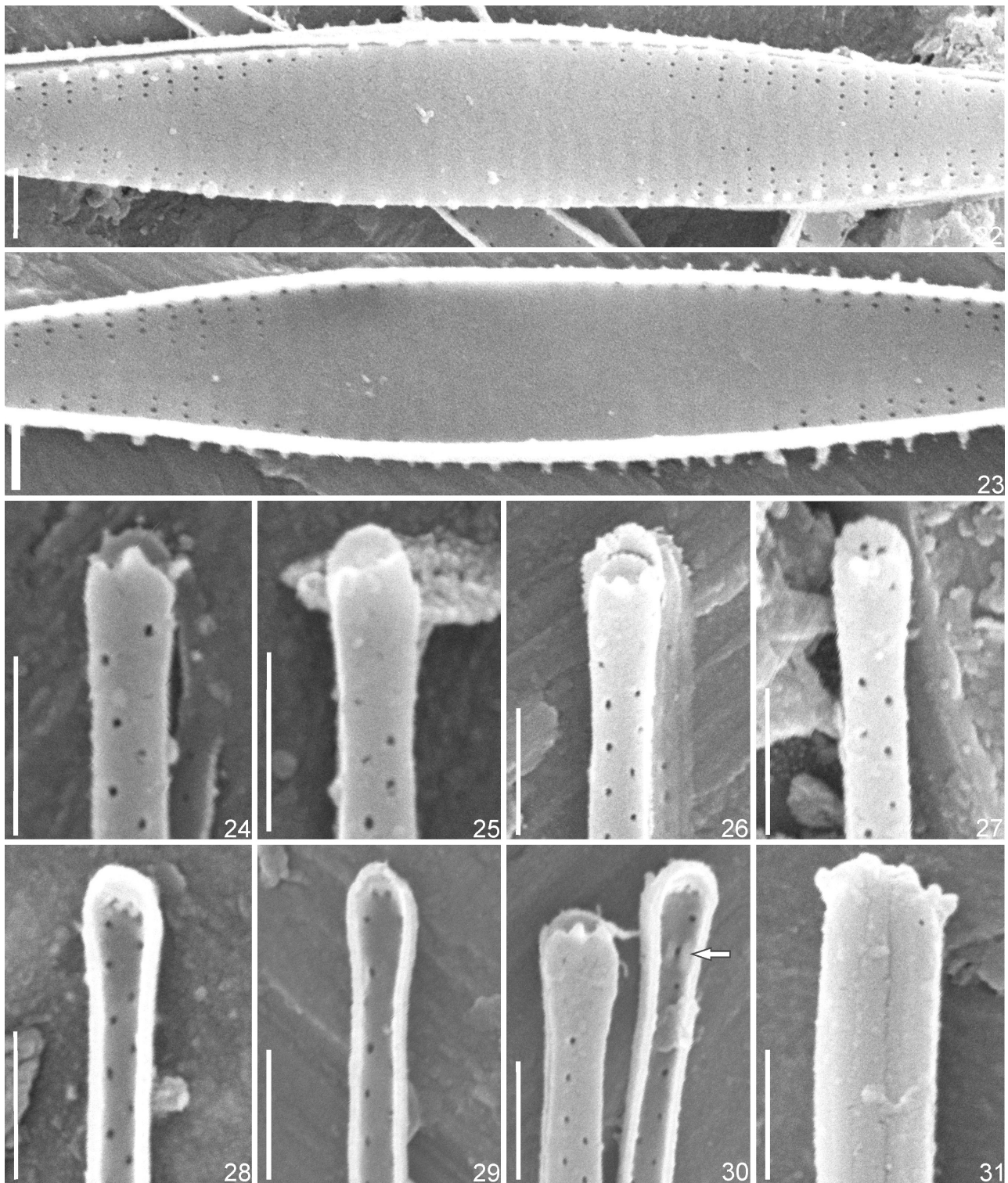
Material examinado: BRASIL, PARANÁ, Ponta Grossa, UHE São Jorge, 2007 (UPCB 59523), 2008 (UPCB 60526), 2009 (UPCB 68860), 2010 (UPCB 68884), 2011 (UPCB 72254); Ponta Grossa, UHE Pitangui, 2008 (UPCB 60521), 2009 (UPCB 68855), 2010 (UPCB 68879), 2011 (UPCB 72249); Prudentópolis, UHE Rio dos Patos, 2009 (UPCB 68856), 2010 (UPCB 68880), 2011 (UPCB 72250); Antonina, UHE Capivari, 2009 (UPCB 68843), 2010 (UPCB 68867); Cândói, UHE Fundão, 2009 (UPCB 68864), 2011 (UPCB 72258); Capitão Leônidas Marques, UHE Salto Caxias, 2010 (UPCB 68858), 2011 (UPCB 72252); Cândói, UHE Santa Clara, 2009 (UPCB 68863), 2011 (UPCB 72257); Virmond, UHE Cavernoso, 2011 (UPCB 72238); Mangueirinha, UHE Segredo, 2011 (UPCB 72255); Guaratuba, UHE Guaricana, 2008 (UPCB 60517). RIO GRANDE DO SUL, Região Metropolitana, Rio dos Sinos, 29.IX.2009 (HAS 108744), 08.X.2009 (HAS 108748), 03.XII.2009 (HAS 108756), 06.I.2010 (HAS 108760), 23.II.2010 (HAS 108764), 10.III.2010 (HAS 108768), 14.IV.2010 (HAS 108772), 28.V.2010 (HAS 108776), 17.VI.2010 (108780), 15.VII.2010 (HAS 108784), 12.VIII.2010 (HAS 108788); Rio Caí, 30.IX.2009 (HAS 108746), 09.X.2009 (HAS 108750), 26.IX.2009 (HAS 108754), 09.XII.2009 (108758), 07.I.2010 (HAS 108762), 28.V.2010 (HAS 108778), 10.VI.2010 (108782), 14.VII.2010 (HAS 108786); Rio Jacuí, 30.IX.2009 (HAS 108747), 09.X.2009 (HAS 108751), 17.III.2010 (HAS 108771), 15.IV.2010 (HAS 108775), 28.V.2010 (HAS 108779), 10.VI.2010 (HAS 108783), 20.VIII.2010 (HAS 108791); Rio Gravataí, 08.X.2009 (HAS 108749), 15.VII.2010 (HAS 108785).

DISCUSSÃO

No estado do Paraná, *Fragilaria longifusiformis* foi registrada como *Nitzschia acicularis* (Kützting) W. Smith por Ludwig (1987), em uma represa no município de Curitiba; como *Nitzschia* sp. por Brassac (1999) em rios da região de abrangência do reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias; como *Nitzschia acicularis* por Visinoni (2002) em rios da bacia hidrográfica Metropolitana, municípios Quitandinha (rio da Várzea), Balsa Nova (rio dos Papagaios), Quatro Barras/Campina Grande do Sul (rio Timbú), São José dos Pinhais/Tijucas do Sul



Figs. 8-21. Vista valvar de *Fragilaria longifusiformis*, frústulas oxidadas (contraste de fase). Barra = 10 μ m.



Figs. 22-31. *Fragilaria longifusiformis* (MEV). **22, 23.** Detalhe da região mediana da valva; **22.** Vista externa mostrando os espinhos marginais e o padrão de estrias; **23.** Vista interna; **24 -31.** Detalhes das extremidades valvares; **24, 27, 30.** Vista externa mostrando os espinhos no ápice da valva; **27, 29.** Campo de poros apical; **30.** Abertura interna da rimopórtula (seta). **31.** Vista conectival com espinhos. Barras = 1 μ m.

(rio Una) e como *Nitzschia closterium* (Ehrenberg) W. Smith para o rio Barigui, município de Almirante Tamandaré. Para o estado de São Paulo, a espécie foi registrada como *Fragilaria* sp. por Magrin & Senna (2000) e Carneiro (2007).

Acredita-se que os registros da espécie para o Brasil seriam mais numerosos se as ornamentações inconspícuas em microscopia óptica não dificultassem a identificação do táxon.

As populações brasileiras de *Fragilaria longifusiformis* apresentaram exemplares pouco menores em comprimento e largura valvar do que os registrados por Siver *et al.* (2006) (Tab. 1). As demais características morfológicas analisadas foram condizentes com as descritas para a espécie com base em material Norte Americano e Europeu.

Fragilaria longifusiformis assemelha-se à *Reimerothrix floridensis* A.K.S.K. Prasad pelas células fusiformes com longas projeções. Entretanto, *Reimerothrix floridensis* possui extremidades um pouco mais largas (ca. 2 µm) e levemente curvadas, campo de poros apicais desenvolvido e uma rimopórtula em cada extremidade valvar, com abertura interna transapical ou oblíqua em relação ao eixo apical, além da ausência de vola (Prasad *et al.*, 2001). Destaca-se ainda, que *Reimerothrix* A.K.S.K. Prasad é um gênero marinho monotípico, em princípio de hábito bentônico, aderido ou associado a substrato, formando rosetas de células contendo apenas um plastídeo (Prasad *et al.* 2001).

Fragilaria longifusiformis também pode ser confundida com *Nitzschia acicularis*, pois o contorno valvar e as dimensões são coincidentes

(Hustedt 1930: 423; compr. 50-150 µm e larg. 3-4 µm), podendo ser distinta quando as preparações permitem a visualização das delicadas fíbulas marginais, características das espécies de *Nitzschia*. Mas, geralmente, em microscopia óptica, mesmo em contraste de fase, é quase impossível uma boa resolução dos caracteres diagnósticos ornamentais da frústula destes dois táxons.

Nas análises do fitoplâncton que contemplam o reconhecimento das espécies através de células com plastídeo, as diatomáceas alongadas fusiformes são, rotineiramente, identificadas como *Nitzschia acicularis*, pois as fíbulas são inconspícuas. A posição dos plastídeos na célula pode auxiliar no reconhecimento dos gêneros. *Nitzschia* possui dois plastídeos em forma de placas em posição anterior e posterior em vista valvar e conectival. Por outro lado, *Fragilaria* contém dois plastídeos em forma de placas, em posição central em vista valvar e em posição lateral em vista conectival (Laux & Torgan 2011).

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisas pelas bolsas de produtividade para a primeira e última autoras. Ao Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento, a Companhia Paranaense de Energia e ao Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Porto Alegre por cederem as amostras para realização deste estudo. Ao Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná pela utilização do microscópio eletrônico de varredura.

Tabela 1. Amplitudes métricas de populações de *Fragilaria longifusiformis* registradas no presente estudo e em localidades brasileiras dos estados do Paraná* e São Paulo** e de regiões da América do Norte e Europa.

Referência	Comprimento (µm)	Largura no centro (µm)	Largura no ápice (µm)	Estrias (em 10 µm)
Reservatórios	26,2-88,9	1,7-3,2	0,48-0,67	30-32
Rios gaúchos	54-120	1,5-3	0,5	—
Ludwig (1987)*	41-61,5	2,4-3,3	0,5	—
Brassac (1999)*	48,8-51,2	2,0-3,2	0,64	—
Magrin & Senna (2000)**	75	3,1	—	—
Visinoni (2002)*	71-158,8	2,4-3,8	0,4-0,7	—
Carneiro (2007)**	29-86,2	2,0-2,9	0,6-0,8	28-30
Siver <i>et al.</i> (2006)	50-175	2-4	0,4-0,8	(18) 26-34

REFERÊNCIAS

- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. Rima, São Paulo. 502p.
- Brassac, N.M. 1999. Diatomoflórula dos rios da área de influência da usina hidrelétrica de Salto Caxias, bacia do rio Iguaçu, Paraná 400f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Carneiro, L.A. 2007. Fragilariophyceae (Ochrophyta) de águas doces do estado de São Paulo: levantamento florístico 196f. Tese de doutorado, Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo.
- Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). Jena: G Fisher. 466p. (Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas. Ed A. Pasher, 10).
- Laux, M. & Torgan, L.C. 2011. Diatomáceas com plastídeos no plâncton da foz dos rios do Delta do Jacuí, sul do Brasil: um complemento à taxonomia tradicional. Iheringia. Série Botânica 66(1):109-132.
- Ludwig, T.A.V. 1987. Diatomoflórula do parque regional do Iguaçu, Curitiba, Paraná. 266f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Magrin, A.G.E. & Senna, P.A.C. 2000. Diatomáceas (Bacillariophyta) da lagoa do Diogo e seus trechos fluviais: córrego Cafundó e rio Mogi-Guaçu. 1. Classes Coscinodiscophyceae e Fragilariophyceae. In Estudos Integrados em Ecossistemas - Estação Ecológica de Jataí (J.S.R. Pires & J.E. dos Santos, orgs), editora Rima, São Carlos, São Paulo.
- Moreira-Filho, H. & Valente-Moreira, I.M. 1981. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. Boletim do Museu Botânico Municipal 47: 1-17.
- Prasad, A.K.S.K., Nienow, J.A. & Riddle, K.A. 2001. Fine structure, taxonomy and systematic of *Reimerothrix* (Fragilariaceae: Bacillariophyta), a new genus of synedroid diatoms from Florida Bay, USA. Phycologia 40(1):35-46.
- Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1990. The Diatoms - biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge. 747 p.
- Simonsen, R. 1974. The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition of R/V "Meteor". "Meteor" Forschungen-Ergebnisse 19 D:1-107.
- Siver, P.A., Morales, E.A., Van de Vijver, B., Smots, M., Hamilton, P.B., Lange-Bertalot, H. & Hains, J.J. 2006. Observations on *Fragilaria longifusiformis* comb. nov. et nom. nov. (Bacillariophyceae), a widespread planktic diatom documented from North America and Europe. Phycological Research 54:183-192.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativem Phytoplankton-Methodik. Mitteilung Internationale Vereinigung für Theoretische and Angewandte Limnologie 9: 1-38.
- Visinoni, N.C. D. 2002. Diatomáceas de rios da região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil: Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae (Achnanthes e Bacillariales) 131f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.