



Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA
Pró-reitora de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação Tecnológica
Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas - ICTA
Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos

TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE
Pinnularia **EHRENBERG EM UM LAGO DE PLANÍCIE DE**
INUNDAÇÃO DO RIO TAPAJÓS (SANTARÉM, AMAZÔNIA,
BRASIL)

RAIELI CARVALHO RÊGO LIBERAL

Santarém, Pará
Junho, 2018

RAIELI CARVALHO RÊGO LIBERAL

**TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL
DE *Pinnularia* EHRENBERG EM UM LAGO DE PLANÍCIE DE
INUNDAÇÃO DO RIO TAPAJÓS (SANTARÉM, AMAZÔNIA,
BRASIL)**

ORIENTADOR: DR. SÉRGIO DE MELO

COORIENTADORA: DRA. ANDREIA CAVALCANTE PEREIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos pela Universidade Federal do Oeste do Pará.

**Santarém, Pará
Junho, 2018**

RAIELI CARVALHO RÊGO LIBERAL

TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE *Pinnularia*
EHRENBERG EM UM LAGO DE PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO
TAPAJÓS (SANTARÉM, AMAZÔNIA, BRASIL)

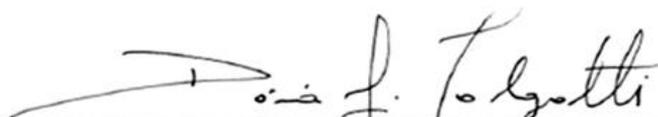
Dissertação apresentada como parte dos requisitos para
obtenção do título de mestre em Recursos Aquáticos
Continentais Amazônicos pela Universidade Federal do
Oeste do Pará.

Aprovada em: 30 de maio de 2018

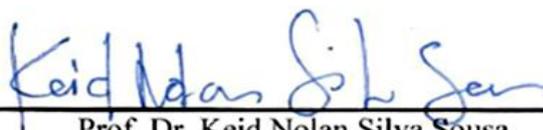
Banca Examinadora



Prof. Dr. Sérgio de Melo
Orientador – Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA



Profa. Dra. Dávia Marciana Talgatti
Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA



Prof. Dr. Keid Nolan Silva Sousa
Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA



Prof. Dr. José Reinaldo Pacheco Peleja
Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

L695t Liberal, Raieli Carvalho Rêgo
Taxonomia e distribuição espacial e temporal de *Pinnularia* EHRENBERG em um lago de planície de inundação do Rio Tapajós (Santarém, Amazônia, Brasil)./ Raieli Carvalho Rêgo Liberal. – Santarém, 2018.
101 p. : il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Sérgio Melo
Coorientadora: Andreia Cavalcante Pereira
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos.

1. Diatomáceas. 2. Períodos sazonais. 3. Áreas alagáveis. I. Melo, Sérgio, *orient.* II. Pereira, Andreia Cavalcante, *coorient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 577.6098115

Bibliotecária - Documentalista: Renata Ferreira – CRB/2 1440

SINOPSE

Estudou-se a riqueza e distribuição espacial e temporal do gênero *Pinnularia* (Pinnulariaceae) no plâncton do lago Verde, em quatro pontos amostrais do lago, em escala mensal durante o período de julho de 2016 a junho de 2017. Aspectos como variáveis ambientais, influência do pulso de inundação sobre a riqueza específica e características taxonômicas das espécies foram avaliados.

Palavras-chave: diatomáceas, períodos sazonais, áreas alagáveis, águas claras.

Dedico esta dissertação ao meu esposo:

Manuel Benjamin Liberal

Que durante minha trajetória sempre esteve presente, participando e me apoiando, sem medir esforço, para que eu conseguisse vencer cada etapa.

“E ainda que eu tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, eu nada seria.”

1 Coríntios 13:2 (Bíblia Sagrada)

AGRADECIMENTOS

Ao fim desta fase tão importante aproveito a oportunidade para lembrar daqueles que contribuíram em todas as etapas da minha formação deixando aqui registrado os meus sinceros agradecimentos.

Ao meu orientador Dr. Sérgio de Melo, por compartilhar comigo uma parte do seu vasto conhecimento, muito obrigada pela confiança, incentivo e contribuições.

À minha Co-orientadora Dra. Andreia Cavalcante Pereira, que desde a graduação tem estado ao meu lado e me incentivado a sempre fazer o melhor que posso. Muito obrigada pela sua confiança, por todo tempo investido e por todas contribuições ao longo desses anos de caminhada.

À pesquisadora Dra. Lezilda Carvalho Torgan, por ter me recebido tão bem na Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, e compartilhado comigo parte do seu conhecimento na identificação e confirmação de espécies.

Aos docentes do curso de Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos - PPGRACAM, por todo ensinamento, tanto em sala de aula quanto nas longas conversas de campo.

À banca examinadora, Dra. Dávia Talgatti, Dr. Reinaldo Peleja e Dr. Keid Nolan, pelas contribuições e críticas construtivas a esta dissertação.

À Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), em especial ao programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos - PPGRACAM pela infraestrutura física, logística e acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa financeira concedida.

Aos técnicos do Laboratório Multiplidisciplinar de Biologia Aplicada e do Laboratório Multidisciplinar de Recursos Aquáticos da UFOPA, Gilmara, Jhéssica, Cleberon, Waldinete e Paulo Brasil, muito obrigada por todo auxílio durante os processos de oxidação e montagem de lâminas permanentes.

Aos colegas do Laboratório de Recepção de Amostras pela parceria, aprendizagem e apoio, em especial aos professores Dr. Gustavo Canani e Dra. Dávia Talgatti, e as discentes Lara Rebelo, Jael Saray, Gabriele Vidal, Jessica Azevedo, Sâmea Silva.

Ao servidor e aluno de doutorado da UFOPA Paulo Brasil, obrigada por todo tempo dedicado auxiliando nas análises estatísticas, e obrigada pelas inúmeras horas de ajuda e pelas divertidas conversas neste período.

Aos colegas da Turma PPGRACAM 2016 pelas experiências construtivas que passamos juntos nas disciplinas, nos campos e nos laboratórios.

Às minhas amigas de turma e de vida, Yuryanne Carvalho e Thais Torres, obrigada por todo apoio, por cada riso, por cada lagrima, por cada foto, vocês fizeram tudo isso ser ainda melhor.

Ao meu querido esposo, Manuel Liberal, obrigada por está sempre ao meu lado, por sempre me dizer que eu iria conseguir, obrigada por me compreender e por tantas vezes cuidar de responsabilidades que eram minhas só porque eu precisava de um tempo a mais pra escrever. Tenho muita sorte de ter você.

À minha mamãe, mulher que me desafia e me ensina mais do que qualquer sala de aula. Muito obrigada por todo amor, por se preocupar comigo e cuidar de mim em todo instante. Obrigada aos meus irmãos Rosangela, Rudson e Riceli, por tantos momentos de alegria e conversas que me faziam relaxar.

Por último e mais importante, agradeço ao meu amado Deus, meu amigo Espírito Santo e meu amor Jesus, a Sua força foi o que me fortaleceu ao longo de todo este percurso, em todos os momentos pude sentir Sua presença e Seu cuidado em cada etapa da minha caminhada, sou tão grata, pois pude enxergar Sua presença nos detalhes, e nos momentos de solidão eu sabia que você estava lá comigo e cuidando de mim restabelecia a paz que minha alma precisava.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente me ajudaram a concluir essa etapa, me perdoem caso tenha esquecido alguém, mas todos são extremamente especiais para mim.

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA	iii
SINOPSE	iii
DEDICATÓRIA	iv
EPÍGRAFE	v
AGRADECIMENTOS	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	6
2.1 Geral	6
2.2 Específicos	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 Área de estudo	7
3.2 Amostragem e Coleta dos dados	8
3.3 Análise e identificação das espécies	10
3.4 Análises dos dados	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1 Variáveis ambientais	12
4.2 Distribuição espaço-temporal das espécies de <i>Pinnularia</i> no lago Verde	16
4.3 Composição taxonômica	22
4.3.1 Descrição das espécies do gênero <i>Pinnularia</i>	22
5 CONCLUSÃO	78
6 REFERÊNCIAS	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica do Lago Verde, indicando as quatro estações de amostragem. Legendas: IM = Igarapé do Macaco; IMe = Igarapé do Meiritiapina; CL= região Central do Lago; IC = Igarapé do Camarão.

Figura 2. Cota mensal do Rio Tapajós registrado no Porto de Santarém e profundidade média do lago Verde no período estudado.

Figura 3. Diagrama de ordenação da Análise de Componentes Principais das variáveis ambientais em escala sazonal.

Figura 4. Número de espécies registradas nas estações de amostragem em relação ao nível hidrométrico no lago Verde.

Figura 5. Valores de constância do gênero *Pinnularia* para todo o período de amostragens no lago Verde.

Figura 6. Diagrama de ordenação da Análise de Redundância das espécies com os dados abióticos.

Figuras 7 - 15. Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde.

Figura 16 - 22. Vista valvar em microscopia eletrônica de varredura das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde.

RESUMO

Com o objetivo de ampliar o conhecimento taxonômico e os padrões de distribuição espacial e temporal do gênero *Pinnularia* na região amazônica, realizou-se o presente estudo no lago Verde, um ambiente de inundação de águas claras da bacia do rio Tapajós, localizado na Área de Proteção Ambiental Alter do Chão. As amostras foram coletadas mensalmente, com rede de plâncton (20 µm) em quatro estações de amostragem, no período de julho de 2016 a junho de 2017, totalizando 48 amostras, que foram armazenadas em frascos de 100 mL e fixadas com solução de Transeau (Bicudo e Menezes, 2006). Concomitantemente às coletas, foram efetuadas medidas de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura, transparência da água e profundidade. Para análise, alíquotas de amostras foram submetidas ao processo de oxidação para análise em microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. A partir da observação das lâminas permanentes foi registrada a riqueza específica nas amostras e calculado o índice de constância para cada táxon. Foi aplicada a Análise de Componentes Principais (ACP) a fim de detectar inter-relações entre as variáveis ambientais e as estações de amostragem. Para verificar se houve diferença significativa na comunidade de *Pinnularia*, entre estações e entre os períodos do pulso de inundação, foi aplicado o teste PERMANOVA usando o índice de similaridade de Jaccard. Para verificar as relações significativas das variáveis ambientais sobre a comunidade de *Pinnularia*, foi realizada a Análise de Redundância (RDA). A comunidade de diatomáceas do gênero *Pinnularia* esteve composta por 60 táxons (30 espécies, onze variedades, nove *conferatum* e dez táxons identificados em nível genérico), entre estes, seis foram citados pela primeira vez para a Amazônia brasileira: *Pinnularia acuminata* var. *novazealandica*, *P. divergens* var. *media*, *P. graciloides* var. *rumrichae*, *P. parallela* var. *parallela*, *P. percuneata* var. *percuneata*, *P. tumescens*, e 21 citados pela primeira vez para o estado do Pará: *P. amazonica*, *P. aquaenigrae*, *P. boyeriformis*, *P. confirma*, *P. divergens* var. *malayensis*, *P. divergens* var. *mesoleptiformis*, *P. hyalina*, *P. instabiliformis*, *P. instabilis*, *P. liyanlingae*, *P. manausensis*, *P. meridiana* var. *concava*, *P. mollenhaueri*, *P. pogoii*, *P. polyonca*, *P. rostratissima* var. *ventricosa*, *P. sterrenburgii*, *P. subboyeri*, *P. tupensis*, *P. viridiformis*, *P. viridis*. A riqueza de espécies foi maior no período de vazante (57 táxons), seguido pelos períodos de águas baixas (52 táxons), enchente (48 táxons) e águas altas (40 táxons). Com relação ao ciclo hidrológico, os resultados demonstraram que houve diferença significativa na população do gênero *Pinnularia* nos períodos de vazante, águas baixas e águas altas. Especialmente, a estação denominada IM - Igarapé do Macaco diferenciou-se das demais estações de coleta. A RDA indicou que as variáveis ambientais profundidade e pH influenciam a distribuição da maior parte das espécies do gênero no lago Verde, onde a maioria dos táxons esteve associada aos períodos de águas baixas e vazante, nos quais se tem ambientes mais ácidos e com menores profundidades.

ABSTRACT

The aim of this work was to increase the taxonomic knowledge and the spatial and temporal distribution patterns of the genus *Pinnularia* in the Amazon region. The present study was carried out in Verde lake, a clear water flooding environment of the Tapajós river basin, located in the Alter do Chão Environmental Protection Area. The samples were collected monthly with plankton net (20 µm) at four sampling stations, from July 2016 to June 2017, totaling 48 samples, stored in 100 mL flasks and fixed with Transeau solution (Bicudo e Menezes, 2006). Concomitantly to the samples, measurements of pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, temperature, water transparency and depth were performed. To carry out the analysis, aliquots of samples were submitted to the oxidation process for analysis by optical microscopy and scanning electron microscopy. Based on the observation of the permanent slides, the specific richness in the samples was recorded and the constancy index for each taxon was calculated. Principal Component Analysis (PCA) was applied to detect interrelations between environmental variables and sampling stations. To verify if there was a significant difference in the community of *Pinnularia*, between seasons and between the periods of the flood pulse, the PERMANOVA test was applied using the Jaccard similarity index. The Redundancy Analysis (RDA) was performed to verify the significant relationships of the environmental variables on the community of *Pinnularia*. The diatom community of the genus *Pinnularia* consisted of 60 taxa (30 species, 11 varieties, 9 conferatum and 10 taxa identified in the generic level), Six of which were cited for the first time for the Brazilian Amazon: *Pinnularia acuminata* var. *novazealandica*, *P. divergens* var. *media*, *P. graciloides* var. *rumrichae*, *P. parallela* var. *parallela*, *P. percuneata* var. *percuneata*, *P. tumescens*, and 21 cited for the first time in the state of Pará: *P. amazonica*, *P. aquaenigrae*, *P. boyeriformis*, *P. confirma*, *P. divergens* var. *malayensis*, *P. divergens* var. *mesoleptiformis*, *P. hyalina*, *P. instabiliformis*, *P. instabilis*, *P. liyanlingae*, *P. manausensis*, *P. meridiana* var. *concava*, *P. mollenhaueri*, *P. pogoi*, *P. polyonca*, *P. rostratissima* var. *ventricosa*, *P. sterrenburgii*, *P. subboyeri*, *P. tupensis*, *P. viridiformis*, *P. viridis*. The species richness was higher during the decreasing water period (57 taxa), followed by low water periods (52 taxa), increasing water (48 taxa) and high waters (40 taxa). Regarding the hydrological cycle, the results showed that there was a significant difference in the population of *Pinnularia* genus in the periods of decreasing water, low waters and high waters. Spatially, the station called IM - Igarapé do Macaco differed from the other collection stations. The RDA indicated that the environmental variables depth and pH influence the distribution of most species of the genus in the Verde lake, where the majority of the taxa were associated to the low water and decreasing water periods, in which there are more acidic environments and with lower depths.

1. INTRODUÇÃO

A Bacia Amazônica possui aproximadamente sete milhões de quilômetros quadrados de extensão, sendo considerada a maior e mais densa rede fluvial do mundo, apresenta um sistema de drenagem complexo, constituído de inúmeros rios e lagos, os quais contribuem com cerca de 18% da descarga mundial das águas continentais nos oceanos (Sioli, 1984). É estimado que de sua área total aproximadamente 300.000 Km² correspondem a áreas sazonalmente inundadas, denominadas planícies de inundação (Goulding, 1996).

Segundo Esteves (2002), em decorrência da grande variedade de ecossistemas existentes nessa bacia, é favorecido o desenvolvimento de uma das maiores biodiversidades do planeta, sendo que a maior parte desta ainda é desconhecida devido aos poucos estudos existentes frente à grandiosidade dessa riqueza.

Nesta bacia dois fatores têm sido primordiais para a determinação da estrutura e dinâmica das comunidades dos organismos aquáticos, quais sejam, a coloração das águas (Sioli, 1984) e o pulso de inundação (Junk *et al.*, 1989).

Em relação à coloração das águas, estas foram primeiramente classificadas por Wallace (1853) e posteriormente, por Sioli (1950) que estabeleceu os três diferentes tipos de águas dos grandes rios amazônicos com base nos parâmetros físicos e químicos. As águas amazônicas então classificadas em: águas brancas, águas pretas e águas claras, as águas claras são caracterizadas pela transparência mais elevada (1,1 e 4,3 m), com reduzido fluxo de material inorgânico e orgânico dissolvido, composição química e fertilidade variável, podendo ser pobres ou ricas em sais minerais dependendo da área de captação e pH variando de 4,5 a acima de 7, sendo bem representada no estado do Pará, onde pode-se citar os rios Tapajós, Xingu e Curuá-Una. As águas claras correspondem a uma parte importante das águas amazônicas, sendo que os seus rios representantes têm origem em sua maioria no Planalto Central Brasileiro (Sioli, 1985). Devido às características dessas águas, entre elas a elevada transparência, é provável a existência de uma grande diversidade biológica associadas a estas.

Quanto ao pulso de inundação, de acordo com Junk (1997) este é um dos principais fatores responsáveis pela regulação e ocorrência de espécies nos ecossistemas, atuando fortemente sobre a diversidade e dinâmica dos organismos dentro dos ecossistemas alagáveis. Inseridos nestes ecossistemas, estão os lagos de inundação amazônicos, os quais sofrem grande influência da variação no nível da água, tendo suas características físicas e químicas em constante modificação ao longo do tempo, principalmente em função das variações na

profundidade desses lagos, o que acarreta modificações nas condições ambientais, e por sua vez exige adaptações na fauna e flora (Junk, 1983; Junk *et al.*, 1989).

Esses lagos podem ser permanentemente conectados ao canal do rio principal, ou permanecer conectados ao rio apenas durante uma parte do ano (Brito *et al.*, 2014) de modo geral são influenciados sazonalmente, sendo que durante o período de águas altas quando estão conectados com o rio, podem adquirir características similares às dos sistemas lóticos e no período de águas baixas, sofrem influência principalmente da precipitação, dos afluentes secundários, do solo e vegetação da bacia lacustre (Ibañez, 1998; Izaguirre *et al.*, 2001; Darwich *et al.*, 2005, Pereira *et al.*, 2017b).

Segundo Pereira *et al.* (2017b) as alterações que ocorrem no ecossistema devido ao pulso de inundação, são refletidas diretamente na ecologia dos ambientes lacustres, o que resulta em adaptações e/ou alterações produzidas nas comunidades biológicas, a partir dos produtores primários.

Entre os produtores primários dos ecossistemas aquáticos encontram-se as algas, um grupo heterogêneo de organismos autotróficos de elevada riqueza de espécies (Boney, 1989).

Estes organismos podem estar distribuídos nos diferentes compartimentos dos ambientes aquáticos, podendo fazer parte da comunidade perifítica, bentônica ou planctônica (Esteves, 2011). Os grupos de algas presentes no plâncton podem apresentar grande importância para a manutenção dos ecossistemas, tendo em vista sua contribuição para o fluxo energético do ambiente.

O estudo de Melack e Forsberg (2001) demonstra que fitoplâncton está entre os principais grupos de organismos fotossintéticos que contribuem para a produção primária em ecossistemas amazônicos.

Os trabalhos de Araújo-Lima *et al.* (1986), Forsberg *et al.* (1993) e Leite *et al.* (2002) reafirmam a importância desses organismos para o sistema, onde desempenham um papel primordial no fluxo energético, constituindo-se como a principal fonte de proteínas para muitas espécies de peixes, sendo essas proteínas altamente nutritivas e de fácil assimilação por estes animais.

Além disso, tanto o fitoplâncton como as algas em geral podem ser utilizados no monitoramento dos ecossistemas aquáticos, onde devido à sua sensibilidade a alterações químicas e físicas da água, muitas espécies podem ser utilizadas como bioindicadores da qualidade ambiental (Uherkovich, 1984).

Nos últimos anos, diferentes estudos têm indicado a influência do pulso de inundação sobre a riqueza e distribuição do fitoplâncton nos lagos de inundação amazônicos (Ibañez,

1998, Huszar e Reynolds, 1997; Melo e Huszar, 2000; Melo *et al.*, 2004, Almeida e Melo, 2011), onde em sua maioria têm sido registrado os maiores valores dos atributos da comunidade fitoplanctônica associados ao período de águas baixas (Almeida e Melo, 2011). Destes estudos destacam-se os de Huszar e Reynolds (1997), Melo e Huszar (2000) e Melo *et al.*, 2004a) realizados em lagos de inundação de águas claras.

Um dos principais grupos de algas presentes no fitoplâncton é o grupo das diatomáceas (Esteves, 2011). As diatomáceas pertencem à divisão Bacillariophyta com representação de cerca de 250 gêneros e 10.000 a 12.000 espécies. Além disso, estão classificadas em três grandes classes: Coscinodiscophyceae, que apresenta simetria radial e as classes Fragilariophyceae e Bacillariophyceae, com simetria bilateral (Round *et al.* 1990). Esses organismos são unicelulares, eucariontes, pigmentados e fotossintetizantes, embora algumas possam viver heterotroficamente, no escuro, se lhes for fornecida uma fonte adequada de carbono orgânico (Rocha, 2008).

A principal característica das diatomáceas é a parede celular que é diferenciada pela presença de uma estrutura periférica silicosa bivalve e complexa denominada de frústula, que apresenta bandas conectivas. Esta parede consiste, basicamente, de duas metades, a epiteca (epivalva + epicíngulo) e a hipoteca (hipovalva + hipocíngulo) (Round *et al.*, 1990; Franceschini *et al.*, 2010).

A estrutura das frústulas apresenta ornamentações variadas que são uma das principais características utilizadas para estudar o grupo (Stoermer e Smol, 1999), pois a taxonomia e a sistemática deste grupo dependem, em grande parte, da simetria e do contorno das valvas, da forma das extremidades valvares, bem como da ornamentação da frústula, forma do esterno da rafe ou área central, entre outros (Rocha, 2008).

Segundo Round *et al.* (1990), por apresentarem grande abundância e riqueza de espécies as diatomáceas constituem-se como um dos grupos mais importantes para a determinação da qualidade de águas continentais.

O primeiro estudo sobre diatomáceas de águas continentais da região amazônica foi realizado por Ehrenberg (1843) no rio Coari, afluente da margem direita do rio Solimões, citando quatro espécies do grupo para a região. Posteriormente, Dickie (1881) cita 188 táxons de diatomáceas e 101 de outros grupos de algas para o rio Amazonas e seus tributários (Tapajós, Purus, Trombetas e Negro). Já Schmidt *et al.* (1874-1959) ilustraram diversas espécies de diatomáceas da região amazônica no Atlas der Diatomaceenkunde.

Patrick (1940a, b) no período de 1934-1937, apresenta a descrição de novas espécies e variedades de diatomáceas para o Estado do Pará. Os trabalhos publicados por Hustedt nas

décadas de cinquenta e sessenta (Hustedt 1952a, b; 1955; 1965) são os que apresentam descrições com maior detalhe de várias espécies inéditas para a Ciência pertencentes à classe Bacillariophyceae, que de acordo com Wetzel (2011) estes se constituem os trabalhos taxonômicos clássicos para a região.

Apesar dos trabalhos de Patrick (1940a, b), citados anteriormente, no estado do Pará são escassos os estudos publicados com diatomáceas, havendo estudos do grupo principalmente em sedimentos costeiros (Ribeiro *et al.*, 2005, Ribeiro *et al.*, 2007, Ribeiro *et al.*, 2008a, Ribeiro *et al.*, 2008b e Costa *et al.*, 2007). Trabalhos nos quais há registros de ocorrência de diatomáceas no estado, sendo estes realizados na região do rio Guamá (Paiva, 2006 e Monteiro *et al.*, 2009). E ainda um estudo com um gênero de diatomáceas na comunidade perifítica do rio e reservatório de Curuá-Una, próximo a Santarém (Azevedo *et al.*, 2018).

Para a Amazônia, as obras de Metzeltin e Lange-Bertalot (1998; 2007) e Kociolek *et al.* (2001) são importantes trabalhos taxonômico por descreverem novos táxons e, atualmente, nota-se um aumento expressivo de trabalhos com novos gêneros e espécies de diatomáceas publicados por Burliga (2010; 2012), Burliga *et al.* (2007; 2013), Wetzel *et al.* (2010; 2012a, b), Graeff *et al.* (2012) e Pereira *et al.* (2014, 2015).

A investigação da influência do pulso de inundação unicamente sobre o grupo das diatomáceas na Amazônia, tem se limitado ao trabalho de Raupp *et al.* (2009) no lago Cutiuaú, um lago de inundação de águas pretas.

Todos estes estudos realizados na região amazônica apontam um elevado número de espécies de diatomáceas do gênero *Pinnularia* Ehrenberg (1843).

O gênero *Pinnularia* pertence à família Pinnulariaceae Mann, um grupo composto por indivíduos solitários que apresentam estrias de estrutura alveolada (Round *et al.*, 1990). Nove gêneros fazem parte desta família atualmente, sendo estes: *Caloneis* Cleve, *Diatomella* Greville, *Dimidiata* Hajós, *Östrupia* Heiden ex Hustedt, *Pinnularia* Ehrenberg, *Chamaepinnularia* Lange-Bertalot & Krammer, *Alveovallum* Lange-Bertalot & Krammer, *Hygropetra* Krammer & Lange-Bertalot e *Pulchella* Krammer (Round *et al.* 1990; Krammer 2000).

O gênero *Pinnularia* é um dos mais ricos em espécies dentro do grupo das diatomáceas, possui mais de 2.500 táxons registrados no Algaebase dos quais 726 são atualmente aceitos (Guiry e Guiry, 2016). O gênero ocorre globalmente em habitats de água doce com reduzidos valores de pH e características oligotróficas (Krammer, 2000; Round *et al.*, 1990).

As referências feitas para o gênero *Pinnularia* na Amazônia estão em sua maioria concentradas em trabalhos realizados em ambientes de águas pretas. Descrições e comentários de certos táxons do grupo são encontrados em alguns estudos, tais como os de Hustedt (1965), Fukushima e Xavier (1988) Díaz-Castro *et al.* (2003), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998; 2007), Pereira (2009), Wetzel (2011), e Pereira *et al.* (2012; 2013; 2014; 2015; 2017a). O único estudo voltado para a compreensão da relação do pulso de inundação com a estruturação da comunidade de *Pinnularia* foi realizado por Pereira *et al.* (2017b) no lago Tupé, um lago de inundação na bacia do rio Negro.

Estudos realizados em ambientes de águas claras citam um total de 39 espécies do gênero *Pinnularia* para estes ambientes, onde representantes do gênero são descritos por Hustedt (1965), Uherkovich (1976) e Metzeltin e Lange Bertalot (1998, 2007), tanto para lagos de inundação, como para os rios Arapiuns e Tapajós. Neste tipo de águas, os estudos limitando-se apenas a descrições dos táxons sem associá-los as variações ambientais.

Embora os estudos supracitados tenham acrescentado importantes informações ao conhecimento taxonômico sobre as espécies do gênero *Pinnularia*, as investigações ainda não são suficientes considerando a imensidão e diversidade de ambientes aquáticos da Bacia Amazônica, além disso há pouquíssimas publicações a respeito deste gênero em ambientes de inundação de águas claras.

O conhecimento da diversidade e distribuição deste grupo em lagos de inundação de águas claras é de fundamental necessidade, porque servirá como base para futuros estudos sobre produção primária, dinâmica do sistema e biomonitoramento, haja visto, que a diversidade dos sistemas límnicos amazônicos representam um grande desafio para os estudos nesta região que tem reconhecida importância estratégica para o desenvolvimento nacional (Melo *et al.*, 2004b).

Diante do exposto, constata-se a importância de se investir nos estudos sobre o gênero nos lagos de inundação amazônicos, com o intuito de ampliar os conhecimentos taxonômicos e de distribuição geográfica deste grupo e subsidiar posteriores trabalhos de cunho taxonômico e ecológico, haja vista que este gênero tem sido amplamente estudado em outros tipos de ambientes, mas não possuía até o momento nenhum estudo atual na região de Santarém.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Identificar e descrever as espécies do gênero *Pinnularia* (Pinnulariaceae) e verificar os padrões de distribuição espacial e temporal da riqueza do gênero no lago Verde, Área de Proteção Ambiental Alter do Chão.

2.2 Específicos:

- Relacionar as variações dos dados limnológicos com a distribuição das espécies de *Pinnularia* no ambiente;
- Avaliar a frequência de ocorrência dos táxons e comparar o índice de constância das espécies nos ambientes amostrados;
- Analisar a variação temporal e espacial da composição de espécies de *Pinnularia* ao longo de um ciclo sazonal completo;
- Determinar a riqueza específica do gênero *Pinnularia* no lago Verde;
- Descrever e ilustrar as espécies presentes no lago com base em suas características morfológicas e morfométricas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no Lago Verde, localizado entre as coordenadas 2°31'' e 2°26'' S e 54°58'' e 54°54'' W, na margem direita, trecho baixo rio Tapajós, dentro da Área de Proteção Ambiental Alter do Chão – APA Alter do Chão, à cerca de 40 Km do município de Santarém (Figura 1).

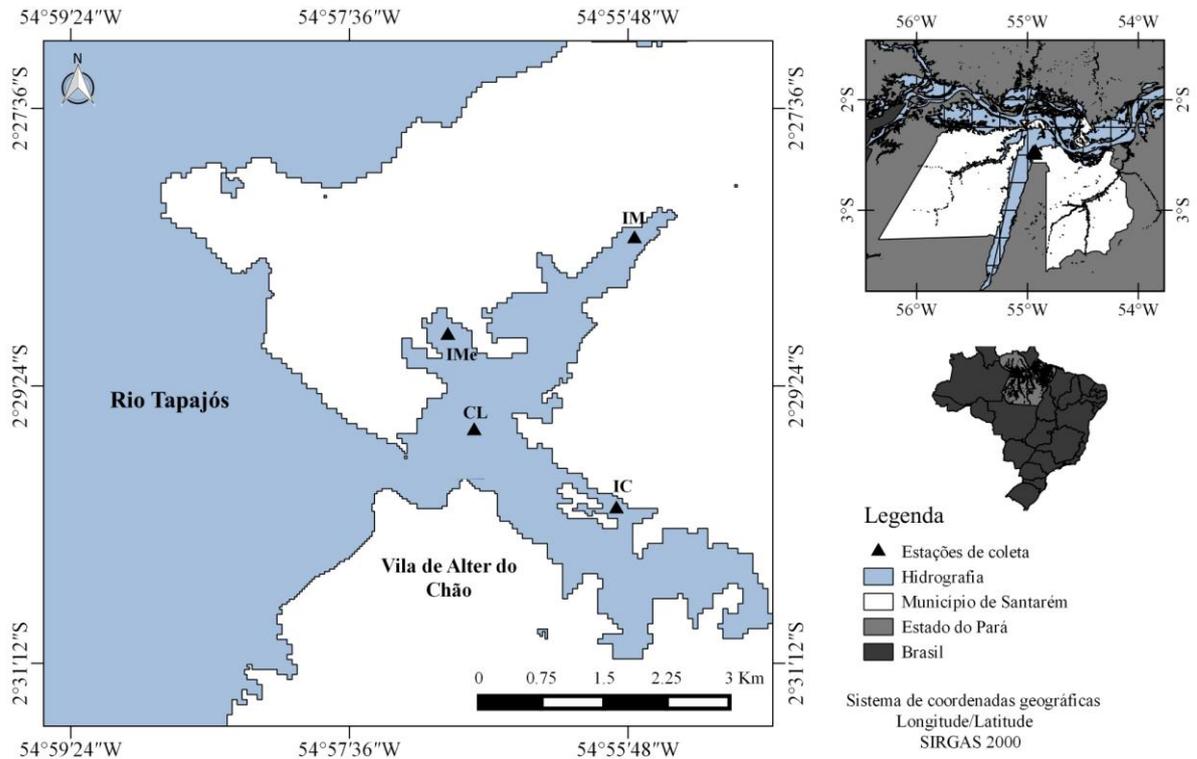


Figura 1. Localização geográfica do Lago Verde, indicando as quatro estações de coletas. Legendas: IM = Igarapé do Macaco; IMe = Igarapé do Meiritiापina; CL= região Central do Lago; IC = Igarapé do Camarão.

O lago apresenta um formato em “V”, abrangendo cerca de 165 hectares (Guedes, 2010), é alimentado por dois igarapés principais, Jutuarana e Sorrinsal. Caracteriza-se por ser um ambiente de águas claras, permanentemente conectado com o rio Tapajós por um canal.

A vegetação em torno do lago é definida como vegetação de Savana (Miranda, 1993) com partes de floresta de terra firme e áreas inundáveis (Leite, 2010), a partir das quais há entrada de matéria orgânica para o lago.

O lago Verde é um dos principais pontos turísticos do município de Santarém, sendo amplamente usado para balneabilidade, passeios, além da pesca artesanal e esportiva. Para as populações que vivem as proximidades desse lago, a sua importância além de econômica, que

utilizam os recursos do lago para complementar sua renda, é cultural, tendo em vista a sua estreita relação com a religiosidade e lendas da região.

3.2 Amostragem e Coleta dos dados

As amostragens foram realizadas em escala mensal com início em julho de 2016 e término em junho de 2017. As coletas foram realizadas em quatro estações de amostragem denominadas: **IM** (02°28'43,8'S e 54°56'06,9'W) localizada próximo a foz do igarapé do Macaco; **IMe** (02°29'09,3'S e 54°56'53,9'W) localizada próximo a foz do igarapé do Meiritiapina; **CL** (02°29'26,7'S e 54°56'52,6'W) localizada na região central do lago Verde e **IC** (02°30'04,3' S e 54°56'06,1'W) localizada próximo a foz do igarapé do Camarão (Figura 1). No total foram coletadas 48 amostras fitoplânctônicas.

Os doze meses foram agrupados em quatro períodos distintos do pulso de inundação a partir dos valores obtidos para a cota do lago: 1) Vazante (VAZ) - julho a setembro de 2016; 2) Águas Baixas (AB) - outubro a dezembro de 2016; 3) Enchente (ENC) - janeiro a março de 2017; 4) Águas Altas (AA) - abril a junho de 2017.

As amostras foram obtidas com rede de plâncton, malha de 20 µm, através de arrastos horizontais nas quatro estações de coleta. Cada amostra coletada foi armazenada em frascos de vidro de 100 mL e fixada com solução de Transeau na proporção 1:1 (Bicudo e Menezes, 2006), após o estudo as amostras foram depositadas no Herbário da Universidade Federal do Oeste do Pará - HSTM, sendo os dados de registro no herbário especificados na tabela 1.

Tabela 1. Referência do material examinado no lago Verde depositado no Herbário da Universidade Federal do Oeste do Pará (HSTM-UFOPA), seus respectivos números de tombamento, data, local de amostragem e coletor. Legendas: IM - Igarapé do Macaco; IMe - Igarapé do Meiritiapina; CL- Central do Lago e IC- Igarapé do Camarão.

Material examinado	Data	Local de amostragem	Coletor
HSTM - Algas 10292	09/VII/2016	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10293	10/II/2017	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10294	17/XI/2016	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10295	06/XII/2016	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10296	04/X/2016	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10297	09/IX/2016	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10298	11/VIII/2016	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10299	04/I/2017	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10300	10/III/2017	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10301	07/IV/2017	IC	Carvalho, R. s/n°

Continua

HSTM - Algas 10302	11/V/2017	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10303	09/VI/2017	IC	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10304	04/X/2016	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10305	09/VII/2016	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10306	10/II/2017	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10307	17/XI/2016	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10308	06/XII/2016	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10309	11/VIII/2016	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10310	09/IX/2016	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10311	04/I/2017	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10312	10/III/2017	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10313	07/IV/2017	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10314	11/V/2017	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10315	09/VI/2017	CL	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10316	10/II/2017	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10317	06/XII/2016	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10318	09/VII/2016	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10319	04/X/2016	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10320	17/XI/2016	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10321	11/VIII/2016	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10322	09/IX/2016	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10323	10/III/2017	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10324	04/I/2017	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10325	07/IV/2017	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10326	11/V/2017	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10327	09/VI/2017	IM	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10328	04/X/2016	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10329	10/II/2017	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10330	09/VII/2016	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10331	06/XII/2016	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10332	17/XI/2016	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10333	09/IX/2016	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10334	11/VIII/2016	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10335	10/III/2017	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10336	04/I/2017	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10337	07/IV/2017	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10338	11/V/2017	IMe	Carvalho, R. s/n°
HSTM - Algas 10339	09/VI/2017	IMe	Carvalho, R. s/n°

Concomitantemente às coletas, foram efetuadas medidas nas camadas superficiais da lâmina d'água de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura através do medidor multiparâmetro modelo AKSO-AK88. As medições de transparência da água e profundidade da coluna d'água foram determinadas com a utilização de um disco de Secchi.

3.3 Análise e identificação das espécies

Para a análise das espécies, as amostras foram submetidas ao processo de oxidação, com a finalidade de remover a matéria orgânica para melhor observação das características diacríticas das espécies, esse processo foi efetuado segundo o método de Stosch (1970), que consiste em igual volume da amostra de ácido nítrico e três vezes o volume da amostra de ácido sulfúrico levando-se ao fogo brando por cerca de três minutos, efetuando-se posteriormente, sucessivas lavagens com água destilada para eliminação do excesso de ácido. Ao término deste processo, o material foi preparado para análise em microscopia óptica e microscopia eletrônica.

A análise em microscopia óptica se deu a partir da montagem do material entre lâmina e lamínula utilizando a resina Naphrax como meio de inclusão, sendo montadas quatro lâminas permanentes de cada amostra e analisadas três lâminas de cada. A análise em microscopia eletrônica de varredura foi realizada a partir da montagem do material em lâminas de raios-X sobre “stubs” de alumínio, seco em estufa e metalizado com 30 nm de ouro.

Para observação e registro do material foram utilizados microscópio óptico (MO) da marca Zeiss com sistema de captura de imagem acoplado no laboratório de Microscopia e Recepção de amostras da Universidade Federal do Oeste do Pará, e microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca JEOL JSM-6060 no Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

A identificação das espécies de *Pinnularia* foi baseada nas características morfológicas e morfométricas da frústula, tendo como base os trabalhos de Schmidt *et al.* (1874-1959), Hustedt (1965), Patrick e Reimer (1966), Simonsen (1987), Krammer (2000), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2007), além de trabalhos atuais publicados em periódicos. A classificação taxonômica adotada foi a de Round *et al.* (1990).

3.4 Análises dos dados

A partir da observação das lâminas permanentes foi registrada a riqueza específica que expressa o número de táxons presentes em cada amostra, e gerada uma matriz binária de presença e ausência das espécies que foi utilizada para todas as análises.

Para identificar a frequência de ocorrência das espécies foi calculado o índice de constância através da equação $C = (p \times 100)/P$ (modificado de Dajoz, 1978) onde; p é o número de coletas contendo a espécie e P é o número total de coletas, como critério considerou-se $C > 70$ espécies constantes; $30 < C < 70$ espécies frequentes; $10 < C < 30$ espécies esporádicas; $C < 10$ representam espécies raras.

A fim de detectar inter-relações entre as variáveis ambientais e as estações de amostragem aplicou-se a técnica de estatística multivariada de Análise de Componentes Principais (PCA) com os dados padronizados em ranging (Legendre e Legendre, 2012).

Para verificar se houve diferença significativa na comunidade de *Pinnularia* entre as estações amostradas e entre os períodos do pulso de inundação foi aplicado o teste PERMANOVA usando o índice de similaridade de Jaccard sendo permutado 999 vezes (Anderson, 2001).

Foi realizada uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) para determinar o melhor método de ordenação canônica para este estudo. O comprimento do gradiente foi menor que 3 para todos os eixos (eixo 1 =1.473; eixo 2=1.855; eixo 3=1.363; eixo 4=2.095), e neste caso, foi utilizado a Análise de Redundância (RDA) para verificar as relações significativas das variáveis ambientais sobre a comunidade de *Pinnularia*. A significância estatística da ordenação dos dados biológicos e abióticos foi testada através de 999 permutações do teste de Monte Carlo. Para este estudo, foram utilizadas as espécies que obtiveram frequência de ocorrência igual ou superior a 10% nas amostras (Ter Braak e Smilauer, 1998; Legendre e Legendre, 2012).

As análises acima foram realizadas com auxílio do software PAST 3.19 (Hammer *et al.*, 2001) e com o pacote Canoco for Windows versão 4.5 (Ter Braak e Smilauer, 1998).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis Ambientais

A profundidade do lago Verde teve o valor mínimo de 0,50 m registrado em dezembro de 2016 e valor máximo de 9,65 m registrado em maio de 2017 (Tabela 2). As variações observadas indicam que o rio Tapajós influencia a profundidade do lago, tendo em vista que estas refletiram a variação do nível do rio no período estudado (Figura 2). Este comportamento é semelhante ao observado em estudos anteriores na Amazônia como de Melo e Huszar (2000) no lago Batata e Pereira *et al.* (2017b) no lago Tupé.

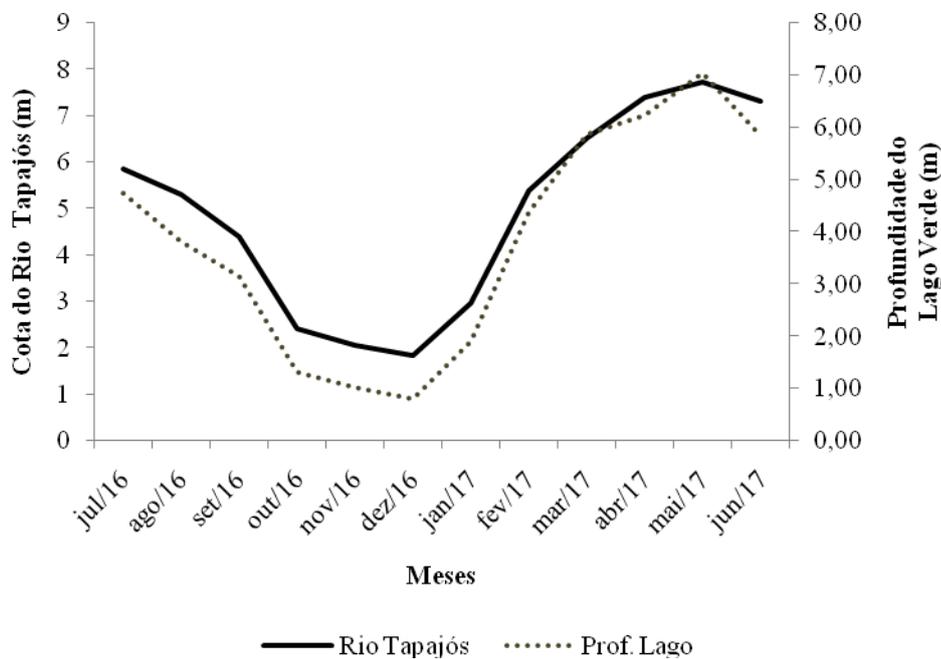


Figura 2. Cota mensal do Rio Tapajós registrado no Porto de Santarém e profundidade média do lago Verde no período estudado. Fonte: Capitania Fluvial Santarém.

Em relação à transparência da água, nos meses com menor profundidade do lago, de outubro a dezembro de 2016, alcançou toda coluna da água. O maior valor de transparência registrado foi de 3,18 m no mês de junho de 2017, correspondente ao período de águas altas (Tabela 2). No lago Batata, Huszar e Reynolds (1997) registraram menor transparência no período de águas baixas, os quais atribuíram este fato ao aumento da biomassa de algas no ambiente e a ressuspensão freqüente do material sedimentar fino neste período, a maior transparência foi observada pelos autores no período de enchente, tendo alcançado 1,5 m.

Os valores de temperatura da água mantiveram-se acima de 27°C sendo que o período de águas baixas apresentou o menor valor (27,20 °C) enquanto que o maior o valor (31,10 °C)

foi observado no período de vazante (Tabela 2). A temperatura registrada para o lago Verde apresentou maior variação que a observada para o rio Tapajós nas proximidades de Santarém por Miranda *et al.* (2009) quais os valores variaram de 29,6 a 29,8°C.

As águas do lago Verde apresentaram pH variando entre ácido a ligeiramente alcalino. O menor valor registrado foi 4,0 durante a enchente, e o maior foi 7,7 durante as águas altas (Tabela 2). Os valores observados são similares aos de estudos realizados em outros ambientes amazônicos de águas claras. Para o lago Batata foram registrados valores oscilando de 5,4 no período de águas altas e 6,0 na vazante em Huszar e Reynolds (1997) e 4,7 no período de enchente a 6,1 no período de águas altas em Melo e Huszar (2000). Para o rio Tapajós, Miranda *et al.* (2009) registraram variação do pH de 6,6 a 7,8.

Ao longo do período de estudo foi registrada considerável variação dos valores de condutividade elétrica. O menor valor ($6,50 \mu\text{S cm}^{-1}$) foi observado no período de águas baixas e o maior valor registrado ($34,0 \mu\text{S cm}^{-1}$) ocorreu na enchente (Tabela 2). Os baixos valores observados são comumente citados para águas claras e águas pretas (Huszar e Reynolds, 1997; Melo e Huszar, 2000; Aprile e Mera, 2007; Pereira *et al.*, 2012; Pereira *et al.*, 2017b).

Em relação à concentração de oxigênio dissolvido no lago Verde, o valor mínimo (4,08 mg/L) foi registrado no período de águas baixas em outubro de 2016 e o valor máximo (8,00 mg/L) no período de águas altas em junho de 2017 (Tabela 2). Estes resultados se assemelham as concentrações observadas para outros ambientes amazônicos de águas claras (Sioli e Klinge, 1962; Vieira e Darwich, 1999; Miranda *et al.*, 2009; Silva, 2012).

Tabela 2. Valores das variáveis limnológicas registradas para o lago Verde no período de amostragem. Estações: IM = Igarapé do Macaco; IMe = Igarapé do Meiritiापina; CL = Centro do lago; IC = Igarapé do Camarão.

Mês/Ano	Profundidade (m)				Transparência (m)				Temperatura (°C)				pH				Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$)				O^2 (mg/L)			
	IM	IMe	IC	CL	IM	IMe	IC	CL	IM	IMe	IC	CL	IM	IMe	IC	CL	IM	IMe	IC	CL	IM	IMe	IC	CL
jul/16	4,20	4,56	7,00	3,20	2,88	2,90	2,70	2,20	29,2	29,2	29,9	29,5	5,85	6,86	6,36	5,82	8,23	8,39	8,81	8,36	4,4	4,4	4,5	4,1
ago/16	3,89	3,57	4,60	3,18	2,31	2,25	2,45	2,60	30,5	30,9	31,1	31,1	5,70	6,60	6,20	6,40	7,83	7,10	9,50	8,97	5,2	5,8	6,7	5,8
set/16	2,64	2,75	4,33	2,89	2,13	1,45	1,87	1,85	30,8	30,5	31,0	31,0	6,10	6,40	6,70	6,40	7,60	7,55	8,50	7,73	7,2	7,1	7,3	7,6
out/16	0,99	1,50	2,10	0,69	0,99	1,17	1,33	0,69	28,9	30,2	30,1	29,1	5,20	6,50	6,30	4,70	7,30	8,00	7,80	6,50	4,0	5,5	5,95	5,1
nov/16	0,68	1,29	1,52	0,57	0,68	0,80	1,11	0,57	27,2	29,7	30,0	30,0	6,80	6,20	6,60	6,30	9,00	13,00	11,00	26,00	5,7	6,1	6,1	5,4
dez/16	0,58	0,80	1,30	0,50	0,58	1,00	1,10	0,50	27,3	29,7	29,8	28,4	6,22	5,34	5,48	4,80	8,50	7,90	8,20	7,50	5,2	6,3	6,3	5,3
jan/17	1,64	1,78	2,80	1,35	1,41	0,99	1,10	0,70	27,3	28,0	28,1	28,2	4,00	5,60	5,80	4,20	34,00	11,00	10,00	11,00	9,2	8,3	8,1	5,8
fev/17	3,94	4,20	5,91	3,40	2,06	1,55	1,88	2,07	29,3	29,5	29,8	29,9	6,80	7,20	7,50	7,60	16,00	10,00	9,00	10,00	6,8	7,1	7,0	5,8
mar/17	5,04	5,38	8,50	4,55	2,35	1,53	2,43	2,04	29,1	29,4	29,5	29,5	9,00	7,20	7,20	6,50	23,00	14,00	10,00	11,00	6,3	6,8	6,5	6,1
abr/17	5,75	5,43	8,86	4,87	1,90	1,42	1,52	1,67	29,4	29,7	29,6	29,8	7,30	7,30	7,70	7,60	32,00	11,00	10,00	10,00	5,8	5,5	5,3	3,1
mai/17	6,49	6,08	9,65	5,92	2,35	2,01	2,16	2,13	28,6	28,7	29,2	29,8	7,00	6,90	8,50	8,20	15,00	13,00	12,00	11,00	3,2	5,0	4,0	5,2
jun/17	6,02	6,04	6,23	5,06	2,10	2,36	2,50	3,18	30,4	30,3	30,3	30,6	6,34	6,25	6,18	6,33	10,40	13,80	13,40	12,20	7,2	7,8	8,0	7,7

A PCA realizada para as variáveis ambientais indicou a formação do eixo 1 com contribuição das variáveis temperatura, pH, transparência e a profundidade, explicando 39,9% da variação, o segundo eixo forma um gradiente de condutividade e oxigênio dissolvido, tendo essas mesmas variáveis contribuição para 20,7% da variação das amostras. Tanto o primeiro quanto o segundo eixo separam as amostras em função do período do pulso de inundação. No eixo 1 todas as amostras referentes ao período de águas baixas foram distribuídas no lado positivo do eixo, enquanto que a maior parte das amostras, referentes aos períodos de vazante, enchente e águas altas alocaram-se do lado negativo do eixo, estando associadas a maiores valores de temperatura, pH, transparência e a profundidade. No eixo 2 todas as amostras do período de vazante e a maior parte das amostras do período de águas baixas encontraram-se no lado negativo do eixo, indicando associações com os menores valores de condutividade elétrica e oxigênio dissolvido (Figura 3).

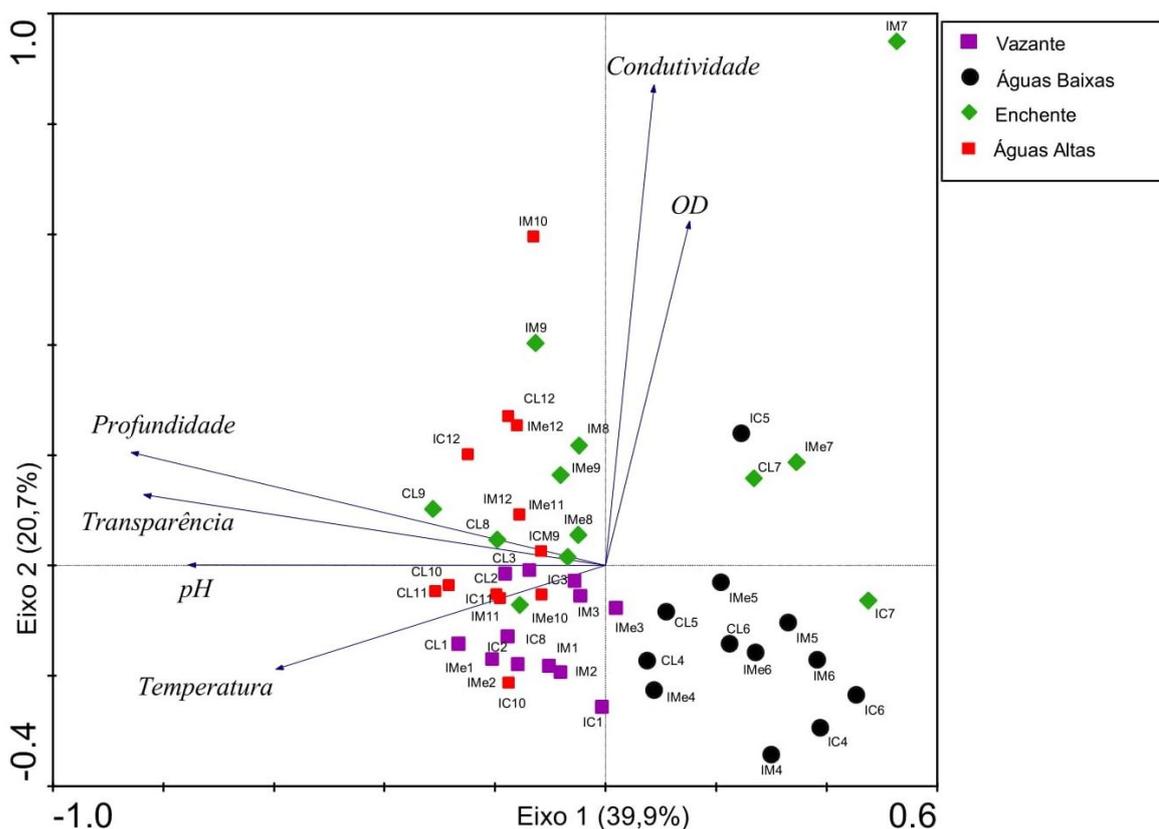


Figura 3. Diagrama de ordenação da Análise de Componentes Principais das variáveis ambientais em escala sazonal. Estações: IM = Igarapé do Macaco; IMe = Igarapé do Meiritiapiã; CL = Centro do lago; IC = Igarapé do Camarão.

Diversos estudos realizados na Amazônia têm buscado entender como o pulso de inundação afeta as características físicas, químicas e biológicas das planícies de inundação e dos lagos (exemplos, Forsberg *et al.*, 1988; Almeida e Melo, 2009; Brito *et al.*, 2014; Furtado

e Lopes, 2015). Os agrupamentos apresentados na PCA demonstraram a organização das amostras em função do período do pulso de inundação. Os períodos de enchente, águas altas e vazante, formaram um grupo associado aos maiores valores das variáveis limnológicas. As amostras referentes ao período de águas baixas agruparam-se aos menores valores das variáveis. Os valores maiores das variáveis ambientais estiveram relacionados aos períodos em que o rio Tapajós exerceu maior influência sobre o lago, onde o influxo fluvial tende a aumentar a similaridade limnológica entre os rios da planície de inundação e os lagos associados (Brito *et al.* 2014).

4.2 Distribuição espaço-temporal das espécies de *Pinnularia* no lago verde

Neste estudo foi registrada elevada riqueza de *Pinnularia* no plâncton do lago Verde, sendo observado um total de 60 táxons pertencentes ao gênero (Tabela 3).

Tabela 3. Lista de espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde, com respectivas siglas e Índice de Constância (IC). C = Constante, F= Frequente, E= Esporádica, R= rara.

Táxons	Sigla dos táxons	IC
<i>Pinnularia acuminata</i> var. <i>novazealandica</i> Krammer	PANO	F
<i>P. amazonica</i> Metzeltin e Krammer	PAMA	F
<i>P. amoena</i> Hustedt	PAMO	C
<i>P. aquaenigrae</i> Krammer e Metzeltin	PAQU	F
<i>P. boyeriformis</i> Krammer e Metzeltin	PBOY	F
<i>P. cf. brauniana</i> (Grunow) Mills	PBRA	F
<i>P. confirma</i> Metzeltin e Krammer	PCON	E
<i>P. cf. confirma</i> var. <i>essequiboensis</i> Metzeltin e Lange-Bertalot	PCES	E
<i>P. cf. dactyloides</i> Hustedt	PDAC	E
<i>P. discrepantia</i> Metzeltin e Krammer	PDIS	F
<i>P. divergens</i> var. <i>malayensis</i> Hustedt	PDMA	F
<i>P. divergens</i> var. <i>media</i> Krammer	PDME	C
<i>P. divergens</i> var. <i>mesoleptiformis</i> Krammer e Metzeltin	PDMS	E
<i>P. divergens</i> var. <i>rostrata</i> Krammer e Metzeltin	PDRO	F
<i>P. divergens</i> var. <i>subcuneata</i> Krammer e Metzeltin	PDSU	E
<i>P. diversarea</i> Krammer e Metzeltin	PDIV	F
<i>P. cf. dominguensis</i> var. <i>ambigua</i> (Manguin) Metzeltin & Lange-Bertalot	PDAM	F
<i>P. flamma</i> Cleve	PFLA	E
<i>P. graciloides</i> var. <i>rumrichae</i> Krammer	PGRU	E
<i>P. hemipteriformis</i> Krammer e Metzeltin	PHEM	C

Continua

<i>P. hyalina</i> Hustedt	PHYA	R
<i>P.cf. inconstans</i> Mayer	PINC	F
<i>P. instabiliformis</i> Krammer e Metzeltin	PINF	R
<i>P. instabilis</i> (Schmidt) Metzeltin	PINS	C
<i>P. cf. latevittata</i> var. <i>latevittata</i> Cleve	PLAT	F
<i>P. cf. laxa</i> Hustedt	PLAX	E
<i>P. liyanlingae</i> Metzeltin e Lange-Bertalot	PLIY	F
<i>P. manausensis</i> Pereira e Torgan	PMAN	E
<i>P. meridiana</i> var. <i>concava</i> Metzeltin e Krammer	PMCO	F
<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve	PMIC	E
<i>P. mollenhaueri</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	PMOL	E
<i>P. monicae</i> Metzeltin e Lange-Bertalot	PMON	C
<i>P. parallela</i> var. <i>parallela</i> Brun	PPAR	R
<i>P. percuneata</i> var. <i>percuneata</i> Krammer	PPER	E
<i>P. perinstabilis</i> Metzeltin e Krammer	PPIN	F
<i>P. pogoii</i> Sherer	PPOG	E
<i>P. polyonca</i> (Brébisson) W. Smith	POLY	E
<i>P. procera</i> Metzeltin e Krammer	PPRO	E
<i>P. rostratissima</i> var. <i>ventricosa</i> Metzeltin e Lange-Bertalot	PRVE	F
<i>P. sterrenburgii</i> Metzeltin e Lange-Bertalot	PSTE	C
<i>P. stoermeri</i> Metzeltin e Lange-Bertalot	PSTO	F
<i>P. subboyeri</i> Metzeltin e Krammer	PSUB	C
<i>P. subelongatoides</i> (Hustedt) Simonsen	PSBE	F
<i>P. superpaulensis</i> (Hustedt) Metzeltin e Lange-Bertalot	PSUP	F
<i>P. cf. transversa</i> (A. Schmidt) Mayer	PTRA	R
<i>P. tumescens</i> Metzeltin e Krammer	PTUM	C
<i>P. tupensis</i> Pereira, Melo & Torgan	PTUP	F
<i>P. viridiformis</i> Krammer	PVIF	F
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	PVIR	F
<i>P. cf. walkerae</i> Pereira & Torgan	PWAL	R
<i>Pinnularia</i> sp 1	PSP1	R
<i>Pinnularia</i> sp 2	PSP2	R
<i>Pinnularia</i> sp 3	PSP3	R
<i>Pinnularia</i> sp 4	PSP4	R
<i>Pinnularia</i> sp 5	PSP5	R
<i>Pinnularia</i> sp 6	PSP6	R
<i>Pinnularia</i> sp 7	PSP7	E
<i>Pinnularia</i> sp 8	PSP8	R
<i>Pinnularia</i> sp 9	PSP9	E

Continua

<i>Pinnularia</i> sp 10	PS10	E
-------------------------	------	---

Durante o período de vazante e águas baixas a distribuição da riqueza de *Pinnularia* apresentou-se bem variada entre as estações de amostragem (Figura 4), onde a estação IM apresentou maior riqueza de espécies no mês de setembro de 2016, a estação IMe nos meses de julho e dezembro de 2016, a estação CL nos meses de novembro de 2016 e junho de 2017, e a estação IC nos meses de agosto e outubro de 2016.

Ao longo de todo período de enchente e início do período de águas altas (janeiro a abril de 2017) a estação CL apresentou-se com maior riqueza que as demais estações. No mês de maio de 2017, no qual ocorreu maior profundidade do lago, a estação IM apresentou maior riqueza de espécies seguida pela estação IMe (Figura 4).

Em escala sazonal a comparação de riqueza entre os quatro períodos demonstrou diferença na comunidade de *Pinnularia*. A maior riqueza foi registrada no período de vazante (57 táxons), seguido pelos períodos de águas baixas (52 táxons), enchente (48 táxons) e águas altas (40 táxons).

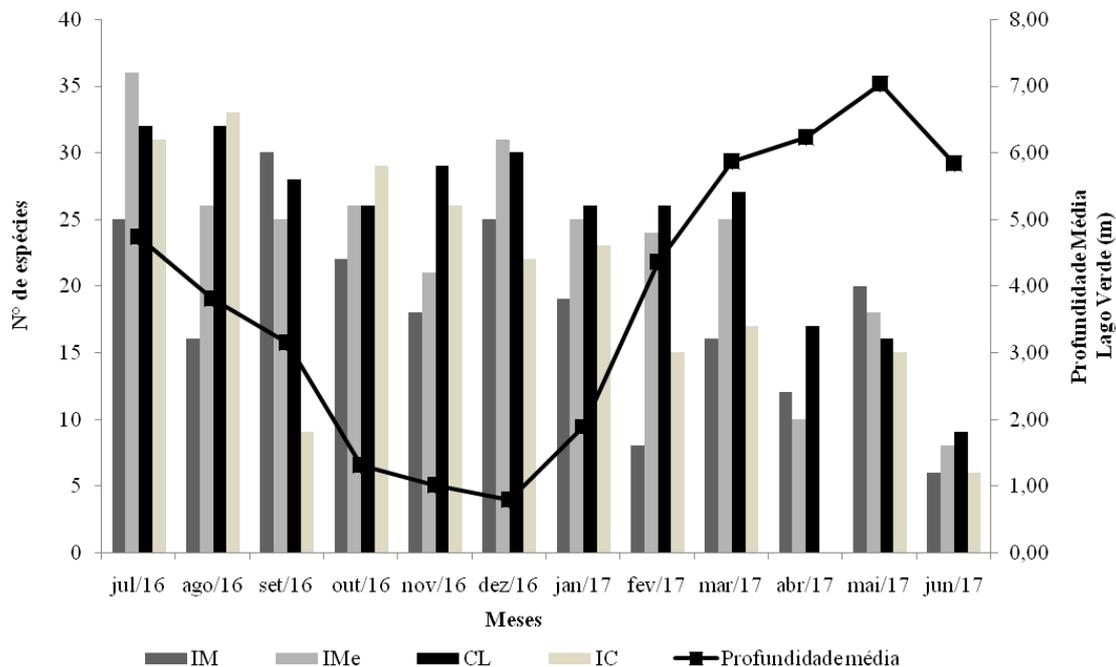


Figura 4. Número de espécies registradas nas estações de amostragem em relação ao nível hidrométrico no lago Verde. Estações: IM = Igarapé do Macaco; IMe = Igarapé do Meiritiápina; CL = Centro do lago; IC = Igarapé do Camarão.

Os resultados obtidos pelo teste PERMANOVA indicam diferença significativa na comunidade de *Pinnularia* tanto entre os períodos do pulso de inundação como entre as estações de amostragem (Tabela 4). Os resultados demonstraram que sazonalmente há

diferença entre a comunidade de *Pinnularia* observada para o período de vazante, águas baixas e águas altas. Verificou-se que espacialmente a comunidade observada na estação IM diferencia-se da comunidade das demais estações. Indicando assim que a flora de *Pinnularia* possui significativa variabilidade espacial e temporal.

Tabela 4. Resultado do teste PERMANOVA para a comunidade de *Pinnularia* do lago Verde

Fatores	F	P	Comparações entre médias
Hidroperíodo	2,8358	0,0001	Enc=AB; Vaz≠AB≠AA
Espaço	2,0366	0,0006	IMe =CL=IC ≠IM
Interação	0,85961	0,8834	

Quanto à frequência de ocorrência no período de amostragem, 13% das espécies foram consideradas constantes, 37% frequentes, 30% esporádicas e 20% raras (Figura 5). A espécie mais constante no ambiente foi *Pinnularia divergens* var. *media* Krammer (IC 95,83%) seguidas das espécies *P. tumescens* Metzeltin e Krammer (IC 93,75%) e *P. monicae* Metzeltin e Lange-Bertalot (IC 91,67%).

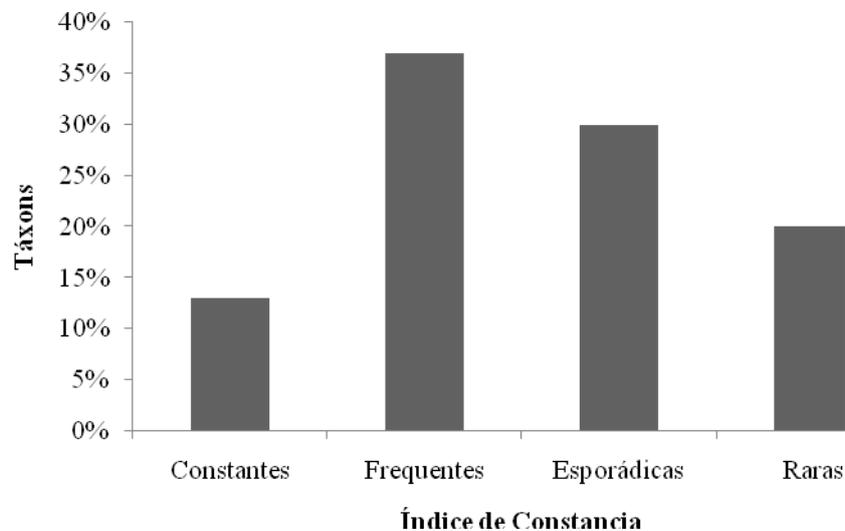


Figura 5. Valores de constância do gênero *Pinnularia* para todo o período de amostragens no lago Verde.

Em se tratando das relações entre as variáveis ambientais e comunidade biológica, as variáveis apresentadas na RDA foram suficientes para explicação de 17,5% da distribuição da comunidade de *Pinnularia* (Tabela 5).

Tabela 5. Resultado da Análise de Redundância das espécies de *Pinnularia* com os dados abióticos.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Condutividade	0,5567	0,2789	0,3784	0,4997
Temperatura	-0,0085	-0,7296	-0,6011	0,1923

Continua

OD	0,1437	0,2916	-0,4645	-0,2359
pH	0,6592	-0,3041	-0,0874	-0,2705
Transparência	0,4136	-0,8301	0,0975	-0,1936
Profundidade	0,8055	-0,3875	-0,1496	-0,0892
Autovalores	0,058	0,038	0,034	0,02
Correlação Espécies-Ambiente	0,617	0,786	0,786	0,794
Porcentagem cumulativa da varância				
Das espécies	5,8	9,6	13	15
Da relação Espécies-Ambiente	33,2	54,9	74,2	85,7
Soma de todos os autovalores canonicos	0,175			
Teste de significância de todos os autovalores canonicos = 0,175				
F-ratio = 1,450				
P-value = 0,0080				

O primeiro eixo da RDA constitui um gradiente de condutividade, pH e profundidade, e o segundo eixo um gradiente de temperatura, oxigênio dissolvido e transparência.

O diagrama de ordenação (Figura 6) demonstra que a distribuição das espécies *Pinnularia perinstabilis* e *P. divergens* var. *subcuneata* está associada a maiores concentrações de oxigênio dissolvido e menores temperaturas no ambiente, enquanto que as espécies *P. flamma*, *P. graciloides* var. *rumrichae*, *P. tumescens* e *Pinnularia* sp 10 associam-se a ambientes com menores concentrações de oxigênio dissolvido. As espécies *P. stoermeri*, *P. viridiformis*, *P. subelongatoides*, *P. divergens* var. *mesoleptiformis* e *P. percuneata* var. *percuneata* tiveram sua distribuição influenciada pelos maiores valores de temperatura. A maior transparência da coluna da água foi associada a distribuição da espécie *P. procera*, e os maiores valores de condutividade elétrica com a distribuição da espécie *P. cf. laxa*. A maior parte das espécies registradas no estudo tiveram sua distribuição associada aos períodos de águas baixas e vazante, onde se tem ambientes mais ácidos e com menores profundidades.

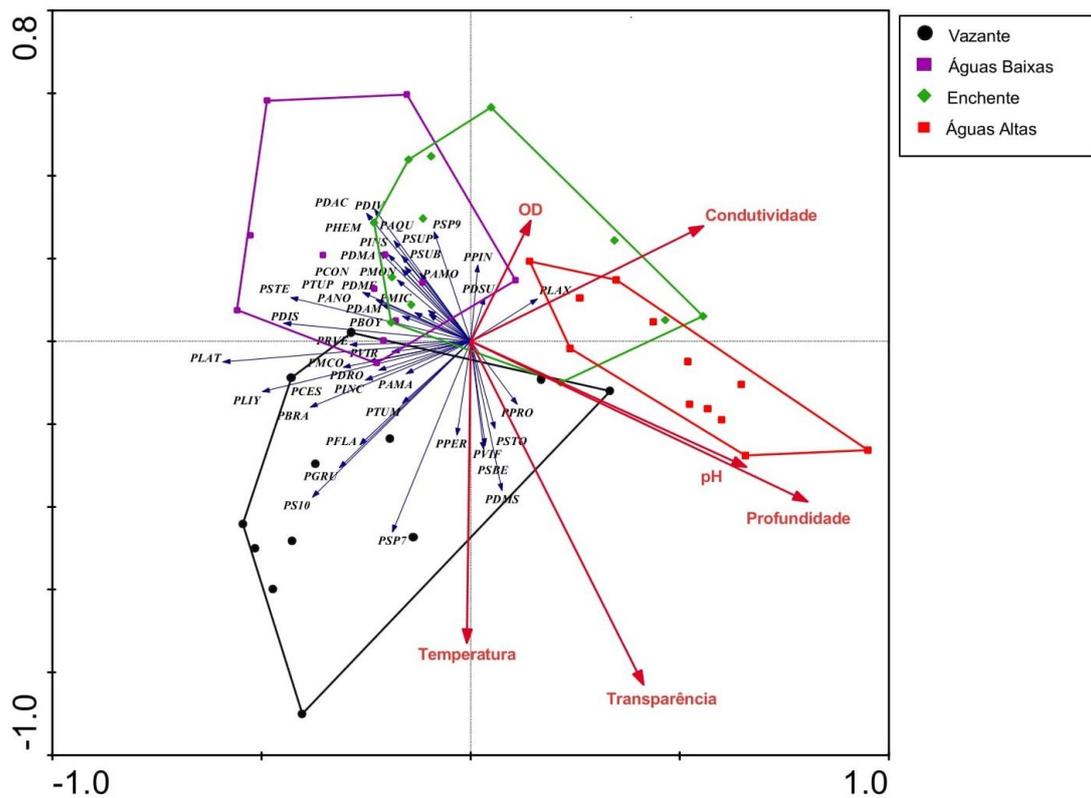


Figura 6. Diagrama de ordenação da Análise de Redundância das espécies com os dados abióticos. Siglas das espécies na Tabela 3.

As diferenças na comunidade de *Pinnularia* em função do pulso de inundação bem como a maior riqueza do gênero associada aos períodos de vazante e águas baixas tem sido registrada em outros ambientes amazônicos, Melo e Huszar (2000) observaram a presença de *Pinnularia* no plâncton do lago Batata, bacia do rio Trombetas, nos períodos de vazante e águas baixas. Raupp *et al.* (2009) analisando a composição de diatomáceas no plâncton do lago Cutiuauá, na bacia do rio Negro, registraram maior riqueza de *Pinnularia* no período de águas baixas, em decorrência da maior contribuição de perifíton e bento a comunidade planctônica. Pereira *et al.* (2012) registraram ocorrência de 6 a 13 táxons no período de águas baixas e apenas 1 táxon no período de águas altas para o curso inferior do rio Negro entre os anos de 2002 e 2003. Pereira *et al.* (2017b) investigando a variação da riqueza do gênero no lago Tupé e sua relação com o ciclo hidrológico, identificaram diferença significativa entre os períodos de águas altas e águas baixas, ocorrendo nas águas baixas maior riqueza de espécies que esteve associada a circulação diária da coluna d'água.

A dinâmica que ocorre nas planícies de inundação amazônicas, na qual estas nos períodos de enchente e cheia recebem o aporte lateral das águas dos rios e no período de vazante as águas escoam das planícies para os rios (Pereira *et al.*, 2017b), pôde ser observada no lago Verde. O lago se mantém conectado com o rio Tapajós ao longo de todo ano e o seu

nível varia em função da flutuação do nível do rio, porém no período de vazante e águas baixas ele é abastecido principalmente pelas águas provenientes dos igarapés circundantes, os quais podem contribuir com o aumento significativo de organismos no ambiente. A maior riqueza do gênero *Pinnularia* nos períodos de vazante e águas baixas e a diferença da comunidade presente nestes períodos esteve possivelmente relacionada a esta dinâmica, onde durante as águas baixas é maior a interação entre o sedimento e a coluna de água devido a constante circulação vertical, o que favorece o aporte das valvas de *Pinnularia* para o plâncton aumentando sua riqueza (Pereira *et al.*, 2012; 2017b).

O gênero *Pinnularia* é caracterizado por possuir espécies que ocorrem preferencialmente em ambientes oligotróficos, com baixa concentração de eletrólitos e baixos valores de pH (Uherkovich 1984; Metzeltin e Lange-Bertalot 1998; Krammer 2000), a associação indicada pela RDA, da maior parte das espécies com valores ácidos de pH, menor profundidade e menor condutividade elétrica confirma que a distribuição deste gênero no lago Verde vem ser muito influenciada por essas variáveis, o que comumente está sendo registrado em trabalhos como os de Pereira *et al.* (2012, 2014, 2017a, 2017b) no lago Tupé e no rio Negro e Raupp *et al.* (2009) no lago Cutiuauá, que registraram elevada riqueza desse gênero associada a valores ácidos de pH e baixa condutividade elétrica.

4.3 Composição Taxonômica

A comunidade de diatomáceas do gênero *Pinnularia* do lago Verde, esteve composta por 60 táxons, sendo 30 espécies, onze variedades, nove *conferatum*, e dez táxons não identificados em nível específico (Tabela 3).

4.3.1 Descrição das espécies do gênero *Pinnularia*

Divisão: Bacillariophyta

Classe: Bacillariophyceae

Ordem: Naviculales

Família: Pinnulariaceae D.G. Man

Gênero: *Pinnularia* Ehrenberg

Pinnularia acuminata var. *novaezealandica* Krammer, Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. v. 1, p. 159, pl. 148: figs 1-5. 2000.

Figuras 7A-7C.

Valvas lineares, margens paralelas levemente convexas na região mediana, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/2 da largura da valva, área central assimétrica com fascia transversal estreita. Rafe ligeiramente lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas, ligeiramente radiadas na região mediana e levemente convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 66,53-90,92 μm ; largura 11,8-14,68 μm ; razão comprimento/largura 5,47-6,53; estrias 10-11/10 μm .

Comentário: difere da variedade *acuminata* pelas dimensões valvares (comprimento 40-82 μm ; largura 12-16 μm) e fascia ausente. Os espécimes observados assemelham-se à morfologia do material tipo de Krammer (2000), encontrado na Nova Zelândia em registro fóssil, contudo apresentam diferenças na largura (14,7-16 μm) e maior densidade de estrias (9-10/10 μm). Observando a ilustração de Tremarin *et al.* (2010) para o Rio Guaraguaçu, *P. acuminata* var. *novaezealandica* difere pelas dimensões valvares (comp. 86,1-133,3 μm ; larg. 13,3-14,1 μm) e pela rafe que embora descrito como rafe complexa na Figura 9 observa-se rafe lateral.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para Amazônia brasileira.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10309, 10298, 10322, 10333, 10304, 10296, 10332, 10307, 10331, 10308, 10324, 10336, 10311, 10299, 10329, 10306, 10335, 10337, 10313, 10326.

Pinnularia amazonica Metzeltin e Krammer, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 163, pl. 176, figs. 4-7. 1998.

Figuras 7D-7E.

Valvas lineares, margens trionduladas, levemente infladas na região mediana, extremidades subcapitado-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/3 a 1/4 da largura da valva, área central rômica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e levemente convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 81,07-107,3 μm ; largura 10,57-12 μm ; razão comprimento/largura 7,22-8,97; estrias 10-11/10 μm .

Comentário: as dimensões e características morfológicas apresentaram semelhança com as ilustrações e descrição original em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998), diferindo um pouco em relação aos espécimes registrados no curso superior da bacia do Rio Negro por Pereira *et al.* (2017a) (comp. 79-100 μm ; larg. 11,4-13 μm ; estrias 9-11/10 μm).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10321, 10298, 10322, 10333, 10296, 10332, 10307, 10294, 10308, 10336, 10306, 10312, 10300, 10326, 10303.

Pinnularia amoena Hustedt, F. Neue und wenig bekannte diatomeen. IX. Süßwasserdiatomeen aus Brasilien, insbesondere des Amazonas gebietes. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie. 50(3): 391-410. Page (s): 399, fig. 31. 1965.

Figuras 7F-7G, 16A-16D.

Valvas lineares, margens trionduladas infladas na região mediana, extremidades capitada-cuneadas. Área axial estreita alcançando 1/5 a 1/4 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares. Padrão de alvéolos com 3-6 fileiras de aréolas arredondadas, cada fileira com 27-28 aréolas em 5 µm.

Morfometria: comprimento 107,34-140,57 µm; largura 16,06-19,12 µm; razão comprimento/largura 6,38-7,57; estrias 10/10 µm.

Comentário: exemplares observados neste estudo apresentaram maiores dimensões valvares (comp. 100-125 µm; larg. 15-17 µm) que o observado por Hustedt (1965), em material oriundo da região de Santarém e Belterra. No entanto, as características morfológicas assemelham-se com a descrição e com a ilustração de Hustedt (1965) sendo assim ampliados os dados morfométricos da espécie.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10319, 10328, 10304, 10296, 10320, 10332, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10299, 10316, 10329, 10306, 10293, 10323, 10335, 10312, 10300, 10325, 10313, 10326, 10338, 10314, 10302, 10303.

Pinnularia aquaenigrae Krammer e Metzeltin, Iconographia Diatomologica, vol. 18, p. 192, pl 259, figs. 3-6. 2007.

Figuras 7H-7J.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/5 a 1/4 da largura da valva, área central rômbrica ligeiramente assimétrica com fascia transversal estreita e curta. Rafe ligeiramente lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas a paralelas na região mediana e levemente convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 87,30-99,28 μm ; largura 12,78-14,86 μm ; razão comprimento/largura 5,93-7,00; estrias 10-11/10 μm .

Comentário: a descrição original da espécie a apresenta como semelhante à *P. crucifera* Cleve-Euler, diferindo pelo comprimento valvar (57-93 μm contra 80-140 μm), maior densidade de estrias (10-11/10 μm contra 8-10/10 μm), rafe ligeiramente lateral, e área axial mais estreita.

Alguns espécimes analisados apresentaram maiores dimensões valvares que o descrito originalmente (compr. 57-93 μm ; larg. 12,7-14 μm) em Metzeltin e Lange-Bertalot (2007), no entanto foram semelhantes morfologicamente e em densidade de estrias. Recentemente a espécie foi registrada novamente no rio Negro por Pereira *et al.* (2017a).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10292, 10334, 10298, 10322, 10333, 10319, 10328, 10304, 10296, 10332, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10311, 10299, 10329, 10306, 10335, 10312, 10300, 10313, 10338, 10314, 10302, 10339, 10315.

Pinnularia boyeriformis Krammer e Metzeltin, Iconographia Diatomologica, vol. 5, p. 165, pl 184, figs. 4-6. 1998.

Figuras 7K-7L.

Valvas lineares, margens paralelas, infladas na região mediana, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/5 da largura da valva, área central ligeiramente rômbrica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 84,8-100,52 μm ; largura 13,07-14 μm ; razão comprimento/largura 6,58-7,63; estrias 9-11/10 μm .

Comentário: os espécimes apresentaram dimensões valvares menores que o material tipo descrito em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) para o rio Negro (comp. 100-121 μm ; larg. 14,7-16 μm), no entanto, Pereira *et al.* (2017a) identificaram valores de comprimento valvar (82,6-85 μm) similares ao presente estudo. Os indivíduos analisados apresentam valvas menos infladas na região mediana, porém nota-se extrema semelhança com os táxons registrados na literatura, podendo esta característica corresponder a uma variabilidade morfológica da espécie, sendo necessários estudos com maior número de indivíduos da população para confirmar a variação.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10305, 10292, 10298, 10310, 10296, 10332, 10307, 10294, 10317, 10308, 10336, 10329, 10335, 10312.

Pinnularia cf. brauniana (Grunow) Mills, Index of Genera and species of Diatomaceae and their synonyms, p. 1273, 1934.

Figuras 7M-7N, 17A-17C.

Sinônimo: *Navicula brauniana* Grunow in A. Schmidt *et al.*, Atlas Diatomaceen - KD., pr. 45. fig. 77, 1876.

Valvas lanceoladas, margens paralelas, extremidades subcapitado-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/4 da largura da valva, área central simétrica com fascia transversal larga. Rafe filiforme com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares. Padrão de alvéolos com 3-5 fileiras de aréolas arredondadas, cada fileira com 10–12 aréolas em 1 μm .

Morfometria: comprimento 46,08-54,73 μm ; largura 7,34-8,90 μm ; razão comprimento/largura 5,77-6,14; estrias 11-13/10 μm .

Comentário: os espécimes assemelham-se ligeiramente aos apresentados na prancha 183, figuras 3 e 4, de Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) no entanto não apresentam extremidades fortemente capitadas. Os indivíduos estudados possuem características morfológicas e dimensões semelhantes aos observados por Pereira *et al.* (2017a) no curso superior e médio do rio Negro, diferindo apenas pela maior densidade de estrias em 10 μm (comp. 37-61 μm ; larg. 7,6-10,6 μm ; estrias 10/10 μm)

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10321, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10297, 10319, 10328, 10304, 10296, 10332, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10311, 10293, 10312, 10325, 10337, 10338, 10314, 10302.

Pinnularia confirma Metzeltin e Krammer, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 166, pl. 180, figs. 11-13. 1998.

Figura 8A.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial larga alcançando 1/2 da largura da valva, área central ausente. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias levemente radiadas na região mediana e paralelas nas extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 74,94 μm ; largura 9,29 μm ; razão comprimento/largura 8,07; estrias 13/10 μm .

Comentário: no presente estudo foi observado apenas um exemplar da espécie, este apresenta semelhança com a descrição e ilustração do material tipo. Pereira *et al.* (2012; 2017a) registraram a espécie como freqüente em diferentes ambientes na bacia do rio Negro, sendo observados indivíduos com menores dimensões valvares (comp. 46-57 e larg. 7,5-8,0; comp. de 51-64 e larg. 6,6-9,4, respectivamente).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10309.

Pinnularia cf. confirma var. essequiboensis Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v. 18, p. 196, pl. 272, figs. 5-7. 2007.

Figuras 8B-8D.

Valvas lineares, margens paralelas ligeiramente constrictas na região mediana, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central assimétrica com fascia transversal estreita. Rafe filiforme com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias levemente radiadas e paralelas em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 72,85-100,91 μm ; largura 10,86-12,72 μm ; razão comprimento/largura 5,73-8,07; estrias 10-11/10 μm .

Comentário: *P. confirma var. essequiboensis* difere da variedade típica por esta última apresentar área axial mais larga, área central ausente e formato das extremidades amplamente arredondados. No estudo de Pereira *et al.* (2017a) na bacia do rio Negro é observado na figura 3C, do referido trabalho, o registro de um espécime semelhante a var. *essequiboensis*, no entanto o mesmo foi identificado apenas como *P. confirma*. Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) ao descreverem a nova variedade, indicam a necessidade de estudos com outras populações a fim de definir a separação ou não da variedade típica. A var. *essequiboensis* foi originalmente descrita para o rio Essequibo na Guiana (Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007), com características morfológicas bastante semelhantes as observadas nos exemplares deste estudo, contudo os autores não citam e nem é observada nas ilustrações presença de fascia transversal irregular na área central.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10292, 10334, 10309, 10328, 10332, 10307, 10308, 10295, 10311, 10339.

Pinnularia cf. dactyloides Hustedt in Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, v. 50, n. 3, p. 400, fig. 32-33, 1965.

Figuras 8E-8F.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/4 a 1/3 da largura da valva, área central elíptica assimétrica. Rafe lateral com extremidades proximais levemente curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares. Presença de linhas longitudinais cruzando as estrias.

Morfometria: comprimento 104,52-138,88 μm ; largura 20,37-22,42 μm ; razão comprimento/largura 4,85-6,19; estrias 12-13/10 μm .

Comentário: os espécimes estudados assemelham-se à descrição do material tipo para o lago Jurucuí, diferindo por alguns indivíduos apresentarem comprimento valvar menor que o proposto (comp. 110-140 μm), além de área axial mais estreita que as observadas nas ilustrações da descrição original. Recentemente a espécie foi citada para o rio Negro por Pereira *et al.* (2017a) que mantiveram o táxon como “*conferatum*” devido os indivíduos apresentarem área axial estreita (1/4 da largura da valva), e estrias predominantemente paralelas. Em decorrência das variações verificadas torna-se necessário o estudo de mais indivíduos para confirmar a espécie.

Material examinado: HSTM - Algas 10309, 10298, 10328, 10304, 10296, 10307, 10317, 10308, 10324, 10336, 10299, 10329, 10306, 10335.

Pinnularia discrepantia Metzeltin e Krammer, Iconographia Diatomologica. v.5. p.169, pl 191, figs. 1-2. 1998.

Figuras 8G-8H, 17D-17E.

Valvas elíptica-lanceoladas, margens ligeiramente côncavas infladas na região mediana, extremidades capitada-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central elíptica ligeiramente assimétrica. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares. Padrão de alvéolos com 3-4 fileiras de aréolas arredondadas. Presença de linhas longitudinais cruzando as estrias.

Morfometria: comprimento: 97,11-139,17 μm ; largura 16,54-20,40 μm ; razão comprimento/largura 5,74-7,72; estrias 12-13/10 μm .

Comentário: alguns espécimes analisados apresentam dimensões e densidade de estrias menores que as do material tipo descrito em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) (comp. 105-197 μm ; larg. 18,5-26 μm ; estrias 13-16/10), no entanto assemelham-se à descrição morfológica e ilustrações da espécie. A espécie foi registrada por Pereira *et al.* (2013) para o lago Tupé na bacia do rio Negro com dimensões e densidade de estrias diferentes da observadas no presente estudo (comp. 109-127 μm ; larg. 16,6-18 μm ; estrias 15/10 μm).

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10321, 10334, 10298, 10322, 10310, 10297, 10319, 10296, 10320, 10332, 10307, 10317, 10331, 10308, 10324, 10336, 10311, 10299, 10306, 10335, 10326, 10302, 10327.

Pinnularia divergens var. malayensis Hustedt, Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie 42: 82, fig. 159. 1942.

Figuras 8I-8J.

Valvas lineares, margens paralelas levemente trionduladas, infladas na região mediana, extremidades amplamente arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/5 a 1/3 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal estreita. Rafe complexa com extremidades proximais ligeiramente curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 111,21-141,51 μm ; largura 25,28-30,91 μm ; razão comprimento/largura 4,25-4,66; estrias 8-9/10 μm .

Comentário: os exemplares observados assemelham-se morfológicamente aos registrados no lago Tupé e no rio Negro por Pereira *et al.* (2013, 2017) diferindo por alguns espécimes que apresentaram menor comprimento e maior largura que os descritos pelos autores (comp. 137,4-170 μm ; larg. 25,2-28,2 μm e comp. 116-118 μm ; larg. 28-28,3 μm , respectivamente).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10292, 10321, 10298, 10333, 10310, 10319, 10304, 10296, 10320, 10294, 10317, 10295, 10324, 10336, 10306, 10293, 10323, 10312, 10326, 10339.

Pinnularia divergens var. media Krammer, Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. v. 1:61, 215, pl. 34: figs 1-5. 2000.

Figuras 8K-8M, 18A-18D.

Valvas linear-lanceoladas, margens paralelas a levemente onduladas, extremidades capitada-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/5 a 1/4 da largura da valva, área central rômica e assimétrica com fascia transversal muito estreita. Rafe lateral com extremidades proximais levemente curvadas e extremidades distais em forma de baioneta, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares. Padrão de alvéolos com 3-5 fileiras de aréolas arredondadas, cada fileira com 6-8 aréolas em 1 μm (Fig. 31).

Morfometria: comprimento 60,83-82,41 μm ; largura 11,33-14,87 μm ; razão comprimento/largura 4,59-5,94; estrias 10-12/10 μm .

Comentário: alguns exemplares apresentaram poucas diferenças nas dimensões (comp. 40-70; larg. 10-13) e densidade de estrias (10-11/10 μm) do material tipo descrito por Krammer (2000). De acordo com a descrição original do táxon, a espécie possui sua distribuição associada a ambientes oligotróficos e com pouco conteúdo mineral, características estas registradas no ambiente estudado.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para Amazônia brasileira.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10321, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10297, 10319, 10328, 10304, 10296, 10320, 10332, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10299, 10316, 10329, 10306, 10293, 10323, 10335, 10312, 10300, 10325, 10337, 10313, 10326, 10338, 10314, 10302, 10327, 10315, 10303.

Pinnularia divergens var. *mesoleptiformis* Krammer e Metzeltin, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 170, pl. 173, fig. 1-4, 1998.

Figuras 9A-9B, 18-18F.

Valvas linear-lanceoladas infladas na região mediana, margens trionduladas, extremidades capitadas. Área axial estreita alcançando 1/5 a 1/3 da largura da valva, área central rômica com fascia transversal estreita. Rafe lateral com extremidades proximais levemente curvadas e extremidades distais em forma de gancho, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana a convergentes em direção às extremidades valvares. Padrão de alvéolos com 3-6 fileiras de aréolas arredondadas, cada fileira com 12-14 aréolas em 2 μm (Fig. 31).

Morfometria: comprimento 73,37-100,25 μm ; largura 12,19-16,06 μm ; razão comprimento/largura 5,53-6,30; estrias 9-11/10 μm .

Comentário: os espécimes encontrados assemelham-se à morfologia do material tipo descrito em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) para o rio Potaro (Guiana), contudo, apresentaram maiores dimensões valvares (comp. 69-81 μm ; larg. 13,4 μm) e densidade de estrias (9-10/10 μm). Em um estudo para a bacia do Rio Negro, Pereira *et al* (2017a) identificaram exemplares com maiores dimensões valvares (comp. 72-90,2 μm ; larg. 12,2-15 μm). França *et al.* (2017) na região central do Brasil identificaram a espécie com dimensões semelhantes as aqui observadas (com. 76.71 μm ; larg. 12.54 μm ; estrias 11/10 μm), sendo que estes autores ao fazerem a descrição do táxon o descrevem com rafe complexa, porém Pereira *et al* (2017a) e Krammer (2000) descrevem como rafe lateral.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10298, 10322, 10310, 10308, 10306, 10323, 10325.

Pinnularia divergens var. *rostrata* Krammer e Metzeltin, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 172, pl. 171, figs. 5. 1998.

Figuras 9C-9D.

Valvas lineares, margens paralelas ligeiramente convexas, extremidades rostradas. Área axial estreita alcançando 1/6 a 1/5 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal estreita. Rafe lateral com extremidades proximais levemente curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 83,06-108,27 μm ; largura 19,16-21,50 μm ; razão comprimento/largura 4,19-5,17; estrias 8-9/10 μm .

Comentário: a descrição original da espécie foi feita a partir de um único exemplar em material oriundo do rio Tapajós (Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998), que apresentou dimensões valvares semelhantes às observadas no presente estudo (comp. 104 μm ; larg. 21 μm). Segundo Metzeltin e Lange-Bertalot (1998), esta variedade é semelhante a *P. divergens* var. *divergens* W.Smith diferindo pelas extremidades rostradas, e as estrias mais grosseiras (8/10 μm contra 10-12/10 μm). Analisando a descrição morfológica e as ilustrações acredita-se que os exemplares encontrados neste estudo pertençam a *P. divergens* var. *rostrata*, ampliando-se os limites métricos da espécie.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10305, 10321, 10309, 10322, 10333, 10310, 10304, 10332, 10307, 10294, 10331, 10308, 10311, 10299, 10312, 10338, 10302.

Pinnularia divergens var. *subcuneata* Krammer e Metzeltin, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 172, pl. 171, figs. 2-4. 1998.

Figura 9E.

Valvas linear-lanceoladas, margens paralelas, extremidades cuneadas. Área axial estreita alcançando 1/4 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal estreita. Rafe lateral ondulada com extremidades proximais levemente curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana a convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 64,42-91,27 μm ; largura 13,25-15,45 μm ; razão comprimento/largura 4,55-5,91; estrias 9-11/10 μm .

Comentário: os espécimes encontrados assemelham-se morfológicamente ao material tipo, descrito em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) no rio Tapajós, contudo alguns indivíduos apresentaram dimensões maiores (comp. 60-86 μm ; larg. 12-13,4 μm) além da densidade de estrias ligeiramente diferentes (10/10 μm). Os autores ao descreverem a nova variedade diferenciam esta da variedade típica *P. divergens* var. *divergens* W.Smith pelas valvas mais lineares e ápices agudos. A espécie é diferenciada de *P. divergens* var. *cuneata* Cleve por apresentar menor largura valvar (12-13 μm contra 17 μm).

Material examinado: HSTM - Algas 10296, 10307, 10335, 10300, 10337, 10339.

Pinnularia diversarea Krammer e Metzeltin, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 173, pl. 174, fig. 2-5, 1998.

Figuras 9F-9G.

Valvas lineares, margens paralelas ligeiramente convexas, extremidades rostradas a subcapitadas. Área axial larga alcançando 1/4 a 1/2 da largura da valva, área central assimétrica. Rafe filiforme com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana a levemente convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 67,13-84,66 μm ; largura 15-17,08 μm ; razão comprimento/largura 4,46-5,09; estrias 9-10/10 μm .

Comentário: *P. diversarea* é descrita originalmente para o lago Calado (Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998) sendo comparada à *P. divergens* var. *ignorata* Krammer e *P. legumiformis* Krammer, das quais se diferencia pelo contorno valvar e formato da área central. Os espécimes do material tipo apresentam dimensões menores (comp. 65-69; larg. 15-16), contudo a descrição morfológica e a densidade de estrias conferem com as observadas.

Recentemente a espécie foi citada com menor comprimento (comp. 62,8 µm) no rio Negro por Pereira *et al.* (2017).

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10334, 10309, 10333, 10310, 10319, 10304, 10296, HSTM - Algas 10332, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10329, 10306, 10293, 10335, 10312, 10300, 10315.

Pinnularia cf. domingensis var. ambigua (Manguin) Metzeltin & Lange-Bertalot, *Iconographia Diatomologica*, v. 18, p. 198, pl. 222, figs. 1-5. 2007.

Figuras 9H-9J.

Sinônimo: *Pinnularia major* var. *ambigua* Manguin in Bourrelly, P. & Manguin, E. *Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances*. Centre National de la Recherche Scientifique, Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, Paris, 281 pp. page(s): p. 84; pl. 6, fig. 136.

Valvas lineares, margens paralelas infladas na região mediana, extremidades amplamente arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/5 a 1/4 da largura da valva, área central arredondada. Rafe complexa com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e paralelas a levemente convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 252,42-321,03 µm; largura 40,50-53,16 µm; razão comprimento/largura 5,68-6,23; estrias 4-5/10 µm.

Comentário: na descrição original da espécie ela é apresentada como muito semelhante à variedade típica *P. domingensis* (Cleve) Hustedt, qual o sinônimo é *P. latevittata* var. *domingensis* Cleve, estando a diferença significativa relacionada as valvas menos infladas na região mediana e maior densidade de estrias em 10 µm. A espécie se assemelha à *P. pulchella* (Boyer) Krammer porém diferencia-se principalmente pela região mediana fortemente inflada em *P. pulchella*. Os indivíduos estudados assemelham-se estreitamente às características morfológicas e ilustrações de *P. domingensis* var. *ambigua*, no entanto apresentam dimensões valvares maiores e menor densidade de estrias que os espécimes ilustrados na descrição original (comp. 140-185 ; larg. 24-25 ; estrias 7-8/10).

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10305, 10292, 10309, 10322, 10310, 10328, 10304, 10307; 10317, 10331, 10308, 10295, 10336, 10311, 10329, 10306, 10293, 10323, 10335, 10300, 10313, 10315.

Pinnularia flamma (Schmidt in Schmidt *et al.*) Cleve, P.T. Synopsis of the Naviculoid Diatoms, Part II. Kongliga Svenska-Vetenskaps Akademiens Handlingar. 27(3): 1-219, 4 pls. page(s): p. 89. 1895.

Figuras 9K-9L.

Sinônimo: *Navicula flamma* Schmidt in A. Schmidt et al. Atlas, figs 42: 27-28. 1876.

Valvas lineares, margens paralelas levemente constrictas na região mediana, extremidades amplamente arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/6 da largura da valva, área central arredondada. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e levemente convergentes em direção as extremidades.

Morfometria: comprimento 78,73-98,77 μm ; largura 16,46-17,07 μm ; razão comprimento/largura 4,58-5,88; estrias 8-9/10 μm .

Comentário: Metzeltin e Lange Bertalot (2007) indicam semelhança da espécie com *P. microflamma* Metzeltin e Lange Bertalot, diferindo desta pelas margens paralelas levemente constrictas na região mediana, área axial distintamente mais larga, área central circular e densidade de estrias em 10 μm (6-7,5 contra 11-11,5). A espécie pode ser comparada com *P. subflamma* Metzeltin e Krammer da qual se difere pelas maiores dimensões valvares (comp. 125-160 μm contra 48-60 μm ; larg. 18,30 μm contra 10-12 μm) e menor densidade de estrias em 10 μm (6-7,5 contra 12-13). Os exemplares observados apresentam menores dimensões valvares e maior densidade de estrias do que os descritos originalmente (comp. 125-160 μm ; larg. 18,30 μm ; estrias 6-7,5/10 μm), contudo suas características morfológicas são semelhantes às descritas e ilustradas, o que os enquadram neste táxon.

Material examinado: HSTM - Algas 10305, 10292, 10334, 10298, 10322, 10304, 10296, 10294, 10308, 10312.

Pinnularia graciloides var. *rumrichae* Krammer, Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. v. 1, p. 128, pl. 99: figs 4. 2000.

Figuras 10A-10B.

Valvas trionduladas, extremidades capitadas. Área axial estreita alcançando 1/4 a 1/3 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal larga. Rafe lateral levemente ondulada com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 65,02-74,63 μm , largura 7,67-8,92 μm ; razão comprimento/largura 7,92-9,77; estrias 11-12/10 μm .

Comentário: a espécie encontrada neste estudo se assemelha às características morfológicas e as dimensões valvares da descrição original de Krammer (2000) em material proveniente do Chile. Os exemplares são bastante semelhantes às espécies *Pinnularia perumbrosa* (Metzeltin & Krammer) Metzeltin e Lange-Bertalot e *Pinnularia subumbrosa* Metzeltin e Krammer, diferindo destas pelo formato valvar fortemente triondulado e região mediana muito inflada nestes táxons.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para Amazônia brasileira.

Material examinado: HSTM - Algas 10305, 10292, 10334, 10298, 10322, 10319, 10304, 10331, 10306.

Pinnularia hemipteriformis Krammer e Metzeltin, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 177, pl. 174, figs. 6, 7. 1998.

Figuras 10C-10D.

Valvas linear-elíptica, margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/2 da largura da valva, área central assimétrica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas a ligeiramente radiadas na região mediana e levemente convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 46,44-63,30 μm ; largura 8,21-8,90 μm ; razão comprimento/largura 5,41-7,71; estrias 11-12/10 μm .

Comentário: alguns espécimes registrados apresentaram dimensões e densidade de estrias diferentes dos observados no material tipo proveniente do rio Potaro na Guiana (compr. 51-55 μm ; larg. 9,4 μm ; estrias 11/10 μm), no entanto as características morfológicas conferem com as descritas.

Os espécimes são semelhantes à *P. instabiliformis* Krammer e Metzeltin, mas diferem-se pelo formato e dimensões valvares (comp. 36-52 μm ; larg. 10,4-11,7 μm) e fascia transversal mais larga.

P. angustivalva Krammer e Metzeltin apresenta semelhanças com os táxons, diferindo pela maior densidade de estrias (13-14/10 μm), formato valvar e área axial mais estreita (1/3 da largura da valva).

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10321, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10297, 10319, 10328, 10304, 10296, 10320, 10332,

10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10299, 10316, 10329, 10306, 10335, 10312, 10300, 10325, 10337, 10313, 10326, 10338, 10314, 10302, 10339, 10315.

Pinnularia hyalina Hustedt in Schmidt, A. Atlas der Diatomaceen-kunde. Leipzig. O.R. Reiland, Series VIII (Heft 97-98): pls. 385-392 page(s): pl. 392, fig. 17-18. 1934.

Figura 10E.

Valvas linear-lanceoladas, levemente infladas na região mediana, extremidades amplamente arredondadas. Área axial larga alcançando 1/3 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal estreita. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 163,38-164,12 µm; largura 17,15-19,39 µm; razão comprimento/largura 8,43-9,57; estrias 7-8/10 µm.

Comentário: os exemplares observados assemelham-se ao material identificado no lago Calado por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998). A espécie foi registrada na bacia do rio Iguaçu por Brassac e Ludwig (2006), apresentando dimensões diferentes das aqui registradas (comp. 116 µm; larg. 15 µm; estrias 9-10/10), as autoras descrevem a espécie com rafe filiforme, no entanto observa-se na Fig. 6 do referido estudo a presença de rafe lateral.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10338.

Pinnularia cf. inconstans Mayer, A. Beiträge zur Diatomeenflora Bayerns. Part I, A. Bacillariales aus dem Fichtelgebirge und angrenzenden Gebieten. B. Bacillariales aus dem Bayrischen Walde. Denkschriften der Koniglich-Baierischen Botanischen Gesellschaft in Regensburg. 13: 1-99, pls. 1-8. page(s): p. 46; pl. 5, fig. 15, 16. 1917.

Figuras 10F-10H.

Sinônimos: *Pinnularia hemiptera* var. *inconstans* Hustedt in Hustedt, F. Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas. Heft 10. (Pascher, A. Eds), pp. [i]-vii, [1]-466. p. 329. 1930.

Navicula inconstans (Mayer) F.W.Mills in Mills, F.W. An index to the genera and species of the diatomaceae and their synonyms. 1816-1932. Part 14 (Na-Na). pp. 1001-1080.1934.

Valvas lineares, margens paralelas levemente convexas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/2 da largura da valva, área central levemente

assimétrica com fascia transversal irregular. Rafe filiforme com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de foice. Estrias paralelas na região mediana e levemente radiadas nas extremidades.

Morfometria: comprimento 60,73-75,09 μm ; largura 12,83-14,14 μm ; razão comprimento/largura 4,42-5,31; estrias 8-11/10 μm .

Comentário: as dimensões e morfologia dos indivíduos conferem com os registrados na descrição original da espécie (Krammer, 2000) sendo que o material tipo apresentou rafe ligeiramente lateral, diferente do tipo de rafe registrada no presente estudo. Os exemplares estudados diferem de *P. inconstans* citada por Tremarin *et al.* (2010) no rio Guaraguaçu pelo tipo de rafe, a qual é descrita pelos autores como rafe complexa embora observado nas figuras 35-40 rafe lateral.

A espécie *P. inconstans* diferencia-se de *P. instabiliformis* Krammer e Metzeltin por esta apresentar as extremidades da valva mais atenuadas e fascia transversal mais larga. Também se difere de *P. acuminata* var. *novaezealandica* Krammer pelas maiores dimensões valvares (comp. 70-90 μm ; larg. 14,7-16 μm).

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10305, 10292, 10321, 10334, 10309, 10298, 10333, 10310, 10328, 10304, 10294, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10323, 10300, 10314.

Pinnularia instabiliformis Krammer e Metzeltin, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 177, pl. 174, figs. 8-12. 1998.

Figura 10I.

Valvas lineares, margens convexas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/2 da largura da valva, área central com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias levemente radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 40,63-51,64 μm ; largura 9,06-9,37 μm ; razão comprimento/largura 4,34-4,83; estrias 12/10 μm .

Comentário: os exemplares apresentaram características morfológicas semelhantes às do material tipo, diferindo pela menor largura valvar (10,4-11,7 μm) e maior densidade de estrias em 10 μm (11/10 μm). No presente estudo os exemplares foram registrados em ambientes com baixa condutividade elétrica (7,30-8,39 $\mu\text{S cm}^{-1}$) e baixos valores de pH (5,20-6,86) o que se assemelha aos registros de Wetzel (2011) e Pereira *et al.* (2012; 2013; 2017)

para a bacia do rio Negro, na qual tem apresentado ampla distribuição, sugerindo que talvez a ocorrência da espécie esteja associada a estas características ambientais.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10305, 10298, 10319.

Pinnularia instabilis (Schmidt) Metzeltin, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 178, pl. 194, figs. 1-3; pl. 205, figs. 4-5. 1998.

Figuras 10J-10K, 19A-19C.

Sinônimo: *Pinnularia acuminata* var. *instabilis* (A.Schmidt) Patrick in Patrick & Reimer. The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. p. 622, fig. 56:6. 1996.

Valvas elípticas-lanceoladas, margens paralelas, extremidades apiculadas. Área axial larga alcançando 1/3 a 1/2 da largura da valva, área central simétrica. Rafe filiforme com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas a levemente radiadas ao longo da valva. Padrão de alvéolos com 5-7 fileiras de aréolas arredondadas, cada fileira com 14–15 aréolas em 2 µm (Fig. 31).

Morfometria: comprimento 57,32-120,84 µm; largura 18,12-23,87 µm; razão comprimento/largura 2,88-5,22; estrias 10-11/10 µm.

Comentário: os indivíduos descritos em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) possuem dimensões valvares diferentes dos exemplares observados (comp. 69-91 µm; larg. 21-23 µm; estrias 9-10/10 µm), no entanto, as características morfológicas conferem com a descrição e ilustrações do referido trabalho, inclusive com a presença de espessamento ondulado ao longo da área axial. Pereira *et al.* (2013) registraram indivíduos da espécie para o lago Tupé com menores dimensões valvares e maior densidade de estrias que as descritas originalmente (comp. 61-85 µm; larg. 17-20 µm; estrias 10-12/10 µm). Recentemente, Pereira *et al.* (2017a) em estudo nos cursos superior e médio do rio Negro observaram indivíduos com maior comprimento valvar (comp. 77,6-100 µm).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10319, 10328, 10304, 10296, 10320, 10332, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10299, 10329, 10306, 10293, 10323, 10335, 10312, 10300, 10325, 10337, 10326, 10338, 10314, 10302.

Pinnularia cf. latevittata var. latevittata Cleve, Le Diatomiste, v. 2, n. 18, p. 103, pl. 7. 1894.

Figuras 11A-11C.

Sinônimo: *Navicula latevittata* (Cleve) Fricke in Fricke. Verzeichnis der in A. Schmidt's Atlas der Diatomaceenkunde. Tafel 1-240 (Serie I-V) abgebildeten und benannten Formen. Herausgegeben von Dr. Friedr. Fricke. pp. 69. 1902.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/7 a 1/4 da largura da valva, área central arredondada. Rafe complexa com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e levemente convergentes em direção as extremidades valvares. Presença de linhas laterais cruzando as estrias.

Morfometria: comprimento 82,21-254,38 μm ; largura 18,73-34,46 μm ; razão comprimento/largura 4,28-7,91; estrias 6-10/10 μm .

Comentário: os espécimes estudados assemelham-se à descrição morfológica do material tipo diferindo por apresentarem área axial mais estreita (1/3 da largura da valva). Pereira *et al.* (2017a) comenta para a espécie uma ampla variação de medidas, como a registrada no presente estudo. Na Amazônia *P. latevittata var. latevittata* tem sido registrada em ambientes com baixos valores de condutividade elétrica (Pereira *et al.*, 2013; 2017a), característica esta similar à observada no lago Verde.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10297, 10319, 10328, 10304, 10296, 10320, 10332, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10336, 10299, 10316, 10329, 10306, 10293, 10312, 10327, 10315.

Pinnularia cf. laxa Hustedt in Schmidt *et al.* Atlas, pl. 391, figs. 11-13, 1934.

Figura 11D.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades capitada-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/4 da largura da valva, área central rômica com fascia larga. Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 57,21 μm ; largura 7,93 μm ; razão comprimento/largura 7,21; estrias 13/10 μm .

Comentário: o espécime estudado apresenta morfologia e dimensões valvares similares à descrição original (comp. 42-70 μm ; larg. 6,5-7,5 μm ; estrias 13-15/10 μm) para o

rio Demerara na Guiana, no entanto difere pelo formato das extremidades levemente capitadas e área áxil mais larga.

P. laxa é similar a *P. delicata* Frenquelli, diferindo pela maior distância entre as extremidades proximais da rafe e pelo formato dos ápices.

Material examinado: HSTM - Algas 10328

Pinnularia liyanlingae Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v. 18, p. 207, pl. 238, figs. 1-4; pl. 239, figs. 1-3. 2007.

Figuras 11E-11G.

Valvas lineares, margens ligeiramente tri-onduladas e infladas na região mediana, extremidades cuneada-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/3 a 1/2 da largura da valva, área central assimétrica, ligeiramente circular. Rafe semi-complexa com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias levemente radiadas na região mediana, levemente paralelas e convergentes em direção as extremidades valvares. Presença de linhas longitudinais que cruzam as estrias.

Morfometria: comprimento: 86,76-219,76 μm ; largura: 22,38-31,63 μm ; razão comprimento/largura 3,39-7,27; estrias 7-9/10 μm .

Comentário: alguns espécimes apresentam pequena diferença no comprimento valvar (94-200 μm) e densidade de estrias (7-8/10 μm), em comparação com a descrição do material tipo para o lago Calado em Metzeltin e Lange-Bertalot (2007). Recentemente, no plâncton de ambientes de águas pretas, Pereira *et al.* (2013; 2017) registraram pouca diferença nas densidades de estrias (8-9/10 μm), semelhante as do presente estudo.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10319, 10328, 10296, 10331, 10295, 10336, 10299, 10329, 10335.

Pinnularia manausensis Pereira e Torgan, Phytotaxa, 158 (2): 154-168. 2014.

Figuras 11H, 19D-19F.

Valvas linear-lanceoladas, margens paralelas levemente trionduladas, extremidades subcapitadas. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades

valvares. Padrão de alvéolos com 3-7 fileiras de aréolas arredondadas, cada fileira com 7-8 aréolas em 1 μm .

Morfometria: comprimento 109,61-135,32 μm ; largura 18,78-20,41 μm ; razão comprimento/largura 5,86-6,63; estrias 9/10 μm .

Comentário: os exemplares estudados apresentam dimensões e densidade de estrias em 10 μm diferentes das registradas no material tipo proveniente do lago Tupé (compr. 121-130,2 μm ; larg. 15,5-18,5 μm ; estrias 10-11/10 μm) descrito por Pereira e Torgan (2014), mas assemelham-se à descrição morfológica e às ilustrações do referido estudo.

A espécie é semelhante a *P. monicae* Metzeltin e Lange-Bertalot, diferindo pelo contorno valvar e forma da área axial lanceolada em *P. monicae* e não linear como em *P. manausensis*.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10304, 10307, 10294, 10311.

Pinnularia meridiana var. *concava* Metzeltin e Krammer, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 180, pl. 181, figs. 6,7. 1998.

Figuras 11I-11J, 20A-20B.

Valvas lineares, margens trionduladas, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/7 a 1/5 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal larga. Rafe filiforme com extremidades proximais ligeiramente curvadas e extremidades distais em forma de gancho, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares. Padrão de alvéolos com 3-6 fileiras de aréolas arredondadas, cada fileira com 12-14 aréolas em 2 μm

Morfometria: comprimento 49,39-82,01 μm ; largura 10,75-12,40 μm ; razão comprimento/largura 4,28-6,61; estrias 10-12/10 μm .

Comentário: os exemplares observados apresentaram dimensões e densidade de estrias diferentes do material tipo descrito por Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) na região Amazônica (comp. 61-63 μm , larg. 12,5-12,7 μm , estrias 10/10 μm). Esta espécie foi registrada com dimensões e densidade de estrias diferentes das originais por Pereira *et al*, (2012; 2013; e 2017a) na bacia do rio Negro, sendo que as dimensões registradas no presente estudo condizem com as apresentadas por estes autores (comp. 56-57 μm ; larg. 11-12 μm ; 11-12/10 μm ; comp. 55-56 μm ; larg. 11-11,5 μm ; 11-12/10 μm ; comp. 51-67 μm ; larg. 11,2-12 μm ; 10-13/10 μm , respectivamente).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para o estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10305, 10292, 10321, 10309, 10298, 10322, 10333, 10328, 10304, 10296, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10336, 10311, 10299, 10329, 10306, 10293, 10335, 10312, 10300, 10313, 10326, 10303.

Pinnularia microstauron (Ehrenberg) Cleve, Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica, p. 28. 1891.

Figura 11K.

Sinônimo: *Pinnularia microstauron* morfotipo 1 sensu Krammer in Krammer. *Pinnularia*. Eine Monographie der europäischen Taxa. Bibliotheca Diatomologica 26: 1-353, p. 99, figs 32: 9-17. 1992.

Valvas lineares levemente trionduladas, margens ligeiramente convexas na região mediana, extremidades rostrado-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/4 a 1/3 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais levemente curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 60,02-82,39 µm; largura 11,64-12,25 µm; razão comprimento/largura 5,16-6,72; estrias 9-10/10 µm.

Comentário: os espécimes registrados se assemelham às ilustrações apresentadas por Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) nas figuras 7-10 (prancha 263) encontradas no lago Jurucuí, estado do Pará. Pereira *et al.* (2017a) registraram a ocorrência da espécie nos cursos superior e médio do rio Negro com menor dimensão valvar (comp. 45-50 µm; larg. 9,5-10 µm), sendo possível verificar através das figuras 4N e 5A do referido estudo extremidades muito rostradas e não rostrada-arredondadas como no presente estudo.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10296, 10320, 10317, 10312, 10338.

Pinnularia mollenhaueri Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica v.18. p.210, pl.244, figs.4-7. 2007.

Figura 11L.

Valvas elípticas, margens paralelas, extremidades cuneada-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/2 da largura da valva, área central simétrica. Rafe ligeiramente lateral com extremidades proximais levemente curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias curtas, paralelas e levemente radiadas nas extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 60,98 μm ; largura 14,28 μm ; razão comprimento/largura 4,27; estrias 12/10 μm .

Comentário: o exemplar observado assemelha-se ao material tipo descrito para o rio Negro em Metzeltin e Lange-Bertalot (2007). Os estudos de Pereira *et al.* (2012; 2013; 2017a) têm registrado a ocorrência desta espécie em diferentes ambientes de águas pretas na bacia do rio Negro.

O espécime é ligeiramente similar com *P. acuminata* W. Smith pelo formato valvar, diferindo pelas extremidades e pela conformação e densidade de estrias (8-10/10 μm). *P. perinstabilis* Metzeltin e Krammer difere do exemplar estudado pelas extremidades fortemente cuneadas, e menor densidade de estrias em 10 μm (8/10 μm).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10322, 10307, 10336, 10311, 10329.

Pinnularia monicae Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v. 18:211, pl. 246, figs. 1-5. 2007.

Figuras 12A-12C, 20C-20F.

Valvas lanceoladas, margens ligeiramente onduladas e infladas na região mediana, extremidades subcapitado-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/3 da largura da valva, área central rômica com fascia transversal larga. Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares. Padrão de alvéolos com 3-5 fileiras de aréolas arredondadas.

Morfometria: comprimento 78,43-116,65 μm ; largura 13,39-17,81 μm ; razão comprimento/largura 5,03-6,88; estrias 9/10 μm .

Comentário: os espécimes observados possuem semelhanças na morfologia e dimensões com as descritas para o lago Jurucuí (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007) e com descrições e ilustrações de Pereira *et al.* (2013; 2017a) em estudos na bacia do rio Negro.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10321, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10297, 10319, 10328, 10304, 10296, 10320, 10332, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10299, 10316, 10329, 10306, 10293, 10323, 10335, 10312, 10300, 10325, 10313, 10326, 10338, 10314, 10302, 10327, 10339.

Pinnularia parallela var. *parallela* Brun, J. Diatomées lacustres, marines ou fossiles, espèces nouvelles ou insuffisamment connues. Le Diatomiste, 2: pls. 14-17, 19-20. Page (s): pl. 14, fig. 7. 1895.

Figura 12D.

Sinônimo: *Navicula parallela* (Brun) M. Peragallo in Peragallo. Le Catalogue Général des Diatomées. Vol. 2 pp. 472-973.1903.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades amplamente arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/5 da largura da valva, área central arredondada. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e paralelas a convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 135,08 µm; largura 16,36 µm; razão comprimento/largura 8,26; estrias 11/10 µm.

Comentário: o exemplar observado apresenta similaridade com *P. spitsbergensis*, no entanto apresenta diferença com a literatura consultada. *P. spitsbergensis* de Cleve (1895) difere pelas estrias paralelas, rafe filiforme e extremidades distais da rafe em formato de baioneta.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para a Amazônia brasileira.

Material examinado: HSTM - Algas 10298, 10320.

Pinnularia percuneata var. *percuneata* Krammer, Diatoms of Europe 1: 232, Pl. 139, figs 1–7. 2000.

Figuras 12E-12F.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades cuneada-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/4 a 1/3 da largura da valva, área central ligeiramente arredondada. Rafe lateral-semicomplexas com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e paralelas a levemente convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 101,82-134,53 µm; largura 16,13-18,41 µm; razão comprimento/largura 6,31-7,31; estrias 8-9/10 µm.

Comentário: os exemplares observados conferem com a morfologia do material tipo descrito por Krammer (2000) sendo que alguns indivíduos apresentam comprimento valvar ligeiramente maior (comp. 63-130 µm).

A espécie difere-se de *P. viridis* (Nitzsch) Ehrenberg principalmente pelos ápices arredondados e área axial mais estreita. Difere de *P. viridiformes* Krammer pelos ápices fortemente cuneados e área axial mais estreita.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para a Amazônia brasileira.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10305, 10292, 10334, 10299, 10325.

Pinnularia perinstabilis Metzeltin e Krammer, Iconographia Diatomologica, vol. 5. 1998.

Figuras 12G-12H.

Valvas linear-lanceoladas, margens paralelas, extremidades cuneado-obtusas. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/2 da largura da valva, área central. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas na região mediana e levemente radiadas nas extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 60,73-86,64 μm ; largura 22,39-24,20 μm ; razão comprimento/largura 2,66-3,80; estrias 9/10 μm .

Comentário: as características métricas e morfológicas dos espécimes estudados são semelhantes às do material descrito no rio Arapiuns em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) diferindo apenas por apresentar densidade de estrias em 10 μm ligeiramente maior (8/10 μm). A espécie foi recentemente registrada no rio Negro por Pereira *et al.* (2017a) sendo que alguns indivíduos apresentaram maior comprimento (comp. 60-101,1 μm) e maior densidade de estrias em 10 μm (9-12/10 μm) do que as descritas originalmente (comp. 68-95 μm ; larg. 23,8-28,8 μm ; estrias 8/10 μm), as ilustrações apresentadas pelos autores são similares aos espécimes por nós registrados, com exceção da figura 5M do referido trabalho na qual o espécime aparentemente possui leve constrição na região mediana.

P. perinstabilis é semelhante a *P. instabilis* (Schmidt) Metzeltin, mas difere desta por apresentar maior largura valvar (23,8-28,8 μm contra 21-23 μm) e extremidades cuneadas e não apiculadas.

Material examinado: HSTM - Algas 10305, 10334, 10328, 10296, 10307, 10331, 10308, 10336, 10311, 10329, 10306, 10335, 10312, 10300, 10338, 10314.

Pinnularia pogoi Sherer, Diatom Research, 3 (1): 152, figs. 56-60,70,71. 1988.

Figuras 12I-12J.

Valvas elípticas a lanceoladas, margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/4 da largura da valva, área central com fascia

transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas a ligeiramente radiais na região mediana da valva.

Morfometria: comprimento 14,9-18,23 μm ; largura 5,29-5,5 μm ; razão comprimento/largura 2,71-3,44; estrias 7/5 μm .

Comentário: o registro desta espécie na bacia amazônica está citado para ambientes de águas pretas como o lago Tupé e rio Negro (Pereira *et al.*, 2013, 2017a). No lago Tupé a espécie apresentou comprimento valvar semelhante (comp. 15-19,6 μm). No rio Negro as dimensões registradas incluem as observadas no presente estudo (comp. 13-16,5 μm ; larg. 5-5,5 μm ; estrias 7/10 μm). A morfologia dos espécimes estudados é similar às ilustrações apresentadas pelos referidos trabalhos.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10309, 10332.

Pinnularia polyonca (Brébisson) W.Smith, A synopsis of the British Diatomaceae, v. 2:95. 1856.

Figura 12K.

Sinônimo: *Navicula polyonca* Brébisson in Kützing. *Species algarum*. pp.[i]-vi,[1]-922. p. 85. 1849.

Valvas lineares, margens trionduladas, infladas na região mediana, extremidades capitadas. Área axial estreita alcançando 1/4 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 99,90 μm ; largura 12,81 μm ; razão comprimento/largura 7,80; estrias 11/10 μm .

Comentário: o exemplar registrado apresenta maior comprimento e largura do proposto por Krammer (2000) (comp. 50-90 μm ; larg. 8-12 μm) sendo semelhante em densidade de estrias e características morfológicas. Recentemente a espécie foi registrada no curso superior e médio do rio Negro (Pereira *et al.*, 2017) com características similares as por nós registradas, incluindo as dimensões valvares (comp. 52,8-107,5 μm ; larg. 8-15 μm ; estrias 10-12/10 μm).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10294.

Pinnularia procera Metzeltin e Krammer, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 184, pl. 178, figs. 7-11. 1998.

Figura 12L.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/9 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 69,70 μm ; largura 6,81 μm ; razão comprimento/largura 10,23; estrias 12/10 μm .

Comentário: o exemplar estudado apresenta dimensões e densidade de estrias menores que as apontadas por Krammer e Metzeltin (1998) na descrição do material tipo proveniente do rio Tapajós próximo a Santarém (comp. 72-82 μm ; larg. 8-8,5 μm , estrias 10-11/10 μm), no entanto as características morfológicas conferem com a descrição e ilustrações originais.

P. procera pode ser comparada com *P. laxa* Hustedt por apresentar estrias, área axial e área central semelhantes, mas difere-se principalmente pelo formato das extremidades valvares, arredondadas em *P. procera* e cuneadas em *P. laxa* Hustedt.

Material examinado: HSTM - Algas 10309.

Pinnularia rostratissima var. *ventricosa* Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v. 5:186, pl. 169, figs. 1-5. 1998.

Figura 12M, 21A-21C.

Valvas amplamente lanceoladas, margens paralelas infladas na região mediana, extremidades capitadas. Área axial larga alcançando 1/2 da largura da valva, área central simétrica fusionada a área axial com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares. Padrão de alvéolos com 3-5 fileiras de aréolas arredondadas.

Morfometria: comprimento 49,86-68,53 μm ; largura 12,41-13,33 μm ; razão comprimento/largura 3,96-5,49; estrias 11-13/10 μm .

Comentário: alguns indivíduos estudados apresentaram menores dimensões e maior densidade de estrias em comparação aos descritos originalmente em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) para o rio Essequibo na Guiana (comp. 54-74 μm ; larg. 14-17,5 μm ; estrias

11-12/10 μm), sendo similar a descrição morfológica do material tipo. Os estudos realizados na bacia do rio Negro por Pereira *et al.* (2012, 2013, 2017a) registraram indivíduos com dimensões diferentes (comp. 51,3-87 μm ; larg. 10,3-21 μm ; estrias 11-14/10 μm). A espécie foi registrada por da Silva *et al.* (2016) no lago dos Tigres em Goiás, apresentando valores de comprimento e largura maiores que os registrados neste estudo (comp. 70 μm ; larg. 15 μm).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10297, 10328, 10304, 10296, 10332, 10307, 10294, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10299, 10329, 10306, 10293, 10335, 10312, 10300, 10313, 10314, 10303.

Pinnularia sterrenburgii Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v.18, p. 222, pl. 243, figs. 1-6. 2007.

Figuras 12N, 13A-13B.

Sinônimo: *Pinnularia hyalina* var. *cuyabensis* De Oliveira & Steinitz-Kannan in De Oliveira, P.E. & Steinitz-Kannan, M. The diatom flora (Bacillariophyceae) of the Cuyabeno Faunistic Reserve, Ecuadorian Amazonia. Nova Hedwigia, 54 (3-4): 515-552. page (s): p. 532; fig. 170. 1992.

Valvas lineares, margens paralelas, infladas na região mediana, extremidades subcapitado-arredondadas. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/2 da largura da valva, área central simétrica. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e paralelas a levemente convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 86,89-138,97 μm ; largura 20,71-26,47 μm ; razão comprimento/largura 3,98-5,36; estrias 8-10/10 μm .

Comentário: alguns exemplares estudados apresentaram dimensões menores e maior densidade de estrias que o material tipo descrito para o lago Calado no município de Manacupuru (Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007) (comp. 96-148 μm ; larg. 22-30 μm ; estrias 7,5/10 μm), contudo se assemelham à morfologia do material descrito. Esta espécie foi registrada no lago Tupé (Pereira *et al.*, 2013) e no rio Negro (Pereira *et al.*, 2012, 2017a), com densidade de estrias similares às dos espécimes estudados.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10321, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10319, 10328, 10296, 10320, 10332, 10307, 10294,

10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10299, 10329, 10306, 10293, 10323, 10335, 10312, 10326, 10338, 10302.

Pinnularia stoermeri Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v.18, p. 224, pl. 241, figs. 1-3. 2007.

Figuras 13C-13D.

Valvas lineares, margens paralelas levemente intumescidas na região mediana, extremidades amplamente arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/5 a 1/4 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal estreita. Rafe lateral-complexa com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 100,21-140,13 µm; largura 21,91-29,28 µm; razão comprimento/largura 4,35-5,97; estrias 7-8/10 µm.

Comentário: as dimensões e características morfológicas dos indivíduos estudados estão inseridas dentro das características apresentadas na descrição do material tipo proveniente do rio Tapajós próximo a Santarém (Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007). A espécie foi registrada no rio Guaraguaçu por Tremarin *et al.* (2010) com dimensões semelhantes as observadas, mas diferindo ligeiramente pela região mediana mais fortemente intumescida e ápices não amplamente arredondados visualizados na figura 64 do referido estudo.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10309, 10298, 10310, 10328, 10294, 10324, 10299, 10293, 10335, 10312, 10313, 10302.

Pinnularia subboyeri Metzeltin e Krammer, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 189, pl. 183, figs. 11,12; pl.199, fig. 4. 1998.

Figuras 13E-13F.

Valvas linear-lanceoladas, margens paralelas, levemente infladas na região mediana, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/4 a 1/3 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal estreita. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e levemente convergente em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 125,97-298,01 µm; largura 15,23-18,99 µm; razão comprimento/largura 8,03-10,99; estrias 8-9/10 µm.

Comentário: a espécie foi originalmente descrita para o estado do Amazonas (Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998) e posteriormente teve sua diagnose alterada com a

ampliação dos limites métricos (comp: de 94-148 μm para 83-150 μm ; larg. de 10,5-13,4 μm para 8,7-13,5 μm) e diminuição da densidade de estrias (de 10-12/10 μm para 9-10/10 μm) por Metzeltin e Lange-Bertalot (2007). O material analisado no presente estudo possui indivíduos com maiores dimensões valvares e menor densidade de estrias que o proposto para a espécie, contudo se assemelha à descrição e ilustrações do material tipo e de outros trabalhos realizados na Amazônia (Pereira *et al.*, 2012, 2013, 2017a), indicando que a espécie possui ainda maior variação morfométrica do que a registrada na literatura, dessa forma o presente estudo mais uma vez amplia as dimensões métricas e densidade de estrias em 10 μm do táxon.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10321, 10334, 10309, 10322, 10333, 10310, 10297, 10328, 10304, 10296, 10320, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10336, 10311, 10299, 10316, 10329, 10306, 10293, 10335, 10312, 10300, 10326, 10338, 10314, 10302, 10315.

Pinnularia subelongatoides (Hustedt) Simonsen. Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt. Vol. 1. page. 493. 1987.

Figuras 13G-13H.

Valvas lanceoladas, margens ligeiramente trionduladas, extremidades subcapitadas. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central assimétrica. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias ligeiramente radiadas na região mediana a convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 90,02-117,32 μm ; largura 10,57-12 μm ; razão comprimento/largura 8,52-9,06; estrias 12/10 μm .

Comentário: a espécie foi originalmente descrita por Hustedt (1965) como *P. elongatoides*, sendo posteriormente renomeada por Simonsen (1987) como *P. subelongatoides*, tendo em vista o epíteto específico já ser registrado para outro táxon por Chohnoky (1960).

As características morfológicas e morfométricas dos exemplares assemelham-se ao material descrito por Hustedt (1965) para o lago Jurucuí. O estudo de Pereira *et al.* (2013) no lago Tupé apresenta a ilustração de um indivíduo (figura 39) que foi identificado como *P. superpaulensis*, mas que ao se comparar com os exemplares deste estudo, se incluiria em *P. subelongatoides*.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10321, 10309, 10298, 10322, 10319, 10304, 10320, 10317, 10331, 10316, 10306, 10323, 10335, 10312, 10326, 10338, 10339, 10315.

Pinnularia superpaulensis (Hustedt) Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v. 18: 226, pl. 257, fi gs. 1-3. 2007.

Figuras 13I-13K, 21D-21F.

Sinônimos: *Pinnularia elongatoides* f. *linearis* Hustedt em Hustedt. Neue und wenig bekannte diatomeen. IX. Süßwasserdiatomeen aus Brasilien, insbesondere des Amazonas gebietes. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie. vol. 50, p. 398, Fig. 30, 1965.

Pinnularia subelongatoides f. *lineares* (Hustedt) Simonsen em Simonsen, R., Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt:1-1741. Gebrüder Nortraeger Versbuchhandlung, Stuttgart. p. 493. 1987.

Valvas lineares, margens paralelas, infladas na região mediana, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/4 a 1/3 da largura da valva, área central assimétrica. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias ligeiramente radiadas na região mediana e paralelas no decorrer das valvas. Padrão de alvéolos com 3-7 fileiras de aréolas arredondadas.

Morfometria: comprimento 105,63-151,86 μm ; largura 13,97-17,08 μm ; razão comprimento/largura 7,04-8,89; estrias 10-11/10 μm .

Comentário: os espécimes observados são semelhantes morfológicamente com os descritos por Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) do material oriundo do lago Jurucuí. No lago Tupé, Pereira *et al.* (2013) registrou a espécie citando menores dimensões valvares (comp. 89,3-144 μm ; larg. 9,2-15,5 μm) que os observados, recentemente os mesmos autores registraram a espécie nos cursos superior e médio do rio Negro com comprimento e densidade de estrias semelhantes aos registrados, no entanto alguns indivíduos apresentaram menor largura valvar (comp. 123-148,3 μm ; larg. 12,8 -18,3 μm ; estrias 10-11/10 μm) (Pereira *et al.*, 2017a).

P. superpaulensis é muito semelhante a *P. paulensis* Grunow diferindo pela maior amplitude das valvas, rafe lateral e estrias mais longas (Krammer, 2000). A espécie é semelhante a *P. subelongatoides* (Hustedt) Simonsen diferindo por ter valvas menos trionduladas e extremidades não capitadas.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10292, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10319, 10328, 10296, 10320, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10324, 10311, 10299, 10316, 10329, 10323, 10335, 10325, 10337, 10313, 10326, 10338, 10314.

Pinnularia cf. transversa (A. Schmidt) Mayer, A. Die Diatomeenflora von Erlangen. Denkschriften der Koniglich-Baierischen Botanischen Gesellschaft in Regensburg, 21: 113-225, 5 pls. page(s): p. 143; pl. 2, fig. 1-2. 1939.

Figura 13L.

Sinônimo: *Pinnularia angusta* var. *transversa* Cleve em Cleve, P. T. The diatoms of Finland. Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica 8(2): 1-68, pls 1-3. 1891.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades amplamente arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central ligeiramente arredondada. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e ligeiramente convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 251,26 µm; largura 30,22 µm; razão comprimento/largura 8,31; estrias 6/10 µm.

Comentário: o espécime observado é muito similar à *P. transversa* apresentada na figura 1 da prancha 225 de Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) e na figura 2 da prancha 177 de Krammer (2000).

O exemplar estudado apresenta ligeira semelhança com *P. neomajor* var. *inflata* Krammer, distinguindo-se desta por ter extremidades mais arredondadas e região mediana não intumescida, além da área axial mais estreita.

Material examinado: HSTM - Algas 10309.

Pinnularia tumescens Metzeltin e Krammer, Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 193, pl. 186, figs. 1-5. 1998.

Figuras 13M-13N, 22A-22C.

Valvas lineares, margens ligeiramente trionduladas, extremidades rostrado-subcapitadas. Área axial estreita alcançando 1/5 a 1/4 da largura da valva, área central arredondada. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Padrão de alvéolos com 3-6 fileiras de aréolas arredondadas, cada fileira com 29-31 aréolas em 5 μm .

Morfometria: comprimento 73,07-115,41 μm ; largura 12,09-16,26 μm ; razão comprimento/largura 5,36-7,59; estrias 10-11/10 μm .

Comentário: entre os indivíduos estudados alguns apresentaram dimensões valvares maiores que as registradas na descrição original do material proveniente do rio Potaro na Guiana (comp. 70-105 μm ; larg. 12-14 μm) (Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998), contudo se assemelham à descrição morfológica e ilustrações do táxon.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para a Amazônia brasileira.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10321, 10334, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10297, 10319, 10328, 10304, 10296, 10320, 10332, 10307, 10294, 10317, 10331, 10308, 10295, 10336, 10311, 10299, 10329, 10306, 10293, 10323, 10335, 10312, 10300, 10325, 10337, 10313, 10326, 10338, 10314, 10302, 10327, 10339, 10315, 10303.

Pinnularia tupensis Pereira, Melo & Torgan, Phytotaxa, 158(2): 154-168. 2014.

Figuras 13O, 14A, 22D-22E.

Valvas lanceoladas, margens paralelas, extremidades fortemente capitado-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/4 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal larga. Rafe filiforme com extremidades proximais curvadas e extremidades distais não distintas, internamente as fissuras terminais apresentam helictoglossa proeminente. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares. Padrão de alvéolos com 3-6 fileiras de aréolas arredondadas, cada fileira com 12–13 aréolas em 2 μm .

Morfometria: comprimento 52-64,2 μm ; largura 10,8-13 μm ; razão comprimento/largura 4,67-5,31; estrias 11-12/10 μm .

Comentário: um exemplar encontrado apresentou comprimento levemente menor do que o material tipo proveniente de amostras do sedimento do lago Tupé (compr. 52-64,2 μm) descrito em Pereira *et al.* (2014), no entanto as características morfológicas são semelhantes à descrição original.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10292, 10309, 10322, 10333, 10310, 10304, 10307, 10294, 10331, 10308, 10295, 10311, 10299, 10329, 10335, 10313, 10326.

Pinnularia viridiformis Krammer, Eine Monographie der europäischen Taxa.: Bibliotheca Diatomologica, p. 160, pl. 1, fig. 4; pl. 4, figs 1-4; pl. 68: figs 1-4; pl. 69: figs 1-5. 1992.

Figuras 14B-14C.

Sinônimo: *Pinnularia viridis* var. *minor* Cleve em Cleve, P. T. The diatoms of Finland. Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica 8(2): 1-68, pag 22, fig. 1:2. 1891.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/5 a 1/4 da largura da valva, área central ligeiramente arredondada. Rafe complexa com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e levemente convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 84,40-159,94 µm; largura 15,29-30,16 µm; razão comprimento/largura 4,85-6,42; estrias 7-9/10 µm.

Comentário: alguns exemplares registrados apresentaram maior comprimento e largura que o descrito originalmente por Krammer (1992) (comp. 67-145 µm, larg. 14-21 µm), no entanto possuem mesma densidade de estrias e morfologia. Em Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) é registrada a ocorrência da espécie para o rio Essequibo com formato valvar muito semelhante ao aqui observado. Tremarin *et al.* (2010) registram a espécie no rio Guaraguaçu no Paraná com dimensões semelhantes as observadas porém com extremidades mais arredondadas. Na bacia do rio Negro (Pereira *et al.*, 2017a) a espécie foi citada com menores dimensões e maior densidade de estrias (comp. 67,8-91,4 µm; larg. 13,5-14,1 µm; estrias 11/10 µm) além de apresentar extremidades mais arredondadas e estrias aparentemente mais grosseiras.

Corresponde à primeira citação de ocorrência para estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10305, 10292, 10309, 10298, 10322, 10333, 10310, 10331, 10295, 10336, 10329, 10306, 10293, 10312, 10326, 10338, 10314, 10302.

Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg, Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd-und Nord-Amerika. Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, p. 305 (17), p. 385, pl.1/1: fig.7. 1843.

Figuras 14D-14F.

Sinônimo: *Bacillaria viridis* Nitzsch em Nitzsch, C.L. Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Zerkarien und Bazillarien. Neue Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle 3(1): 1-128, p. 97, pl. 6, figs. 1-3. 1817.

Valvas elípticas-lanceoladas, margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial larga alcançando 1/4 a 1/3 da largura da valva, área central levemente arredondada. Rafe semi-complexa, extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias (6-8/10 μm) radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 155,94-278,52 μm ; largura 28,62-45,94 μm ; razão comprimento/largura 4,36-6,05; estrias 6-8/10 μm .

Comentário: entre os espécimes estudados, alguns apresentaram maiores dimensões e maior densidade de estrias que as registradas por Krammer (2000) (comp. 100-182 μm ; larg. 21-30 μm ; estrias 6-7/10 μm). A espécie foi citada por Brassac e Ludwig (2006) para a bacia do Iguaçu no Paraná, na descrição as autoras citam a espécie com rafe filiforme, no entanto é visualizado na imagem 4 do referido trabalho a presença de rafe semi-complexa.

Os exemplares observados se assemelham a espécie *P. vulturis* de Metzeltin e Lange-Bertalot, no entanto diferem-se desta pela rafe lateral e pela área axial mais larga. Tremarin *et al.* (2010) indicam que apesar de semelhantes, *P. viridis* difere-se de *P. viridiformis* principalmente por apresentar maiores dimensões valvares (comp. 100-182 μm contra 67-145 μm ; larg. 21-30 μm contra 14-21 μm).

Corresponde à primeira citação de ocorrência para estado do Pará.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10321, 10334, 10309, 10322, 10310, 10319, 10304, 10296, 10332, 10307, 10294, 10331, 10308, 10295, 10336, 10299, 10329, 10306, 10335, 10312, 10313, 10326, 10338, 10314, 10302.

Pinnularia cf. walkerae Pereira & Torgan, Phytotaxa, 158 (2): 154-168. 2014.

Figura 14G.

Valvas lanceoladas, margens trionduladas, extremidades sub-capitadas. Área axial alcançando 1/3 da largura da valva, área central rômica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 84,39 μm ; largura 11,50 μm ; razão comprimento/largura 7,33; estrias 11/10 μm .

Comentário: o exemplar estudado possui morfologia e dimensões valvares semelhantes às do material tipo descrito para o lago Tupé no estado do Amazonas (Pereira *et*

al., 2014), no entanto apresenta ligeira diferença nas extremidades e maior razão comprimento/largura (5.65–5.77).

Material examinado: HSTM - Algas 10305

***Pinnularia* sp. 1.**

Figura 14H.

Valvas elípticas-lanceoladas, margens paralelas, extremidades ligeiramente cuneadas. Área axial estreita alcançando 1/5 da largura da valva, área central levemente arredondada. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 96,74-117,45 μm ; largura 17,59-17,80 μm ; razão comprimento/largura 5,43-6,68; estrias 9-10/10 μm .

Comentário: os exemplares estudados assemelham-se à *P. acuminata* W. Smith, ilustrado em Krammer (2000), no entanto diferem-se pelo formato valvar, estrias mais grosseiras, e área axial mais estreita. *P. permontana* Krammer e Metzeltin apresenta semelhanças com os indivíduos observados diferindo por esta apresentar área axial larga, valvas ligeiramente lanceoladas e maior dimensão valvar (comp. 121 μm ; larg. 23 μm).

Material examinado: HSTM - Algas 10330, 10334.

***Pinnularia* sp. 2.**

Figura 14I.

Valvas linear-retangulares, margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central rômica com fascia transversal estreita. Rafe filiforme com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 80,05-117,13 μm ; largura 13,02-14,80 μm ; razão comprimento/largura 6,15-7,91; estrias 9/10 μm .

Comentário: os indivíduos observados são semelhantes à *P. aquaenigrae* Krammer e Metzeltin, mas diferem pelo formato valvar com extremidades amplamente arredondadas, área axial mais larga, rafe filiforme e extremidades distais da rafe em forma de baioneta. O táxon difere de *P. crucifera* Cleve-Euler pelo formato das extremidades, rafe lateral e área central.

Material examinado: HSTM - Algas 10292, 10299.

***Pinnularia* sp. 3.**

Figura 14J.

Valvas lanceoladas, margens paralelas ligeiramente constrictas na região mediana, extremidades cuneadas. Área axial estreita alcançando 1/2 da largura da valva, área central com fascia transversal estreita. Rafe filiforme com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias ligeiramente radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 60,08 μm ; largura 9,50 μm ; razão comprimento/largura 6,32; estrias 11/10 μm .

Comentário: o exemplar assemelha-se à espécie *P. instabiliformis* Krammer e Metzeltin, entretanto difere desta por apresentar região mediana constricta, maior dimensão valvar (comp. 36-52 μm ; larg. 10,4-11,7 μm) e rafe filiforme. O indivíduo lembra *P. dornii* Metzeltin, ilustrada em Krammer (2000), mas difere pela região mediana constricta e formato dos ápices cuneados.

Material examinado: HSTM - Algas 10292.

***Pinnularia* sp. 4.**

Figura 14K.

Valvas elípticas-lanceoladas, margens paralelas, extremidades cuneada-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/3 a 1/2 da largura da valva, área central com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 56,98-66,28 μm ; largura 11,54-11,79 μm ; razão comprimento/largura 4,83-5,62; estrias 11-12/10 μm .

Comentário: os exemplares possuem formato valvar semelhante à espécie *P. angustistriata* Metzeltin e Krammer, mas diferem pelas menores dimensões (comp. 80-90 μm ; larg. 15,4-16,80 μm). Os exemplares assemelham-se à *P. hemipteriformis* Krammer e Metzeltin, diferindo por a última ter valvas ligeiramente lanceoladas, área axial menor, fascia mais estreita, estrias paralelas a ligeiramente radiadas na região mediana e paralelas a ligeiramente convergentes nas extremidades, além de possuir menor dimensão (comp. 51-55 μm ; larg. 9,4 μm).

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10319, 10307, 10326.

***Pinnularia* sp. 5.**

Figura 14L.

Valvas retangulares, margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central arredondada. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e ligeiramente convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 92,48 μm ; largura 14,49 μm ; razão comprimento/largura 6,38; estrias 8/10 μm .

Comentário: o indivíduo é muito semelhante à *P. maculata* Krammer e Metzeltin, mas difere por esta última apresentar valvas lineares ligeiramente convexas, extremidades capitado-arredondadas, área axial mais estreita e maior densidade de estrias em 10 μm (9-10 /10 μm). O táxon se assemelha à *P. gentilis* (Donkin) Cleve ilustrada em Krammer (2000), porém difere pela presença de rafe semi-complexa e menores dimensões valvares (com. 140-220 μm ; larg. 26-33 μm).

Material examinado: HSTM - Algas 10328

***Pinnularia* sp. 6.**

Figura 14M.

Valvas linear-lanceoladas, margens convexas, extremidades subcapitadas. Área axial estreita alcançando 1/5 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal larga. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 63,04 μm ; largura 11,31 μm ; razão comprimento/largura 5,57; estrias 10/10 μm .

Comentário: o exemplar observado é muito similar à *P. monicae* Metzeltin e Lange-Bertalot, diferindo pelas margens convexas, menor dimensão valvar (comp. 70-120 μm ; larg. 13,5-18 μm) e maior densidade de estrias em 10 μm (7,5-9/10 μm).

Material examinado: HSTM - Algas 10298.

***Pinnularia* sp. 7.**

Figuras 15A-15B.

Valvas lineares levemente infladas na região mediana, margens paralelas, extremidades levemente cuneadas. Área axial estreita alcançando aproximadamente 1/4 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal estreita. Rafe lateral semi-complexa com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana a paralelas e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 114,66-157,13; largura 22,84-27,14 μm ; razão comprimento/largura 4,74-6,13; estrias 7-8/10 μm .

Comentário: os indivíduos estudados são similares à *P. stoermeri* Metzeltin e Lange-Bertalot, diferindo pelas extremidades cuneadas, valvas infladas na região mediana e presença de rafe semi-complexa. Os exemplares lembram a espécie *P. divergens* var. *sublinearis* Cleve, mas diferem por a última apresentar valvas lineares não intumescidas na região mediana e extremidades arredondadas.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10334, 10298, 10333, 10310, 10328, 10337.

***Pinnularia* sp. 8.**

Figura 15C.

Valvas trionduladas, margens paralelas, extremidades capitadas. Área axial estreita alcançando 1/4 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal estreita. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 72,24-78,68 μm ; largura 9,21-10,85 μm ; razão comprimento/largura 6,66-8,09; estrias 10/10 μm .

Comentário: os indivíduos observados mostraram semelhança com *P. graciloides* var. *rumrichae* Krammer, *P. polyonca* (Brébisson) W.Smith e *P. subumbrosa* Metzeltin e Krammer, mas diferem destas pela região mediana, extremidades valvares e tipo de fascia transversal.

Material examinado: HSTM - Algas 10298, 10319, 10320.

***Pinnularia* sp. 9.**

Figura 15D.

Valvas linear-lanceoladas levemente infladas na região mediana, margens paralelas, extremidades amplamente arredondadas. Área axial alcançando 1/4 a 1/3 da largura da valva,

área central ligeiramente circular. Rafe lateral com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 206,92-291,25 µm; largura 24,46-35,71 µm; razão comprimento/largura 7,92-10,60; estrias 12/10 µm.

Comentário: os exemplares são ligeiramente similares à *P. roland-schmidtii* Metzeltin e Lange-Bertalot, diferindo por apresentar menores dimensões valvares (comp. 300-470; larg. 42-52) estrias menos espaçadas (5-5,5/10) e região mediana menos inflada.

Material examinado: HSTM - Algas 10321, 10319, 10296, 10320, 10317, 10331, 10324, 10323, 10325, 10326.

***Pinnularia* sp. 10.**

Figuras 15E-15F.

Valvas lineares, margens paralelas, extremidades amplamente arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/4 a 1/3 da largura da valva, área central rômbrica com fascia transversal estreita. Rafe semi-complexa com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: comprimento 172,22-232,02 µm; largura 25,35-30,88 µm; razão comprimento/largura 6,07-11,12; estrias 7-9/10 µm.

Comentário: os exemplares se assemelham à *P. stoermeri* Metzeltin e Lange-Bertalot, no entanto apresentam maior comprimento valvar (comp. 100-150 µm) e extremidades amplamente arredondadas.

Material examinado: HSTM - Algas 10318, 10330, 10305, 10292, 10334, 10309, 10298, 10328, 10320, 10332, 10307, 10331.

Os estudos taxonômicos realizados para a Amazônia têm registrado o gênero com elevada riqueza de espécies. Na bacia do rio Negro Pereira *et al.* (2012; 2013; 2017) registraram em diferentes ambientes um total de 15, 28 e 53 táxons, respectivamente. Espécies novas do gênero têm sido descritas para a região Amazônica, Hustedt (1965) descreveu quatro espécies novas para o estado do Pará, Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) descreveram 26 espécies novas, sendo sete para o rio Tapajós, Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) apresentaram a descrição de 15 novas espécies, uma nova combinação e um novo nome para diferentes locais da região Amazônica. Pereira *et al.* (2014) descreveram quatro

espécies novas para o lago Tupé e em 2015 os mesmos autores fazem a descrição de mais uma espécie para o mesmo ambiente. Estes estudos demonstram que o gênero apresenta elevada riqueza na região Amazônica.

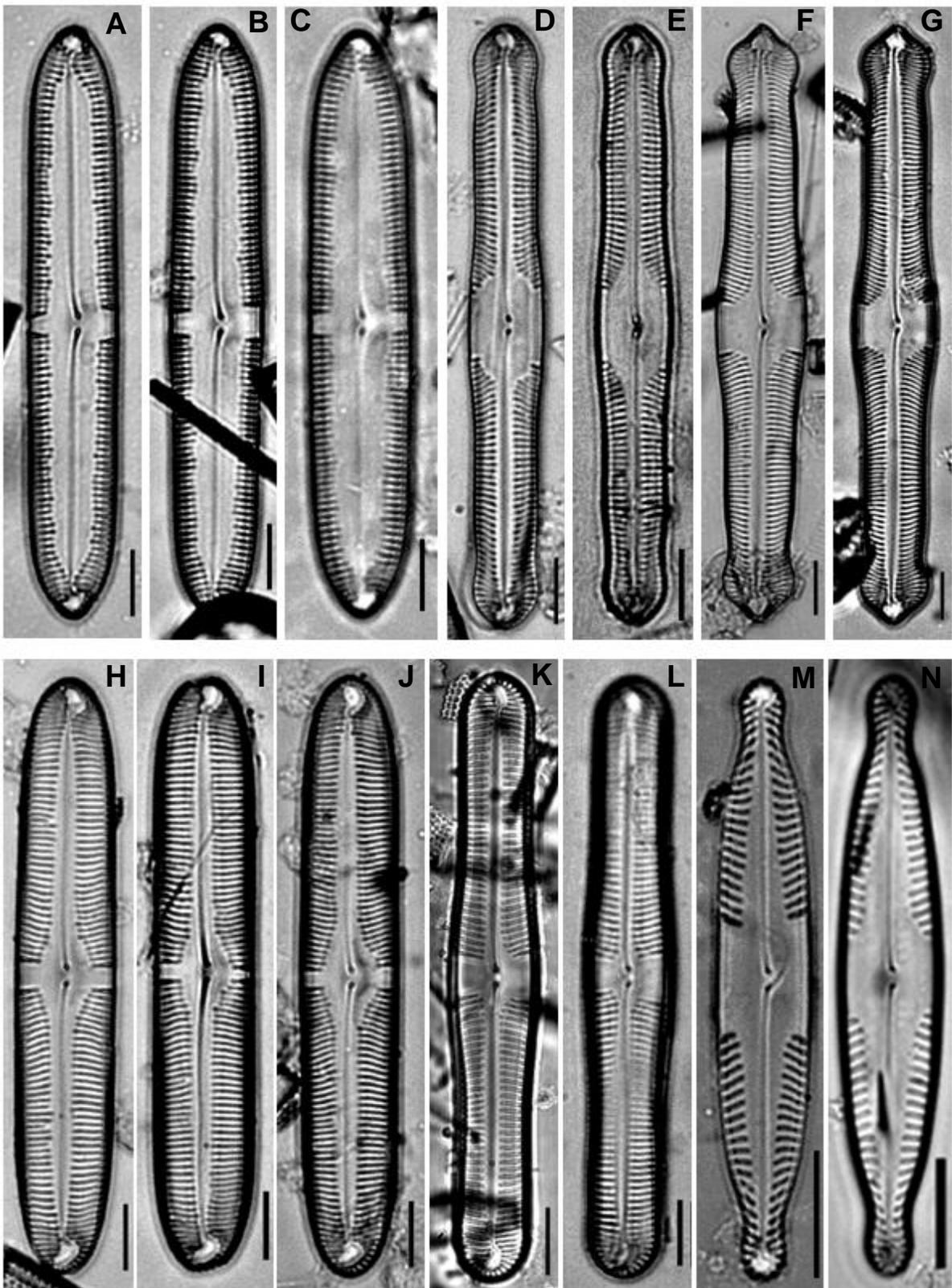


Figura 7: Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B, C) *Pinnularia acuminata* var. *novaezealandica*; D, E) *P. amazonica* F, G) *P. amoena*; H, I, J) *P. aquaenigrae*; K, L) *P. boyeriformis*; M, N) *P. cf. brauniana*. Escalas = 10 μm .

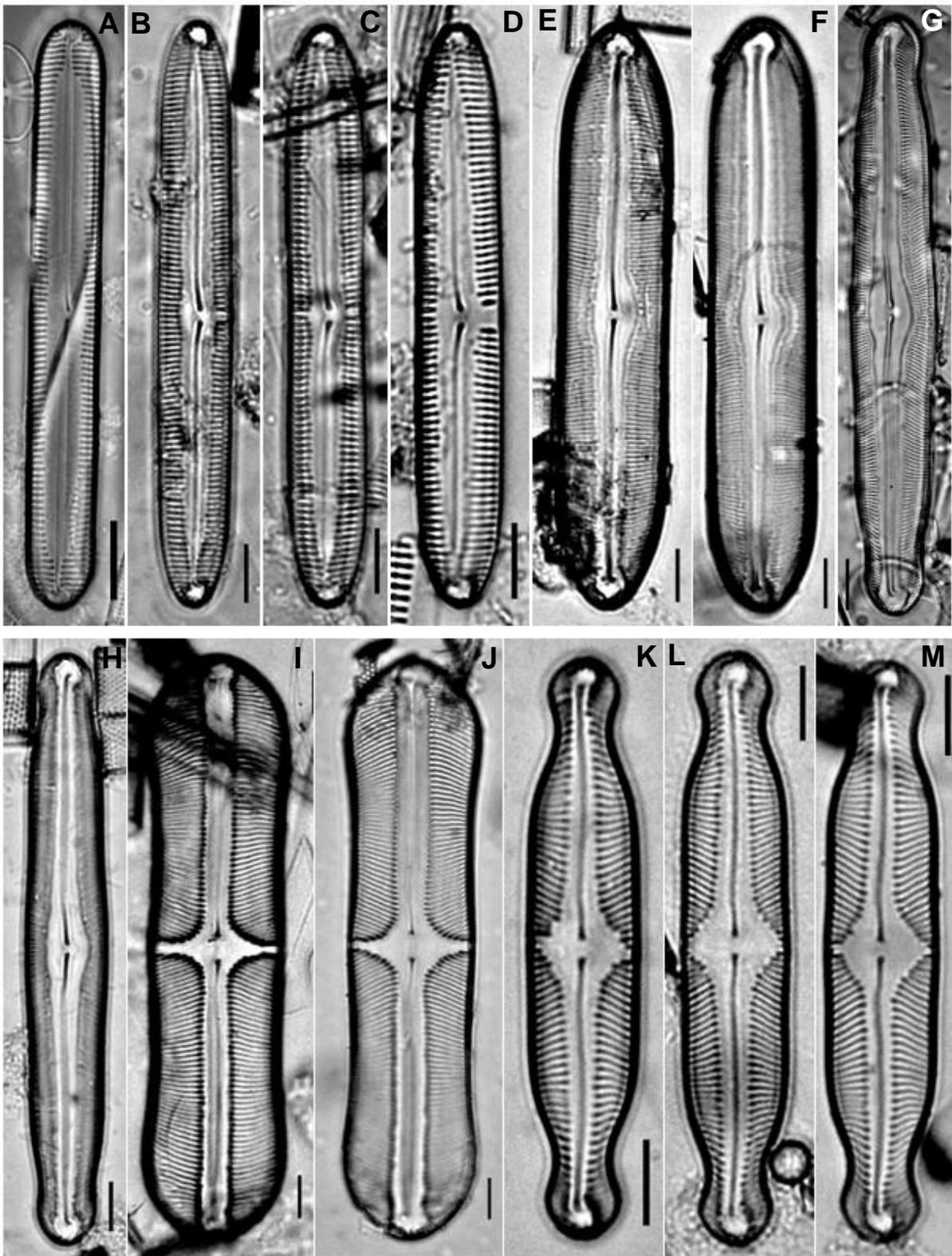


Figura 8: Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A) *P. confirma*; B, C, D) *P. cf. confirma* var. *essequiboensis*; E, F) *P. cf. dactyloides*; G, H) *P. discrepantia*; I, J) *P. divergens* var. *malayensis* K, L, M) *P. divergens* var. *media*. Escalas = 10 μ m.

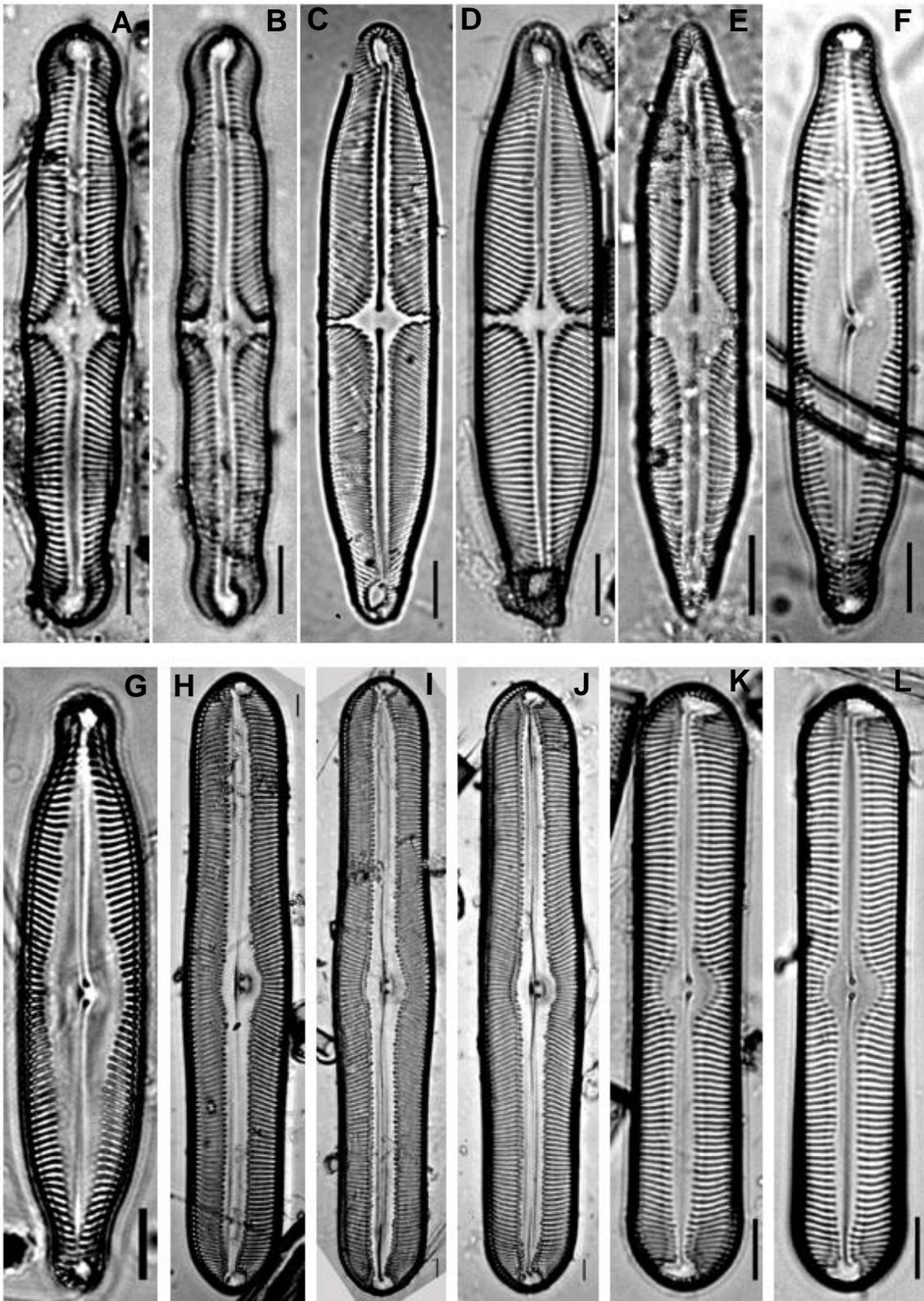


Figura 9: Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B) *Pinnularia. divergens* var. *mesoleptiformis*; C, D) *P. divergens* var. *rostrata*; E) *P. divergens* var. *subcuneata*; F, G) *P. diversarea*; H, I, J) *P. cf. dominguensis* var. *ambígua*; K, L) *P. flamma*. Escalas = 10 μ m.

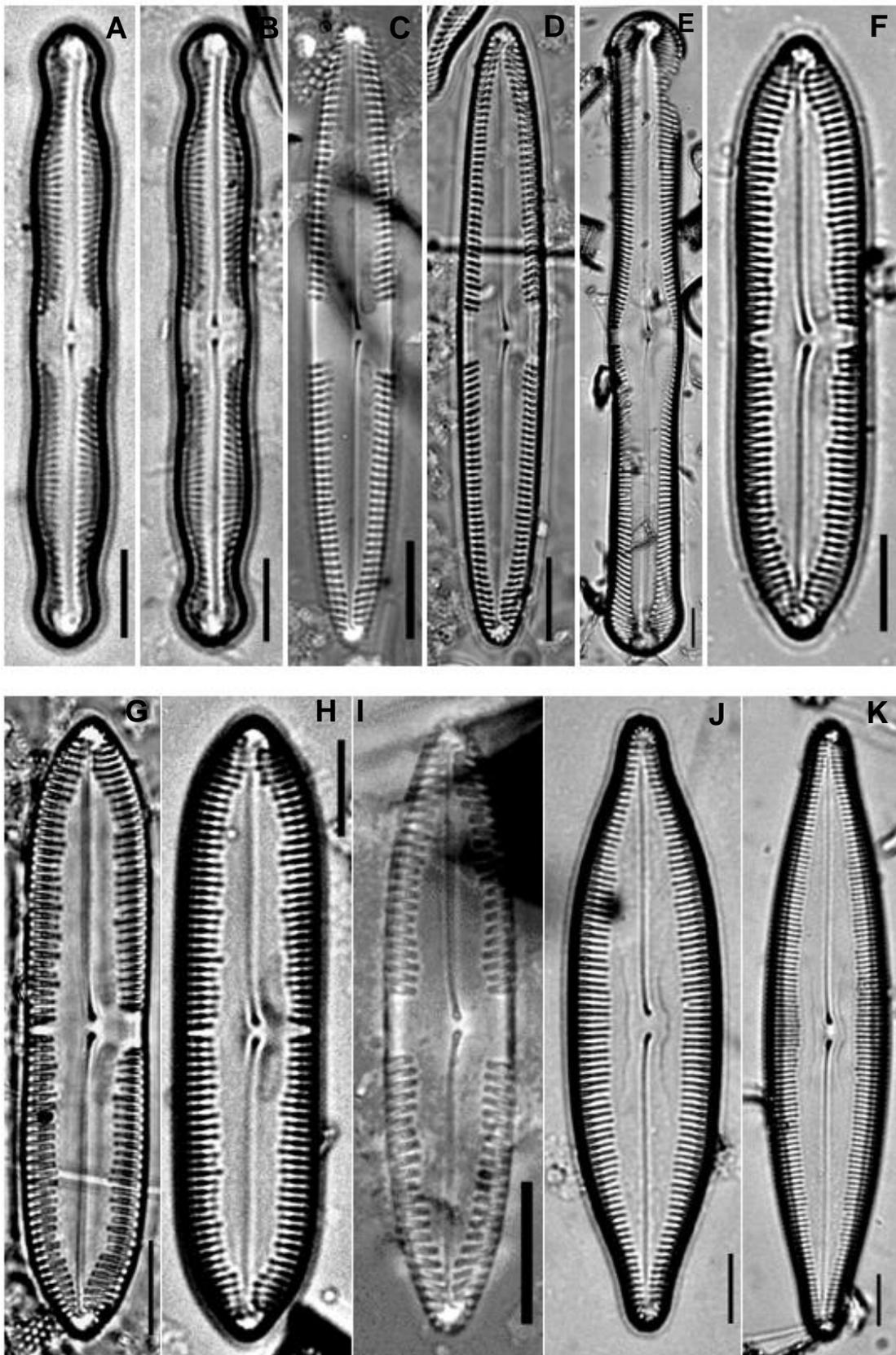


Figura 10: Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B) *Pinnularia graciloides* var. *rumrichae*; C, D) *P. hemipteriformis*; E) *P. hyalina*; F, G, H) *P. cf. inconstans*; I) *P. instabiliformis*; J, K) *P. instabilis*. Escalas = 10 μm .

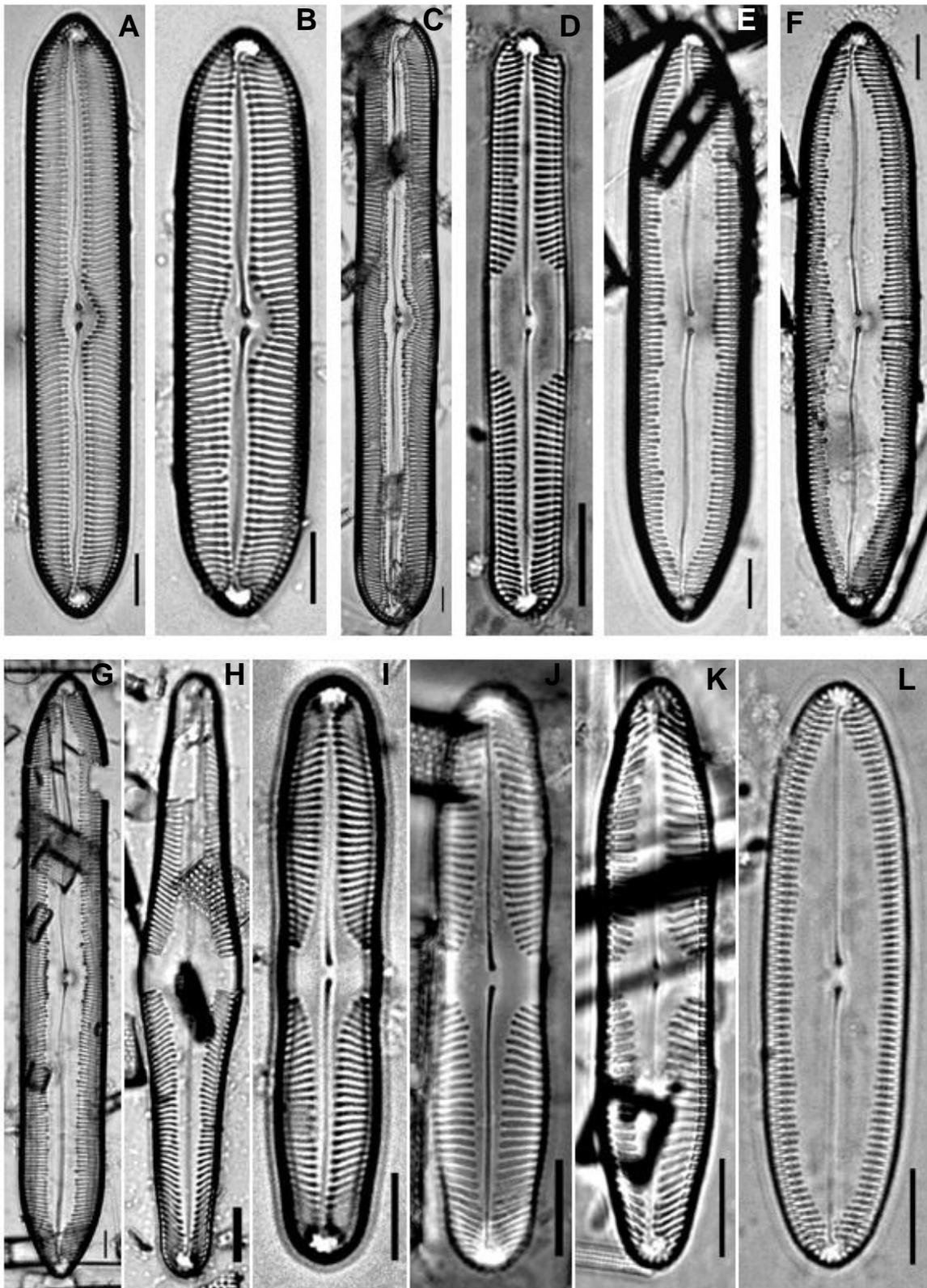


Figura 11: Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B, C) *Pinnularia latevittata* var. *latevittata*; D) *P. laxa*; E, F, G) *P. liyanlingae*; H) *P. manausensis*; I, J) *P. meridiana* var. *concava*; K) *P. microstauron*; L) *P. mollenhaueri*. Escalas = 10 μm .

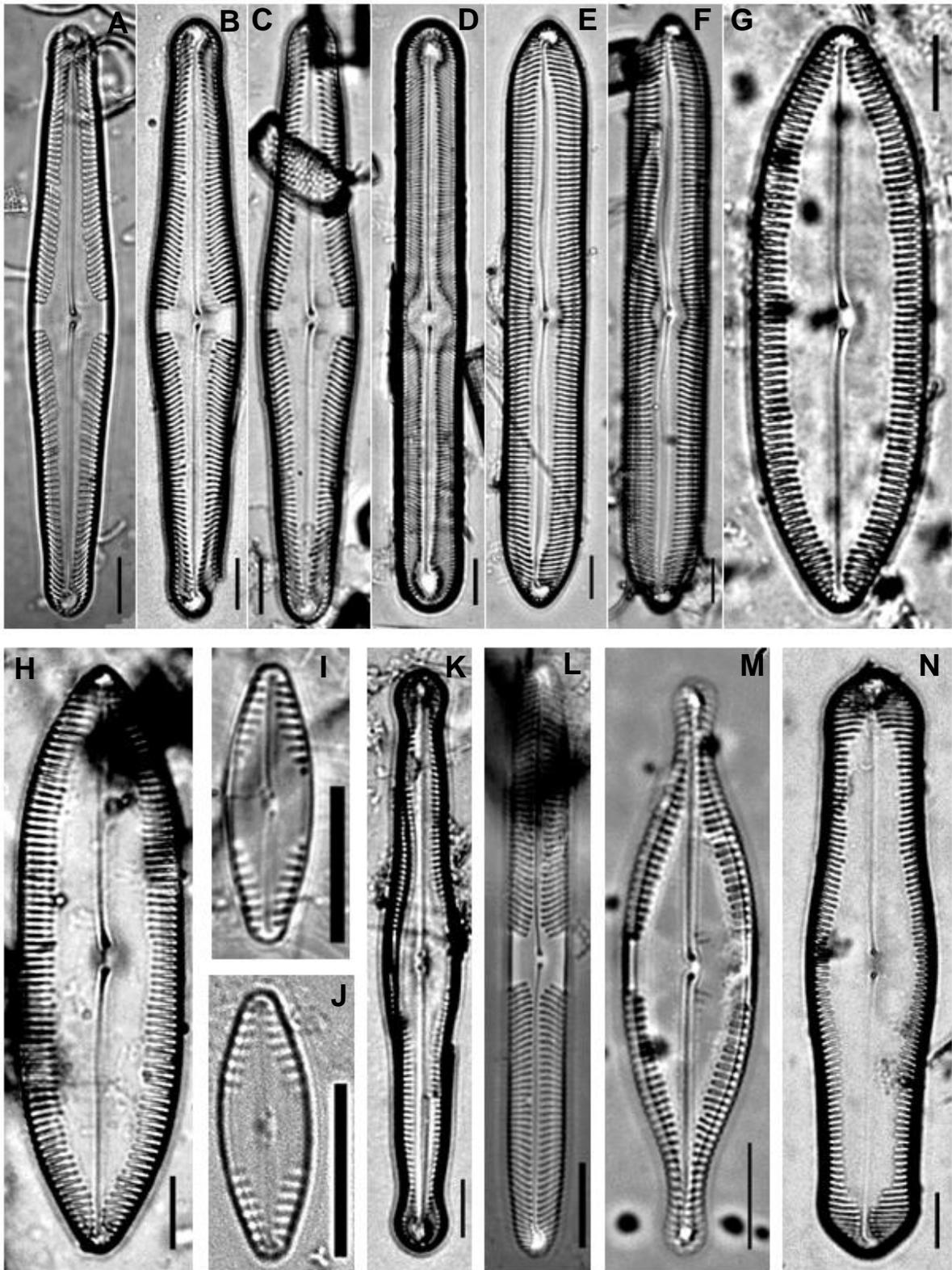


Figura 12: Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B, C) *Pinnularia monicae*; D) *P. parallela* var. *parallela*; E, F) *P. percuneata* var. *percuneata*; G, H) *P. perinstabilis*; I, J) *P. pogoii*; K) *P. polyonca*; L) *P. procera*; M) *P. rostratissima* var. *ventricosa*; N) *P. sterrenburgii*. Escalas = 10 μ m.

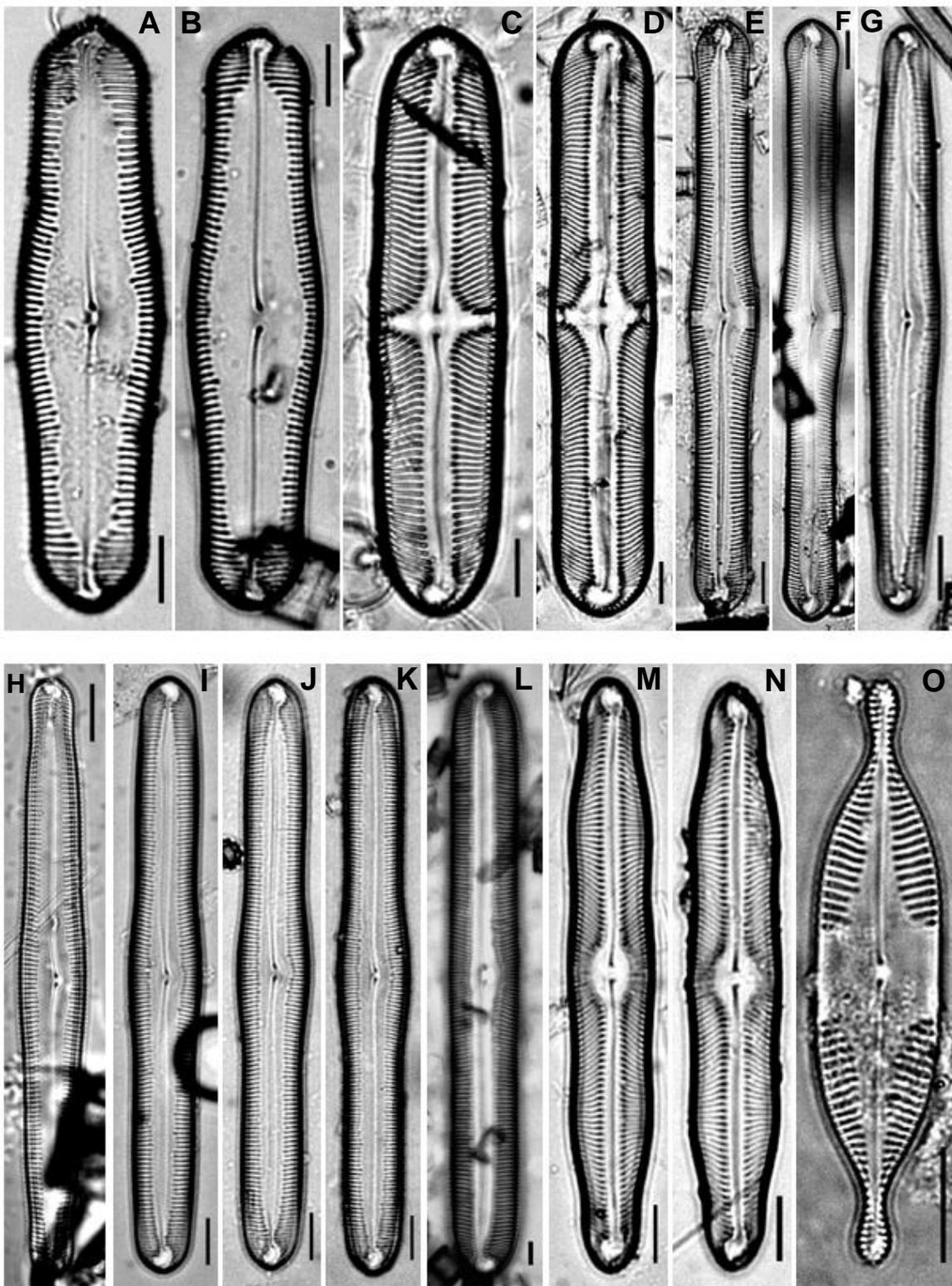


Figura 13: Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B) *Pinnularia sterrenburgii*; C, D) *P. stoermeri*; E, F) *P. subboyeri*; G, H) *P. subelongatoides*; I, J, K) *P. superpaulensis*; L) *P. cf. transversa*; M, N) *P. tumescens* O) *P. tupensis*. Escalas = 10 μ m.

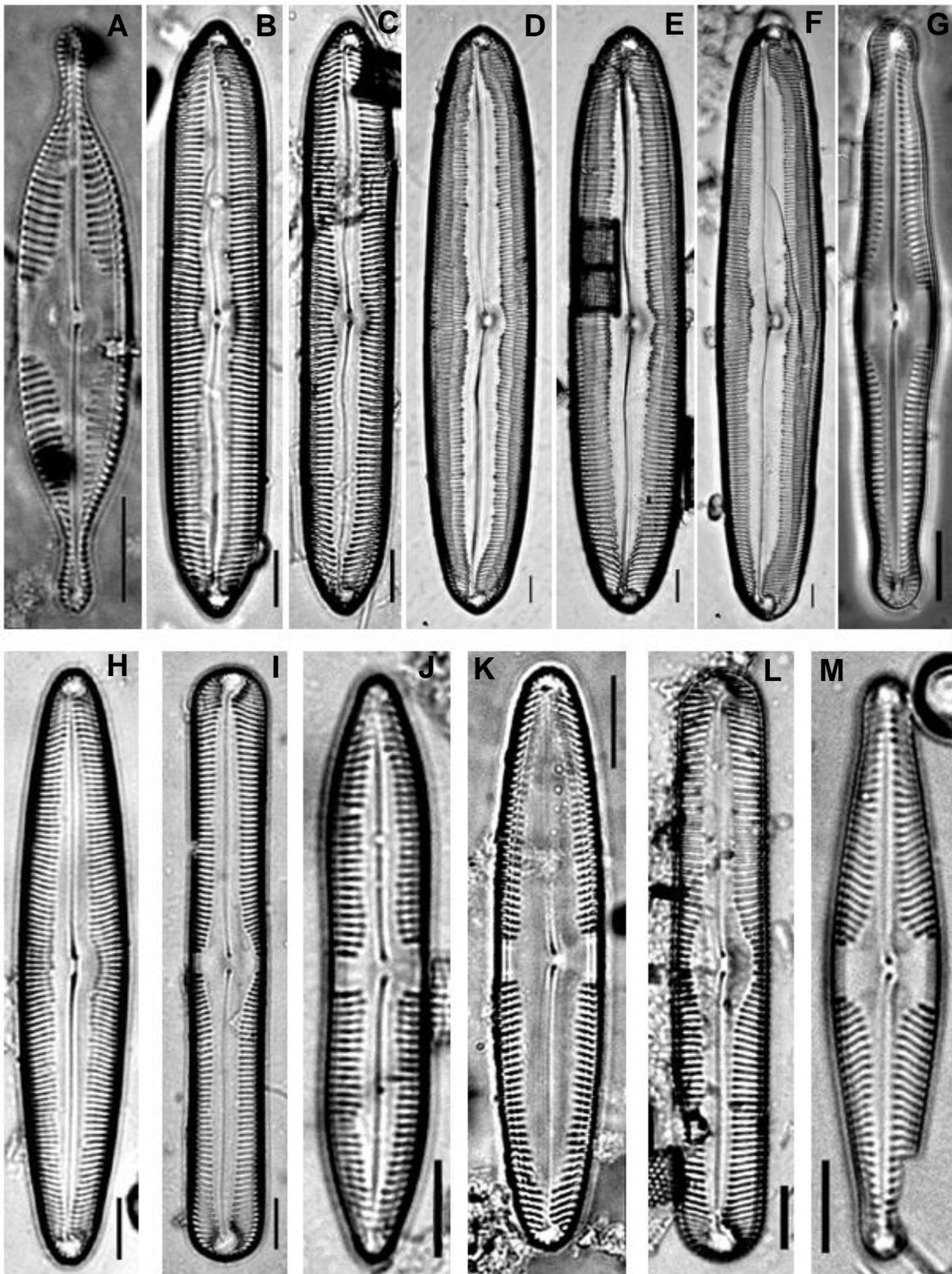


Figura 14: Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A) *Pinnularia tupensis*; B, C) *P. viridiformis*; D, E, F) *P. viridis*; G) *P. cf. walkerae*; H) *Pinnularia* sp. 1; I) *Pinnularia* sp. 2; J) *Pinnularia* sp. 3; K) *Pinnularia* sp. 4; L) *Pinnularia* sp. 5; M) *Pinnularia* sp. 6. Escalas = 10 μm .

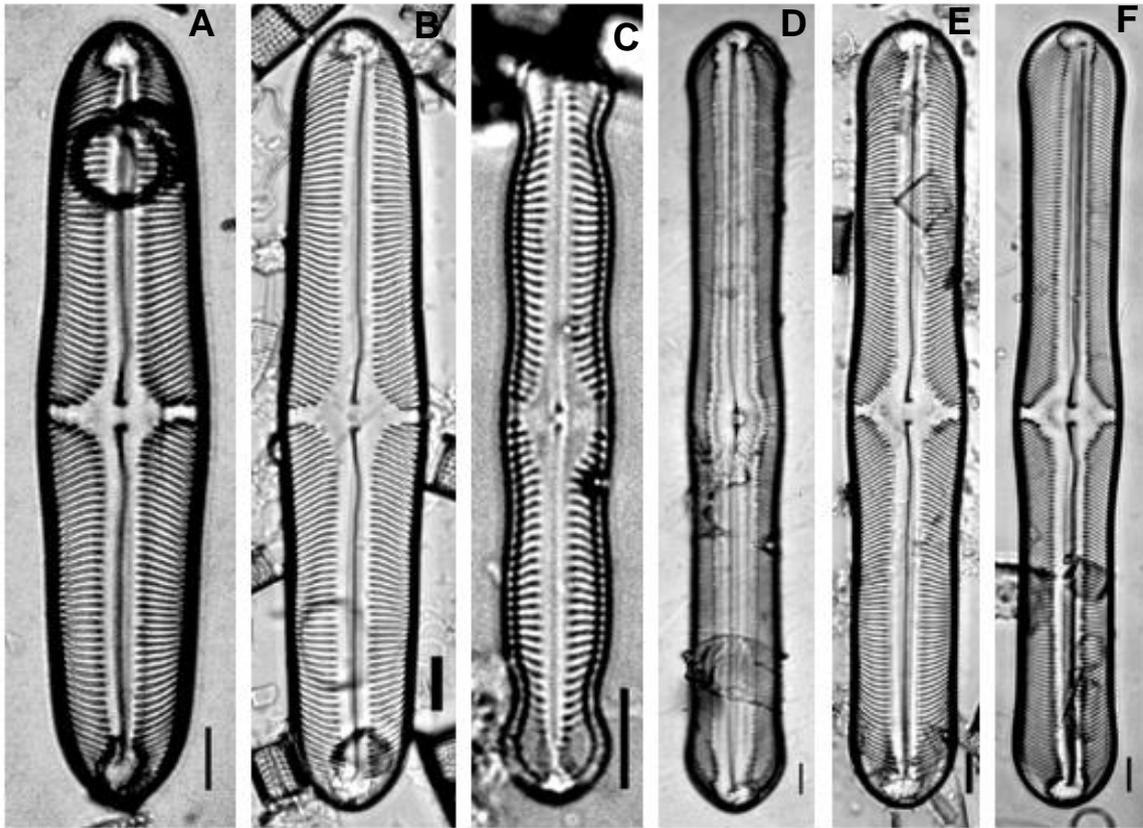


Figura 15: Vista valvar em microscopia óptica das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B) *Pinnularia* sp. 7; C) *Pinnularia* sp. 8; D) *Pinnularia* sp. 9; E, F) *Pinnularia* sp. 10. Escalas = 10 μm .

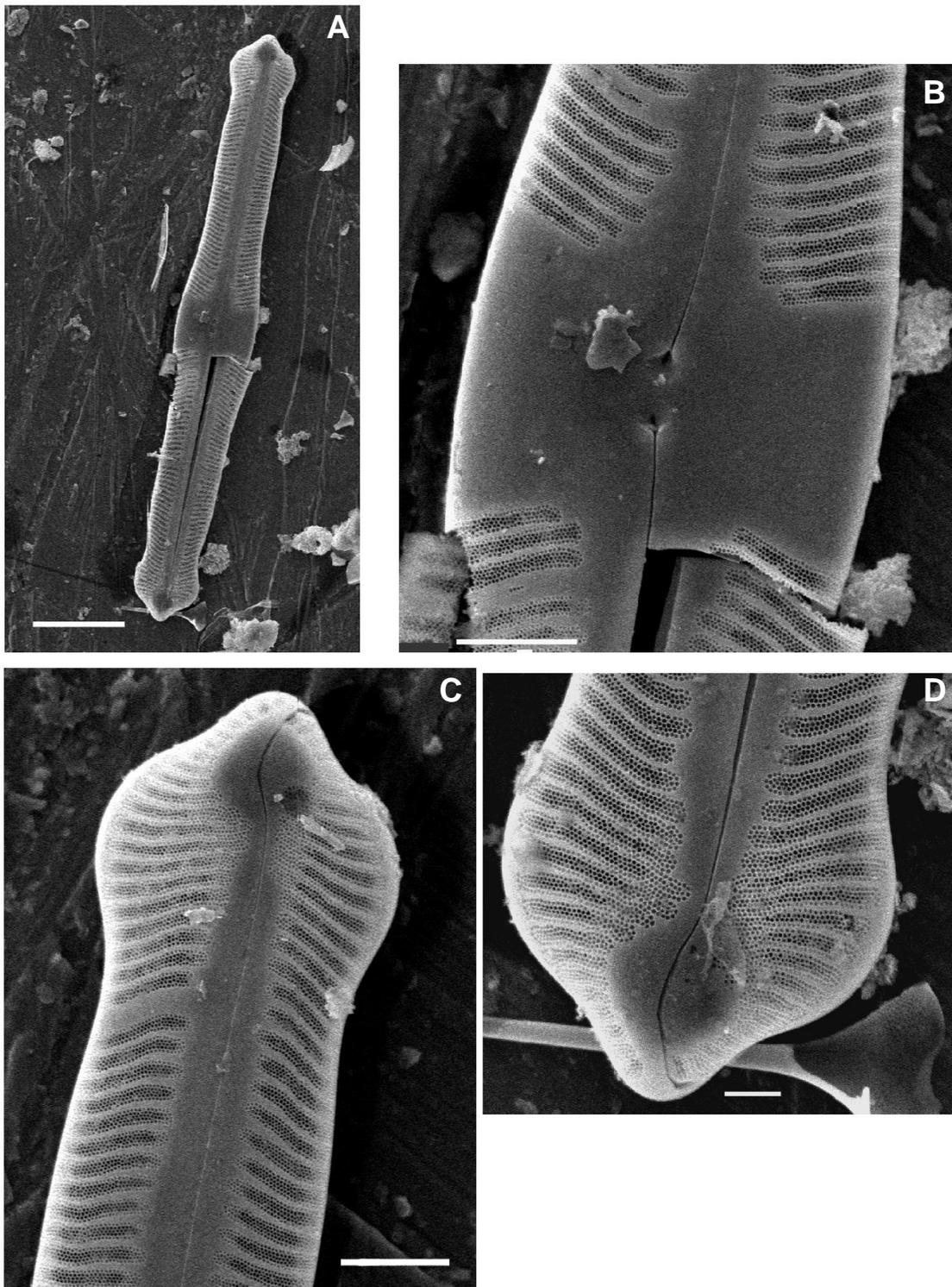


Figura 16: Vista valvar em microscopia eletrônica de varredura das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B, C, D) *Pinnularia amoena*. Escalas: A = 20 μm ; B = 5 μm ; C = 5 μm ; D = 2 μm .

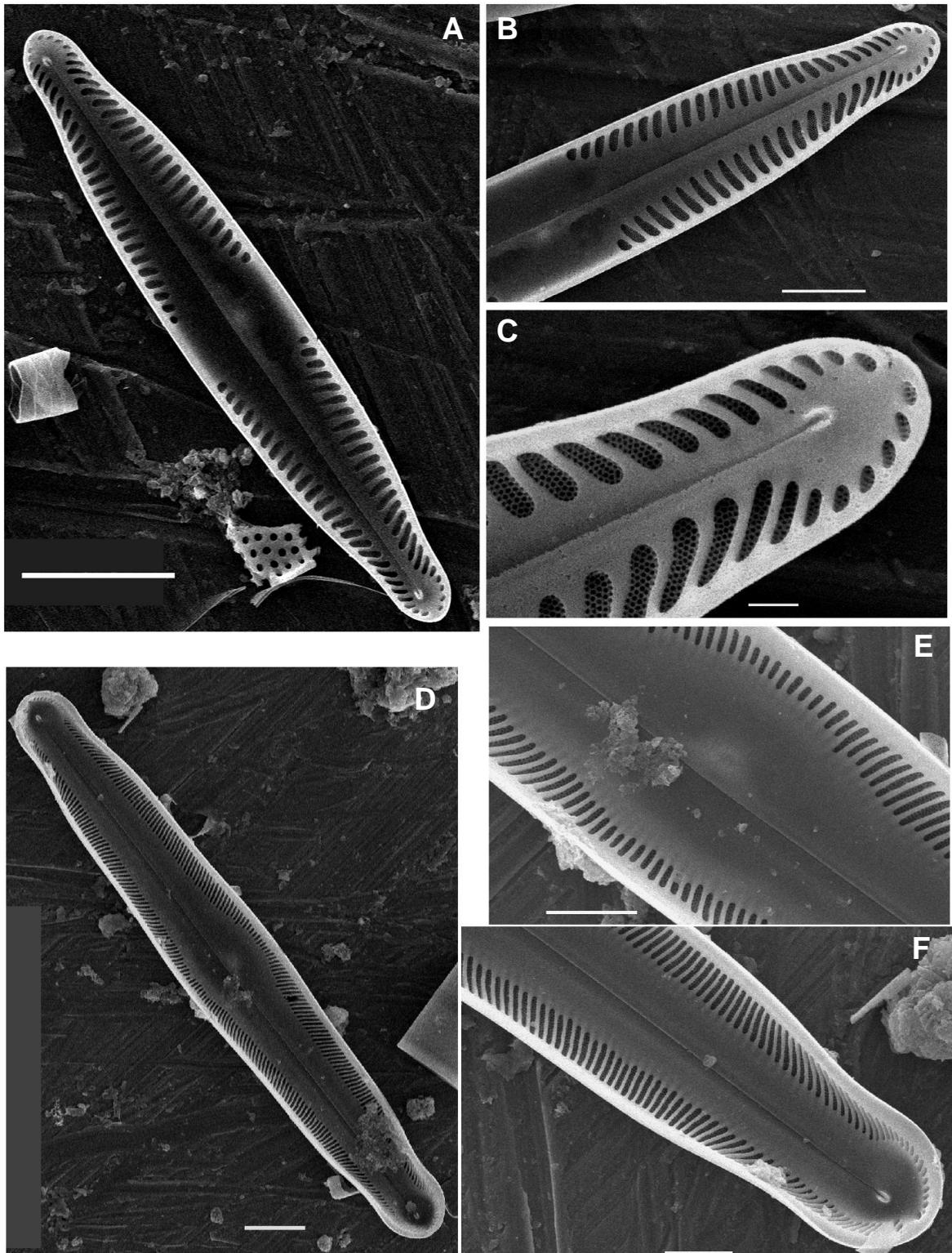


Figura 17: Vista valvar em microscopia eletrônica de varredura das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B, C) *Pinnularia* cf. *brauniana*; D, E, F) *Pinnularia* *discrepantia*. Escalas: A = 10 μm ; B = 5 μm ; C = 1 μm ; D = 10 μm ; E = 5 μm ; F = 5 μm .

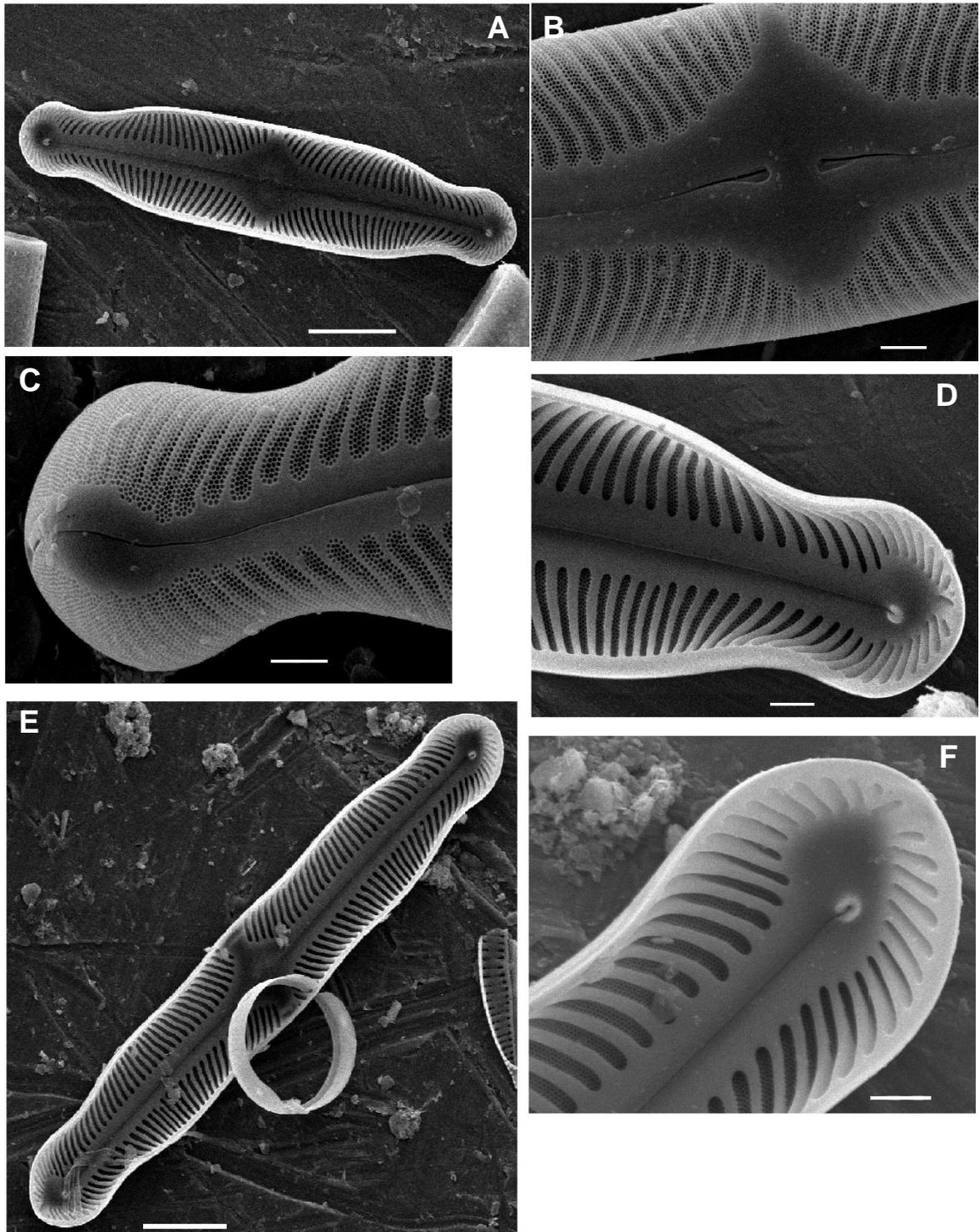


Figura 18: Vista valvar em microscopia eletrônica de varredura das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B, C, D) *Pinnularia divergens* var. *media*; E, F) *Pinnularia divergens* var. *mesoleptiformis*. Escalas: A = 10 μm ; B = 2 μm ; C = 2 μm ; D = 2 μm ; E = 10 μm ; F = 2 μm .

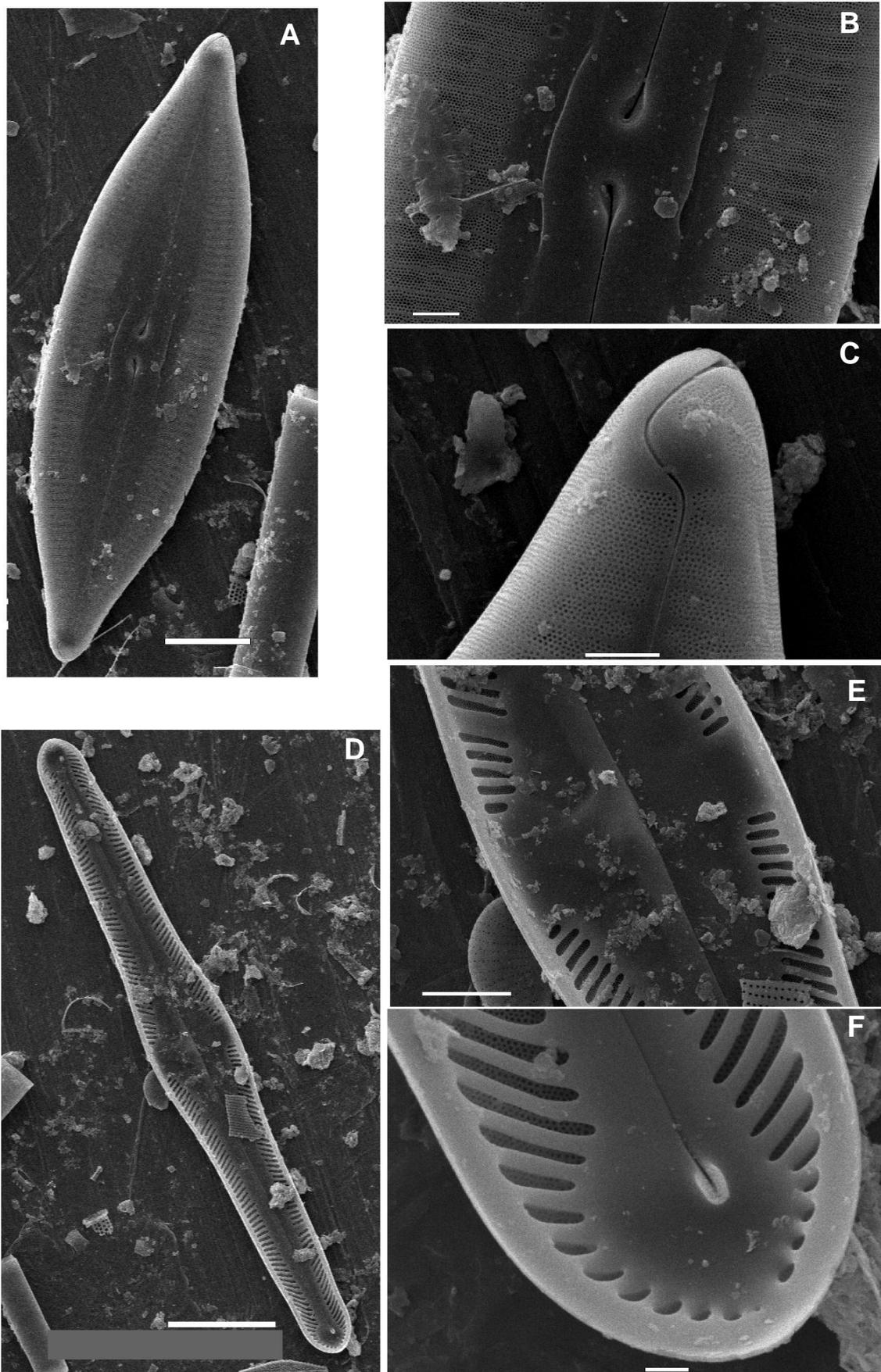


Figura 19: Vista valvar em microscopia eletrônica de varredura das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B, C) *Pinnularia instabilis*; D, E, F) *Pinnularia manausensis*. Escalas: A = 10 μm ; B = 2 μm ; C = 2 μm ; D = 20 μm ; E = 5 μm ; F = 1 μm .

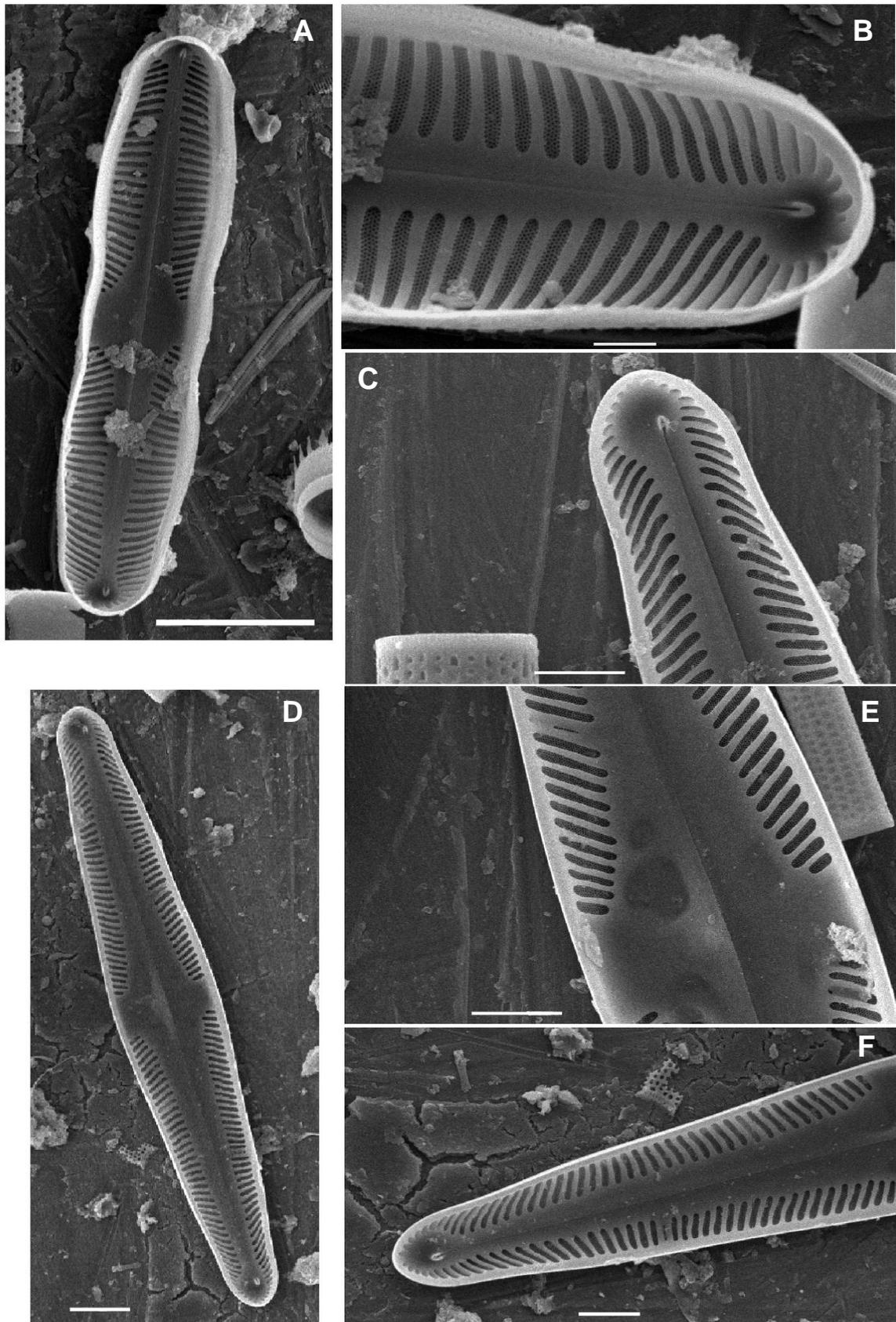


Figura 20: Vista valvar em microscopia eletrônica de varredura das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B) *Pinnularia meridiana* var. *concava*; C, D, E, F) *Pinnularia monicae*. Escalas: A = 10 μm ; B = 2 μm ; C = 5 μm ; D = 10 μm ; E = 5 μm ; F = 5 μm .

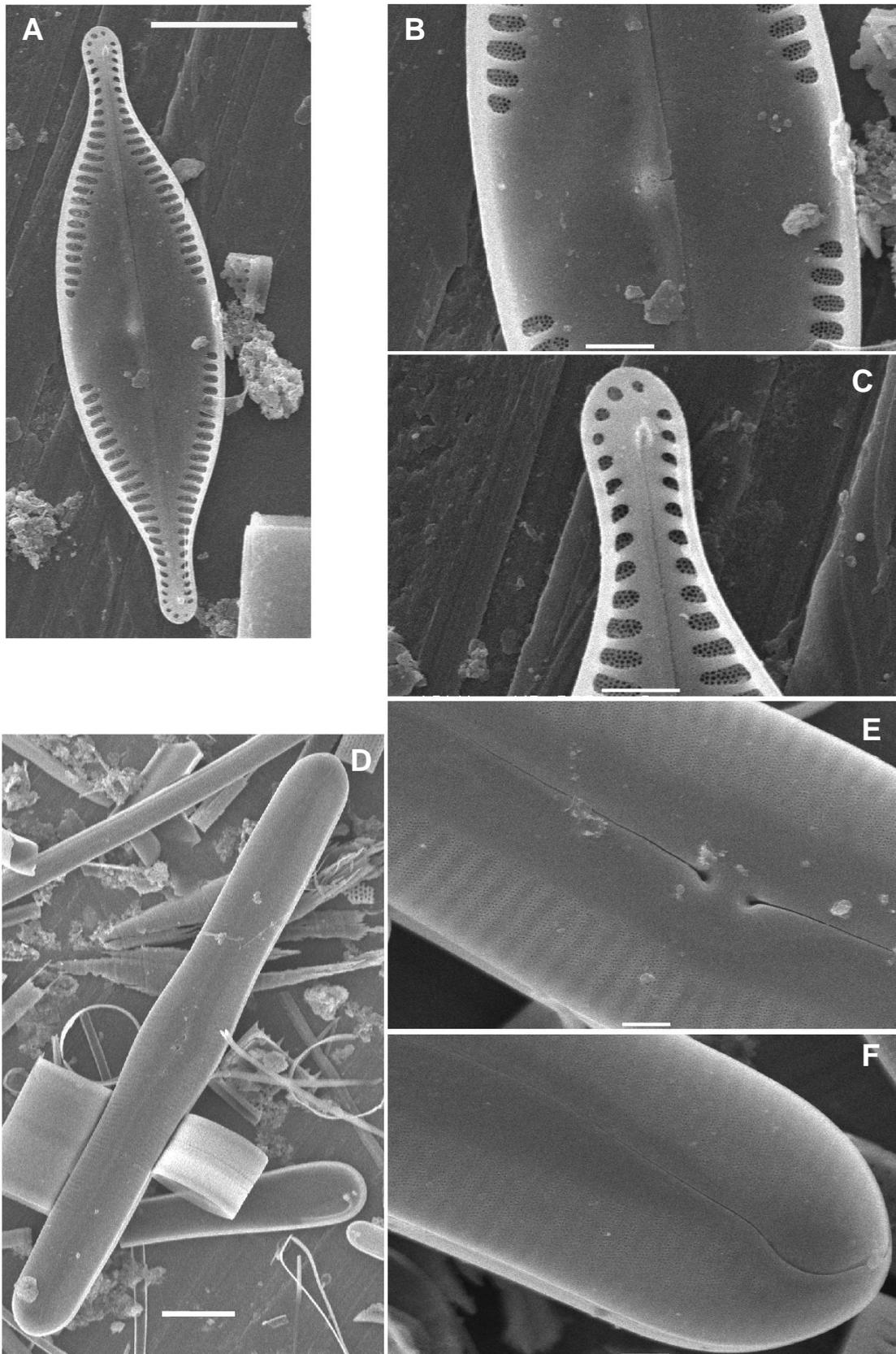


Figura 21: Vista valvar em microscopia eletrônica de varredura das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B, C) *Pinnularia rostratissima* var. *ventricosa*; D, E, F) *Pinnularia superpaulensis*. Escalas: A = 10 μm ; B = 2 μm ; C = 2 μm ; D = 10 μm ; E = 2 μm ; F = 2 μm .

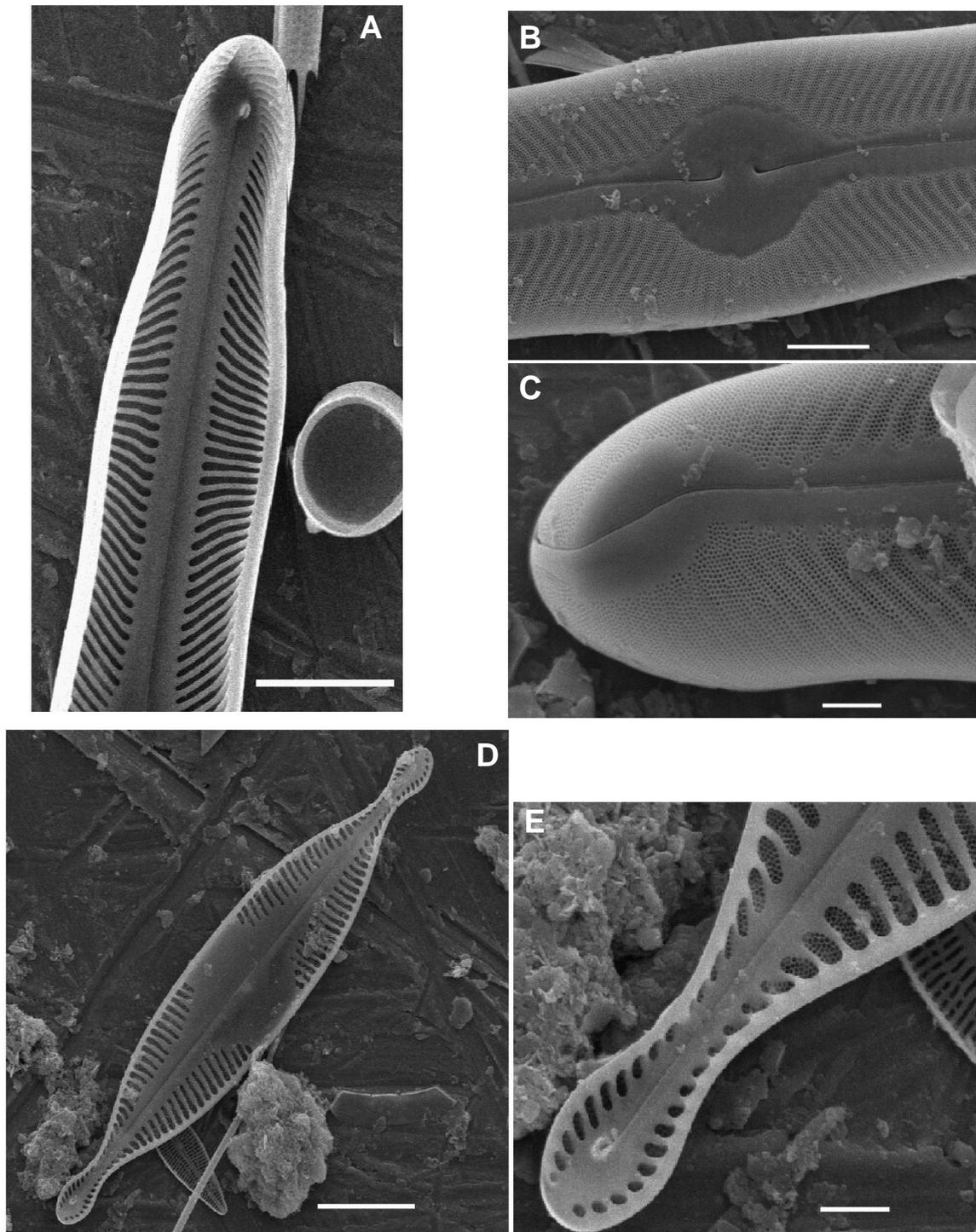


Figura 22: Vista valvar em microscopia eletrônica de varredura das espécies de *Pinnularia* registradas no lago Verde: A, B, C) *Pinnularia tumescens*; D, E) *Pinnularia tupensis*. Escalas: A = 10 μm ; B = 5 μm ; C = 2 μm ; D = 10 μm ; E = 2 μm .

5. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o lago Verde apresenta elevada riqueza de espécies do gênero *Pinnularia*, sendo registrada uma flora composta de 60 táxons (30 espécies, onze variedades, nove *conferatum*, e dez táxons não identificados em nível específico). Os exemplares analisados apresentaram amplas variações morfométricas, e em alguns casos com diferenças morfológicas em relação às descrições realizadas em outros trabalhos feitos para a Amazônia, o que contribui para a ampliação das características de identificação das espécies encontradas neste estudo.

Foi constatado que o ambiente possui uma flora considerada ainda desconhecida para a Amazônia, sendo que do total de espécies analisadas, seis foram citadas pela primeira vez na Amazônia brasileira: *Pinnularia acuminata* var. *novazealandica*, *P. divergens* var. *media*, *P. graciloides* var. *rumrichae*, *P. parallela* var. *parallela*, *P. percuneata* var. *percuneata*, *P. tumescens*. E 21 espécies citadas pela primeira vez no estado do Pará: *P. amazonica*, *P. aquaenigrae*, *P. boyeriformis*, *P. confirma*, *P. divergens* var. *malayensis*, *P. divergens* var. *mesoleptiformis*, *P. hyalina*, *P. instabiliformis*, *P. instabilis*, *P. liyanlingae*, *P. manausensis*, *P. meridiana* var. *concava*, *P. mollenhaueri*, *P. pogoi*, *P. polyonca*, *P. rostratissima* var. *ventricosa*, *P. sterrenburgii*, *P. subboyeri*, *P. tupensis*, *P. viridiformis*, *P. viridis*.

A maior riqueza de espécies do gênero foi registrada no período de vazante (57 táxons), seguido pelos períodos de águas baixas (52 táxons), enchente (48 táxons) e águas altas (40 táxons), demonstrando que o pulso de inundação possui influência sobre a estruturação da comunidade.

Com base no cálculo do índice de constância, observou-se a maior ocorrência de espécies frequentes (37%) seguidas de espécies esporádicas (30%), raras (20%) e constantes (13%), sendo a espécie *Pinnularia divergens* var. *media* a qual teve maior frequência no ambiente (IC 95,83%).

Quanto à distribuição das espécies do gênero *Pinnularia*, o teste PERMANOVA indicou que a comunidade observada para os períodos de vazante, águas baixas e águas altas são significativamente diferentes entre si. E especialmente foi verificada diferença significativa na comunidade observada na estação Igarapé do Macaco – IM em relação às demais estações amostrais.

A RDA indicou que as variáveis ambientais profundidade e pH influenciam a distribuição da maior parte das espécies do gênero no lago Verde, sendo a sua maioria

associada aos períodos de águas baixas e vazante, onde se tem ambientes mais ácidos e com menores profundidades.

O lago Verde é um ambiente preservado e muito trabalho ainda falta ser realizado para se ter compreensão real da flora de diatomáceas deste ambiente. Contudo o presente estudo pode ser considerado pioneiro por realizar o levantamento da composição taxonômica do gênero *Pinnularia* presente no plâncton do lago Verde e analisar sua distribuição espacial e temporal por um ciclo hidrológico completo, associando distribuição da comunidade com as variáveis ambientais.

6. REFERÊNCIAS

Almeida, F.F. e Melo, S. 2009. Considerações limnológicas sobre um lago da planície de inundação amazônica (lago Catalão-Estado do Amazonas, Brasil). *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 3: 387-395.

Almeida, F.F. e Melo, S. 2011. Estrutura da comunidade fitoplanctônica de um lago de inundação amazônico (Lago Catalão, Amazonas, Brasil). *Neotropical Biology and Conservation*, 6(2):112-123.

Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46.

Aprile, F.M. e Mera, P.A.S. 2007. Fitoplâncton e fitoperifíton de um rio de águas pretas da Amazônia Periférica do Norte, Brasil. *Brazilian Journal Aquatic Science and Technology*, v 11(2):1-14.

Araújo-Lima, C. A. R. M.; Forsberg, B. R.; Victoria, R.; Martinelli, L. A. 1986. Energy sources for detritivorous fishes in the Amazon. *Science*, 234: 1256-1258.

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*, v 69(2): 765-776.

Bicudo, C.E.M. e Menezes, M. 2006. Técnicas para coleta, fixação, preservação e estudo. In: Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. (Orgs.). *Gêneros de algas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)*. Rima: São Carlos, 508p.

Boney, A. D. 1989. Phytoplankton. *Eduard Arnold*. 2ª ed. London, p.21-23.

Brassac, N.M. e Ludwig, T.A.V. 2006. Diatomáceas da Bacia do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil: Pinnularia e Caloneis. *Hoehnea* 33(2):127-142.

Brito, J. G.; Alves, L. F.; Espirito-Santo, H. M. V. 2014. Seasonal and spatial variations in limnological conditions of a floodplain lake (Lake Catalão) connected to both the Solimões and Negro Rivers, Central Amazonia. *Acta Amazonica*, 44(1): 121-134.

Burliga, A.L.M.; Kociolek, J. P. 2010. Kobayasiella species from Carajás National Forest, Amazonia, Brazil. *Diatom Research*, 25: 235-250.

Burliga, A.L.M.; Kociolek, J. P. 2012. Four new *Eunotia* Ehrenberg species (Bacillariophyceae) from pristine regions of Carajás National Forest, Amazonia, Brazil. *Nova Hedwigia*, 141: 53-70.

Burliga, A.L.M.; Torgan, L.C. & Beaumord, A.C. 2007. *Eunotia ariengae* sp. nov., an epilithic diatom from Brazilian Amazon. *Diatom Research*, 22: 247-253.

Burliga, A.L.M.; Kociolek, J. P.; Salomoni, S. E.; Figueiredo, D. 2013. A new genus and species in the diatom family Eunotiaceae Kützing (Bacillariophyceae) from the Amazonian hydrographic region, Brazil. *Phytotaxa*, Magnolia Press, 79: 47-57.

Cholnoky, B.J. 1960. Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora von Natal (Südafrika). *Nova Hedwigia*, 2(1/2): 1-128.

Costa, B. O.; Senna, C. S. F.; Ribeiro, F. C. P. 2007. Análise da composição, Abundância e riqueza das diatomáceas em sedimentos da Praia de Itupanema, Barcarena, Pará. *Revista Brasileira de Biociências* (Porto Alegre), 5 (2): p. 1149-1151.

Da Silva, W.J.; Ruwer, D.; Nogueira, I.; Dunck, B. 2016. The genus *Pinnularia* (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) from Lago dos Tigres, Britânia, Goiás, Brazil. *Biota Neotropica*, 16 (1): e20150028.

Dajoz, R. 1978. *Ecologia geral*. 3º Ed. Editora Vozes LTDA. Petrópolis - Rio de Janeiro. 472p.

Darwich, A. J.; Aprile, F. M.; Robertson, B. A.; Alves, L. F. 2005. Limnologia do lago Tupé: dinâmica espaço-temporal do oxigênio dissolvido. In: Santos-Silva, E. N.; Aprile, F. M.; Scudeller, V. V.; Melo, S. (Orgs.). *Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultural*. INPA. Manaus-AM, p. 33-61.

Díaz-Castro, J. G.; Souza-Mossimann, R. N.; Laudares-Silva, R.; Forsberg, B. R. 2003. Composição da comunidade de diatomáceas perifíticas do Rio Jaú, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, 33 (4): 583- 606.

Dickie, G. 1881. Notes on algae from the Amazonas and its tributaries. *Journal of the Linnean Society of London*, Botany 108 (18): 123-132.

Ehrenberg, C.G. 1843. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd und Nordamerika. Durckerei der koniglichen. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, p. 291-415.

Esteves, F.A. 2002. Princípios ecológicos para mitigação do impacto antrópico. In: Bozelli, R.L.; Esteves, F.A. & Roland, F. (Eds). *Lago Batata: Impacto e recuperação de um ecossistema amazônico*. IB-UFRJ/SBL Rio de Janeiro, pp. 3 – 16.

Esteves, F.A. 2011. *Fundamentos de Limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência. 826 p.

Forsberg, B.; Araujo-Lima, C.A.R.M.; Martinelli, L.A; Victoria, L. e Bonassi, J.A. 1993. Autotrophic carbon sources for fish of the central Amazon. *Ecology*, 74(3): 643-652.

Forsberg, B.R.; Devol, A. H.; Richey, J. E.; Martinelli, L. A.; Santos, H. 1988. Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes. *Limnology and Oceanography* 33: 41-56.

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* Ehrenberg1. *Hoehnea*, 44: 524-538.

Franceschini, I. M.; Burliga, A. L.; Reviere, B.; Prado, J. F.; Rézig, S. H. 2010. *Algas – Uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica*. 1ª Ed., Porto Alegre, Artmed, 332p.

Fukushima, H. e Xavier, M. B. 1988. Attached Diatom from the Negro river, Amazonas, Brazil. *Diatom Research*, 4:11-16.

Furtado, C.M. e Lopes, M.R.R. 2015. Influência do pulso de inundação sobre variáveis limnológicas de um trecho urbano do rio Acre, Rio Branco, Acre, Brasil. *Ambiência*, 11(1): 133 – 148.

Goulding, M. 1996. *Pescarias amazônicas, proteção de habitats e fazendas nas várzeas: uma visão ecológica e econômica*. Relatório técnico para o projeto Manejo dos recursos naturais da Várzea. Brasília: IBAMA, 33p.

Graeff, C.; Kociolek, J. P.; Burliga, A.L.M. 2012. Valve morphology of four species of *Frustulia* (Bacillariophyta), including two described as new. *Phytotaxa*, 42: 62-76.

Guedes, L. C. 2010. *O ciclo de vida do destino turístico na Vila de Alter do Chão - PA: reflexões para o desenvolvimento turístico sustentável*. Dissertação de mestrado, Universidade de Taubaté/Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. São Paulo. 96 pp.

Guiry, M.D. e Guiry, G.M. 2016. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available in <http://www.algaebase.org>.

Hammer, O.; Harper, D.A.T. e Ryan, P.D. 2001. *PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis*. *Paleontologia Electronica* 4 (1): 1-9.

Hustedt, F. 1952a. Neue und wenig bekannte Diatomeen. III. Phylogenetische Variationen bei den raphidioiden Diatomeen. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 56: 133–145.

Hustedt, F. 1952b. Neue und wenig bekannte Diatomeen IV. *Botan. Notis.*, 4:366-410.

Hustedt, F. 1955. Marine littoral diatom of Beaufort, North Carolina. *Duke University Marine Station Bulletin*, (6): 1-67.

Hustedt, F. 1965. Neue und wenig bekannte Diatomeen. IX Süßwassers Diatomeen aus Brasilien besondere des Amazonasgebiet. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 50(13):391-410.

Huszar, V.L.M e Reynolds, C.S. 1997. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Pará, Brasil): responses to gradual environmental change. *Hydrobiologia*, 346, 169–181.

Ibañez, M.S.R. 1998. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia*, 362(1-3):78-83.

Izaguirre, I.; O'Farrell, I.; Tell, G. 2001. Variation in phytoplankton composition and limnological features in a water-water ecotone of the Lower Paraná Basin (Argentina). *Freshwater Biology*, 46: 63-74.

Junk, W. J. 1983. As Águas da Região Amazônica. In: Salati, E.; Junk, W.J.; Shubart, H.O.R. Oliveira, A.E. *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*- São Paulo: Brasiliense: [Brasília]: Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 189p.

Junk, W. J. 1997. *The Amazon – The central amazon floodplain. Ecology of a pulsing system*. Springer. Ecological studies. Berlin, 126: 525p.

Junk, W. J.; Bayley, P. B.; Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems, p. 110-127. In: Dodge, D. P.(Ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic*. Canadá, 106.

Junk, W. J.; Bayley, P. B.; Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems, p. 110-127. In: Dodge, D. P.(Ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic*. Canadá, 106.

Kociolek, J. P.; Lyon, D.; Spaulding, S. 2001. Revision of the American species of *Actinella*. In: Jahn, R.; Kociolek, J. P.; Witkowski, A.; Còmperre, P. (Eds). Lange-Bertalot-Festschrifts. *Studies on Diatoms*. A. R. G. Gartner Verlag K.G. p. 131-135.

Krammer, K. 2000. The Genus *Pinnularia*. In: Lange-Bertalot, H. (Ed). *Diatoms of Europe*. Koeltz Scientific Books. Germany, v 1, 703 p.

Legendre P. e Legendre L. 2012. *Numerical ecology*. 3rd English edition. Elsevier. 863p.

Leite R.G.; Araujo-Lima C.A.R.M.; Victoria R.L.; Martinelli L. A. 2002. Stable isotope analysis of energy sources for larvae of eight fish species from the Amazon floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*: 11: 56–63.

Leite, R.U. 2010. *Composição, distribuição, utilização de ambientes e variação sazonal na densidade de quelônios aquáticos do lago Verde, Alter do Chão, Santarém, Pará*. Dissertação de Mestrado, Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, Pará. 70p.

Melack, J.M. e Forsberg, B.R. 2001. Biogeochemistry of Amazon floodplain lakes and associated wetlands. In: McClain, M.E.; Victoria, R.L. and J.E. Richey (eds.) *The biogeochemistry of the Amazon Basin*. Oxford University Press, Oxford 235-274pp.

Melo, S. e Huszar, V.L. 2000. Phytoplankton in a Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): Diel variation and species strategies. *Journal of Plankton Research*, v. 22, n. 1, p. 63-76.

Melo, S.; Huszar, V. L. M.; Roland, F; Esteves, F. A.; Bozelli, R. L. 2004a. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes

(Batata lake and Mussurá lake, Pará, Brasil) with different mixing regimes. *Amazoniana*, v. 18, n. 1-2, p. 1-10.

Melo, S.; Sophia, M. G.; Menezes, M.; Souza, C. A. 2004b. Biodiversidade de algas planctônicas do Parque Nacional do Jaú: Janela Seringalzinho, p. 83-95. In: Borges, S. H.; Iwanaga, S.; Durigan, C. C. & Pinheiro, M. R. (Eds). *A Biodiversidade do Parque Nacional do Jaú: uma estratégia para o estudo da biodiversidade da Amazônia*. Ed. Ipiranga, Brasília-DF.

Metzeltin, D. e Lange-Bertalot, H. 1998. Tropical diatoms of South America I. In: Lange-Bertalot, H. (Ed). *Iconographia Diatomologica*. Annotated Diatom Micigraphs. Koeltz Scientific Books. Germany, v. 5, 695p.

Metzeltin, D. e Lange-Bertalot, H. 2007. Tropical diatoms of South America II. In: Lange-Bertalot, H. (Ed). *Iconographia Diatomologica*. Annotated Diatom Micigraphs. Koeltz Scientific Books. Germany, v. 18, 877p.

Miranda, I.S. 1993. Estrutura do estrato arbóreo do cerrado amazônico em Alter-do-Chão, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 16: 143-150.

Miranda, R. G., Pereira, S. F. P., Alves, D. T. V., Oliveira, G. R. F. 2009. Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia - Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. *Revista Ambiente & Água*, v. 4 (2): 75-92.

Monteiro, M.D.R., Melo, N.F.A.C., Alves, M.A.M.S. e Paiva, R.S. 2009. Composição e distribuição do microfitoplâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat.* [online]., vol.4, n.3, pp. 341-351. ISSN 1981-8114.

Paiva, R. 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá, Pará, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat.*[online]., vol.1, n.2, pp. 133-146. ISSN 1981-8114.

Patrick, R. 1940a. Diatoms of northeastern Brazil. Part I. Coscinodiscaceae, Fragilariaceae and Eunotiaceae. *Philadelphia: Academy of Natural Sciences*, 92: 191-226.

Patrick, R. 1940b. Some new diatoms from Brazil. *Notulae Nature*, 59: 1-7.

Patrick, R. e Reimer, C. W. 1966. The Diatoms of United States: exclusive of Alaska and Hawaii. *Philadelphia: Academy of Natural Sciences*, 1(13): 688p.

Pereira, A. C. 2009. *Pinnulariaceae (Bacillariophyta) de um lago de inundação amazônico (lago Tupé, Amazonas, Brasil): Taxonomia e distribuição espacial e sazonal*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, Amazonas. 88p.

Pereira, A.C.; Torgan, L.C. e Melo, S. 2013. *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) de um lago de inundação amazônico (lago Tupé, Amazonas, Brasil), Porto Alegre. *Iheringia Sér. Bot.*, v. 68, n. 1, p. 91-101.

Pereira, A.C.; Torgan, L.C. e Melo, S. 2012. *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyta) do curso inferior do rio Negro, Amazonas, Brasil): taxonomia e distribuição temporal. *Acta Amazonica*, 42(3): 305–313.

Pereira, A.C.; Torgan, L.C. e Melo, S. 2014. Four new *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) species from Amazonian black water (Tupé Lake, Amazonas State, Brazil), *Phytotaxa*, Magnolia Press, 158(2): 154-168.

Pereira, A.C.; Torgan, L. C.; Burliga, A.L.; Kociolek, J. P.; Wetzel, C. E.; Ector, L.; Melo, S. 2015. *Pinnularia caprichosa* sp. nov.: a diatom from a black water Brazilian Amazon system. *Phytotaxa*, Magnolia Press, 239 (3): 280–286.

Pereira, A.C.; Torgan, L. C.; Melo, S. 2017a. *Pinnularia* (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) dos cursos superior e médio do rio Negro e de tributários, Amazonas, Brasil. *Biota Amazônia*, v. 7 (2): 8-11. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, v. 12 (1): p. 49-74.

Pereira, A.C.; Torgan, L. C.; Melo, S. 2017b. Variação da riqueza de *Pinnularia* (Bacillariophyta) no Lago Tupé (Bacia Amazônica) e sua relação com o ciclo hidrológico. *Biota Amazônia*, v. 7 (2): 8-11.

Raupp, S. V.; Torgan, L. C.; Melo, S. Planktonic diatom composition and abundance in the Amazonian floodplain Cutiuauá Lake are driven by the flood pulse. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 21, n. 2, p. 227-234, 2009.

Ribeiro, F.C.P.; Senna, C.S.F. e Paiva, R.S. 2005. Impactos ambientais na composição e riqueza de diatomáceas em sedimentos da baía de Marapanim-Pa nos últimos 7.000 anos. *Anais do 1º Congresso Internacional de Piatam*.

Ribeiro, F.C.P.; Senna, C.S.F. e Costa, B.O. 2007. Análise diatomológica e paleoecológica da Praia de Itupanema, Barcarena, Pará. *Revista Brasileira de Biociências* (Porto Alegre), 5 (2): 78-80.

Ribeiro, F. C. P.; Senna, C. S. F. e Torgan, L. C. 2008a. Diatomáceas em sedimentos superficiais na Planície de Maré da praia de Itupanema, estado do Pará, Amazônia. *Rodriguésia* 59 (2): 309-324.

Ribeiro, F. C. P.; Senna, C. S. F. e Torgan, L. C. 2008b. Diatomáceas em sedimentos superficiais em zona intermaré da Praia de Itupanema, Pará, Amazônia. *Anais do III Congresso Brasileiro de Oceanografia*, Fortaleza. AOCEANO.

Rocha, A.C.R. 2008. *A família Pinnulariaceae (Bacillariophyceae) no estado de São Paulo: levantamento florístico*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 193 pp.

Round, F. E.; Crawford, R. M. e Mann, D. G. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge, 747 p.

Silva, L. M. 2012. *Estudo da correlação entre o oxigênio dissolvido e a matéria orgânica em diferentes ambientes aquáticos da Região Amazônica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 100pp.

Simonsen, R. 1987. *Atlas and catalogue of the diatom types of Fredrich Hustedt*. Berlin. Ed. J. Cramer. v. 3, 525p.

Sioli, H. e Klinge, H. 1962. Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi*, 1:27-47.

Sioli, H. 1950. Das Wasser im Amazonas gebiet. *Forsch Fortschr.* 26: 274-280.

Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Might Tropical River and its Basin*. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht. p. 127-166.

Sioli, H. 1985. *Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*. Petrópolis: Ed. Vozes Ltda. 69p.

Stoermer, E. F. e Smol, P. 1999. *The diatoms: applications for the environmental and earth sciences*. Cambridge: Cambridge University Press. 469p.

Stosch, H. A. Von. 1970. Methoden zur preparation kleiner oder zarter Kieselkörper für die Elektronen- und Lichtmikroskopie, insbesondere von Diatomeen und bei geringen Materialmengen. *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie*, 70: 29-32.

Ter Braak C.J.F e Smilauer P. 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows – software for canonical community ordination* (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, NY.

Tremarin, P.I.; Moreira-Filho, H. e Ludwig, T.A.V. 2010. Pinnulariaceae (Bacillariophyceae) of the Guaraguaçu River, a coastal watershed in Paraná, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 24(2):335-353.

Uherkóvich, G. 1976. Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajós. *Amazoniana*, 7 (2): 191-219.

Uherkovich, G. 1984. Phytoplankton. In: *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Great Tropical River and its Basin*. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht.

Vieira, I. e Darwich, A.J. 1999. Sinecologia da ictiofauna de Curuá-Una, Amazônia: características hidroquímicas, climáticas, vegetação e peixes. *Acta Limnologica Brasiliensis*. v. 11. p. 41-64.

Wallace, A. R. 1853. *A narrative of travels on the Amazon and Rio Negro, with an account of the native tribes, and observations on the climate, geology, and natural history of the Amazon Valley*. London: Reeve.

Wetzel, C. E.; Lange-Bertalot, H.; Morales, E. A.; Bicudo, D. C.; Hoffmann, L.; Ector, L. 2012b. *Bicudoa amazonica* gen. nov. et sp. nov. (Bacillariophyta) a new freshwater diatom from the Amazon basin with a complete raphe loss in the Eunotioid lineage. *Phytotaxa*, 75: 1-18.

Wetzel, C. E.; Vijver, B. V.; Cox, E. J.; Bicudo, D. C.; Ector, L. 2012a. *Tursiocola podocnemicola* sp. nov., a new epizoic freshwater diatom species from the Rio Negro in the Brazilian Amazon Basin. *Diatom Research*, 27: 1-8.

Wetzel, C.E. 2011. *Biodiversidade e distribuição de diatomáceas (Ochrophyta, Bacillariophyceae) na bacia hidrográfica do Rio Negro, Amazonas, Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 1876 p.