



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**



TESE DE DOUTORADO

**GÊNERO *PINNULARIA* Ehrenberg (BACILLARIOPHYCEAE) NOS
SISTEMAS DE ÁGUAS PRETAS DA BACIA AMAZÔNICA,
BRASIL: TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA**

ANDREIA CAVALCANTE PEREIRA

**PORTO ALEGRE
2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**



TESE DE DOUTORADO

**GÊNERO *PINNULARIA* Ehrenberg (BACILLARIOPHYCEAE) NOS
SISTEMAS DE ÁGUAS PRETAS DA BACIA AMAZÔNICA,
BRASIL: TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA**

ANDREIA CAVALCANTE PEREIRA

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Botânica do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Botânica.

Orientadora: Dra. Lezilda Carvalho Torgan

**PORTO ALEGRE
2014**

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”.

(Theodore Roosevelt)

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho”.

(Abraham Lincoln)

“Era bom descobrir o quanto não sabia, o quanto tinha para aprender. Era bom saber que a Ciência é mais do que uma simples escolha profissional; Ciência é uma paixão, uma filosofia de vida, uma entrega que vai além da mera rotina do dia-a-dia. Ciência é uma entrega ao novo, ao desconhecido”.

(Marcelo Gleiser)

AGRADECIMENTOS

Mais que estudar e ser loucamente apaixonada pelo deslumbrante mundo das diatomáceas, principalmente o gênero *Pinnularia*, durante as etapas desta tese, desde o meu primeiro dia de aula no PPG Botânica até a escrita deste trabalho, tive o prazer de conviver e conhecer uma diversidade de pessoas com opiniões e comportamentos diferentes. Com imensa satisfação, expresso aqui os meus agradecimento a todos aqueles que acreditaram e contribuíram para o bom término desta tese. Antecipo minhas sinceras desculpas aos que deixo apenas algumas palavras, poucas, mas um profundo sentimento de gratidão.

À Profa. Dra. Lezilda Carvalho Torgan, pela orientação, correções e sugestões feitas durante o período desta tese. Agradeço por incentivar-me a trabalhar no mundo maravilhoso do gênero *Pinnularia*.

Aos professores e a coordenação do Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo ensino de qualidade, em especial a Dra. Mara Rejane Ritter pelos ensinamentos no estágio docência.

A Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB), ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e ao Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pela infraestrutura física, logística e acadêmica.

À FINEP pelo financiamento da Expedição “Pixúna II” realizada no rio Negro (Processo n°. 01.04.10.95.00) e ao Projeto BioTupé pelo financiamento das coletas e suporte logístico no lago Tupé e baixo rio Negro.

À CAPES, pela bolsa concedida durante oito meses.

Ao Prof. Dr. José Reinaldo Pacheco Peleja e ao colegiado da Biologia (André, Élcio, Frank, Graciene, Marcos, Marlisson, Sérgio) da UFOPA, pelo apoio e incentivo durante as minhas idas a Porto Alegre para dar continuidade a este doutorado.

À Dra. Sandra Maria Alves da Silva, curadora da coleção de algas do Herbário Prof. Dr. Alarich Schultz por ser atenciosa e prestativa em todos os momentos que solicitei socorro.

A Dra. Vera Regina Werner pela amizade, incentivo e por todos os momentos que estivemos juntas tomando maravilhosos cafezinhos.

Ao Cleodir (Cléo) Mansan e ao Nilson Bittencourt pelo apoio técnico no laboratório do Museu de Ciências Naturais-FZB.

À diversidade de amigos e colegas que fiz no MCN-FZB: Ana Burliga, Cristiane Bahi dos Santos, Daniela Bes, Dávia Talgatti, Gustavo Canani, Letícia Donadel, Lucielle Bertolli, Marcele Laux, Priscila Tremarin e Saionara Salomoni. Compartilhar com vocês papos científicos ou musicais (sempre com os melhores repertórios), os bons e ruins cafés e especialmente, as cervejas bem geladas que bebemos foram um dos momentos que contribuíram para o ‘auge do meu dia’ em Porto Alegre. Além disso, foi nesse laboratório que aprendi a enxergar as pessoas como elas realmente são, em especial, as minhas admiráveis e fenomenais amigas e “amantes” Saionara Salomoni e Cristiane Bahi. A vocês serei eternamente grata por tudo que fizeram por mim.

À Dra. Priscila Izabel Tremarin pela grande amizade e por todos os momentos em que esteve disponível quando solicitei ajuda (muitas vezes eu estava desesperada).

À Família Bahi dos Santos, por me aceitar como um membro da família especialmente Cris Bahi e Beti Bahi, a vocês serei eternamente grata pelas orações e conselhos.

Às minhas BFF (Best Friends Forever) Fabrizia Otani e Graciene Fernandes por serem mais que parceiras, minhas amigas de todos os momentos. Obrigada por serem mães do meu filho nesta fase final de doutorado.

A melhor mãe do mundo não basta somente um obrigada, mas encontrar as palavras adequadas para expressar tudo o que eu gostaria de escrever, é bastante difícil. Agradeço, imensamente, pelo apoio e confiança desde quando fiz a minha escolha profissional, por cada gesto e atitude desde os meus primeiros passos cambaleados até hoje. Pela renúncia de seus sonhos para a concretização dos meus. Os teus conselhos

sábios principalmente de esperança, amor e fé unidas com as suas orações foram indispensáveis para eu continuar a seguir em frente num caminho desafiante e surpreendente. Obrigada por fazer-me capaz de acreditar que podemos alcançar qualquer coisa, basta querer.

Aos meus irmãos Simonyr e Carlos André, pela nossa união, pelo amor, incentivo, carinho e por todos os momentos de risadas que sempre damos juntos quando sai uma piada.

Ao Sérgio de Melo, meu amor e companheiro, que esteve ao meu lado em todos os momentos desta jornada e sem muito pedir, incentivou-me com seus conselhos sábios a seguir em frente nesta fase de minha vida acadêmica.

Ao meu maior e incondicional melhor presente, João Pedro Melo, por ser o meu ‘amoreeco’ compreensivo e que sempre me faz rir em todos os momentos. Valeu a pena você sempre dizer “mamãe, não durma hoje porque você tem uma tese pra fazer”.

E claro que não podia deixar de agradecer a DEUS, meu maior MESTRE, por preencher o meu coração com a tua palavra. O teu amor por mim me dá força interior e ajuda-me a seguir em frente nesta longa jornada que apenas estou começando, fazendo com que eu supere todas as dificuldades. Agradeço, ainda, por sempre colocar as pessoas certas no meu caminho, elas são importantes e fazem parte da minha felicidade.

Um beijo, me liga 😊

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
RESUMO	2
CAPÍTULO I. <i>Pinnularia</i> (Bacil lariophyceae) do curso superior e médio do rio Negro e tributários, Amazonas, Brasil	3
RESUMO	3
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO	5
MATERIAL E MÉTODOS	6
RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
Taxonomia	8
Riqueza e Distribuição dos táxons	30
AGRADECIMENTOS	40
REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO II. <i>Pinnularia</i> (Bacillariophyta) do curso inferior do rio Negro, Amazonas, Brasil: taxonomia e distribuição temporal*	43
RESUMO	44
ABSTRACT	45
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
Taxonomia	48
Distribuição temporal	57
AGRADECIMENTOS	58
BIBLIOGRAFIA CITADA	59
CAPÍTULO III. Four new <i>Pinnularia</i> Ehrenberg (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) species from Amazonian black water (Tupé Lake, Amazonas State, Brazil)	65
ABSTRACT	67
INTRODUCTION	68
MATERIAL AND METHODS	69
TAXONOMIC RESULTS	70
DISCUSSION	73
ACKNOWLEDGMENTS	75
REFERENCES	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS	93

APRESENTAÇÃO

A presente tese está composta por três capítulos que abordam a taxonomia e distribuição de *Pinnularia* Ehrenberg em ambientes de águas pretas, na bacia do rio Negro com o principal objetivo de ampliar o conhecimento deste gênero na Amazônia brasileira.

O primeiro capítulo “***Pinnularia* (Bacillariophyta) do curso superior e médio rio Negro e tributários, Amazonas, Brasil**” trata do estudo taxonômico das espécies e variedades taxonômicas de *Pinnularia* encontradas no curso superior e médio do rio Negro, incluindo rios afluentes e igarapés, e a distribuição das mesmas nos ambientes amostrados no período de enchente. São apresentadas descrições e medidas de 53 táxons, com ilustrações em microscópio óptico. Este manuscrito será submetido à revista Iheringia, Serie Botânica.

O segundo capítulo “***Pinnularia* (Bacillariophyta) do curso inferior do rio Negro, Amazonas, Brasil: taxonomia e distribuição temporal**” apresenta o estudo taxonômico das espécies de *Pinnularia* encontradas no curso inferior do rio Negro abordando a variação temporal da riqueza ao longo de um ciclo hidrológico. Este manuscrito foi publicado em 2012 no periódico *Acta Amazonica*, 42(3): 305–313 e encontra-se disponível no site <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0044-59672012000300001>.

O terceiro capítulo “**Four new *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) species from Amazonian black water (Tupé Lake, Amazonas State, Brazil)**” descreve quatro espécies registradas como novas para Ciência encontradas no plâncton e sedimento do lago Tupé, no curso inferior do rio Negro. O estudo apresenta comparações de táxons correlatos, medidas e ilustrações dos espécimes em microscopia óptica e eletrônica de varredura. Este manuscrito foi publicado em 2014 no periódico *Phytotaxa* 158 (2): 154–168 (Fator de Impacto= 1,295).

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo realizar o inventário das espécies e variedades taxonômicas do gênero *Pinnularia*, ao longo do curso superior, médio e inferior do rio Negro, incluindo rios tributários e igarapés. No laboratório, sub-amostras foram oxidadas para a montagem das lâminas permanentes. No curso superior e médio rio Negro o estudo baseou-se em amostragens de plâncton e de perifíton efetuadas em 55 estações em março de 2005. Os resultados revelam a presença 53 táxons, sendo *Pinnularia mayeri* Krammer e *P. romanorum* Metzeltin & Lange-Bertalot primeiras citações de ocorrências para a Amazônia brasileira. Quanto à distribuição, a maior porcentagem foi de organismos raros (58,5 %) seguido de esporádicos (32,07%) e frequentes (9,43 %). O rio Negro apresentou maior riqueza específica em relação aos seus tributários. A beta diversidade demonstrou que a distribuição dos táxons na bacia do rio Negro foi homogênea ($\beta-1= 19,07$). A homogeneidade na distribuição dos táxons deve-se provavelmente ao período de enchente em que foram realizadas as amostragens, quando o rio transborda do seu leito e invade as áreas marginais, inundando-as em diferentes graus de intensidade. Este fluxo torna os ambientes mais ricos em microalgas e mais homogêneos. No curso inferior do rio Negro, o trabalho foi conduzido a partir da análise de amostras coletadas na coluna d'água, em escala mensal, entre os meses de outubro de 2002 a setembro de 2003. Onze espécies e quatro variedades foram identificadas, sendo *P. sterrenburgii* var. *sterrenburgii* Metzeltin & Lange-Bertalot e *P. subgibba* var. *capitata* Metzeltin & Krammer, primeiras citações de ocorrência para o rio Negro. A maior riqueza de espécies ocorreu entre os meses de outubro a dezembro de 2002, período de águas baixas, quando houve provavelmente maior interação entre água e sedimento possibilitando aporte de indivíduos da região bentônica. Considerando a ocorrência dos táxons ao longo do estudo, *P. confirma* foi considerada frequente, estando presente em mais de 50% das amostras analisadas. O presente estudo revelou também quatro novas espécies que foram descritas para a Ciência.

CAPÍTULO I

***Pinnularia* (Bacillariophyceae) do curso superior e médio do rio Negro e tributários, Amazonas, Brasil**

Andreia Cavalcante Pereira^{2,4}, Lezilda Carvalho Torgan³ & Sérgio de Melo⁴

¹ Parte da tese de doutorado no Programa de Pós-graduação em Botânica na
Universidade do Rio Grande do Sul

² Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves nº 9500, Campus do Vale, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil. diatomaceas@gmail.com

³ Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Rua Salvador França, 1427, Porto Alegre, RS, CEP 90060-000S. lezilda-torgan@fzb.rs.gov.br.

⁴ Universidade Federal do Oeste do Pará - Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas. Av. Vera Paz, s/n - Bairro Salé, CEP 68.035-110, Santarém, PA.
melo.joaopedro@gmail.com

RESUMO - O presente estudo teve como objetivo realizar o inventário das espécies do gênero *Pinnularia*, ao longo do curso superior e médio do rio Negro, incluindo dois rios tributários e onze igarapés e avaliar a distribuição dos táxons nos ambientes amostrados. O estudo baseou-se em amostragens de plâncton e de perifíton efetuadas em 55 estações e na análise de lâminas permanentes. Os resultados revelam a presença de 53 táxons, sendo *Pinnularia mayeri* Krammer e *P. romanorum* Metzeltin & Lange-Bertalot primeiras citações de ocorrências para a Amazônia brasileira. Quanto à distribuição, a maior porcentagem foi de organismos raros (58,5 %) seguido de esporádicos (32,07%) e frequentes (9,43 %). O rio Negro apresentou maior riqueza específica em relação aos seus tributários. A beta diversidade demonstrou que a distribuição dos táxons na bacia do rio Negro foi homogênea ($\beta-1= 19,07$). A homogeneidade na distribuição dos táxons deve-se provavelmente ao período de enchente em que foram realizadas as amostragens, quando o rio transborda do seu leito e invade as áreas marginais, inundando-as em

diferentes graus de intensidade. Este fluxo torna os ambientes mais ricos em microalgas e mais homogêneos.

Palavras-chave: águas pretas, bacia amazônica, diatomáceas, plâncton, perifíton

ABSTRACT - *Pinnularia* (Bacillariophyceae) from the upper and middle course of Negro River and tributaries, Amazon, Brazil. The present study aimed to carry out the inventory of the genus *Pinnularia* species along the upper and middle course of the Negro River, including two tributaries rivers and eleven streams and evaluate the distribution of taxa in the sampled environments. The study was based on the plankton and periphyton samplings from 55 stations and on the analysis of permanent slides. The results reveal the presence of 53 taxa and *Pinnularia mayeri* Krammer and *P. romanorum* Metzeltin & Lange-Bertalot are first records for the Brazilian Amazon. As for the distribution, the highest percentage of was organisms rare (58.5%) followed by sporadic (32.07%) and frequent (9.43%). The Negro River showed higher species richness compared to its tributaries. Beta diversity showed that the distribution of taxa in the Negro River basin was homogeneous ($\beta-1= 20,57$). The homogeneity in the distribution of taxa is probably due to the rising period in which the sampling were made, when the river overflows its banks and invades the marginal areas, flooding them in varying degrees of intensity. This flow makes the environments richer microalgae and more homogeneous.

Key words: black water, Amazonian basin, diatoms, plankton, periphyton

INTRODUÇÃO

A região amazônica, além de ser conhecida como a última grande reserva de florestas tropicais do planeta, abriga um imenso patrimônio biológico sob a forma de milhões de espécies de organismos. Uma das características marcantes desta região é o volume e a quantidade de corpos de água de tamanhos variados, que conferem à região vasto reservatório hidrobiológico, onde encontra-se presente uma exuberante flora de algas (Lopes & Bicudo 2003).

Os resultados dos estudos ficológicos já realizados na Amazônia têm demonstrado que dois fatores têm determinado a estrutura e dinâmica das comunidades de algas, quais sejam, o pulso de inundação (Junk *et al.* 1989) e a cor das águas classificadas por Sioli (Sioli 1984). O processo de inundação e vazante reveste-se de acentuada importância por desempenhar papel fundamental sobre todo o ecossistema alagável e por interferir fortemente sobre a diversidade e dinâmica dos organismos, sendo um dos principais fatores responsável pela regulação e ocorrência de espécies nos ecossistemas (Junk 1997).

O conhecimento da biodiversidade da Amazônia está no começo, pois existem áreas que os cientistas nunca visitaram, indicando que numerosos grupos taxonômicos, ainda, devem ser estudados (Wetzel *et al.* 2011), em especial na bacia do rio Negro. As águas desta bacia possuem coloração marrom-avermelhada, originada das altas quantidades de substâncias fúlvicas e húmicas, baixos valores de pH e de condutividade elétrica (Sioli 1984). Essas condições são favoráveis ao desenvolvimento das diatomáceas, em especial, do gênero *Pinnularia* Ehrenberg (Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, Pereira *et al.* 2012).

Os trabalhos mais relevantes sobre *Pinnularia* na bacia do rio Negro foram realizados recentemente por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007), Pereira (2009), Wetzel (2011) e Pereira *et al.* (2012, 2013, 2014) o que vem demonstrar um avanço no conhecimento sobre este gênero. O objetivo do presente estudo foi realizar o inventário das espécies e variedades taxonômicas de *Pinnularia* encontradas no curso superior e médio do rio Negro, incluindo alguns tributários e avaliar a distribuição dos táxons nos ambientes amostrados.

MATERIAL E MÉTODOS

O rio Negro, um dos mais importantes afluentes do rio Amazonas, percorre aproximadamente 715.000 Km² e representa cerca de 10% da área total da Bacia Amazônica (Goulding *et al.* 1988, Küchler 2000). A bacia do rio Negro abrange uma área que engloba do Pré-Cambriano apresentando relevo suave e pouco movimentado, no qual os processos erosivos são pouco intensos e a carga de sedimentos transportada é baixa (Junk 1983). É registrada uma média anual de precipitação de 2.000 - 2.200 mm podendo aumentar a até 3.500 mm, ao noroeste de Amazonas (Goulding *et al.* 1988). As amostragens foram realizadas no curso superior e médio do rio Negro, em seus afluentes rio Branco e rio Unini e em onze igarapés localizados na margem esquerda e direita do rio em março de 2005. (Fig. 1)

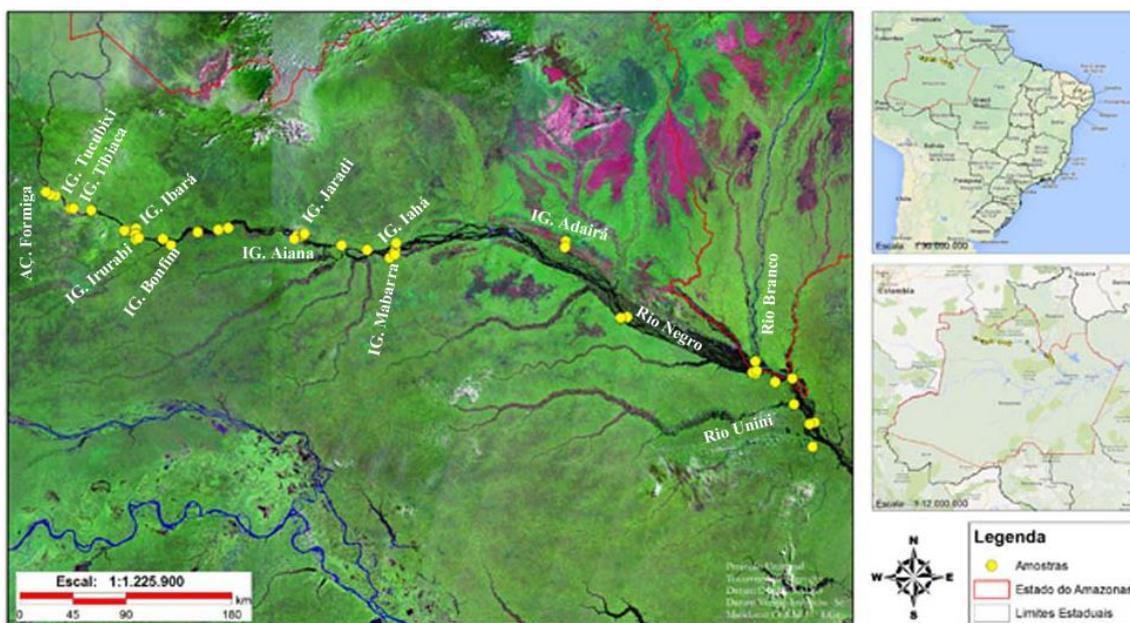


Fig.1. Localização dos pontos de amostragem no rio Negro e seus tributários.

Foram coletadas 51 amostras de plâncton e quatro de perifíton. As amostras de plâncton foram obtidas através da passagem de rede (20 µm de abertura) na superfície da água e a de perifíton através da raspagem das partes submersas de macrófitas. O material coletado foi armazenado em frasco de vidro de 100 ml com solução de Transeau (Bicudo & Menezes 2006) e, após o estudo, foram depositadas no Herbário Prof. Dr. Alarich Schultz (HAS) que estão especificados na tabela 1.

Tabela 1. Referência do material examinado no alto e médio rio Negro (RN) e tributários (RB = Rio Branco, RU = rio Unini, IG = igarapé) depositados no HAS.

Herbário HAS	Material examinado	Data	Tipo de Amostra	Coordenadas	
				Latitude (S)	Longitude (W)
109726	RB - E01	12/03/2005	Fito	1° 24' 25,570"	61° 51' 53,328"
109727	RB - E02	12/03/2005	Fito	1° 18' 41,000"	61° 51' 51,000"
109728	RB - E03	12/03/2005	Fito	1° 28' 13,000"	61° 42' 46,461"
109680	RN - E1	02/03/2005	Fito	0° 58' 9,200"	62° 50' 34,400"
109681	RN - E2	02/03/2005	Fito	0° 58' 38,300"	62° 53' 33,100"
109682	RN - E3	02/03/2005	Fito	0° 58' 38,100"	62° 53' 33,000"
109683	RN - E4	02/03/2005	Fito	0° 58' 31,100"	62° 53' 33,000"
109692	RN - E5	04/03/2005	Fito	0° 28' 40,200"	64° 37' 32,300"
109698	RN - E6	05/03/2005	Fito	0° 21' 5,600"	65° 20' 23,500"
109699	RN - E7	06/03/2005	Fito	0° 18' 0,070"	65° 57' 45,500"
109700	RN - E8	04/03/2005	Fito	0° 21' 18,200"	66° 33' 53,400"
109709	RN - E9	07/03/2005	Fito	0° 18' 7,900"	66° 38' 53,400"
109710	RN - E10	08/03/2005	Fito	0° 8' 51,700"	66° 56' 2,800"
109713	RN - E11	09/03/2005	Fito	0° 8' 10,700"	67° 4' 36,200"
109715	RN - E12	10/03/2005	Fito	0° 24' 57,300"	66° 19' 27,800"
109716	RN - E13	10/03/2005	Fito	0° 18' 58,774"	66° 7' 7,914"
109717	RN - E14	10/03/2005	Fito	0° 17' 0,500"	65° 53' 7,900"
109718	RN - E15	10/03/2005	Fito	0° 20' 40,000"	65° 21' 59,000"
109719	RN - E16	11/03/2005	Fito	0° 25' 8,000"	65° 1' 35,000"
109720	RN - E17	11/03/2005	Fito	0° 25' 1,445"	65° 1' 16,615"
109721	RN - E18	11/03/2005	Fito	0° 27' 10,858"	64° 49' 29,417"
109722	RN - E19	11/03/2005	Fito	0° 27' 7,592"	64° 36' 35,680"
109723	RN - E20	11/03/2005	Fito	1° 23' 40,538"	61° 53' 0,139"
109724	RN - E21	12/03/2005	Fito	1° 26' 30,500"	61° 34' 51,200"
109725	RN - E22	12/03/2005	Fito	1° 46' 47,597"	61° 24' 39,110"
107789	RN - 216	08/03/2005	Perifíton	0° 7' 52,201"	67° 5' 23,621"
107790	RN - 221	08/03/2005	Perifíton	0° 7' 34,161"	67° 3' 58,131"
107791	RN - 225	08/03/2005	Perifíton	0° 7' 52,194"	67° 3' 58,129"
109765	RN - 295	12/03/2005	Fito	1° 23' 8,117"	61° 51' 8,532"
109729	RU - E1	13/03/2005	Fito	1° 58' 0,177"	61° 25' 37,697"
109730	RU - E2	13/03/2005	Fito	1° 38' 25,151"	61° 34' 9,639"
109731	RU - E3	13/03/2005	Fito	1° 47' 36,093"	61° 27' 04,482"
109714	Açude Formiga	09/03/2005	Perifíton	0° 2' 8,261"	67° 12' 19,692"
109684	IG. Adaira - E1	03/03/2005	Fito	0° 23' 6,000"	63° 18' 42,600"
109685	IG. Adaira - E2	03/03/2005	Fito	0° 25' 4,000"	63° 18' 45,400"
109686	IG. Adaira - E3	03/03/2005	Fito	0° 26' 0,000"	63° 19' 0,000"
109696	IG. Aiana - E1	05/03/2005	Fito	0° 22' 6,000"	65° 23' 0,900"
109697	IG. Aiana - E2	05/03/2005	Fito	0° 22' 6,000"	66° 23' 0,900"
109704	IG. Bonfim - E1	07/03/2005	Fito	0° 18' 36,900"	66° 40' 41,200"
109705	IG. Bonfim - E2	07/03/2005	Fito	0° 17' 54,500"	66° 40' 20,000"
109706	IG. Bonfim - E3	07/03/2005	Fito	0° 18' 20,300"	66° 40' 43,000"
109687	IG. Iahá - E1	04/03/2005	Fito	0° 24' 10,300"	64° 36' 29,600"

Continuação

109688	IG. Iahá - E2	04/03/2005	Fito	0° 24' 4,590"	64° 36' 15,600"
109701	IG. Ibara - E1	07/03/2005	Fito	0° 17' 11,600"	66° 35' 17,900"
109702	IG. Ibará - E2	07/03/2005	Fito	0° 19' 36,484"	66° 35' 12,930"
109703	IG. Ibará - E3	07/03/2005	Fito	0° 20' 5,057"	66° 35' 28,698"
109707	IG. Irurabi - E1	07/03/2005	Fito	0° 22' 17,300"	66° 35' 28,600"
109708	IG. Irurabi - E2	07/03/2005	Fito	0° 21' 50,990"	66° 34' 13,616"
109693	IG. Jaradi - E1	05/03/2005	Fito	0° 20' 20,245"	65° 18' 39,646"
109694	IG. Jaradi - E2	05/03/2005	Fito	0° 19' 44,300"	65° 18' 27,300"
109695	IG. Jaradi - E3	05/03/2005	Fito	0° 19' 43,459"	65° 18' 20,420"
109689	IG. Mabarra - E1	04/03/2005	Fito	0° 30' 51,400"	64° 39' 17,000"
109690	IG. Mabarra - E2	04/03/2005	Fito	0° 29' 17,800"	64° 36' 46,600"
109711	IG. Tibiaca	09/03/2005	Fito	0° 1' 34,000"	67° 14' 27,000"
109712	IG. Tucubuxi	09/03/2005	Fito	0° 0' 28,847"	67° 16' 42,283"

Para o estudo, parte das amostras foi oxidada seguindo o método de Stosch (1970) e após lavagem foi montado entre lâmina e lamínula com resina Naphrax como meio de inclusão (Índice de Refração = 1,74). Para observação e registro do material foi utilizado microscópio óptico marca Zeiss equipado com câmera fotográfica digital Zeiss AxioCam ERC5s.

Com relação à frequência das espécies, foram consideradas frequentes (F) os táxons que tiveram presença acima de 50% nos locais amostrados; esporádicos (E) e raros (R) os que ocorreram acima e abaixo de 20%, respectivamente. O índice de beta diversidade foi calculado seguindo a fórmula $(\beta-1 = \{[(\gamma/\alpha_{med}) - 1] / (N - 1)\} * 100)$, segundo Harrison *et al.* (1992). São apresentadas descrições para os táxons não descritos para a bacia do rio Negro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Taxonomia

O inventário dos táxons de *Pinnularia* no curso superior e inferior do rio negro incluindo alguns tributários revelou a presença de 41 espécies, três variedades típicas, cinco variedades que não são as típicas, uma afinidade taxonômica e três táxons não identificados ao nível específico.

Pinnularia acrosphaeria Smith, A synopsis of the British Diatomaceae. v 1. p. 89, fig 60. 1853.

(Figs. 2-4)

Valvas lineares com margens levemente onduladas, infladas na região mediana, extremidades arredondadas. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, com granulações, área central ligeiramente assimétrica. Rafe filiforme, com extremidades próximas curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias levemente radiadas na região mediana a paralelas em direção as extremidades valvares.

Morfometria: compr. 26,6-107,5 μm , larg. 8,5-13,7 μm , 11-13 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109697, 109693, 107789, 107790.

Pinnularia acuminata W. Smith, A synopsis of the British Diatomaceae. v. 1, p. 55, pl. 18, fig. 164, 1853.

(Figs. 5-6)

Valvas linear-lanceoladas com margens paralelas a levemente convexa, extremidades atenuado-arredondados. Área axial alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central ligeiramente assimétrica. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias levemente radiadas na região mediana a convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: compr. 72-85 μm , larg. 16,9-18 μm , 10-11 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109697, 109705, 109703, 109681, 109682, 109683, 109713, 107790.

Observações: os exemplares observados assemelham-se morfologicamente ao encontrado por Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) no rio Negro e ao morfotipo 2, citado por Krammer (2000) no norte da Baviera, Alemanha, entretanto, diferem por apresentar menor largura (12-16 μm).

Pinnularia amazonica Metzeltin & Krammer, Iconogr. Diatomol., v. 5, p. 163, pl. 176, figs. 4-7. 1998.

(Figs. 7-8)

Valvas lineares com margens tri-onduladas, infladas na região mediana, extremidades capitado-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central com fascia larga. Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas a radiadas na região mediana e levemente convergente nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 79-100 μm , larg. 11,4-13 μm , 9-11 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109697, 109695, 109692, 109717, 109724, 107790.

Observações: alguns exemplares apresentaram relativamente maiores dimensões (comprimento e largura) e números de estrias comparando-se com o material encontrado por Metzeltin & Krammer (1998) na região amazônica.

Pinnularia angustivalva Krammer & Metzeltin, Iconogr. Diatomol., v. 5, p. 164, pl. 190, figs. 10-11. 1998.

(Figs. 9-10)

Valvas lanceoladas com margens paralelas a levemente convexas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial larga, alcançando 1/2 da largura da valva, área central com fascia larga. Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais indistintas. Estrias curtas, radiadas na região mediana e paralelas nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 47,2-68 μm , larg. 7,5-8,7 μm , 12-13 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109705, 109706, 109693, 109682, 109683, 109700, 109715, 109716.

Observações: alguns exemplares apresentaram maiores dimensões semelhante ao observado por Pereira *et al.* (2013) no Lago Tupé, Amazonas.

Pinnularia aquaenigrae Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol., v.18. p. 192, pl.259, fig. 3-6. 2007.

(Fig. 11)

Morfometria: compr. 84 μm , larg. 13 μm , 10 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109726, 109731.

Pinnularia boyeriformis Krammer & Metzeltin, Iconogr. Diatomol., v. 5, p. 165, pl. 184, figs. 4-6. 1998.

(Fig. 12)

Morfometria: compr. 82,6-85 μm , larg. 14-15 μm , 10 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109726, 109731.

Observações: espécimes encontrados por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998) e Pereira *et al.*, (2012) para o rio Negro, apresentaram maior comprimento (100-121 μm).

Pinnularia brauniana (Grunow) Studnicka, Zool.-Bot. Ges. Österreich. p.737. 1888.

(Figs. 13-14)

Valvas lanceoladas, ápices capitado-arredondados. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 37-61 μm , larg. 7,6-10,6 μm , 10 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109685, 109696, 109693, 109690, 109726, 109700, 109713, 107789, 107790.

Pinnularia brebissonii (Kützing) Rabenhorst. Flora Europea Algarum Aquae Dulcis et Submarinae. p. 222. 1864.

(Fig. 15)

Valvas linear-lanceoladas, ápices cuneado-arredondados. Área axial estreita alcançando aproximadamente 1/5 da largura da valva, área central com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de baioneta. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 47,8 µm, larg. 10 µm, 12 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 107789.

Pinnularia certa Krammer & Metzeltin, Iconogr. Diatomol., v. 5, p. 166, pl. 178, figs. 12-17. 1998.

(Figs. 16-19)

Valvas lineares com margens ligeiramente convexas, ápices subcapitado-arredondados. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 39,4-50 µm, larg. 8,3-10 µm, 11-12 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109700, 107790, 109731.

Observações: A população encontrada por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998) no rio Demerara (Guiana), Lago Calado e rio Tapajós (Amazônia brasileira) apresentam pequenas variações nas dimensões (compr. 43-54, larg. 8,4-9,4) e densidade de estrias (10-11) em relação ao material estudado.

Pinnularia aff. *cherryfieldiana* Krammer, Bibliotheca Diatomologica. v 1. p. 180, pl. 199; 200, figs. 1-5; 1. 2000.

(Figs. 20-21)

Valvas lineares com margens paralelas, ligeiramente infladas na região mediana, extremidades cuneado-arredondados. Área axial alcançando 1/3 da largura da valva,

área central simétrica. Rafe semi-complexa, com extremidades proximais sutilmente curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana, paralelas a levemente nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 199 - 215 μm , larg. 35 - 38 μm , 7 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109690.

Observações: o material observado assemelha-se à população encontrada no lago Jucurui por Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), no entanto difere do tipo (Krammer, 2000, p. 180, figs. 200: 1) que possui maior comprimento (240-300 μm) e extremidades arredondadas.

Pinnularia confirma Metzeltin & Krammer, Iconogr. Diatomol., v. 5, p. 166, pl. 180, figs. 11-13. 1998.

(Figs. 22-24)

Morfometria: compr. 51-64 μm , larg. 6,6-9,4 μm , 13-14 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109685, 109697, 109703, 109707, 109694, 109695, 109689, 109680, 109681, 109682, 109683, 109698, 109700, 109713, 109715, 109718, 109720, 109725.

Observações: os exemplares encontrados foram semelhantes morfologicamente aos encontrados no curso inferior do rio Negro e no lago Tupé por Pereira *et al.*, (2012, 2013)

Pinnularia dactyloides Hustedt, Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie, Vol. 50(3), p. 400; fig. 32, 33, 1965.

(Figs. 25-27)

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades cuneado-arredondados. Área axial estreita alcançando 1/6 da largura da valva, área central simétrica. Rafe filiforme, com extremidades proximais quase reta e extremidades distais em forma de

gancho. Estrias levemente radiada na região mediana e paralela nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 98-115,5 μm , larg. 20-23 μm , 12-13 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109696, 109693, 109694, 109680, 109698, 109699, 109718.

Pinnularia divergens Smith var. ?

(Fig. 28)

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central com fascia estreita e presença de espessamento silíceo em cada margem. Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares.

Material examinado: HAS 109731.

Morfometria: compr. 112,5 μm , larg. 23,75 μm , 8 estrias em 10 μm .

Observações: consideramos que este táxon faça parte do complexo de variedades de *P. divergens* devido à presença de um espessamento silicoso marginal na área central. Não foi encontrado na literatura forma similar.

Pinnularia divergens var. *malayensis* Hustedt, Diatomeen aus der Umgebung von Abisko in Schwedisch - Lap - pland. p. 82, pl. 84, fig. 159. 1942.

(Figs. 29)

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

Morfometria: compr. 116 - 118µm, larg. 28 - 28,3 µm, 8-9 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109728.

Pinnularia divergens var. *mesoleptiformis* Krammer & Metzeltin, Iconogr. Diatomol., 5: 170, pl. 173, fi g. 1-4, 1998.

(Figs. 30-31)

Valvas linear-lanceoladas, com margens trionduladas, extremidades capitado-arredondados. Área axial estreita alcançando aproximadamente 1/4 da largura da valva, área central com *fascia* estreita, espessamento silicoso presente na região mediana da valva. Rafe lateral, com extremidades proximais sutilmente curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana a convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 72 - 90,2 µm, larg. 12,2 - 15 µm, 9-11 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109685, 109697, 109680, 107790, 109727.

Observações: os exemplares observados apresentaram maiores dimensões (comprimento 69-81 µm; largura 13,4 µm) que o encontrado rio Potaro (Guyana) por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998).

Pinnularia diversarea Krammer & Metzeltin, Iconogr. Diatomol., 5: 173, pl. 174, fi g. 2-5, 1998.

(Fig. 32)

Valvas lineares com margens ligeiramente convexas, extremidades rostradas. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central simétrica. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiada na região mediana e convergente nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 62,8 µm, larg. 15 µm, 10 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109716.

Pinnularia instabiliformis Krammer & Metzeltin, Iconogr. Diatomol., v. 5, p. 177, pl. 174, figs. 8-12. 1998.

(Figs. 33-34)

Morfometria: compr. 36-50 μm , larg. 8-10 μm , 11-13 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109697, 109706, 109693, 109694, 109695, 109680, 109681, 109682, 109698, 109713, 109715, 109718, 109765.

Observações: os exemplares apresentaram dimensões semelhantes do material encontrado no Lago Tupé por Pereira *et al.* (2012) diferindo do tipo por apresentar menor largura e maior densidade de estrias.

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

(Fig. 35)

Valvas lineares, largas com margens paralelas, extremidades atenuada-apiculadas. Área axial larga alcançando $\frac{1}{2}$ da largura da valva, área central simétrica. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas.

Morfometria: compr. 77,6-100 μm , larg. 19,6-23,3 μm , 10-11 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109703, 109681, 109683, 109725, 109731

Pinnularia interruptiformis Krammer, Bibliotheca Diatomologica. v 1. p. 109, pl. 85, figs. 1-9. 2000.

(Figs. 36-37)

Valvas lineares com margens levemente paralelas, extremidades capitado-arredondadas. Área axial larga alcançando aproximadamente $\frac{1}{3}$ da largura da valva, área central com *fascia* larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e

convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 30,2-31,4 μm , larg. 5,2-6,4 μm , 12-13 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109686, 109696, 109706, 109694, 109695, 109723, 107789, 107790, 109765.

Pinnularia latevittata Cleve var. *latevittata* Diatomiste, 2(5): 103, pl. 7. 1894.

(Figs. 38)

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial estreita alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura da valva, com granulações, área central assimétrica, arredondada. Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas extremidades distais em forma de gancho. Estrias levemente radiada na região mediana e paralela nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 77-115 μm , larg. 19-21,2 μm , 6-8 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109685, 109697, 109690, 109680, 109682, 109683, 109700, 109721, 109722, 109726, 109731.

Pinnularia laxa Hustedt in Schmidt *et al.* Atlas, pl. 391, fi gs. 11-13, 1874-1959.

(Figs. 39-41)

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial estreita alcançando $\frac{1}{4}$ da largura das valvas, área central com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e levemente convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 51-61 μm , larg. 6,3-7,2 μm , 13-14 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109701.

Pinnularia liyanlingae Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. v.18. p.207, pl. 238; 239, figs. 1-4; 1-3. 2007.

(Figs. 42-43)

Valvas lineares com margens levemente onduladas, ligeiramente infladas na região mediana, extremidades cuneada-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/2 da largura da valva, área central ligeiramente assimétrica. Rafe semi-complexa, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias levemente radiadas na região mediana, paralelas a convergente em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 115-120 μm , larg. 23-24 μm , 8-9 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109731.

Pinnularia manausensis Pereira & Torgan, Phytotaxa, 158 (2): 159, Figs. 2-6, 22-25. 2014.

(Fig. 44)

Valvas lineares com margens levemente tri-onduladas, infladas na região mediana, extremidades subcapitado-arredondadas. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central 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: compr. 128 μm , larg. 20 μm , 9 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109692.

Pinnularia mayeri Krammer, Bibliotheca Diatomologica. p. 115, pl. 42, figs. 1-4. 1992.

(Figs. 45-46)

Valvas lineares com margens levemente convexas, extremidades capitado-arredondadas. Área axial estreita alcançando aproximadamente 1/4 da largura da valva, área central com fascia estreita. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 47,3-52,9 μm , larg. 7,9-8,5 μm , 11-12 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109686, 107790.

Observações: primeira citação para a Amazônia brasileira.

Pinnularia meridiana var. *concava* Metzeltin & Krammer, Iconogr. Diatomol., v. 5, p. 180, pl. 181, figs. 6,7. 1998.

(Figs. 47-48)

Morfometria: compr. 51-67 μm , larg. 11,2-12 μm , 10-13 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109685, 109686, 109680, 109681, 109715, 109731.

Pinnularia microflamma Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. v.18. p.209, pl. 240, figs. 4. 2007.

(Figs. 49-50)

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando $\frac{1}{4}$ da largura das valvas, área central simétrica. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e paralelas nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 63-70 μm , larg. 10,5-13 μm , 10-11 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109685, 109686, 109713, 109722, 109725, 109726.

Pinnularia microstauron (Ehrenberg) P. T. Cleve, Acta Soc. Fauna Fenn, v. 8, n.2, p.28. 1891.

(Figs. 51-52)

Valvas lineares levemente tri-onduladas com margens levemente convexas na região mediana, extremidades capitado-arredondadas. Área axial estreita alcançando $\frac{1}{4}$ da largura das valvas, área central com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades

proximais curvadas e extremidades distais indistintas. Estrias radiadas, convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 45-50 μm , larg. 9,5-10,6 μm , 9-12 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109684, 109685, 109686, 109696, 109705, 109693, 109689, 109690, 109680, 109692, 109713, 109715, 109718, 107789, 107790, 109765.

Pinnularia mollenhaueri Metzeltin & Lange-Bertalot. Iconogr. Diatomol. v.18. p.210, pl.244, figs. 4-7 . 2007.

(Figs. 53-55)

Morfometria: compr. 72,7-80,9 μm , larg. 14,7-15,5 μm , 12-13 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109697, 109680, 109681, 109700, 109715.

Pinnularia monicae Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. v.18. p.211, pl. 246, figs. 1-5 . 2007.

(Fig. 56)

Valvas lanceoladas, infladas na região mediana, extremidades subcapitada-arredondadas. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central com fascia 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: compr. 97,2-100 μm , larg. 14,2-15,5 μm , 9-10 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109697, 109700, 109713, 107789, 109765, 109731.

Pinnularia nelsonii Pereira & Torgan, Phytotaxa, 158 (2): 161, Figs 7-12. 2014.

(Fig. 57)

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades agudamente arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/4 da largura da valva, área central com fascia larga.

Rafe filiforme, com extremidades proximais curvada extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana, paralelas a levemente convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: compr.49,5 μm , larg. 11,1 μm , 11 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109697.

Observações: o exemplar examinado apresentou pequena diferença em relação ao material tipo, oriundo do Lago Tupé (Pereira *et al.* 2014) por apresentar maior comprimento (36-47,5 μm) e menor densidade de estrias (13 - 14 estrias em 10 μm).

Pinnularia nobilefasciata Krammer & Metzeltin, Iconogr. Diatomol. v.5 p.182, pl. 176, figs.8, 9, 11-16. 1998.

(Figs. 58-59)

Valvas linear-elípticas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial estreita alcançando 1/3 da largura da valva, área central com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas extremidades distais em forma de gancho. Estrias levemente radiada na região mediana e paralela a levemente convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 21-28,7 μm , larg. 5-6,1 μm , 11-12 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109686, 109676, 109705, 109693, 109712.

Pinnularia paradivergens Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol., v.18. p. 212, pl.249, figs. 1-5. 2007

(Fig. 60)

Valvas lineares com extremidades capitadas. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central simétrica. Rafe lateral, com extremidades proximais sutilmente curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 82,6 µm, larg. 18,5 µm, 9 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 107790.

Pinnularia paulensis (Grunow) Cleve, Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. p. 86; pl. 1, fig. 20. 1895.

(Figs. 61-62)

Valvas lineares, com margens paralelas, infladas na região mediana, extremidades arredondadas. Área axial larga, alcançando ½ da largura da valva, área central simétrica. Rafe semi-complexa, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas.

Morfometria: compr. 92-93,5 µm, larg. 11-11,5 µm, 10-11 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109686, 109690.

Observações: o material tipo encontrado por Cleve (1895) apresenta maior densidade de estrias (14-15 estrias em 10 µm).

Pinnularia perinstabilis var. *perinstabilis* Metzeltin & Krammer, Iconogr. Diatomol., v.5. p. 183, pl.193, figs. 1-3. 1998.

(Figs.63-65)

Morfometria: compr. 60-101,1 µm, larg. 23-26 µm, 9-12 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109686, 109696, 109697, 109703, 109695, 109680, 109681, 109683, 109700, 109722, 109725, 109731.

Pinnularia perinstabilis var. *angustilinearis* Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol., v.18. p. 214, pl.245, fig. 1. 2007.

(Figs. 66-67)

Valvas lineares, largas com margens paralelas, extremidades cuneada-arredondadas. Área axial larga alcançando ½ da largura da valva, área central ausente.

Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas, levemente radiadas a paralelas nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 100-110 µm, larg. 20-23,5 µm, 9-11 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109705, 109706, 109703, 109689, 109690, 109681, 109683, 109692, 109720, 109722, 109731.

Pinnularia perumbrosa (Metzeltin & Krammer) Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol., v.18. p. 215, pl. 269; 270, fig. 2; 1-3. 2007.

(Fig. 68)

Morfometria: compr. 94,3-100 µm, larg. 11,8-12,2 µm, 9-10 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109695, 109700.

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

(Figs.69-70)

Morfometria: compr. 13-16,5 µm, larg. 5-5,5 µm, 7 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109685, 109686, 109680, 109682, 109731.

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

(Fig. 71)

Valvas lineares com margens tri-onduladas, extremidades capitado-arredondadas. Área axial estreita alcançando $\frac{1}{4}$ da largura das valvas, área central com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 52,8-107,5 µm, larg. 8-15 µm, 10-12 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 107790.

Pinnularia rostratissima var. *ventricosa* Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. v.5. p. 186, pl.169, figs. 1-5. 1998.

(Fig. 72)

Morfometria: compr. 70-87 μm , larg. 17-21 μm , 11-13 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109683, 109765, 109731.

Observações: os exemplares observados apresentaram maiores dimensões (compr. 55,5-68 μm ; larg. 14,6-15,3 μm) que as encontradas no curso inferior do rio Negro por Pereira *et al.* (2012).

Pinnularia romanorum Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. 18: 218, pl. 237, fig. 1. 2007.

(Fig. 73)

Valvas lineares moderadamente infladas na região mediana, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial larga alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central assimétrica. Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana, levemente convergente em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 146,6-162 μm , larg. 25-28,5 μm , 9-10 estrias em 10 μm .

Observações: primeira citação para Amazônia brasileira.

Material examinado: HAS 109697, 109731.

Pinnularia sterrenburgii var. *sterrenburgii* Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. 18: 222, pl. 243, fig. 1-6. 2007.

(Figs. 74-75)

Morfometria: compr. 96-99 μm , larg. 21-22,3 μm , 9-10 estrias em 10 μm .

Observações: os exemplares observados apresentaram maior densidade de estrias que o material tipo oriundo do lago Calado (Metzeltin & Lange-Bertalot 2007), sendo semelhante ao observado no Lago Tupé por Pereira *et al.* (2013).

Material examinado: HAS 109731.

Pinnularia subbacillum Metzeltin & Krammer *Iconogr. Diatomol.* 5: 188, pl. 180, fig. 1-4. 1998.

(Fig.76)

Valvas lineares com margens ligeiramente infladas na região mediana, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área central simétrica. Rafe filiforme, com extremidades proximais sutilmente curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 36,9 μm , larg. 6,5 μm , 13 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109683.

Pinnularia subboyeri Metzeltin & Krammer, *Iconogr. Diatomol.* v.5. p. 189, pl.183, fig. 11,12; pl. 199, fig. 4. 1998.

(Figs. 77-79)

Morfometria: compr. 110-145 μm , larg. 14-15,5 μm , 9-10 estrias em 10 μm .

Observações: Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) fizeram uma ampliação para *Pinnularia subboyeri* (p. 193) aumentando sua diagnose nas dimensões (comprimento 83-150 μm ; largura 8,7-13,5 μm) e diminui na densidade de estrias (9-10). Os espécimes observados assemelham-se na forma aos identificados por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998; 2007), entretanto, apresentam maior largura valvar.

Material examinado: HAS 109685, 109704, 109680, 109723, 109765, 109728, 109731.

Pinnularia subcapitata Gregory, Quartely Journal Microscopical Science. pl. 1, p. 9, fig. 30. 1856.

(Figs. 80-81)

Valvas lineares com margens ligeiramente convexas, extremidades capitadas. Área axial estreita alcançando $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 51-55,6 μm , larg. 6,4-6,9 μm , 13-14 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109680, 109681, 107790.

Pinnularia subgibba Krammer, Bibliotheca Diatomologica. p. 126, pl. 46; 47, figs. 1-3, 6; 2-4, 6. 1992.

(Figs. 82-83)

Valvas lineares com margens paralelas e levemente convexas na região mediana, extremidades arredondadas. Área axial larga alcançando $\frac{1}{3}$ da largura da valva, área central assimétrica. Rafe lateral, com extremidades proximais curvada e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana, convergentes em direção às extremidades valvares.

Morfometria: compr. 87-97,7 μm , larg. 9,4-11,1 μm , 9-10 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 107790, 109765.

Pinnularia superpaulensis (Hustedt) Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. v.18. p.226, pl 257, fig. 1-3. 2007.

(Figs. 84-85)

Valvas lineares, com margens levemente tri-onduladas infladas na região mediana, extremidades levemente cuneado-arredondadas. Área axial larga, alcançando aproximadamente $\frac{1}{3}$ da largura da valva, área central simétrica. Rafe semi-complexa,

com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas.

Morfometria: compr. 123-148,3 μm , larg. 12,8-18,3 μm , 10-11 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109685, 109686, 109689, 109683, 109698.

Pinnularia tenuistriata Hustedt, *Atlas der Diatomaceenkunde*, pl. 390, fig. 10, 1934.

(Figs. 86-87)

Valvas linear-lanceoladas com margens paralelas, levemente convexas na região mediana, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial larga alcançando 1/3 da largura da valva, área central assimétrica. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias paralelas.

Morfometria: compr. 64,7-67,7 μm , larg. 8,5-10 μm , 15-16 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109680, 109681.

Pinnularia tupensis Pereira, Melo & Torgan, *Phytotaxa*, 158 (2): 162, Figs. 13-17, 26-32, 2014.

(Fig. 88)

Valvas elíptico-lanceoladas com extremidades fortemente capitada alongadas. Área axial estreita alcançando aproximadamente 1/4 da largura da valva, área central com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais indistintas. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 51 μm , larg. 11,2 μm , 11 estrias em 10 μm .

Material examinado: HAS 109725.

Pinnularia variarea Metzeltin & Krammer, *Iconogr. Diatomol.* v.5. p. 194, fig. 8-10; 5, pl.181; 193, 1998.

(Fig. 89)

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades cuneadas. Área axial larga alcançando 1/3 da largura da valva, área central ligeiramente assimétrica. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais indistintas. Estrias radiadas na região mediana, paralelas nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 47-61,3 µm, larg. 13,1-15,1 µm, 9-10 estrias em 10 µm.

Material examinado: HAS 109692, 107790.

Pinnularia viridiformis Krammer, Bibliotheca Diatomologica. p. 160, pl. 68, 69 figs. 1-4; 1-5. 1992.

(Figs. 90-91)

Valvas elípticas, levemente infladas na região central, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando aproximadamente 1/4 da largura da valva, área central simétrica. Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais indistintas. Estrias levemente radiadas na região mediana e paralelas nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 67,8-91,4 µm, larg. 13,5-14,1 µm, 11 estrias em 10 µm.

Observações: o material tipo encontrado por Krammer (1992) apresenta menor densidade de estrias (7-9 estrias em 10 µm).

Material examinado: HAS 107790.

Pinnularia sp. 1

(Figs. 92-93)

Valvas lineares, fortemente infladas na região mediana, extremidades fortemente arredondadas. Área axial larga alcançando 1/2 da largura da valva, área central simétrica. Rafe lateral, com extremidades proximais sutilmente curvada e extremidades distais indistintas. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades valvares.

Morfometria: compr. 171,7-177,1 μm , larg. 28,8-29,6 μm , 10 estrias em 10 μm .

Observações: os exemplares observados assemelham-se a população *Pinnularia pulchella* encontrada por Krammer (2000) em material fóssil nos Estados Unidos, entretanto este apresenta maiores dimensões (compr. 180-273, larg. 32-40), menor densidade de estrias (6-7), área central e axial mais estreita.

Material examinado: HAS109690

Pinnularia sp. 2

(Figs. 94-95)

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Área axial estreita alcançando $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área central simétrica. Rafe lateral, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais indistintas. Estrias radiadas na região mediana e paralelas nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 99,8-114,5 μm , larg. 20,4-22,4 μm , 9 estrias em 10 μm .

Observações: os exemplares observados assemelham-se ao encontrado no rio Tapajós por Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) e identificado como *P. cf. major* var. *asymmetrica* Cleve. Não se manteve esta identificação, pois ao consultarmos a obra de Cleve (1895) onde encontra-se a ilustração do tipo, observou-se que este possui valvas com extremidades arredondadas e estrias mais fortemente radiadas nas extremidades valvares, ou seja, morfologicamente distinta do material analisado.

Material examinado: HAS 109685, 109686.

Pinnularia sp. 3

(Fig. 96)

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades arredondadas. Área axial estreita alcançando $\frac{1}{4}$ da largura das valvas, área central com fascia larga. Rafe filiforme, com extremidades proximais curvadas e extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares.

Morfometria: compr. 70,8-72 μm , larg. 8,5-10 μm , 10-11 estrias em 10 μm .

Observações: os exemplares assemelham-se à *Pinnularia procera* Metzeltin & Krammer (in Metzeltin & Lange Bertalot 1998) encontrada no rio Tapajós, Amazonas, entretanto, diferem desta espécie por ser constricta na região mediana e apresentar área axial ligeiramente mais larga.

Material examinado: HAS 109680, 109681, 109765.

Riqueza e Distribuição dos táxons

A riqueza de táxons nos rios do curso superior da bacia do rio Negro foi mais alta no rio Negro (40 táxons) em relação aos seus afluentes, rio Unini (18 táxons) e rio Branco (seis táxons), enquanto que, a riqueza nos igarapés foi relativamente menor em comparação com a encontrada nos rios (Tabela 2). A maior riqueza foi registrada nos igarapés Adairá e Aiana (ambos com 17 táxons), enquanto que, a menor riqueza ocorreu nos igarapés Irurabi e Tucubixi (ambos com um táxon). Considerando todos os ambientes amostrados foi identificado um total de 53 táxons. Wetzel (2011) identificou 75 táxons de *Pinnularia* no mesmo trecho e período. Esta diferença pode ser explicada pelo maior número de amostras analisadas por este autor (191) em relação a 55 amostras analisadas no presente estudo.

Dente as espécies identificadas *Pinnularia mayeri* Krammer e *Pinnularia romanorum* Metzeltin & Lange-Bertalot são primeiras citações de ocorrência para Amazônia brasileira.

Com relação à frequência dos táxons nos rios e igarapés da bacia do rio Negro ocorreu maior porcentagem de organismos raros (58,5 %) seguido de esporádicos (32,07%) e frequentes (9,43 %) que estão listados na tabela 2. Quanto a distribuição dos mesmos nos ambientes, cerca de 47% dos táxons ocorreram simultaneamente nos rios e igarapés, enquanto que 41% ocorreram somente nos rios e 11% somente em igarapés.

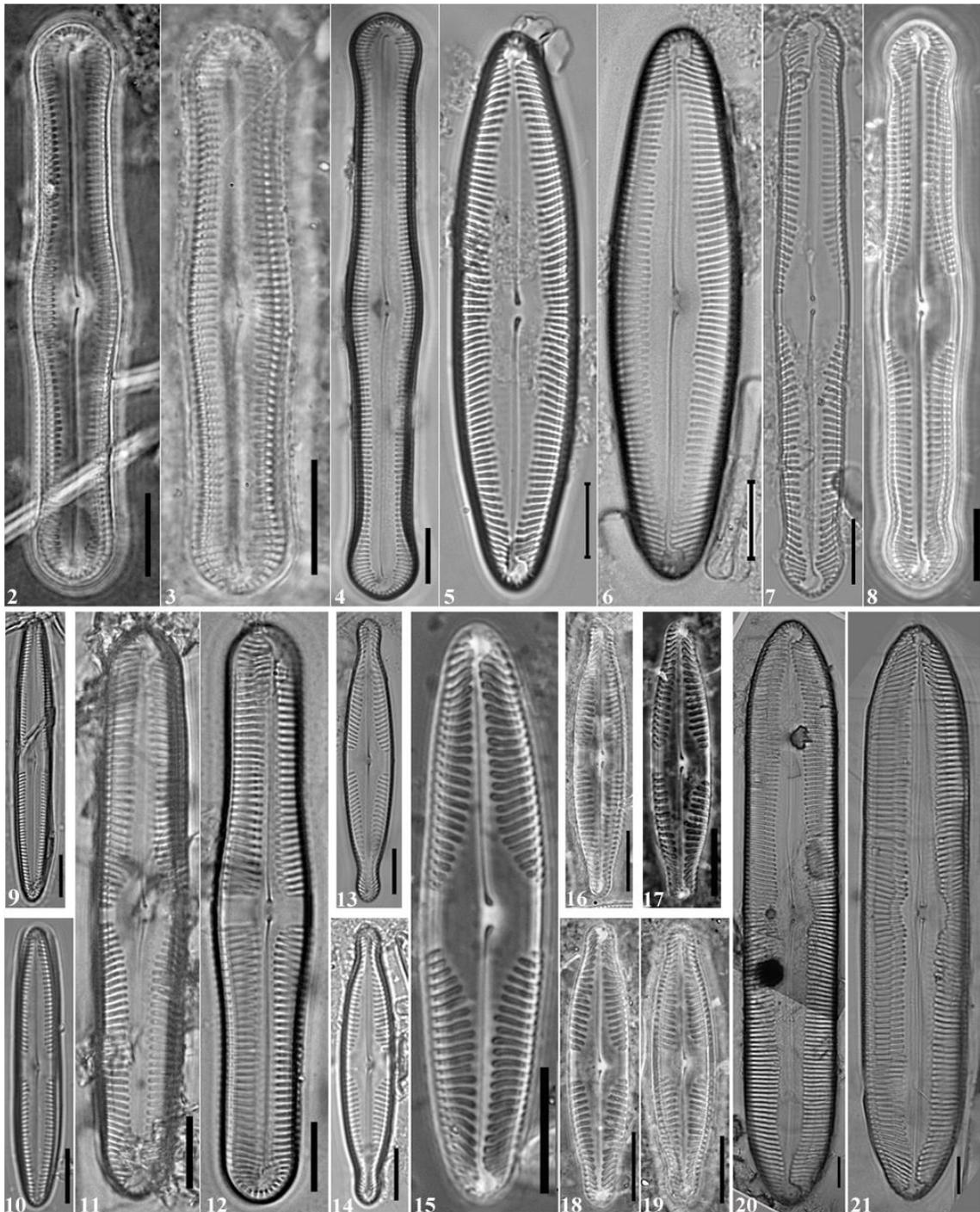
Tabela 2. Continuação

Táxons/Ambientes	RB	RN	RU	IG. Ada	IG. Aia	IG. Bon	IG. Jar	IG. Mab	IG. Iba	IG. Iru	IG. Tuc	Fr
<i>P. mollenhauerii</i>		—			—							R
<i>P. nelsonii</i>					—							R
<i>P. paradivergens</i>		—										R
<i>P. paulensis</i>				—				—				R
<i>P. perumbrosa</i>		—										R
<i>P. polyonca</i>		—										R
<i>P. romanorum</i>			—		—							R
<i>P. rostratissima</i> var. <i>ventricosa</i>		—										R
<i>P. sterrenburgii</i> var. <i>sterrenburgii</i>			—									R
<i>P. subbacillum</i>		—										R
<i>P. subgibba</i>		—										R
<i>P. subcapitata</i>		—										R
<i>P. tenuistriata</i>		—										R
<i>P. tupensis</i>		—										R
<i>P. variarea</i>		—										R
<i>P. viridiformis</i>		—										R
<i>P. sp.1</i>								—				R
<i>P. sp. 2</i>				—								R
<i>P. sp. 3</i>		—										R
Riqueza	6	40	18	17	17	8	11	9	6	1	1	

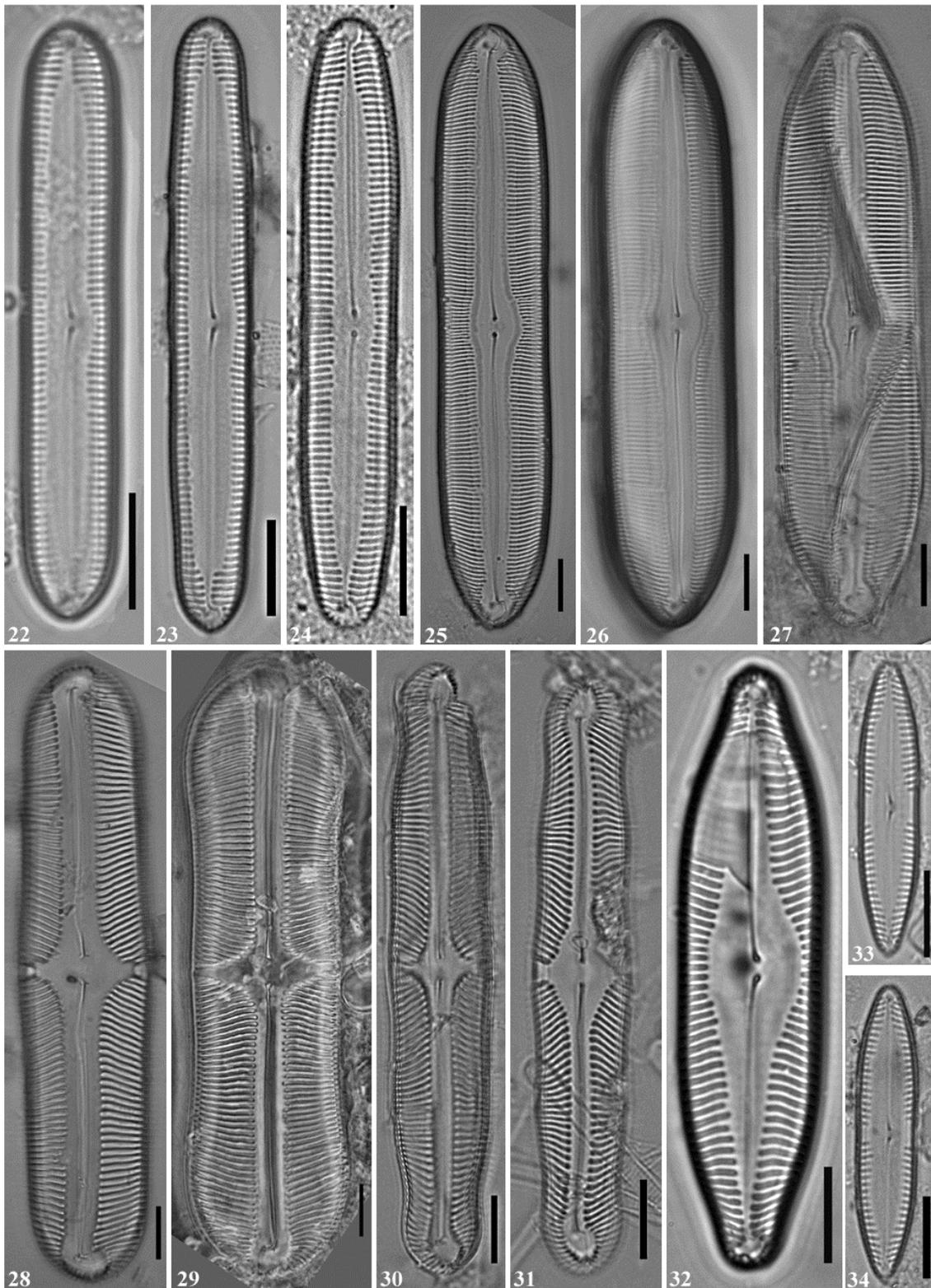
Os táxons frequentes foram *Pinnularia confirma*, *P. latevittata*, *P. microstauron*, *P. nobilefasciata* e *P. perinstabilis*. Dentre estes, somente *P. confirma* foi citado também como frequente por Wetzel (2001) na bacia do rio Negro, no mesmo período do presente estudo. Este táxon também foi frequente no curso inferior do rio Negro e no lago Tupé, no período de 2002 a 2004 (Pereira 2009, Pereira *et al.*, 2012).

Considerando a distribuição geográfica dos táxons supracitados, *P. confirma*, *P. nobilefasciata* e *P. perinstabilis* estão limitadas à região amazônica, em águas com baixos valores de pH e de condutividade elétrica. *Pinnularia latevittata* é comum em ambientes tropicais, tendo sido encontrada na região amazônica (Metzeltin & Lange-Bertalot 2007; Pereira *et al.* 2013) e na barra da Tijuca, Rio de Janeiro (Krammer 2000). *Pinnularia microstauron* é a única espécie cosmopolita, entretanto segundo Krammer (2000) prefere águas oligotróficas, com baixos valores de pH e condutividade e áreas cobertas por floresta.

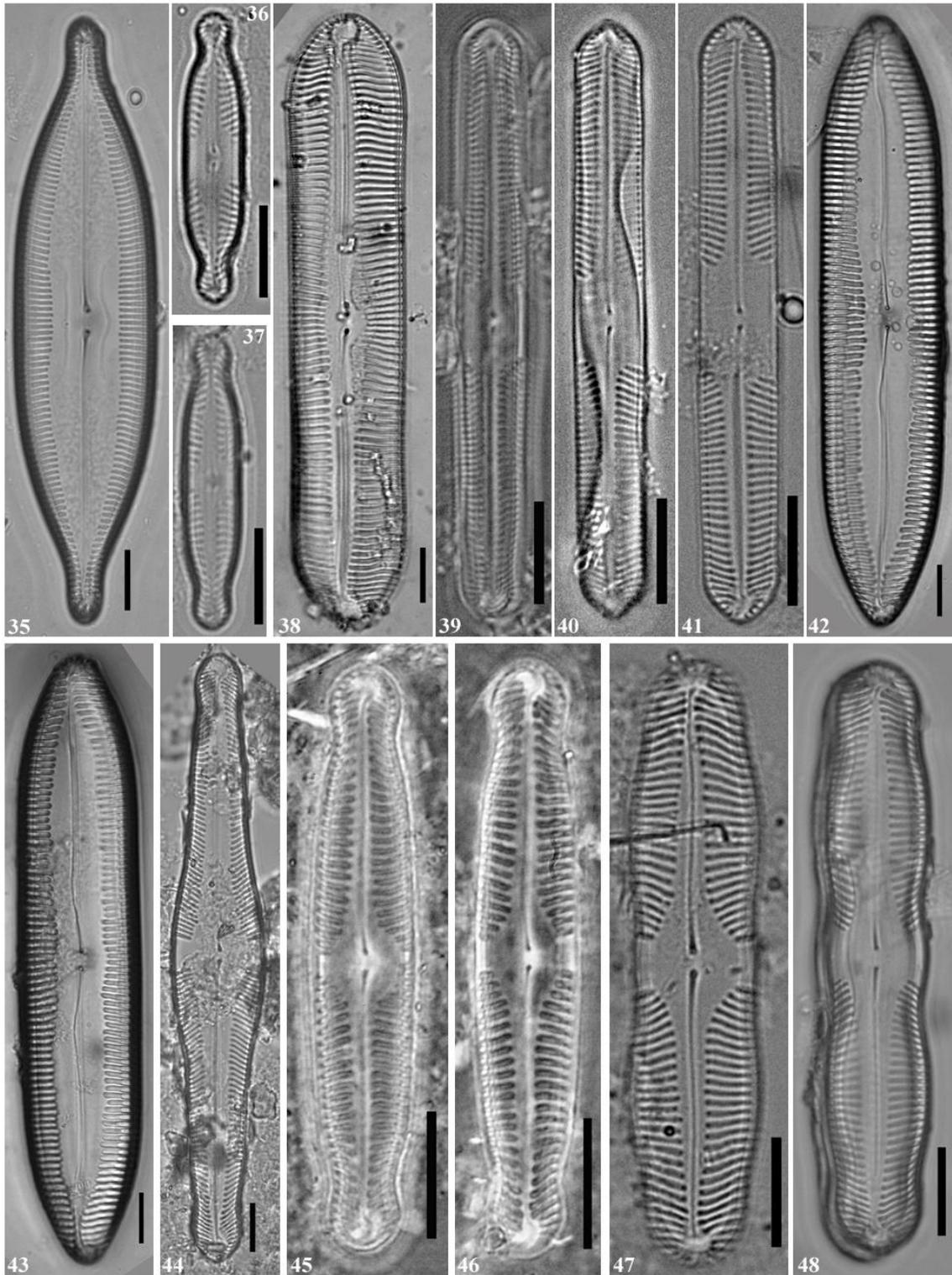
A beta diversidade calculada para as estações amostradas foi baixa (19,07), revelando que a distribuição dos táxons no rio Negro e tributários foi homogênea. A homogeneidade na distribuição dos táxons verificada no curso superior do rio Negro deve-se provavelmente ao período em que foram realizadas as amostragens (período de enchente). A bacia do rio Negro é um ecossistema que sofre inundação periódica por estar submetida anualmente ao pulso de inundação. Durante a enchente (entre os meses de janeiro a abril) as águas do rio transborda do seu leito e invade as áreas marginais, inundando-as em diferentes graus de intensidade. Este fluxo torna os ambientes mais ricos, diversificados em microalgas e mais homogêneos.



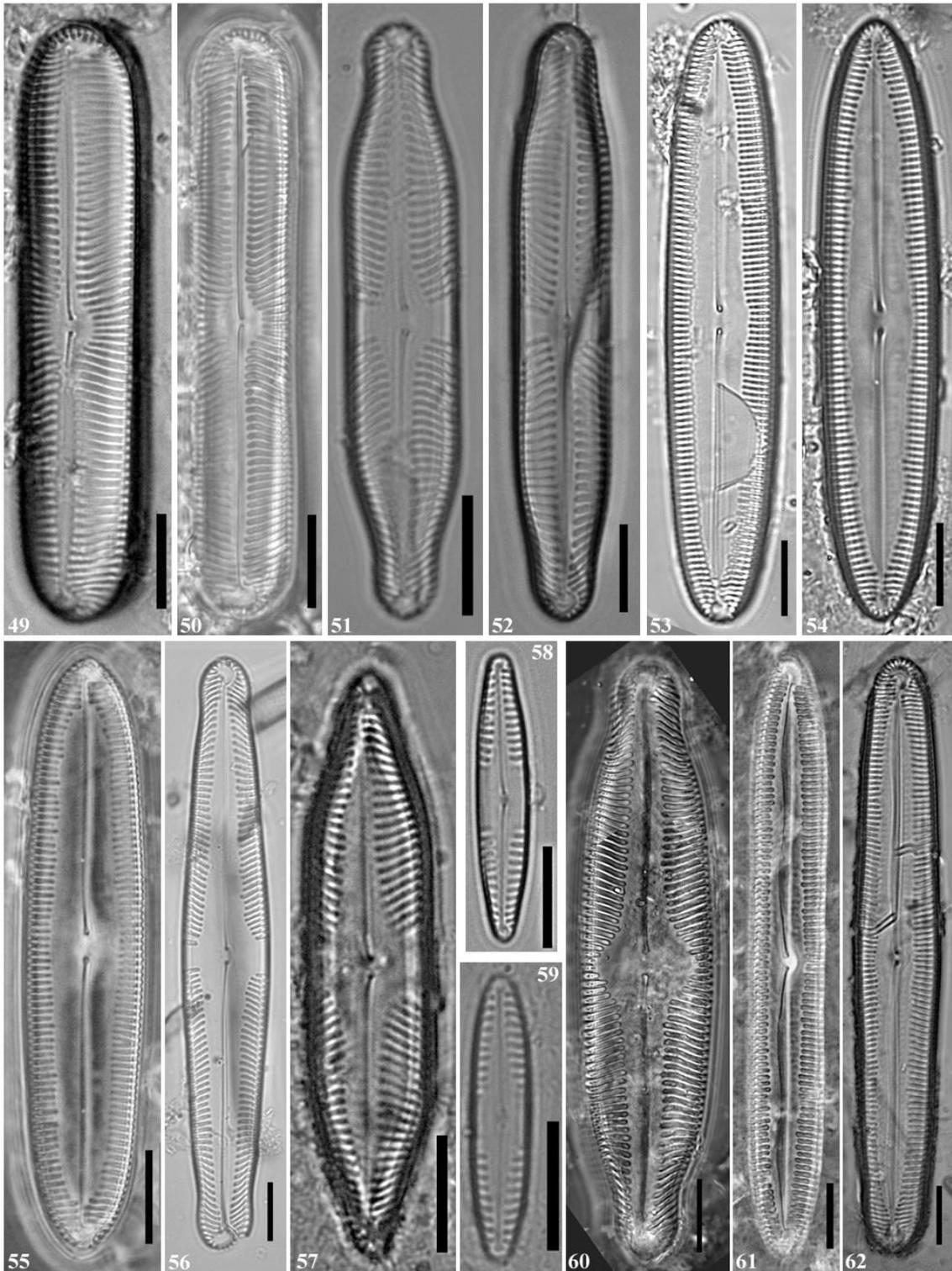
Figs. 2-21. 2-4. *Pinnularia acrosphaeria*; 5, 6. *P. acuminata*; 7, 8. *P. amazônica*; 9, 10. *P. angustivalva*; 11. *P. aquaenigrae*; 12. *P. boyeriformis*; 13, 14. *P. brauniana*; 15. *P. brebissonii*; 16-19. *P. certa*; 20, 21. *P. aff. cherryfieldiana*. Barras = 10 μ m.



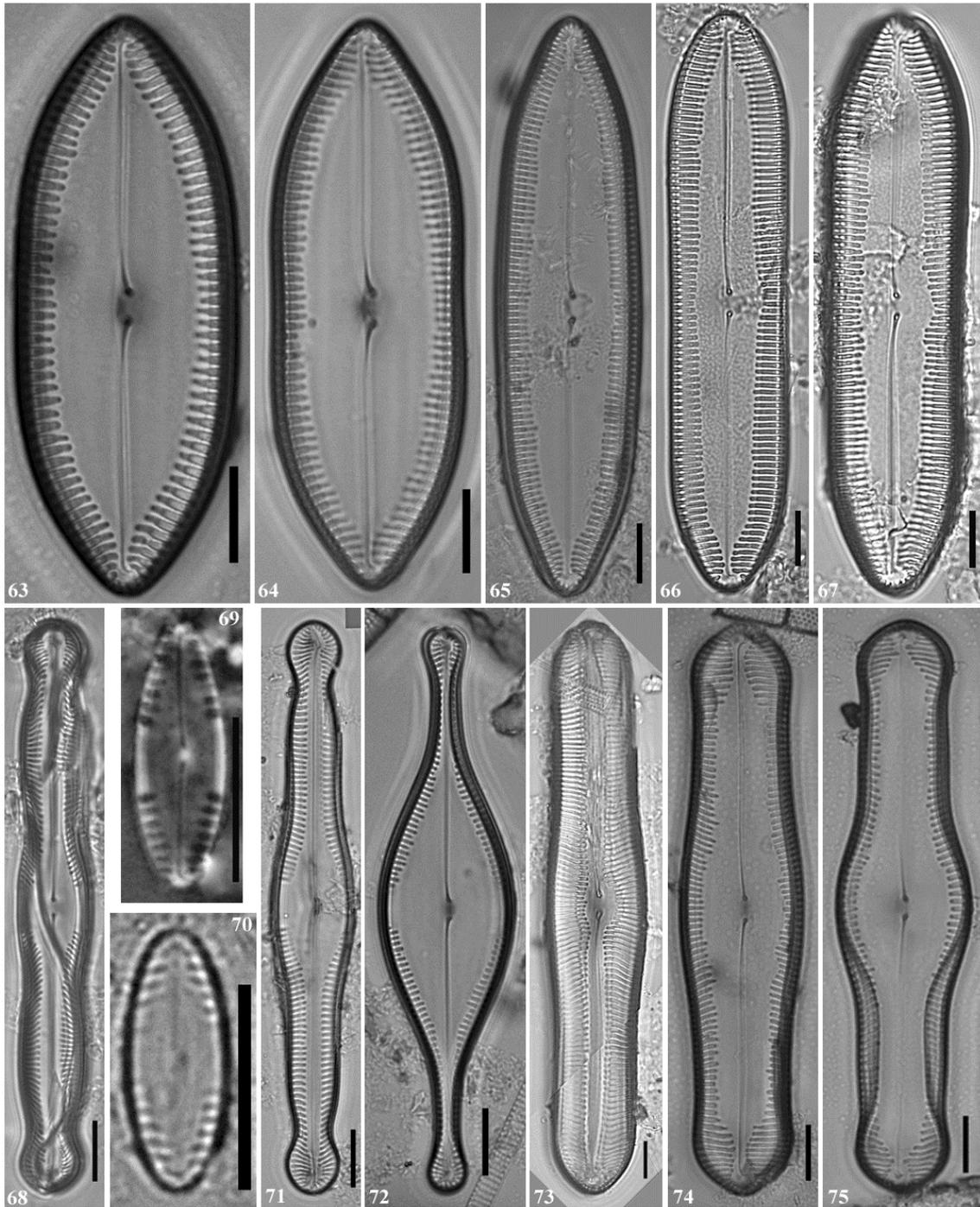
Figs. 22-34. 22-24. *Pinnularia confirma*; 25-27. *P. dactyloides*; 28. *P. divergens*; 29. *P. divergens* var. *malayensis*; 30, 31. *P. divergens* var. *mesoleptiformis*; 32. *P. diversarea*; 33, 34. *P. instabiliformis*. Barras = 10 μ m.



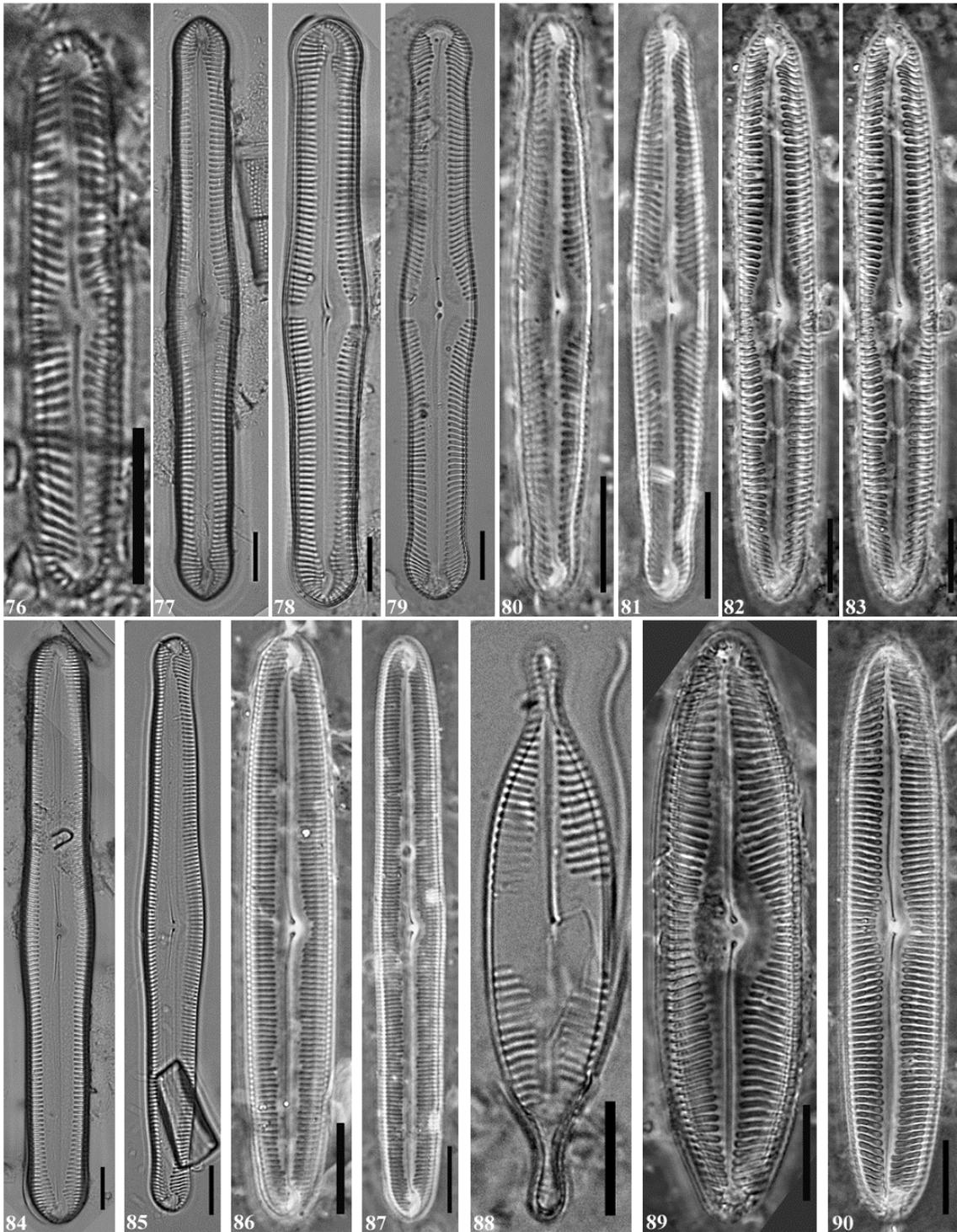
Figs. 35-48. 35. *Pinnularia instabilis*; 36, 37. *P. interruptiformis*; 38. *P. latevittata* var. *latevittata*; 39-41. *P. laxa*, 42, 43. *P. liyanlingae*; 44. *P. manausensis*; 45, 46. *P. mayeri*; 47, 48. *P. meridiana* var. *concava*. Barras = 10 μ m.



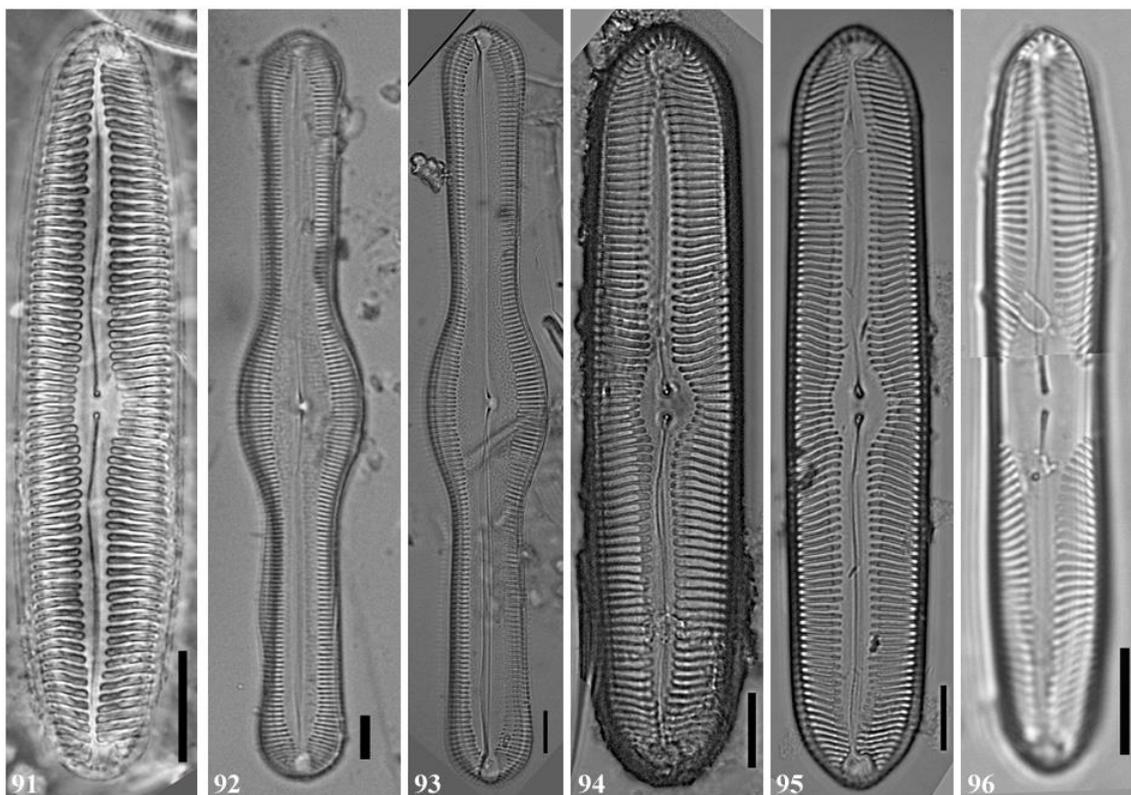
Figs. 49-62. 49, 50. *Pinnularia microflamma*; 51, 52. *P. microstauron*; 53-55. *P. Mollenhaueri*; 56. *P. monicae*; 57. *P. nelsonii*; 58, 59. *P. nobilefasciata*; 60. *P. paradivergens*; 61, 62. *P. paulensis*. Barras = 10µm.



Figs. 63-75. 63-65. *Pinnularia perinstabilis* var. *perinstabilis*; 66, 67. *P. perinstabilis* var. *angustilinearis*; 68. *P. perumbrosa*; 69,70. *P. pogoii*; 71. *P. polyonca*; 72. *P. rostratissima* var. *ventricosa*; 73. *P. romanorum*; 74, 75. *P. sterrenburgii* var. *sterrenburgii*. Barras = 10 μ m.



Figs. 76-90. 76. *P. subbacillum*; 77-79. *P. subboyeri*; 80, 81. *P. subcapitata*; 82, 83. *P. subgibba*; 84, 85. *P. superpaulensis*; 86, 87. *P. tenuistriata*; 88. *P. tupensis*; 89. *P. variarea*; 90. *P. viridiformis*. Barras = 10 μ m.



Figs. 91-96. 91. *P. viridiformis*; 92-93. *P. sp. 1*; 94-95. *P. sp. 2*; 96. *P. sp. 3*. Barras = 10µm.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Processo n°. 01.04.10.95.00, pelo apoio financeiro, ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) que fomentou parte da logística das coletas e a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pela infraestrutura laboratorial.

REFERÊNCIAS

- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. 2006. Técnicas para coleta, fixação, preservação e estudo. *In* Gêneros de algas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições). (Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. orgs.). São Carlos, p. 7-11.
- Cleve, P. T. 1895. Synopsis of the naviculoid diatoms - Part II. *Kongliga Svenska Vetenskaps Handlingar*, 27(3): 1-233.
- Goulding, M., Carvalho, M. L.; Ferreira, E. G. 1988. Rio Negro: rich life in poor water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities. SPB

Academy Publishing, 200p.

- Harrison, S; S. J. Ross & J. H. Lawton. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *Journal of Animal Ecology*, 61:151-158.
- Junk, W. J. 1983. As Águas da Região Amazônica. *In:* (Salati, E.; Junk. W.J.; Shubart, H.O.R. Oliveira, A.E. eds) *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 189 p.
- Junk, W. J., Bayley, P.B. & Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *In:* (Dodge, D. P.ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic. 106: 110-127.
- Junk, W. J. 1997. *The Amazon – The central amazon floodplain. Ecology of a pulsing system*. Springer. Ecological studies. Berlin, 525p.
- Krammer, K. 1992. *Pinnularia*, eine Monographie der europäischen Taxa. *In:* *Bibliotheca Diatomologica* (H. Lange-Bertalot, ed.). Germany. v. 26, 353p.
- Krammer, K. 2000. The Genus *Pinnularia*. *In:* *Diatoms of Europe* (H. Lange-Bertalot, ed.). Gantner Verlag, Königstein, v. 1, 703 p.
- Küchler, I.L., Miekeley, N. & Forsberg, B.R. 2000. A contribution to the chemical characterization of rivers in the Rio Negro basin, Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 11: 286-292.
- Lopes, M. R. M. & Bicudo, C. E. M. 2003. Desmidióflórula de um lago da planície de inundação do rio Acre, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 33(2): 167-212.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. 1998. Tropical Diatoms of the South America I. *In* *Iconographia Diatomologica*. Annotated diatom micrographs. (H. Lange-Bertalot, ed.). Koeltz Scientific Books, Königstein, v. 5, 695 p.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. 2007. Tropical Diatoms of the South America II. *In* *Iconographia Diatomologica*. Annotated diatom micrographs. (H. Lange-Bertalot, ed.). Gantner Verlag, Königstein, v. 18, 877 p.

- Pereira, A.C. 2009. Pinnulariaceae (Bacillariophyta) de um lago de inundação amazônico (lago Tupé, Amazonas, Brasil): taxonomia e distribuição espacial e sazonal 88f. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas.
- Pereira, A.C., Torgan, L. C. & 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. & Melo, S. 2013. *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) de um lago de inundação amazônico (lago Tupé, Amazonas, Brasil). *Iheringia, Série Botânica*, 68 (1): 91-101.
- Pereira, A.C., Torgan, L.C. & Melo, S. 2014. Four new *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) species from Amazonian black water (Tupé Lake, Amazonas State, Brazil). *Phytotaxa*, 158 (2): 154-168.
- 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 (Sioli, H. ed.). Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, p. 127-166.
- Stosch, H. A. von. 1970. Methoden zur preparation kleinerer oder zarter kieselemente für die elektronen und lichtmikroskopie, insbesondere von diatomeen und bei geringen materialmengen. *Zeitschrift für wissenschaftlichen Mikroskopie*, 70: 29-32.
- Wetzel, C.E. 2011. Biodiversidade e distribuição de diatomáceas (Ochrophyta, Bacillariophyceae) na bacia hidrográfica do Rio Negro, Amazonas, Brasil 1876 f. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Wetzel, C.E., Ector, L., Hoffmann, L., Lange-Bertalot, H. & Bicudo, D.C. 2011. Two new periphytic *Eunotia* species from the neotropical Amazonian ‘black waters’, with a type analysis of *E. braunii*. *Diatom Research*, 26(1): 135-146.

CAPÍTULO II

Pinnularia* (Bacillariophyta) do curso inferior do rio Negro, Amazonas, Brasil: taxonomia e distribuição temporal

Andreia Cavalcante PEREIRA¹, Lezilda Carvalho TORGAN², Sérgio MELO³

*Parte da tese de doutorado da primeira autora

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Botânica.
E-mail: diatomaceas@gmail.com

²Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – Rua Salvador França, 1427, CEP 9060-000, Porto Alegre, RS. E-mail: lezilda-torgan@fzb.rs.gov.br.

³Universidade Federal do Oeste do Pará – Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas.
Av. Vera Paz, s/n - Bairro Salé, CEP: 68.035-110, Santarém, PA. E-mail:
melo.joaopedro@gmail.com

RESUMO

Este estudo relata a taxonomia e distribuição temporal do gênero *Pinnularia* ocorrente no curso inferior do rio Negro (03°02'46,5"S e 60°15'13,1"W) ao longo de um ciclo anual. O trabalho foi conduzido a partir da análise de amostras coletadas na coluna d'água, em escala mensal, entre os meses de outubro de 2002 a setembro de 2003. As espécies foram descritas e comentadas com base na sua morfologia e morfometria. Onze espécies e quatro variedades foram identificadas, ilustradas e incluídas em chave taxonômica. Dois táxons registrados neste estudo, *P. sterrenburgii* var. *sterrenburgii* Metzeltin & Lange-Bertalot e *P. subgibba* var. *capitata* Metzeltin & Krammer, constituem primeira citação de ocorrência para o rio Negro. Temporalmente, a maior riqueza de espécies ocorreu entre os meses de outubro a dezembro de 2002, período de águas baixas, quando houve provavelmente maior interação entre água e sedimento possibilitando aporte de indivíduos da região bentônica. Considerando a ocorrência dos táxons ao longo do estudo, somente *P. confirma* foi considerada frequente, estando presente em mais de 50% das amostras analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: águas pretas, diatomáceas, plâncton, região amazônica

***Pinnularia* (Bacillariophyceae) from the lower course of Negro river (Amazon, Brazil): taxonomy and temporal distribution**

ABSTRACT

This study reports the taxonomy and temporal distribution of the *Pinnularia* genus occurring in the lower course Negro river (03°02'46,5"S e 60°15'13,1"W) along an annual cycle. Samples were collected in the water column monthly, from October 2002 to September 2003. The species were described and commented based on their morphology and morphometry. Eleven species and four varieties are registered, illustrated and incorporated in a taxonomic key. *P. sterrenburgii* var. *sterrenburgii* Metzeltin & Lange-Bertalot and *P. subgibba* var. *capitata* Metzeltin & Krammer are the first references to Negro river. Temporally, the highest species richness occurred from October and December 2002, low water period, when happened more interaction between water and sediment, and the contribution of the benthos individuals. On base in taxa occurrence during this study, only *P. confirma* was frequently, with occurrence in more than 50% of sample analyzed.

KEYWORDS: black water, diatoms, plankton, Amazonian region

INTRODUÇÃO

Pinnularia é um gênero de diatomáceas que ocorre predominantemente em águas continentais, oligotróficas, com baixa concentração de eletrólitos e baixos valores de pH (Uherkovich 1984; Metzeltin e Lange-Bertalot 1998; Krammer 2000). As águas interiores amazônicas, pelo fato de apresentarem as referidas características, possuem condições favoráveis ao desenvolvimento deste táxon.

A bacia do rio Negro cobre 700.000 km² e compreende mais de 10% da área total da bacia Amazônica (Goulding *et al.* 2003). As suas águas possuem coloração marrom-avermelhada, originada das altas quantidades de substâncias fúlvicas e húmicas, baixos valores de pH e de condutividade elétrica (Sioli 1984).

Estudos sobre algas do rio Negro e afluentes que apresentam descrições e/ou comentários taxonômicos sobre *Pinnularia* são escassos. O primeiro foi redigido por Uherkovich (1976) em que dentre as 33 espécies de diatomáceas listadas, somente a espécie *Pinnularia interrupta* W. Smith foi citada. Uherkovich e Rai (1979), mencionaram sete espécies [*Pinnularia braunii* (Grunow) Cleve, *P. cardinalis* (Ehrenberg) Smith, *P. gibba* Ehrenberg var. *gibba* f. *subundulata* Mayer, *P. maior* (Kützing) Cleve, *P. polyonca* (Brébisson) Müller, *P. subcapitata* Gregory var. *hilseana* (Janish) Müller, *P. legumen* Ehrenberg] para o fitoplâncton do rio Carabinani, localizado na bacia do rio Negro.

Em amostras do epilítton de um ponto do baixo rio Negro, Fukushima e Xavier (1988) apresentaram duas espécies [*P. subcapitata* Gregory; *P. hemiptera* (Kützing) Rabenhost]. No perifítton do rio Jaú, Diaz-Castro *et al.* (2003), descreveram 12 espécies, das quais nove foram identificadas [*Pinnularia acrosphaeria* Smith, *P. braunii* (Grunow) Cleve var. *amphicephala* (Mayer) Hustedt, *P. graciloides* Hustedt, *P. hemiptera* (Kützing) Rabenhost, *P. hemiptera* (Kützing) Rabenhost var. *interrupta* Cleve, *P. interrupta* Smith var. *biceps* (Gregory) Cleve, *P. maior* var. *transversa* (Smith) Cleve, *P. rostratissima* Hustedt, *P. streptoraphe* Cleve var. *subacuta* Frenguelli]. Mais recentemente, Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2007) descreveram sete novas espécies (*P. aquanigrae*, *P. boyeriformis*, *P. microflamma*, *P. mollenhaueri*, *P. perinstabilis*, *P. permontana*, *P. salomoniae*) para o rio Negro e Wetzel (2011)

apresenta 63 táxons específicos e infra-específicos encontrados no plâncton e perifíton ao longo do rio Negro, no período de enchente (fevereiro a março de 2005).

Apesar da contribuição científica sobre o gênero *Pinnularia* em águas pretas da Amazônia, em especial, na bacia do rio Negro, a grande parte destas carece de chave, descrições e suas variações em relação aos períodos hidrológicos. O presente estudo vem, portanto, descrever e ilustrar as espécies de *Pinnularia* encontradas no curso inferior do rio Negro e verificar sua distribuição ao longo de um ciclo anual. Abordam-se também as variações morfométricas e a distribuição dos táxons na região amazônica.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens no rio Negro foram realizadas mensalmente (exceto mês de junho) em um ponto localizado cerca de 30 km a noroeste da cidade de Manaus (03°02'46,5"S e 60°15'13,1"W), no período de outubro de 2002 a setembro de 2003. As amostras foram obtidas com rede de plâncton (abertura de malha de 25 µm) através de arrastos verticais e horizontais na região central do rio, sendo fixadas com solução de Transeau (Bicudo e Menezes 2006). No laboratório, sub-amostras de 10 ml foram oxidadas segundo o método de Stosch (1970) para a montagem das lâminas permanentes. Utilizou-se a resina Naphrax como meio de inclusão (Índice de Refração = 1,74). O material foi analisado em microscópio óptico, marca Leica, equipado com câmera fotográfica digital Leica DFC 290.

A identificação das espécies foi baseada nas características morfológicas e morfométricas das valvas utilizando as obras de Schmidt *et al.* (1874-1959), Hustedt (1965), Patrick e Reimer (1966), Simonsen (1987), Krammer (2000), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2002, 2007). Na classificação, para as categorias de divisão a classe seguiu-se o sistema de Medlin e Kaczmarska (2004) e de ordem a família o sistema de Round *et al.* (1990). As amostras foram depositadas no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Os números de registros das amostras, bem como o período de amostragem e demais informações sobre algumas condições físico-química da água são apresentados na Tabela 1.

Com relação à frequência das espécies, foram considerados frequentes (F) as que tiveram presença acima de 50% nos meses observados; esporádicas (E) e raras (R) as que estavam presentes acima e abaixo de 20%, respectivamente.

Durante as coletas foram efetuadas medidas de temperatura, pH e condutividade elétrica, através de leitura direta, com potenciômetro portátil (Yellow Springs Instruments, modelo 63, Ohio, Estados Unidos). A transparência da água foi medida pela profundidade de extinção do disco de Secchi na coluna d'água e, os valores de níveis da água do rio Negro foram obtidos no porto da cidade de Manaus.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Taxonomia

Os táxons pertencem à classe Bacillariophyceae Medlin e Kaczmarzka, ordem Naviculales Bessey, família Pinnulariaceae Mann. A chave a seguir apresenta as características morfológicas diacríticas capazes de separar os táxons identificados.

Chave para identificação dos táxons de *Pinnularia*.

- | | |
|---|---|
| 1. Presença de <i>fascia</i> | |
| 2. Valvas lineares | |
| 3. <i>Sternum</i> da rafe estreito | |
| 4. Área central com <i>fascia</i> estreita | |
| 5. Margens valvares paralelas a levemente onduladas | 1. <i>P. aquaenigrae</i> |
| 5. Margens valvares infladas na região mediana | 2. <i>P. boyeriformis</i> |
| 4. Área central com <i>fascia</i> larga | |
| 6. Extremidades largas, cuneado-arredondadas | 5. <i>P. meridiana</i> var.
<i>concava</i> |
| 6. Extremidades capitado-arredondadas | 11. <i>P. rhombofasciata</i> |
| 3. <i>Sternum</i> da rafe largo | |
| 7. Margens valvares tri-onduladas | |
| 8. Área central com <i>fascia</i> larga | 10. <i>P. perumbrosa</i> |
| 8. Área central com <i>fascia</i> estreita | 15. <i>P. subgibba</i> var. |

	<i>capitata</i>
7. Margens valvares não tri-onduladas	
9. Extremidades cuneado-arredondadas	4. <i>P. instabiliformis</i>
9. Extremidades capitado-cuneadas	14. <i>P. subboyeri</i>
2. Valvas com outras formas	
10. Valvas linear-elíptica com estrias paralelas	7. <i>P. pogoi</i>
10. Valvas lanceoladas com estrias radiadas, convergentes em direção às extremidades	12. <i>P. rostratissima</i> var. <i>ventricosa</i>
1. Ausência de <i>fascia</i>	
11. Valvas linear-elípticas	
12. Estrias paralelas	6. <i>P. mollenhaueri</i>
12. Estrias radiadas, convergentes em direção às extremidades	9. <i>P. permontana</i>
11. Valvas lineares	
13. Margens valvares paralelas	
14. Extremidades arredondadas	3. <i>P. confirma</i>
14. Extremidades cuneado-obtusa	8. <i>P. perinstabilis</i>
13. Margens valvares infladas na região mediana	13. <i>P. sterrenburgii</i> var. <i>sterrenburgii</i>

1. *Pinnularia aquaenigrae* Metzeltin e Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, vol. 18. 2007. (Figura 1A).

Valvas lineares com margens paralelas a levemente onduladas, extremidades arredondadas. Comprimento 76-82,5 µm, largura 13,3-14 µm. *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente ¼ da largura da valva, área central com *fascia* estreita. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (10-11/10 µm) levemente radiadas e convergentes em direção às extremidades valvares.

Comentários: Quando comparado com as ilustrações do material tipo, originado do rio Negro, efetuadas por Metzeltin e Lange-Bertalot (2007), os espécimes analisados apresentaram valvas levemente onduladas similares às apresentadas no material tipo,

embora na diagnose da espécie tal característica não tenha sido mencionada. Recentemente foi registrada novamente no rio Negro por Wetzel (2011).

Material examinado: INPA 223980, 223987, 223998.

2. *Pinnularia boyeriformis* Krammer e Metzeltin, *Iconographia Diatomologica*, vol 5. 1998. (Figura 1B).

Valvas lineares com margens infladas na região mediana extremidades arredondadas. Comprimento 100 μm , largura 16 μm . *Sternum* da rafe estreito, área central com *fascia* estreita, assimétrica, alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (9-10/10 μm) radiadas na região mediana, a convergentes em direção às extremidades valvares.

Material examinado: INPA 223985, 223987, 223992.

Comentários: A espécie registrada neste estudo assemelha-se morfológicamente com as ilustrações do material tipo realizadas por Metzeltin e Lange-Bertalot (1998). Recentemente esta espécie foi encontrada no plâncton do rio Negro por Wetzel (2011).

3. *Pinnularia confirma* Metzeltin e Krammer, *Iconographia Diatomologica*, vol. 5. 1998. (Figura 1C).

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades arredondadas. Comprimento 46-57 μm , largura 7,5-8,0 μm . *Sternum* da rafe largo alcançando aproximadamente $\frac{1}{2}$ da largura da valva, ausência de área central. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (13-14/10 μm) paralelas ao longo das valvas.

Comentários: esta espécie foi primeiramente encontrada nas Guianas (Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998) e recentemente tanto no plâncton do lago Tupé (Pereira, 2009) como no perifíton do rio Negro (Wetzel, 2011).

Material examinado: INPA 223980, 223985, 223987, 223992, 224000, 224005, 224017.

4. *Pinnularia instabiliformis* Krammer e Metzeltin, *Iconographia Diatomologica*, vol. 5. 1998. (Figura 1D).

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Comprimento 30-38,3 μm , largura 9-10 μm . *Sternum* da rafe largo, alcançando $\frac{1}{2}$ da largura da valva, área central com *fascia* larga, alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (13-14/10 μm) paralelas ao longo das valvas.

Comentários: o material examinado apresenta pequena diferença do material tipo estudado por Metzeltin e Lange-Bertalot (1998), oriundo de sedimentos fósseis (11.000 AP) do lago Calado no estado do Amazonas, por apresentar dimensões ligeiramente menores e por possuir maior número de estrias em 10 μm . No entanto, apenas estas diferenças não são o suficiente para a proposição de um novo táxon. Sugerem-se, assim estudos com maior número de indivíduos a fim de verificar se há uma variabilidade morfológica no grupo que permite alterar o atual táxon. Esta espécie foi registrada recentemente no plâncton do lago Tupé com características morfológicas similares as da espécie tipo (Pereira, 2009) e no perifíton do rio Negro (Wetzel, 2011). Este último registro, no entanto, não permite a confirmação da espécie devido à ausência de ilustração.

Material examinado: INPA 223980, 223987, 223992, 224017.

5. *Pinnularia meridiana* var. *concava* Metzeltin e Krammer, *Iconographia Diatomologica*, vol. 5. 1998. (Figura 1E).

Valvas lineares com margens tri-onduladas, extremidades largas cuneado-arredondadas. Comprimento 56-57 μm , largura 11-12 μm . *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura das valvas, área central com *fascia* larga, alcançando as

margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas entre si. Estrias (11-12/10 µm) radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades valvares.

Comentários: os exemplares observados apresentaram menor comprimento e maior densidade de estrias do que o material encontrado em sedimento fóssil de 11.000 AP oriundo da região Amazônica (61-63 µm de compr. 10 estrias em 10 µm) analisado por Metzeltin e Lange-Bertalot (1998).

Material examinado: INPA 223985, 223987.

6. *Pinnularia mollenhaueri* Metzeltin e Lange-Bertalot, *Iconographia Diatomologica*, vol. 18. 2007. (Figura 1F).

Valvas linear-elípticas com margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Comprimento 58 µm, largura 14 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, ausência de área central. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (10-11/10 µm) curtas e paralelas ao longo das valvas e próximas da rafe nas extremidades valvares.

Material examinado: INPA 223980.

Comentários: Morfologicamente, o exemplar documentado neste estudo apresentou-se similar ao material tipo, originário do rio Negro, ilustrado por Metzeltin e Lange-Bertalot, (2007). Recentemente foi registrado no lago Tupé (Pereira, 2009) e no do rio Negro (Wetzel, 2011).

7. *Pinnularia perinstabilis* Metzeltin e Krammer, *Iconographia Diatomologica*, vol. 5. 1998. (Figura 1I).

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades cuneado-obtusas. Comprimento 68 - 70 µm, largura 22,2-24 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, ausência de área central. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (8-9/10 µm) paralelas, levemente convergentes nas extremidades valvares.

Material examinado: INPA 223980.

Comentários: Esta espécie foi encontrada na região amazônica em sedimento fóssil do rio Arapiuns e do rio Negro (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998, 2007), no perifíton do rio Negro (Wetzel, 2011) e no plâncton do lago Tupé (Pereira, 2009).

8. *Pinnularia permontana* Krammer e Metzeltin, *Iconographia Diatomologica*, vol. 5. 1998. (Figura 1J).

Valvas linear-elípticas, extremidades levemente rostradas, arredondadas. Comprimento 118,5-120 µm, largura 20-23,7 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, ausência de área central. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (10-11/10 µm) radiadas, convergentes em direção às extremidades valvares. Contudo, estes foram caracteres considerados insuficientes para a proposição de uma variedade e sugere-se uma análise populacional para averiguar melhor estes caracteres.

Comentários: os exemplares observados diferem do material tipo, oriundo do rio Negro, região amazônica, descrito por Metzeltin e Lange-Bertalot (1998), por possuírem menores dimensões e valor ligeiramente superior no que se refere ao número de estrias em 10 µm. Contudo, estes caracteres foram considerados insuficientes para a proposição de uma variedade. Porém, sugere uma análise populacional para averiguar melhor estes caracteres.

Material examinado: INPA 223985, 223987.

9. *Pinnularia perumbrosa* Metzeltin e Krammer, *Iconographia Diatomologica*, vol. 18. 2007. (Figura 1K).

Valvas lineares com margens fortemente tri-onduladas, infladas na região mediana, extremidades capitado-cuneadas arredondadas. Comprimento 100-111 µm, largura 12 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando 1/3 da largura da valva, área central com *fascia* larga, alcançando as margens valvares. Rafe lateral com extremidades proximais

fletidas. Estrias (11/10 μm) radiadas, convergentes em direção às extremidades valvares.

Comentários: esta espécie foi descrita inicialmente em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) como *P. umbrosa* Sovereign var. *tropica* Metzeltin e Krammer para a região Amazônica, em sedimento fóssil de 11.000 AP. Posteriormente, Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) reavaliando as características morfométricas de *P. umbrosa* Sovereign consideraram o táxon em questão distinto, denominando-o de *P. perumbrosa*, já que o epíteto *tropica* pertencia a outra espécie (*Pinnularia tropica* Hustedt). O material analisado no presente estudo confere com as dimensões e/ou no número de estrias dos exemplares observados por Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) oriundos do sedimento do lago Calado. Recentemente, esta espécie foi registrada para o rio Negro por Wetzel (2011).

Material examinado: INPA 223980, 223985, 223987

10. *Pinnularia pogoii* Sherer, Diatom Research, vol.3, n.1. 1988. (Figura 1G, H).

Valvas linear-elípticas, extremidades cuneado-arredondadas. Comprimento 16-19,8 μm largura 5-5,8 μm . *Sternum* da rafe largo alargando-se em direção à área central, área central com *fascia* larga, alcançando as margens valvares. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (12/10 μm) curtas e paralelas ao longo das valvas.

Comentários: Esta espécie foi identificada primeiramente como *P. oominensis* (nome ilegítimo por não apresentar diagnose em latim) e citada para o lago Calado e Jucuruí por Metzeltin e Lange-Bertalot (1998; 2007) e lago Tupé por Pereira (2009), como *P. oominensis*. Recentemente foi registrada com o nome legítimo *P. pogoii* para o rio Negro por Wetzel (2011).

Material examinado: INPA 223987, 223992, 224000.

11. *Pinnularia rhombofasciata* Krammer e Metzeltin, *Iconographia Diatomologica*, vol. 5. 1998. (Figura 1L).

Valvas lineares com margens paralelas, levemente onduladas, extremidades capitado-arredondadas. Comprimento 56,4-58 μm , largura 8,3- 9 μm . *Sternum* da rafe estreito, área central com *fascia* larga e assimétrica, alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (9-10/10 μm) radiadas, convergente em direção às extremidades valvares.

Comentários: os exemplares analisados apresentaram similares aos da descrição original (Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998), porém com dimensões menores das encontradas por Wetzel (2011) no fitoplâncton do curso inferior do rio Negro.

Material examinado: INPA 223987.

12. *Pinnularia rostratissima* var. *ventricosa* Metzeltin e Lange-Bertalot, *Iconographia Diatomologica*, vol. 5. 1998. (Figura 1M).

Valvas largamente lanceoladas com margens convexas, fortemente infladas na região mediana, extremidades capitado-arredondadas. Comprimento 55,8-68 μm , largura 14,6 - 15,3 μm . *Sternum* da rafe largo alcançando mais que a metade da largura da valva, área central com *fascia* larga, alcançando as margens valvares. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (11-12/10 μm) radiadas na região mediana, levemente convergentes em direção as extremidades valvares.

Material examinado: INPA 223980, 223985, 223987, 223994.

Comentários: os exemplares analisados, quando comparado com as ilustrações da variedade tipo, apresentaram similares aos da descrição original (Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998). Esta espécie foi encontrada no estado do Amazonas (Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998), rio Negro (Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007; Wetzel, 2011) e lago Tupé (Pereira, 2009). Esta variedade assemelha-se a *P. braunii* registrada no rio Carabinani, na bacia do rio Negro, por Uherkovich e Rai (1979), porém apresenta dimensões e número de estrias menores.

13. *Pinnularia sterrenburgii* var. *sterrenburgii* Metzeltin e Lange-Bertalot, *Iconographia Diatomologica*, vol. 18. 2007. (Figura 1N).

Valvas lineares com margens fortemente infladas na região mediana, extremidades largas, subcapitado-cuneadas. Comprimento 101,6-109,8 μm , largura 22,2-23 μm . *Sternum* da rafe largo alcançando $\frac{1}{2}$ da largura da valva, ausência de área central. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (9-10/10 μm) radiadas, paralelas e prolongadas até próximo a rafe nas extremidades valvares.

Comentários: morfológicamente, o material assemelha-se ao material tipo oriundo de sedimento do lago Calado, região amazônica, analisado por Metzeltin e Lange-Bertalot (2007), com exceção do número de estrias, apresentando valores maiores (9-10/10 μm ao invés de 7,5/10 μm). O registro desta espécie constitui sua primeira citação de sua ocorrência na bacia do rio Negro.

Material examinado: INPA 223980, 223987, 224017.

14. *Pinnularia subboyeri* Metzeltin e Krammer. *Iconographia Diatomologica*, vol. 5. 1998. (Figura 1O).

Valvas lineares com margens infladas na região mediana, extremidades levemente capitado-cuneadas. Comprimento 111 μm , largura 14,4 μm . *Sternum* da rafe largo alcançando $\frac{1}{3}$ da largura da valva, área central com *fascia* estreita. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (10/10 μm) levemente radiadas, paralelas nas extremidades valvares.

Material examinado: INPA 223987.

Comentários: Recentemente esta espécie foi encontrada no lago Tupé por Pereira (2009).

15. *Pinnularia subgibba* var. *capitata* Metzeltin e Krammer, *Iconographia Diatomologica*, vol. 5. 1998. (Figura 1P).

Valvas lineares com margens levemente tri-onduladas, extremidades levemente capitado-arredondadas. Comprimento 85-90 μm , largura 10-10,6 μm . *Sternum* da rafe largo alcançando 1/3 da largura da valva, área central com *fascia* estreita. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias (9-10/10 μm) radiadas, convergentes em direção as extremidades valvares.

Comentários: o material assemelha-se ao material tipo oriundo do lago Calado, região amazônica (Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998). O registro desta espécie constitui sua primeira citação de ocorrência na bacia do rio Negro.

Material examinado: INPA 223980, 223987.

Distribuição temporal

As águas do curso inferior do rio Negro mostraram baixos valores de pH (3,7 a 5,9) e de condutividade elétrica (7,9 a 35,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$). Águas com características ácidas e de baixa condutividade elétrica são frequentes nos ecossistemas amazônicos de águas pretas, como já demonstrado em estudos realizados no rio Jaú (Díaz-Castro *et al.*, 2003), no lago Tupé (Rai & Hill, 1981) e no rio Negro próximo a Manaus (Junk & Silva, 1995), entre outros. A transparência da água variou entre o máximo de 1,25 m em janeiro e julho de 2003 ao mínimo 0,90 m em outubro de 2002 e maio de 2003. O nível da água oscilou entre 18,5 m (águas baixas) e 28,1 m (águas altas), e a temperatura manteve-se acima de 28 °C (Tabela 1).

Em relação à distribuição temporal das espécies ao longo do período estudado, a maioria das espécies foi rara e esporádica, ou seja, estiveram presentes em menos de 50% das amostras analisadas. Somente *P. confirma* foi frequente, com 64% de presença no período de estudo (Tabela 2). Esta espécie foi registrada recentemente em duas localidades da bacia do rio Negro, no perifíton do rio Negro (Wetzel, 2011) e no plâncton do lago Tupé (Pereira 2009) onde também foi frequente ao longo dos estudos, indicando uma afinidade para as águas pretas da Amazônia caracterizadas por baixos valores de pH e baixos valores de condutividade elétrica.

Pinnularia é um gênero bentônico (Round *et al.* 1990), fato que torna pouco comum sua presença no plâncton. A variação da riqueza de espécies em relação ao ciclo hidrológico do rio Negro pode confirmar essa tendência (Figura 2). Os valores maiores de riqueza (6 a 13 táxons) ocorreram no período de águas baixas (outubro a dezembro de 2002), em que o nível hidrométrico foi < 20,6 m. Neste período é maior a interação entre o sedimento e a coluna de água, condições que podem ter promovido o aporte das valvas de *Pinnularia* à coluna de água. No período de águas altas, observou-se apenas um táxon, chegando à inexistência no mês de julho e agosto de 2003.

A relação de riqueza de *Pinnularia* com o regime hidrológico encontrada no curso inferior do rio Negro confere com o demonstrado por Raupp *et al.* (2009), na investigação sobre as diatomáceas no plâncton do lago Cutiuauá, em comunicação com o rio Jaú na bacia do rio Negro. Maior riqueza de *Pinnularia* foi também observada no período de águas baixas, devido a maior contribuição de elementos do perifíton e bentos a comunidade do plâncton.

Dentre os 15 táxons específicos e infra-específicos de *Pinnularia* inventariados no curso inferior do rio Negro, uma espécie (*P. sterrenburgii* var. *sterrenburgii* Metzeltin & Lange-Bertalot) e uma que não a variedade típica (*P. subgibba* var. *capitata* Metzeltin & Krammer) são primeiras citações de ocorrência para a bacia do rio Negro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida a primeira autora; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida à segunda autora; pelo auxílio financeiro Proc. 485618/2007-9 e ao INPA/MCT-CNPq pela bolsa DTI concedida ao terceiro autor, Somos também gratos ao projeto BIOTUPÉ (financiado pelo INPA, CNPq, FAPEAM, SEMMAS, CEULM/ULBRA) que fomentou parte da logística das coletas e de infraestrutura laboratorial.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. 2006. *Genera of continental algae from Brazil: Identification key and descriptions*. Rima: São Carlos, São Paulo. 508 pp (in Portuguese).

Diaz-Castro, J.J.; Souza-Mosimann, R.M.; Laudares-Silva, R.; Forsberg, B.R. 2003. Composition of the periphytic diatom community of the Jaú river, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*, 33 (4): 583- 606 (in Portuguese, with abstract in English).

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

Goulding, M.; Barthem, R.; Ferreira, E.J. 2003. *The Smithsonian Atlas of Amazon*. Princeton Editorial Associates, Oklahoma City, USA. 253 pp.

Hustedt, F. 1965. New and little known diatoms. IX. Freshwater diatoms from Brazil, especially in the Amazon. *Internationale Revue der Gesamten hydrobiologie und Hydrographie*, 50(3):391-410 (in German).

Junk, W.J. & Silva, C.J. 1995. Neotropical floodplains: A comparison between the Pantanal of Mato Grosso and the Large Amazonian river floodplains. p. 195-227. In: J.G. Tundisi; C.E. Bicudo & T. Matsamura-Tundisi (Eds.). *Limnology in Brazil*. Brazilian Academy of Science, Brazilian Limnological Society, 376p.

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

Medlin, L.K.; Kaczmarska, I. 2004. Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia*, 43(3): 245–270.

Metzeltin, D.; Lange-Bertalot, H. 1998. Tropical Diatoms of the South America I. *Iconographia Diatomologica* 5. A.R.G. Gantner Verlag K.G. Koenigstein. 695 pp.

Metzeltin, D.; Lange-Bertalot, H. 2002. Diatoms from the “Island Continent” Madagascar. *Iconographia Diatomologica* 11. A.R.G. Gantner Verlag K.G. Koenigstein. 286 pp.

Metzeltin, D.; Lange-Bertalot, H. 2007. Tropical Diatoms of the South America II. *Iconographia Diatomologica* 18: A.R.G. Gantner Verlag K.G. Koenigstein. 877 pp.

Patrick, R.; Reimer, C.W. 1966. *The diatoms of United States exclusive of Alaska and Hawaii*. Vol. 1, (Monographs.13). Academy of Natural Sciences. Philadelphia. 688 pp.

Pereira, A.C. 2009. *Pinnulariaceae (Bacillariophyta) from an Amazonian floodplain lake (Tupé lake, Amazonas, Brazil): taxonomy and seasonal and spatial distribution*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 88 pp. (In Portuguese, with abstract in English).

Rai, H. & Hill, G. 1981. Physical and Chemical studies of lago Tupé; a central amazonian black water, “Ria Lake”. *Internationale Revue der Gesamten hydrobiologie und Hydrographie*, 66(1):37-82.

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

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

Schmidt, A. (1874–1959): Atlas of Diatoms. Heft 1–120. Tafeln 1–462 (Tafeln 1 - 216 Schmidt, A.; 217–240 Fricke, F.; 241–244 Heiden, H.; 245, 246 Müller, O.; 247–256 Fricke, F.; 257–264 Heiden, H.; 265–268 Fricke, F; 269–472 Hustedt, F.) 65 Aschersleben–Leipzig (in German).

Simonsen, R. 1987. *Atlas and catalogue of the diatom types of Fredrich Hustedt*. J. Cramer. Vol. 3. 772 pl. Berlin, Germany. 525 pp.

Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types, p.127-166. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon: Limnology*

and Landscape Ecology of a Might Tropical River and its Basin. Dr. W. Junk Publishers., Dordrecht.

Stosch, H. A. von. 1970. Methods for preparation of small or delicate siliceous elements for the electron and light microscopy, especially of diatoms and small quantities of material. *Zeitschrift für wissenschaftlichen Mikroskopie*, 70: 29-32 (in German).

Uherkovich, G. 1976. Algae from rivers Rio Negro and Rio Tapajós. *Amazoniana*. 5(4): 465-515 (in German with abstract in Portuguese).

Uherkovich, G. 1984. *Phytoplankton*, p. 265–310. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Might Tropical River and its Basin*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.

Uherkovich, G.; Rai, H. 1979. Algae from the Rio Negro and its affluents. *Amazoniana*, 6(4): 611-638 (in German with abstract in Portuguese).

Wetzel, C.E. 2011. *Biodiversity and distribution of diatoms (Ochrophyta, Bacillariophyceae) in the basin of Negro river, Amazonas, Brazil*. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, São Paulo. 1876 pp. (In Portuguese, with abstract in English).

Tabelas

Tabela 1 - Registro das amostras depositadas no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), seus respectivos meses/ano de coletas e valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, transparência e nível da água no curso inferior do Rio Negro, no período de outubro de 2002 a setembro de 2003.

Amostra INPA	Mês/Ano	Temp. (°C)	pH	Cond. Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Transparência Secchi (m)	Nível da água (m)
223980	Out/2002	31,8	4,3	12,0	0,90	20,5
223985	Nov/2002	31,9	4,3	11,0	0,95	18,5
223987	Dez/2002	32,0	4,6	7,90	1,00	20,6
223992	Jan/2003	30,3	4,5	10,0	1,25	22,3
223994	Fev/2003	30,1	5,1	10,4	1,20	22,3
223998	Mar/2003	30,0	5,0	12,0	1,10	23,0
224000	Abr/2003	30,0	5,9	13,5	1,10	24,7
224005	Mai/2003	29,0	3,7	35,9	0,90	26,7
224010	Jul/2003	29,7	3,8	14,9	1,20	28,1
224012	Ago/2003	29,5	3,7	11,1	1,25	26,9
224017	Set/2003	28,0	4,0	14,1	1,00	24,6
Mínimo		28	3,7	7,9	0,90	18,5
Máximo		32	5,9	35,9	1,25	28,1

Tabela 2 - Distribuição e frequência (Fr) dos táxons de *Pinnularia* no curso inferior do rio Negro, no período de outubro de 2002 a setembro de 2003, (E= esporádicas, F= frequentes, R= raras); (+ presença; - ausência); período (AB = águas baixas, E = enchente, A = águas altas, V = vazante).

Táxons	2002					2003							
	Out		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Ago	Set	Fr
	Período												
Meses	AB	AB	AB	E	E	E	E	A	A	V	V		
<i>P. aquaenigrae</i>	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	E
<i>P. boyeriformis</i>	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>P. confirma</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+		F
<i>P. instabiliformis</i>	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	E
<i>P. meridiana</i> var.													
<i>concava</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>P. mollenhaueri</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>P. pogoi</i>	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	E
<i>P. perinstabilis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>P. permontana</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>P. perumbrosa</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>P. rhombofasciata</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>P. rostratissima</i> var.													
<i>ventricosa</i>	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>P. sterrenburgii</i> var.													
<i>sterrenburgii</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	E
<i>P. subboyeri</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>P. subgibba</i> var.													
<i>capitata</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
Riqueza	9	6	13	4	1	1	2	1	0	0	3		

Figuras

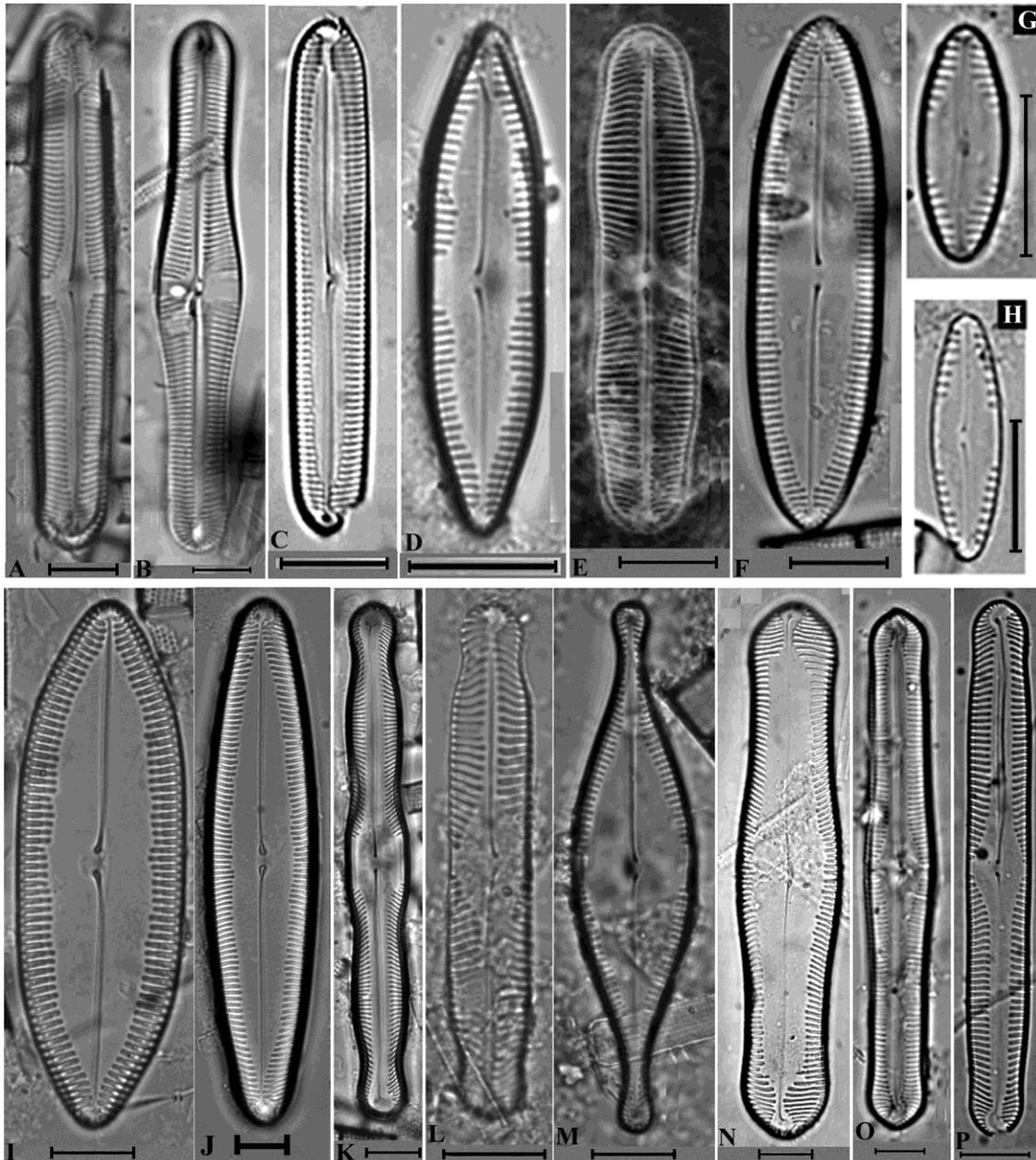


Figura 1 - Representação fotográfica das espécies do gênero *Pinnularia* encontradas no curso inferior do rio Negro – AM. A- *Pinnularia aquaenigrae*; B- *P. boyeriformis*; C- *P. confirma*; D- *P. instabiliformis*; E- *P. meridiana* var. *concava*; F- *P. mollenhaueri*; G,H- *P. pogoi*; I- *P. perinstabilis*; J- *P. permontana*; K- *P. perumbrosa*; L- *P. rhombofasciata*; M- *P. rostratissima* var. *ventricosa*; N- *P. sterrenburgii* var. *sterrenburgii*; O- *P. subboyeri*; P- *P. subgibba* var. *capitata*. Escala: 10 μ m.

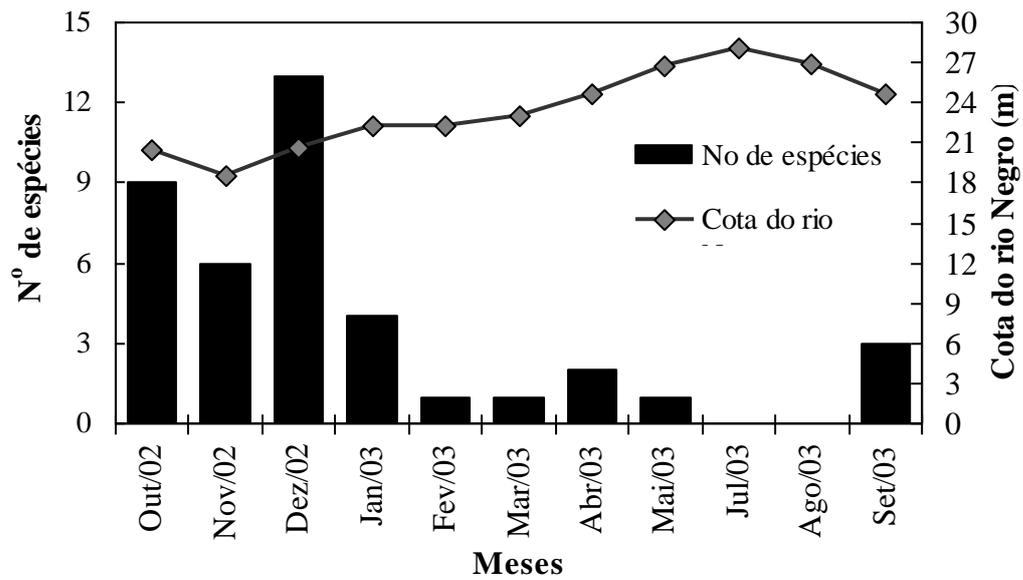


Figura 2 - Variação mensal da riqueza de *Pinnularia* em relação ao nível hidrométrico do rio Negro, registrado no Porto de Manaus.

CAPÍTULO III

Four new *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) species from Amazonian black water (Tupé Lake, Amazonas State, Brazil)

ANDREIA CAVALCANTE PEREIRA^{1, 3}, LEZILDA CARVALHO TORGAN² & SÉRGIO MELO³

¹*Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves n° 9500, Campus do Vale, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil.*

diatomaceas@gmail.com (corresponding author)

²*Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Rua Salvador França, 1427, CEP 90690-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil*

lezilda-torgan@fzb.rs.gov.br

³*Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas. Av. Vera Paz, s/n - Bairro Salé, CEP 68.035-110, Santarém, Pará, Brazil*

sergio.melo@ufopa.edu.br

Abstract

Tupé Lake belongs to one of the Sustainable Development Reserves in the Negro River Basin, Amazonas State, Brazil. It connects to the Negro river by a channel, so its level varies according to the floods of the river. The water has low pH (< 5), low conductivity ($< 7.60 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) and high temperature ($> 28.5^\circ\text{C}$). During a taxonomic study of the genus *Pinnularia*, four new species are described: *P. manausensis* Pereira & Torgan, *P. nelsonii* Pereira & Torgan, *P. tupensis* Pereira, Melo & Torgan and *P. walkerae* Pereira & Torgan. The study was based on samples taken during October and December 2003 (low waters) and September 2008 (falling), including samples of plankton and sediment. The morphology of the species are compared to closely related (similar) taxa. Detailed valve structures of some species are documented with scanning electron microscopy.

Key words: diatoms, freshwater, *Pinnularia*, new species, taxonomy

Introduction

Pinnularia Ehrenberg (1843: 45) is a typical freshwater, raphid, pennate diatom genus, species-rich and distributed worldwide. According to Algaebase, there are over 2500 names of which c. 500 are considered to be accepted (Guiry & Guiry 2013).

The *Pinnularia* flora of the Amazonian region has been poorly studied. Currently, a total of 127 taxa in *Pinnularia* are recorded from the lakes, rivers and ‘igarapés’ in the Amazonian region (Table 1). The first records were published in taxon lists and were eventually illustrated by Uherkovich (1976, 1981), Uherkovich & Rai (1979), Uherkovich & Franken (1980), Melo *et al.* (2004, 2005), Aprile & Mera (2007) and Raupp *et al.* (2009); few studies presented descriptions and comments (Hustedt 1965, Fukushima & Xavier 1988, Díaz-Castro *et al.* 2003, Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, 2007, and Pereira *et al.* 2012, 2013).

The great Amazonian rivers are classified as white, clear and black waters, the colors based on their physical and chemical aspects (Sioli 1984). The Amazonian black waters are characterized by low concentration of dissolved salts, absence of suspended matter, low pH, and high concentrations of humic and fluvic acids (Sioli 1984, Küchler *et al.* 2000, Franzinelli & Igreja 2002). These conditions are favorable for species in *Pinnularia* (Uherkovich 1984, Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, Round *et al.* 1990, Krammer 2000).

Tupé Lake is a black water system located in a Sustainable Development Reserve on the left bank of the Negro River, about 30Km west of Manaus, Amazonas State, Brazil. In this lake Melo *et al.* (2005) found five species of *Pinnularia* during their study on phytoplankton. A detailed taxonomic investigation of 23 species and seven varieties was undertaken by Pereira *et al.* (2013). During our own studies in Tupé Lake we observed several populations that could not be identified using currently available literature. After studying the specimens in detail they are considered to be new and herein present descriptions and illustrations of each along with comparisons to closely related (similar) taxa.

Material and methods

Tupé Lake (03°02'35.4"S - 60°15'17.5"W) covers 66.9 hectares and its water volume ranges between 1.44 and 2.57 million m³ throughout the year (Aprile & Darwich 2005) (Fig. 1). The lake connects with the Negro River by a channel, so its level varies according to the floods of the river (Ghidini & Santos-Silva 2011). Four periods can be identified during an annual cycle in the floodplain lake: rising, high, falling and low waters (Junk *et al.* 1989). It is situated on land slightly elevated, the depth ranges from 4 to 15 meters in the central region. Tupé Lake has a scarcity of minerals and suspended solids, but is rich in organic compounds and humic acids (Rai & Hill 1981).

This study was based on samples taken at three stations in the lake during October and December 2003 (low waters) and September 2008 (falling), including samples of plankton and sediment. The first samples were collected with a plankton net (25 µm mesh) and the superficial sediments (2 cm depth) were obtained using a corer collector. The samples were fixed with Transeau solution. Aliquots of sample were concentrated and cleaned according to Stoch's method (1970).

Some physical and chemical variables of the water and sediments were measured, such as temperature (Yellow Springs Instruments model 55), pH, electrical conductivity (Yellow Springs Instruments model 63), water depth, and transparency using a Secchi disc.

For light microscopy (LM), material was mounted on permanent slides using Naphrax™ and examined using a Zeiss AxioPlan microscope (1000 x). Figures were obtained using a Zeiss AxioCam ERC5s camera. For scanning electron microscopy (SEM), material was mounted on glass then on aluminium stubs, coated with gold-palladium (16 nm), and observed using a Jeol JSM-6060 operated at 15-20 kV at the Electron Microscopy Center of the Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Samples and holotype slides are stored in the Herbarium Prof. Dr. Alarich Schultz (HAS), Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

Terminology used to describe the morphological features follows Barber & Haworth (1981), Round *et al.* (1990) and Krammer (2000).

Taxonomic results

Pinnularia manausensis A.C. Pereira & Torgan *sp. nov.* (Figs 2–6, 22–25)

Type:—BRAZIL. Amazonas: Tupé Lake 03°02'17,1"S, 60°15'45,3"W, 16 December 2003, *Melo S.*, plankton, station 9, (Holotype HAS slide n° 6492!, holotype = Figure 2, row sample; isotypes HAS 109582!; BR 4319!).

Valves linear with slightly triundulate margins, middle inflated, subcapitate rounded ends (Figs 2–6, 22), valve length 121–130.2 μm , breadth 15.5–18.5 μm , length/breadth ratio 7.0–7.8. Axial area 1/3 width of valve, widening near central area. Central area present, generally forming symmetric fascia. Raphe lateral, proximal raphe endings bent in same direction (Fig. 24), terminal fissures sickle-shaped (Fig. 23). Terminal raphe endings curved towards secondary side of valves, while drop-like central pores deflect to primary side (Figs 23, 24). Striae (10–11 in 10 μm) radiate at middle, convergent at ends. Alveoli pattern with 3–7 rows of rounded areolae, each row with 12–13 areolae in 2 μm (Fig. 25).

Etymology:—Dedicated to Manaus city, Amazonas State.

Observations:—*P. monicae* Metzeltin & Lange-Bertalot (2007: 211) exhibits some similarities to *P. manausensis* but differs by its valve outline and axial area shape (lanceolate), which is not linear as it is in *P. manausensis*. Furthermore, *P. monicae* has broadly rounded poles and a lower density of striae (Table 2).

Pinnularia manausensis was observed in the plankton, during low waters, which showed 0.30 m depth, 0.30 m transparency, high temperature (28.6°C), low pH (4.7) and conductivity (7.10 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

Pinnularia nelsonii A.C. Pereira & Torgan *sp. nov.* (Figs 7–12)

Type:—BRAZIL. Amazonas: Tupé Lake 03°01'33.5"S, 60°15'58.0"W, 16 December 2003, *Melo S.*, plankton, station 1 (holotype HAS slide n° 6493! holotype specimen = Figure 7, row sample HAS 109583; BR 4320! Isotype).

Valves linear with parallel margins, acutely rounded ends, valve length 36–47.5 µm, breadth 11–12.7 µm, length/breadth ratio 3.27–3.74. Axial area with 1/5 width of valve, slightly widening towards central area. Central area present, generally forming symmetric fascia. Raphe straight, filiform, proximal raphe endings bent in same direction, terminal fissures sickle-shaped. Striae (13–14 in 10 µm) radiate at middle, parallel to slightly convergent at poles (Figs 7–12).

Etymology:—Dedicated to our colleague Dr. Edinaldo Nelson dos Santos-Silva, whose work has improved the quality of life in rural Amazonian populations.

Observations:—*P. nelsonii* resembles *P. acuminata* var. *interrupta* (Cleve) Patrick & Reimer (1966: 623), *P. instabiliformis* Krammer & Metzeltin in Metzeltin & Lange-Bertalot (1998: 177) and *P. wisconsinensis* Camburn & Charles (2000: 29); but there are several features that distinguish *P. nelsonii* from these species (see table 2). *P. acuminata* var. *interrupta* differs by a broader axial area and lower striae density. *P. instabiliformis*, described by Metzeltin & Lange-Bertalot (1998) from Calado Lake in the Amazonian region, also differs from *P. nelsonii* by the axial area shape, striae pattern and density and by the lateral raphe structure. *P. wisconsinensis* has a distinct valve length (up to 60 µm), subrostrate ends, oblique raphe and different striation pattern and it has a lower striae number in 10 µm (below to 11).

Pinnularia nelsonii was rarely observed in the plankton, during the low waters with 1.0 m depth, 0.70 m transparency, high temperature (30.7°C), low pH (4.6) and conductivity (5.70 µS.cm⁻¹).

Pinnularia tupensis A.C. Pereira, Melo & Torgan *sp. nov.* (Figs 13–17, 26–32)

Type:—BRAZIL. Amazonas: Tupé Lake 03°02'35.4"S, 60°15'17.5"W, 23 September 2008, *Pereira, A. C.*, sediment, station 3, (Holotype HAS slide n° 6494! holotype specimen = Figure 13, row sample HAS 109581; isotype BR 4321!).

Valves elliptic-lanceolate with strongly protracted capitate ends (Figs 13–17, 26, 30), valve length 52–64.2 μm , breadth 10.8–13 μm , length/breadth ratio is 4.75–4.93. Axial area narrow, widening towards the central area. Central area present, forming symmetric fascia. Raphe straight, filiform, proximal raphe endings slightly bent in same direction (Fig. 29), terminal fissures bayonet-shaped (Figs 31, 32). Terminal raphe endings curved towards secondary side of valves, while drop-like central pores deflect to primary side (Figs 29, 30). Internally, terminal fissures end in a prominent helictoglossa (Fig. 27). Striae (11–12 in 10 μm) radiate at middle, convergent at poles. Alveoli pattern with 3–6 rows of rounded areolae, each row with 12–13 areolae in 2 μm (Fig. 31).

Etymology:—Dedicated to study area Tupé Lake. Tupé means mat in the Tupy Guarany language.

Observations:—*P. tupensis* resembles in its outline *P. brauniana* (Grunow) Studnicka (1888: 737), *P. rostratissima* Hustedt (1965: 397) and *P. rostratissima* Hustedt var. *ventricosa* Metzeltin & Krammer in Metzeltin & Lange-Bertalot (1998: 186) but differs from these species mainly by the shape of the ends, area axial and striae pattern. *P. rostratissima* and *P. rostratissima* var. *ventricosa* have capitate rounded ends, wide axial area strongly expanded towards center of the valve and short striae. *P. tupensis* differs from *P. brauniana* by the valve breadth and shape of the poles (see table 2).

Pinnularia tupensis was observed in the sediment, and in the plankton, during the fall water with 6.40 m depth, 0.90 m transparency, high temperature (29.9°C), low pH (4.5) and conductivity (7.60 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

Pinnularia walkerae A.C. Pereira & Torgan *sp. nov.* (Figs 18–21, 33–38)

Type:—BRAZIL. Amazonas: Tupé Lake 03°02'17,1"S, 60°15'45,3"W, 12 October 2003, *Melo S.*, plankton, station 9 (Holotype HAS slide n° 6491! holotype specimen = Figure 18, row sample HAS 109584; isotype BR 4322!).

Valves lanceolate with weak to strong triundulate margins, protracted capitate ends (Figs 18–21, 33), valve length 65–85.4 μm , breadth 11.5–14.8 μm , length/breadth ratio is 5.65–5.77. Axial area 1/3 of breadth of valve, widening towards central area. Central area present, forming symmetric fascia. Raphe straight, filiform, proximal raphe endings bent in same direction (Fig. 34) terminal fissures sickle-shaped (Fig. 37). Terminal raphe endings curved towards secondary side of valves, while drop-like central pores deflect to primary side (Figs 34, 37). Striae (10–12 in 10 μm) radiate at middle, convergent at poles. Alveoli pattern with 3–7 rows of rounded areolae, each row with 7–8 areolae in 1 μm (Figs 35, 36, 38).

Etymology:—Dedicated to Dr. Ilse Walker, a researcher from the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Observations:—*P. walkerae* shows some similarities to *P. egregia* Metzeltin & Krammer in Metzeltin & Lange-Bertalot (1998: 173), *P. polyonca* (Brébisson) Smith (1856: 95) and *P. rostratissima* f. *subundulata* Hustedt (1965: 397), whose features are described in Table 2, differences are the shape of poles and the striation pattern.

Pinnularia walkerae was observed in the plankton, during the low waters with 1.10 m depth, 1.0 m transparency, high temperature (32.9°C), low pH (4.1) and conductivity (6.30 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

Discussion

The species found in Tupé Lake belong to different sections of *Pinnularia*, according to the classification in Patrick & Reimer (1966). *Pinnularia tupensis* is in the section

Capitatae (for taxa that have linear-lanceolate valves with ends distinctly capitate, and a narrow axial area); *P. manausensis* and *P. walkerae* are in the section *Divergentes* (for taxa with radiate striae at the centre of the valve and capitate ends); *P. nelsonii* cannot be classified in any of the above sections.

Krammer (2000) arranged species of *Pinnularia* into 21 groups, based on a variety of morphological characters, such as valve poles, axial area, fascia, striae, valve breadth, presence of longitudinal bands and raphe. When considering these features and Krammer's groups, *P. nelsonii*, *P. tupensis*, and *P. walkerae* could be placed in his group 3 as they have fascia, differentiated ends, a filiform raphe, a narrow axial area and < 14 striae in 10µm. *P. manausensis* could be placed in his group 6 as they have fascia, non-differentiated ends, the raphe is not filiform, but differs by its lowest breadth (< 13 µm).

Currently, there are few phylogenetic studies of *Pinnularia* using DNA sequence data. Bruder *et al.* (2008) examined 14 species of *Pinnularia* and the presumed closely related *Caloneis* with the conclusion that neither genera was found to be monophyletic. In contrast, Souffreau *et al.* (2011) examined 36 species of *Pinnularia* which yielded three clades (A, B, C), all morphologically well defined. The new species found in Tupé Lake could be included in clade B due to their intermediate size and presence of a fascia.

The diversity found in the genus *Pinnularia* in the Amazonian region is only just beginning to be understood and preliminary indications suggest that many more new taxa are to be described. This region can be considered a diversity hotspot for *Pinnularia* owing to the great number of species already found in the Amazon Hydrographic Basin.

In the future with a more advanced knowledge of the ultrastructure and molecular biology it will be possible to understand the relationships among the species of *Pinnularia* from South America.

Acknowledgments

We thank the CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) for the Productivity in Research grants awarded to the second author and to the financial support (Proc. 485618/2007-9) to the third author. We also thank the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia and to the Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul for logistics and laboratory facilities. We are grateful to Cleodir J. Mansan, Daniela Bes and Dávia M. Talgatti for their assistance with the scanning electron microscope and to Pierre Compère for his valuable scientific contribution; to the anonymous reviewers for their valuable contributions; and Haywood Dail Laughinghouse IV for the English revision.

References

- Aprile, F.M. & Mera, P.A.S. (2007) Fitoplâncton e fitoperifíton de um rio de águas pretas da Amazônia periférica do norte, Brasil. *Brazilian Journal Aquatic Science Technology* 11(2): 1–14.
- Aprile, F.M. & Darwich, A.J. (2005) Modelos geomorfológicos para o lago Tupé. In: Santos-Silva, E. N., Aprile, F. M., Scudeller, V. V., & Melo, S. (eds) *Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultural*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Manaus, pp. 4–15.
- Barber, H.G. & Haworth, E.Y. (1981) A guide to the morphology of the diatom frustule. *Freshwater Biological Association Scientific Publication* 44: 112 pp.
- Bruder, K., Sato, S. & Medlin, L.K. (2008) Morphological and molecular investigations of naviculoid diatoms. IV *Pinnularia* vs. *Caloneis*. *Diatom* 24: 8–24.
- Camburn, K.E. & Charles, D.F. (2000) *Diatoms of low-alkalinity lakes in the northeastern United States*. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Special Publication 18 Philadelphia, 152pp.

- 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.
- Ehrenberg, C.G. (1843) Mittheilungen über 2 neue asiatische Lager fossiler Infusorien-Erden aus dem russischen Trans-Kaukasien (Grusien) und Sibirien. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1843: 43-49.
- Franzinelli, E. & Igreja, H. (2002) Modern sedimentation in the Lower Negro River, Amazonas State, Brazil. *Geomorphology* 44: 259–271. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-555X\(01\)00178-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-555X(01)00178-7)
- Fukushima, H. & Xavier, M.B. (1988) Attached Diatom from the Negro river, Amazonas, Brazil. *Diatom* 4: 11–16.
- Ghidini, A.R. & Santos-Silva, E.N. (2011) Composition, species richness and patterns of nycthemeral vertical distribution of planktonic cladocereans in a black water Amazonian lake. *Nauplius* 19(2): 109–122.
- Guiry M.D. & Guiry, G.M. (2013) *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available from: <http://www.algaebase.org> (accessed: 28 February 2013).
- Hustedt, F. (1965) Neue und wenig bekkante Diatomeen. IX Süßwassers Diatomeen aus Brasilien besondere des Amazonasgebiet. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 50(13): 391–410.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. & Sparks, R.E. (1989) The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D.P. (ed.). Proceedings of the International Large River Symposium. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science* 106: 110–127.
- Krammer, K. (2000) The Genus *Pinnularia*. *Diatoms of Europe* 1:1-703.

- Küchler, I.L., Miekeley, N. & Forsberg, B.R. (2000) A contribution to the chemical characterization of rivers in the Rio Negro basin, Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 11: 286–292.
- Melo, S., Sophia, M.G., Menezes, M. & Souza, C.A. (2004) Biodiversidade de algas planctônicas do Parque Nacional do Jaú: Janela Seringalzinho. 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*. Ipiranga, Brasília, pp. 83–95.
- Melo, S., Rebelo, S.R.M., Souza, K.F., Menezes, M. & Torgan, L.C. (2005) Fitoplâncton. In: Santos-Silva, E.N., Aprile, F.M., Scudeller, V.V. & Melo, S. (eds) *Biotupe: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sócio-cultural*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Manaus, pp. 87–98.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. (1998) Tropical diatoms of South America I. *Iconographia Diatomologica* 5: 1–695.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. (2007) Tropical diatoms of South America II. *Iconographia Diatomologica* 18: 1–877.
- Patrick, R. & Reimer, C.W. (1966). *The Diatoms of United States: exclusive of Alaska and Hawaii*. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 13, Vol. 1, 688pp.
- Pereira, A.C., Torgan, L.C. & Melo, S. (2012) *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyta) do curso inferior do rio Negro, Amazonas, Brasil): taxonomia e distribuição temporal. *Acta Amazônica* 42(3): 305–313.
- Pereira, A.C., Torgan, L.C. & Melo, S. (2013) *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) de um lago de inundação amazônico (lago Tupé, Amazonas, Brasil). *Iheringia, Série Botânica* 68(1): 91–101.
- Rai, H. & Hill, G. (1981) Physical and Chemical studies of lago Ttupé; a central amazonian black water, “Ria Lake”. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 66(1): 37–82.

- Raupp, S.V., Torgan, L.C. & Melo, S. (2009) Planktonic diatom composition and abundance in the Amazonian floodplain Cutiuauá Lake are driven by the flood pulse. *Acta Limnologica Brasiliensia* 21 (2): 227–234.
- Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. (1990) *The diatoms: Biology and morphology of the genera*. Cambridge, University Press, Cambridge, 747 pp.
- Sioli, H. (1984) The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In Sioli, H. (ed.) *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Might Tropical River and its Basin*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, pp. 127–166.
- Smith, W. (1856) *A synopsis of the British Diatomaceae; with remarks on their structure, functions and distribution; and instructions for collecting and preserving specimens*. Vol. 2. John van Voorst, London, 107pp.
- Souffreau, C., Verbruggen, H., Wolfe, A.P., Vanormelingen, P., Silver, P.A., Cox, E.J., Mann, D.G., Vijver, B.V., Sabbe, K. & Vyverman, W. (2011) A time-calibrated multi-gene phylogeny of the diatom genus *Pinnularia*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 61: 866–879.
- <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympcv.2011.08.031>
- Stosch, H.A. von. (1970) Methoden zur preparation kleinerer oder zarter kieselemente für die elektronen und lichtmikroskopie, insbesondere von diatomeen und bei geringen materialmengen. *Zeitschrift für wissenschaftlichen Mikroskopie* 70: 29–32.
- Studnicka, F. (1888) Beitrag zur Kenntniss der böhmischen Diatomeen. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 38: 735–744.
- Uherkovich, G. (1976) Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajós. *Amazoniana* 5(4): 465–515.
- Uherkovich, G. (1981) Algen aus einigen Gewässern Amazoniens. *Amazoniana* 7 (2): 191: 219.

Uherkovich, G. (1984) Phytoplankton. In Sioli, H. (ed.) *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, pp. 265–310.

Uherkovich, G. & Franken, M. (1980) Aufwuchsalgen aus zentralamazonischen Regenwaldbächen. *Amazoniana* 7 (1): 49–79.

Uherkovich, G. & Rai, H. (1979). Algen aus Rio Negro und seinen Nebenflüssen. *Amazoniana* 6 (4): 611–638.

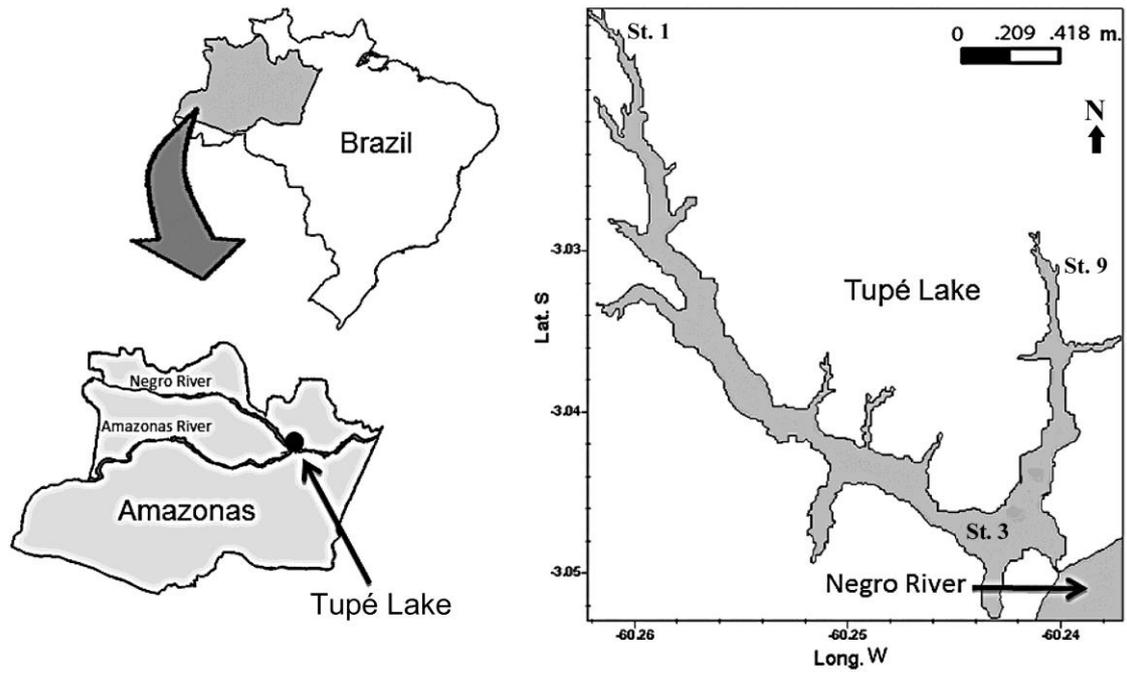
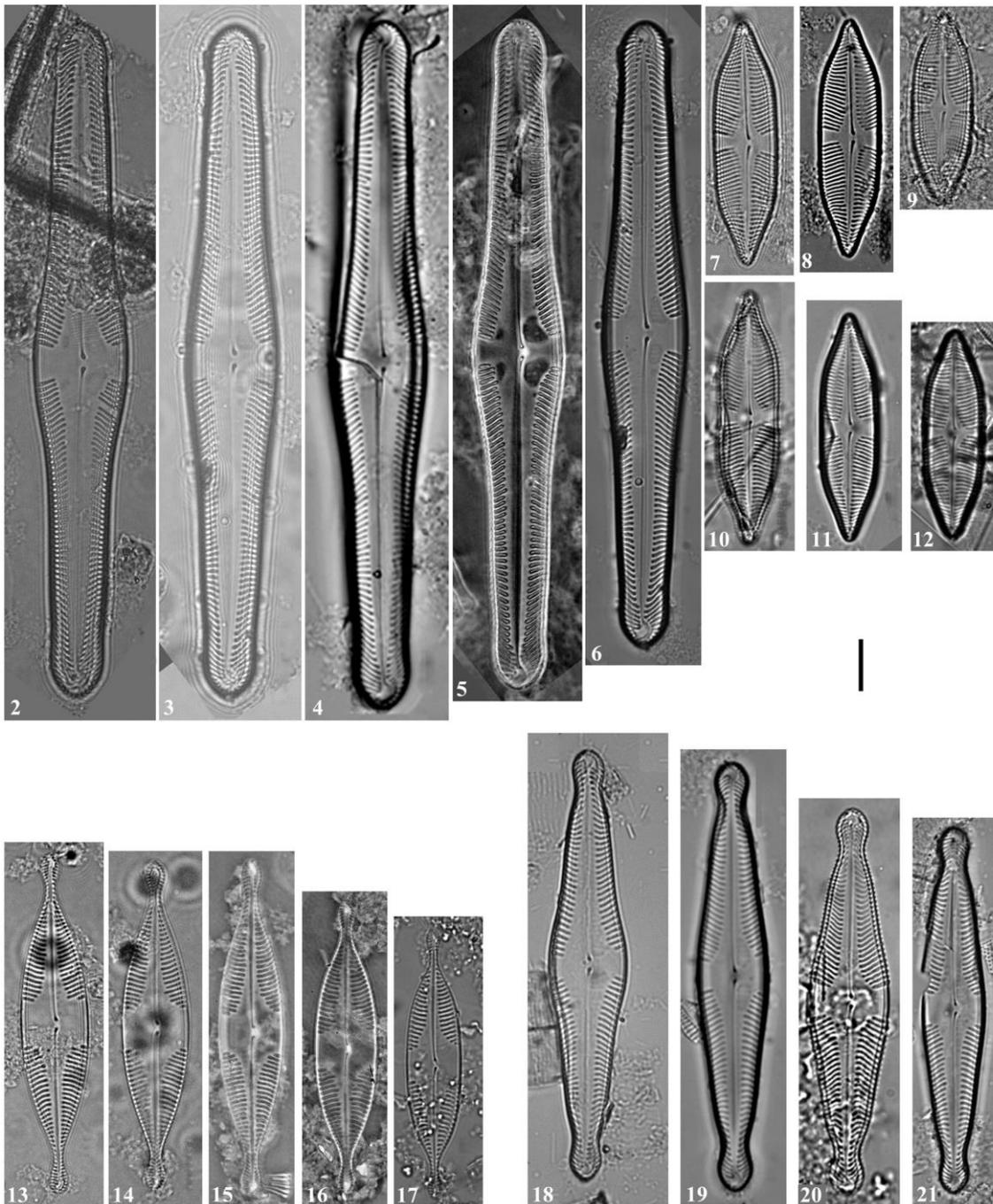
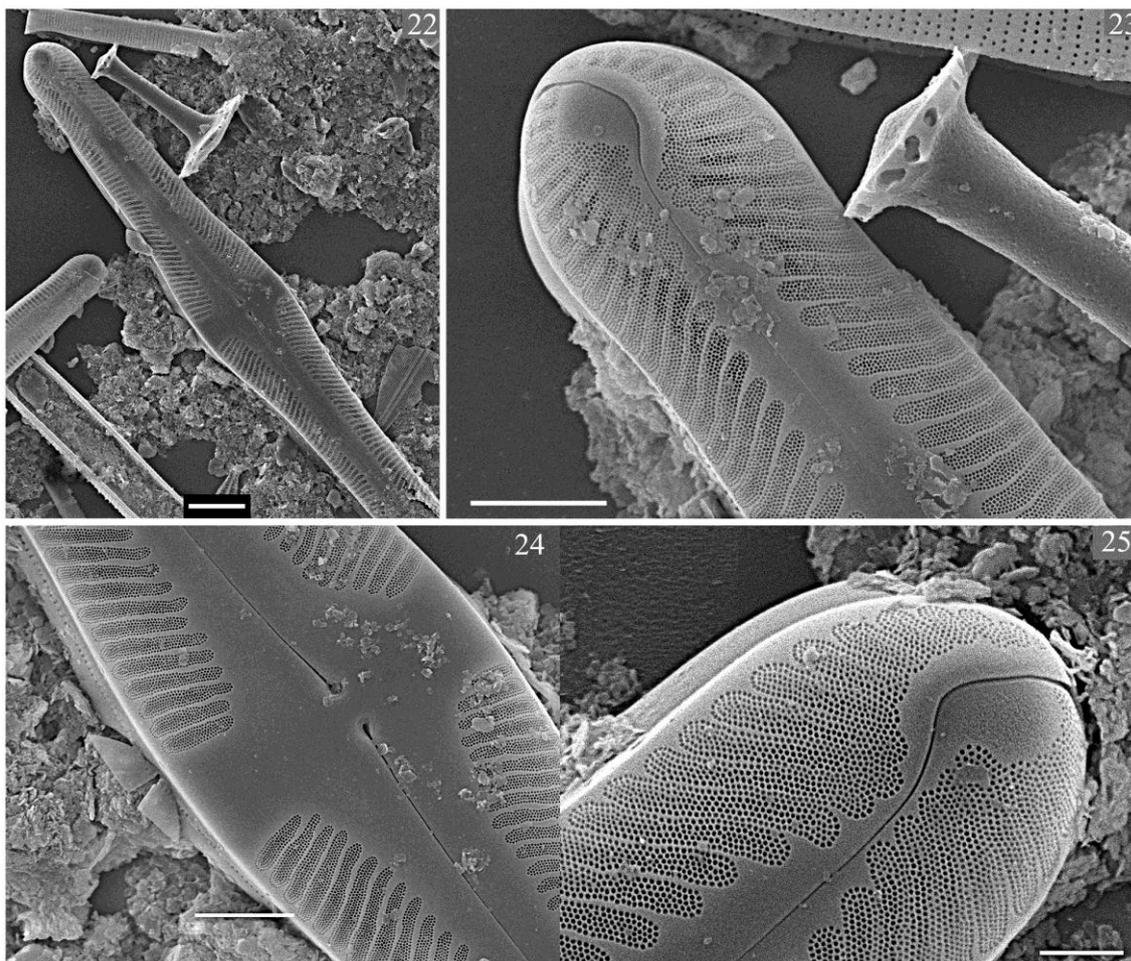


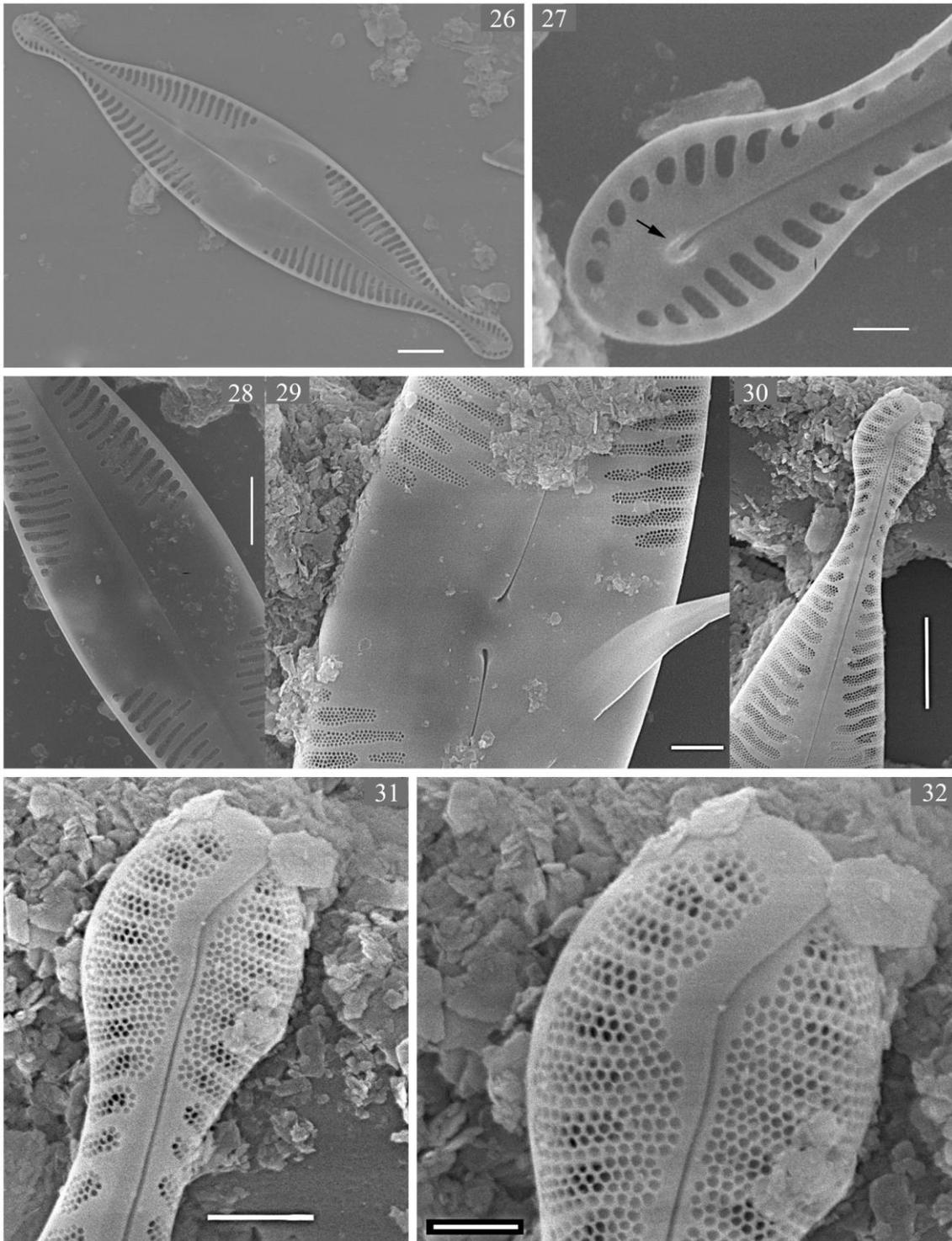
FIGURE 1: Location of Tupé Lake and sampling stations (Ghidini & Santos-Silva 2011).



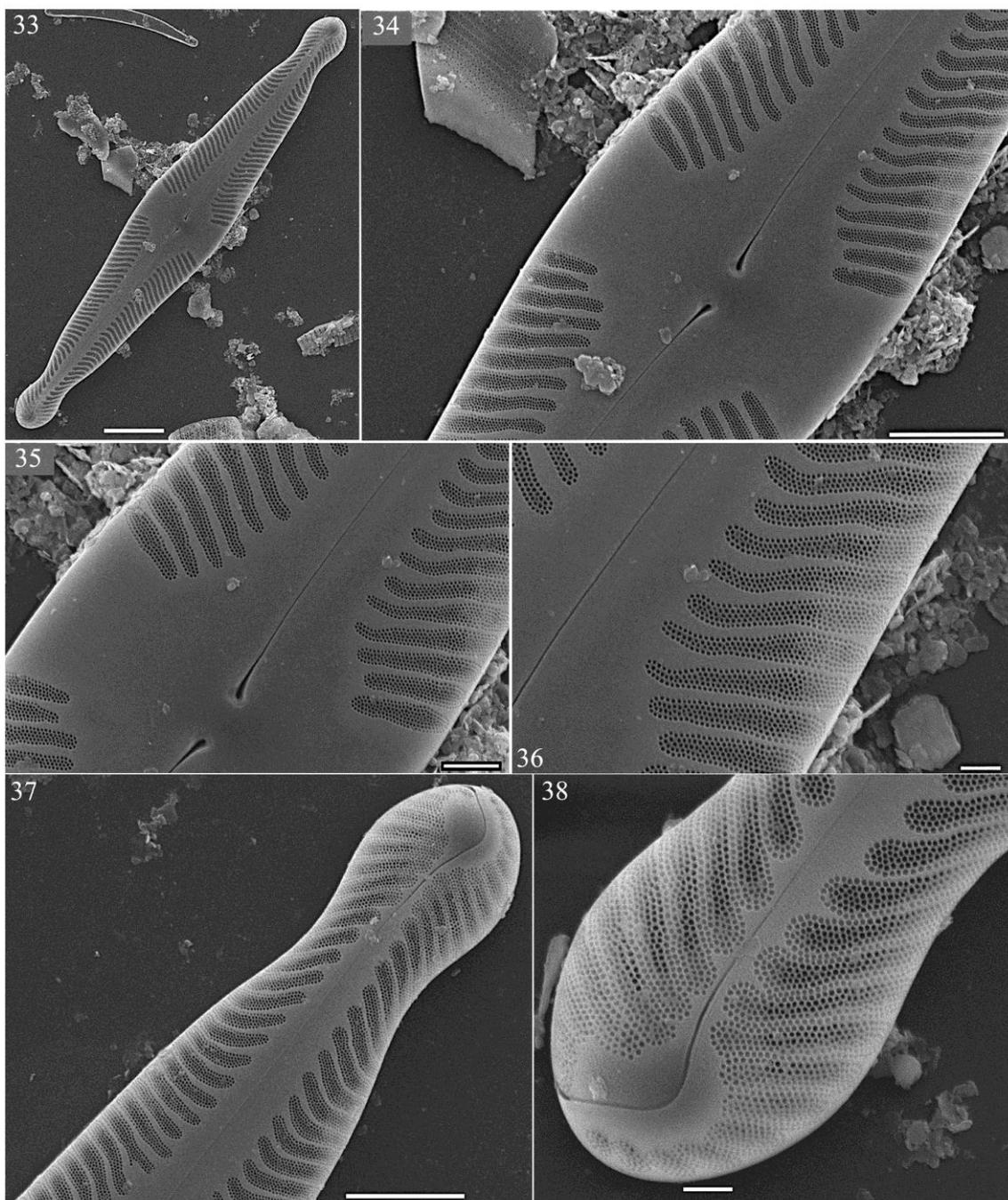
FIGURES 2–21. LM valve views. Figs 2–6. *P. manausensis* sp. nov. Figs 7–12. *P. nelsonii* sp. nov. Figs 13–17. *P. tupensis* sp. nov. Figs 18–21. *P. walkerae* sp. nov. Scale bar = 10 μ m.



FIGURES 22–25. SEM: *Pinnularia manausensis* sp. nov. External view of morphological features. Fig. 22. General view of valve. Fig. 23. Detail of the sickle-shaped raphe fissure at pole. Fig. 24. Central area showing proximal raphe fissures bent in same direction. Fig. 25. Alveolus with rows of rounded areolae. Scale bars: Fig. 22 = 10 μm ; Figs 23, 24 = 5 μm ; Fig. 25 = 2 μm .



FIGURES 26–32. SEM: *Pinnularia tupensis* sp. nov. Fig. 26. General internal view of valve. Fig. 27. Ends showing terminal raphe with a prominent helictoglossa (arrow). Fig. 28. Internally, proximal raphe fissure showing no intermission near central nodule. Fig. 29. External view showing proximal raphe fissures bent in same direction. Fig. 30. Ends capitate, elongate. Figs 31, 32. Detail of alveoli structure and bayonet raphe shape. Scale bars: Figs 26, 28, 30 = 5 μ m; Figs 29, 31 = 2 μ m; Figs 27, 32 = 1 μ m.



FIGURES 33–38. SEM: *Pinnularia walkerae* sp. nov. External view of morphological features. Fig. 33. General view of valve. Fig. 34. Detail of central area showing proximal raphe fissures bent in same direction. Figs 35, 36. Detail of alveolus showing 3–7 rows of areolae. Figs 37, 38. Detail of pole with sickle-shaped raphe and showing alveoli structure. Scale bars: Fig. 33 = 10 μm ; Figs 34, 37 = 5 μm ; Fig. 35 = 2 μm ; Figs. 36, 38 = 1 μm .

TABLE 1. List of *Pinnularia* taxa found in different sites from the Brazilian Amazon region

Taxon	Sites	References
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> W. Sm.	Guamá, Tapajós, Jaú Rivers; Calado, Tupé Lake	Díaz-Castro <i>et al.</i> (2003), Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Melo <i>et al.</i> (2005), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. acrosphaeria</i> var. <i>minor</i> (Perag. & Hérib.) Cleve	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. acuminata</i> W. Sm.	Negro River	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. acuminatopsis</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Ilha de Macaco	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. amazonica</i> Metzeltin & Krammer	Amazon River, Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. amoena</i> Hust.	Jucuruí Lakes; Igarapé Tendo, Arapiuns River, Tupé Lake	Hustedt (1965); Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. angustivalva</i> Krammer & Metzeltin	Negro River, Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. aquanigrae</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Negro River	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira <i>et al.</i> (2012)
<i>P. biceps</i> var. <i>typica</i> f. <i>nodulosa</i> (Grunow) Cleve	Adolfo Ducke Reserve	Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. bipectinalis</i> var. <i>typica</i> Cleve	Caracará	Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. bockii</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Igarapé Tendo	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. borealis</i> Ehrenberg	Tupé Lake	Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. borealis</i> var. <i>scalaris</i> (Ehrenb.) Rabenh.	Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. boyeriformis</i> Krammer & Metzeltin	Negro River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Pereira <i>et al.</i> (2012)
<i>P. brauniana</i> (Grunow) Mills	Guamá River; Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. braunii</i> (Grunow) Cleve	Carabinani, Urubuí Rivers, Itacoatiara Km 45, Cutiuauá, Tupé Lakes	Uherkovich & Rai (1979), Uherkovich & Franken (1980), Melo <i>et al.</i> (2004, 2005), Aprile & Mera (2007)
<i>P. braunii</i> var. <i>amphicephala</i> (Mayer) Hust.	Jaú River	Díaz-Castro <i>et al.</i> (2003)
<i>P. brebissonii</i> (Kütz.) Rabenh.	Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. cardinalis</i> (Ehrenb.) W. Sm.	Carabinani River	Uherkovich & Rai (1979)

<i>P. certa</i> Krammer & Metzeltin	Calado Lake, Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. cherryfieldiana</i> Krammer	Jucuruí Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. cleveiformis</i> Krammer	Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. confirma</i> Metzeltin & Krammer	Negro River, Tupé Lake	Pereira <i>et al.</i> (2012, 2013)
<i>P. dactyloides</i> Hust.	Jucuruí Lake	Hustedt (1965), Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. delicata</i> Freng.	Jucuruí Lake; Igarapé Caripí; Arapiuns, Negro River	Hustedt (1965), Metzeltin e Lange Bertalot (2007)
<i>P. discrepantia</i> Metzeltin & Krammer	Jucuruí, Tupé Lakes	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. dispar</i> Metzeltin & Krammer	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. divergens</i> W. Sm.	Amazon, Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. divergens</i> var. <i>cuneata</i> Cleve	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. divergens</i> var. <i>elliptica</i> (Grunow) Cleve	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. divergens</i> var. <i>laticeps</i> Freng.	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. divergens</i> var. <i>malayensis</i> Hustedt	Tupé Lake	Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. divergens</i> var. <i>protracta</i> Krammer & Metzeltin	Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. divergens</i> var. <i>rostrata</i> Krammer & Metzeltin	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. divergens</i> var. <i>subcuneata</i> Krammer & Metzeltin	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. divergentissima</i> var. <i>martinii</i> (Krasske) Krammer	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. diversarea</i> Krammer & Metzeltin	Calado Lake, Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. egregia</i> Metzeltin & Krammer	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. elongatoides</i> Hust.	Jucuruí Lake, Igarapé Tendo, Arapiuns River	Hustedt (1965); Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. elongatoides</i> f. <i>linearis</i> Hust.	Jucuruí Lake, Igarapé Tendo, Arapiuns River	Hustedt (1965)
<i>P. episcopalis</i> Cleve	Tapajós, Branco Rivers	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Uherkovich (1976), Uherkovich & Rai (1979)
<i>P. excavata</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. flamma</i> (A. W. F. Schmidt) Cleve	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)

<i>P. gibba</i> Ehrenb.	Amazonas State, Negro, Paracuni, Urubuí Rivers, Adolfo Ducke	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Uherkovich (1976), Uherkovich & Franken (1980), Uherkovich, (1981), Mera & Aprile (2007)
<i>P. gibba</i> f. <i>subundulata</i> Mayer	Carabinani River	Uherkovich & Rai (1979)
<i>P. graciloides</i> Hust.	Jaú River	Díaz-Castro et al. (2003),
<i>P. graciloides</i> var. <i>latecapitata</i> Metzeltin & Krammer	Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. hemiptera</i> (Kütz.) Rabenh.	Jaú, Negro, Urubuí Rivers	Díaz-Castro et al. (2003), Fukushima & Xavier (1988), Aprile & Mera (2007)
<i>P. hemiptera</i> var. <i>interrupta</i> (Kütz.) Rabenh.	Jaú River	Díaz-Castro et al. (2003)
<i>P. hemipteriformis</i> Krammer & Metzeltin	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. hyalina</i> Hust.	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. instabiliformis</i> Krammer & Metzeltin	Calado, Tupé Lakes, Amazon, Negro Rivers	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007); Pereira et al. (2012, 2013)
<i>P. instabilis</i> (Schmidt) Metzeltin	Tupé Lake	Pereira et al. (2013)
<i>P. interrupta</i> W. Sm.	Negro, Branco Rivers, Adolfo Ducke, Caracaraí, Itacoatiara Km 45, Cabaliana, Cutiuauá Lakes	Uherkovich (1976), Uherkovich & Rai (1979), Uherkovich & Franken (1980), Uherkovich, (1981), Melo et al. (2004)
<i>P. interrupta</i> var. <i>interrupta</i> f. <i>minutissima</i> Hust.	Adolfo Ducke Reserve	Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. interrupta</i> var. <i>biceps</i> (W. Greg.) Cleve	Jaú River	Díaz-Castro et al. (2003)
<i>P. laculenta</i> W. Sm.	Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. latevitata</i> var. <i>latevitata</i> Cleve	Ilha de Macaco, Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira et al. (2013)
<i>P. laxa</i> Hust.	Species found in undefined state – Amazonian region, Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Pereira et al. (2013)
<i>P. legumen</i> Ehrenb.	Maués Assú River	Uherkovich, (1981)
<i>P. liyanlingae</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Calado, Tupé Lakes	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira et al. (2013)
<i>P. cf. maculata</i> Krammer & Metzeltin	Tupé Lake	Pereira et al. (2013)
<i>P. maior</i> (Kütz.) Cleve	Carabinani, Urubuí Rivers, Igarapé Mapiry	Uherkovich & Rai (1979), Uherkovich, (1981), Aprile & Mera (2007)

<i>P. maior</i> var. <i>transversa</i> (W. Sm.) Cleve	Jaú River	Díaz-Castro <i>et al.</i> (2003)
<i>P. meridiana</i> Metzeltin & Krammer	Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. meridiana</i> var. <i>concava</i> Metzeltin & Krammer	Amazon, Negro River, Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998); Pereira <i>et al.</i> (2012, 2013)
<i>P. meridiana</i> var. <i>paralela</i> Metzeltin & Krammer	Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. mesolepta</i> (Ehrenb.) W. Sm.	Calado Lake, Adolfo Ducke Reserve	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. microflamma</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Negro River, Tupé lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve	Jucuruí Lake, Branquino River	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Uherkovich & Rai (1979)
<i>P. microstauron</i> var. <i>brasiliensis</i> Metzeltin & Krammer	Calado Lake, Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. microstauron</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Hust.	Adolfo Ducke Reserve	Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. microstauron</i> var. <i>genuina</i> O. Müll.	Adolfo Ducke Reserve	Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. moelleri</i> (Krammer) Krammer	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. mollenhaueri</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Negro River, Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007); Pereira <i>et al.</i> (2012, 2013)
<i>P. monicae</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Calado, Jucuruí, Tupé Lakes; Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. neomajor</i> Krammer	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. nobilefasciata</i> Krammer & Metzeltin	Calado, Tupé Lakes; Amazon River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. nobilis</i> Ehrenb.	Tapajós River	Uherkovich (1976)
<i>P. nodosa</i> Ehrenb.	Tapajós River	Uherkovich (1976)
<i>P. oominensis</i> H. Kobayashi	Calado, Jucuruí Lakes	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007)
<i>P. paradivergens</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Ilha de Macaco	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. parva</i> (Ehrenb.) Rabenh.	Negro River	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. paulensis</i> Grunow	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. perinstabilis</i> Metzeltin & Krammer	Arapuins, Negro River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007); Pereira <i>et al.</i> 2012
<i>P. permontana</i> Krammer & Metzeltin	Negro River, Tupé lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998);

<i>P. perumbrosa</i> (Metzeltin & Krammer) Metzeltin & Lange-Bert.	Calado Lake	Pereira <i>et al.</i> (2012, 2013)
<i>P. pisciculus</i> var. <i>angusta</i> Metzeltin & Krammer	Jucuruí, Tupé Lakes	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. pogoi</i> Sherer	Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. polyonca</i> (Bréb.) O. Müll.	Carabinani River, Adolfo Ducke Reserve, Itacoatiara Km 45	Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. procera</i> Metzeltin & Krammer	Calado Lake, Tapajós River	Uherkovich & Rai (1979), Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. pseudogibba</i> Krammer	Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. rhombofasciata</i> Krammer & Metzeltin	Calado Lake	Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. roland-schmidtii</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Ilha de Macaco, Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. rostratissima</i> var. <i>rostratissima</i> Hust.	Arapuins, Tapajós, Jaú Rivers; Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. rostratissima</i> var. <i>parva</i> Metzeltin & Krammer	Amazonian, Tapajós River	Hustedt (1965), Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Díaz-Castro <i>et al.</i> (2003)
<i>P. rostratissima</i> f. <i>undulata</i> Hust.	Arapuins, Tapajós Rivers; Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. rostratissima</i> var. <i>ventricosa</i> Metzeltin & Krammer	Amazon, Negro River, Tupé Lake	Hustedt (1965), Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. rostratissima</i> var. <i>superventricosa</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Negro River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007); Pereira <i>et al.</i> (2012, 2013)
<i>P. salomoniae</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Negro River	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. schroeterae</i> Krammer	Cutiuaú Lake.	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. schroeterae</i> var. <i>eliptica</i> Krammer	Cutiuaú Lake	Raupp <i>et al.</i> 2009
<i>P. schweinfurthi</i> (A. W. F. Schmidt) Hust.	Tapajós River	Raupp <i>et al.</i> 2009
<i>P. silvasalae</i> Metzeltin, Lange-Bert. & García-Rodríguez	Jucuruí Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. siona</i> De Oliveira & Steinitz-Kannan	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. stauroptera</i> var. <i>minuta</i> Mayer	Adolfo Ducke Reserve	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
		Uherkovich & Franken (1980)

<i>P. sterrenburgii</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Calado Lake, Negro River, Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007); Pereira <i>et al.</i> (2012, 2013)
<i>P. stoermeri</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. stomatophora</i> Grunow	Caracaraí	Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. streptoraphe</i> var. <i>parva</i> Krammer	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. streptoraphe</i> var. <i>subacuta</i> Freng.	Jaú River	Díaz-Castro <i>et al.</i> (2003)
<i>P. subbacillum</i> Metzeltin & Krammer	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. subboyeri</i> Metzeltin & Krammer	Amazon, Negro River, Tupé Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998); Pereira <i>et al.</i> (2012, 2013)
<i>P. subcapitata</i> var. <i>hilseana</i> (Janisch) O. Müll.	Adolfo Ducke Reserve	Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. subcapitata</i> W. Greg.	Negro River	Fukushima & Xavier (1988)
<i>P. subcapitata</i> var. <i>hilseana</i> (Janisch) O. Müll.	Carabinani River	Uherkovich & Rai (1979)
<i>P. subgibba</i> Krammer	Cutiuaú Lake	Raupp <i>et al.</i> (2009)
<i>P. subgibba</i> var. <i>angustarea</i> Krammer & Metzeltin	Calado Lake, Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. subgibba</i> var. <i>capitata</i> Metzeltin & Krammer	Calado, Cutiuaú, Tupé Lakes; Amazon, Negro Rivers	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Raupp <i>et al.</i> (2009), Pereira <i>et al.</i> (2012, 2013)
<i>P. subumbrosa</i> Metzeltin & Krammer	Tapajós River	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. sudetica</i> var. <i>reinschiana</i> (Mayer) Cleve	Caracaraí	Uherkovich & Franken (1980)
<i>P. superpaulensis</i> (Hust.) Metzeltin & Lange-Bert.	Jucuruí, Tupé Lakes	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), Pereira <i>et al.</i> (2013)
<i>P. tabellaria</i> Ehrenb.	Negro River	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. torganae</i> Metzeltin & Lange-Bert.	Jucuruí Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (2007)
<i>P. umbrosa</i> var. <i>tropica</i> Metzeltin & Krammer	Amazon	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. variarea</i> Metzeltin & Krammer	Calado Lake	Metzeltin & Lange-Bertalot (1998)
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenb.	Branco River	Uherkovich, (1981)

Table 2. Morphological and morphometric data for taxa in *Pinnularia* from Tupé Lake compared to closely related taxa (n = number of individuals measured).

Species	Valve length (µm)	Valve width (µm)	Valve Outline	Valve ends	Axial area	Raphe	Striation pattern	Number of striae in 10µm
<i>P. manausensis</i> n = 12	121–130.2	15.5–18.5	Linear, slightly triundulate, inflated in the middle	Subcapitate rounded	1/3 the breadth of the valve, linear widening near the central area	Lateral, proximal fissures bent to one side, terminal fissures sickle-shaped	Radiate in the middle and convergent at the ends	10–11
<i>P. monicae</i> ¹	70–120	13.5–18	Lanceolate to rhombical-lanceolate	Protracted subcapitate broadly rounded	Lanceolate, widening towards the central area	Lateral, proximal fissures bent to one side, terminal fissures sickle-shaped	Radiate in the middle and convergent at the ends	7.5 –9
<i>P. nelsonii</i> n = 9	36–47.5	11–12.7	Linear	Cuneate	Narrow, lanceolate	Filiform	Radiate in the middle and parallel to slightly convergent at the ends	13–14
<i>P. acuminata</i> var. <i>interrupta</i> ²	40–80	11–16	Linear	Cuneate	Wide, lanceolate	Filiform	Radiate in the middle and parallel near the ends	8 –11
<i>P. instabiliformis</i> ³	36–52	10.4–11.7	Linear to lanceolate	Round cuneate	Wide, lanceolate	Lateral	Short, parallel or slightly radiate in the middle and parallel or convergent at the ends	11
<i>P. wisconsinensis</i> ⁴	60–72	11–13	Linear-lanceolate, sides slightly convex	Subtly subrostrate	Narrow, lanceolate	Oblique	Strongly radiate and strongly convergent at the ends	9–11
<i>P. tupenensis</i> n = 15	51,4–64,2	10.8–13	Elliptic-Lanceolate	strongly protracted capitate ends	Narrow, widening towards center of the valve	Filiform	Long, radiate in the middle and parallel or weakly convergent at the ends	11–12
<i>P. rostratissima</i> ⁵	78–93	11–14	Lanceolate	Capitate rounded	Wide, lanceolate, strongly expanded towards center of the valve	Filiform	Short, radiate in the middle and convergent at the ends	10–11
<i>P. rostratissima</i> var. <i>ventricosa</i> ³	54–74	14–17,5	Lanceolate	Capitate rounded	Wide, lanceolate, strongly expanded towards center of the valve	Filiform	Short, radiate in the middle and convergent at the ends	11–12
<i>P. brauniana</i> ⁶	30–60	7,3–8,5	Lanceolate	Capitate rounded	Wide, lanceolate, widening towards center of the valve	Filiform	Long, radiate in the middle and convergent at the ends	10–13

<i>P. walkerae</i> n = 12	65–85.4	11.5–14.8	Lanceolate, weakly to strongly undulate	Capitate protracted	Wide, lanceolate, expanded towards center of the valve	Filiform	Radiate in the middle and convergent at the ends	10–12
<i>P. egregia</i> ³	63–88	9.7–12.1	Lanceolate undulate	Capitate rounded	Wide, lanceolate, expanded towards center of the valve	Filiform	Short, radiate in the middle and convergent at the ends	9–10
<i>P. polyonca</i> ⁷	40.65–78.74	7.62–15.24	Rhombic-lanceolate, undulate	Capitate rounded	Wide, lanceolate, expanded towards center of the valve	Filiform	Radiate in the middle and convergent at the ends	10
<i>P. rostratissima</i> f. <i>subundulata</i> ⁵	78–93	11–14	Lanceolate undulate	Capitate rounded	Wide, lanceolate, strongly expanded towards center of the valve	Filiform	Short, radiate in the middle and convergent at the ends	10–11

¹Metzeltin & Lange-Bertalot (2007); ²Patrick & Reimer (1966); ³Metzeltin & Lange-Bertalot (1998); ⁴Camburn & Charles (2000); ⁵Hustedt (1965); ⁶ Studnicka (1888); ⁷Smith (1856).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do gênero *Pinnularia* em ambientes de águas pretas, na bacia do rio Negro revelou a presença de 60 táxons distribuídos em 47 espécies, três variedades típicas, seis variedades que não são as típicas, uma afinidade taxonômica e três táxons não identificados ao nível específico. Dentre estes, cinco foram registrados como novos para a Ciência (*P. manausensis* Pereira & Torgan, *P. nelsonii* Pereira & Torgan, *P. tupensis* Pereira, Melo & Torgan e *P. walkerae* Pereira & Torgan).

Ponderando a amplitude da bacia hidrográfica do rio Negro onde existem distintos e inúmeros ambientes aquáticos até o momento não explorados por cientistas nacionais e estrangeiros, consideramos que as investigações sobre a biodiversidade da flora de diatomáceas, em especial de *Pinnularia*, nesta região encontra-se em fase inicial. A continuidade dos estudos faz-se necessária para ampliar o conhecimento do referido gênero e dos demais representantes de Bacillariophyceae.

O gênero *Pinnularia* é mais rico em espécies no rio Negro em relação aos igarapés. Quanto à distribuição dos táxons, a maior porcentagem de ocorrência foi de organismos raros seguido de esporádicos e frequentes, fato comum em estudos de flora ficológica nos ambientes continentais. Os táxons frequentes *Pinnularia confirma*, *P. latevittata*, *P. microstauron*, *P. nobilefasciata* e *P. perinstabilis* possuem preferência por águas com baixos valores de pH, nutrientes e condutividade, condições essas encontradas na bacia do rio Negro.

Estudos sobre a flora de diatomáceas em águas pretas da Amazônia brasileira têm demonstrado que *Eunotia* e *Pinnularia* são os gêneros mais ricos em espécies, por estarem associados a ambientes oligotróficos e ácidos. Enquanto que o primeiro gênero possui hábito preferencialmente perifítico, *Pinnularia* é comumente encontrado no bentos, o que explica a maior riqueza no período de águas baixas e vazante, quando há maior interação entre água e sedimento.

A região amazônica brasileira pode ser considerada um *hotspot* de diversidade para as diatomáceas, em especial para o gênero *Pinnularia*, devido ao grande número de

espécies (132 táxons) já registradas. Todavia estudos taxonômicos sobre o gênero, ainda, são necessários para o conhecimento desta biodiversidade.

O presente estudo é um avanço no conhecimento sobre a taxonomia e distribuição de *Pinnularia* na região amazônica. Além de ampliar a variação morfométrica de vários táxons, duas espécies (*P. sterrenburgii* var. *sterrenburgii* Metzeltin & Lange-Bertalot e *P. subgibba* var. *capitata* Metzeltin & Krammer) são primeiras citações para a bacia do rio Negro e outras duas (*Pinnularia mayeri* Krammer e *Pinnularia romanorum* Metzeltin & Lange-Bertalot) são primeiras citações de ocorrência para Amazônia brasileira.

Pesquisas sobre as populações de *Pinnularia* da região amazônica, com o uso de microscópio eletrônico de varredura e transmissão, são ainda necessárias para fornecer subsídios ao entendimento da ultraestrutura das frústulas, como para confirmação das espécies identificadas somente em microscopia óptica.

Pesquisas baseadas em biologia molecular com *Pinnularia* são incipientes, as divisões em secções e grupos do gênero baseiam-se em classificações proposta por Patrick e Reimer na década de sessenta e, posteriormente por Krammer no ano de 2000. O desenvolvimento de estudos nesta linha é também de fundamental importância para a definição de grupos naturais e entendimento da relação entre os táxons.