

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais
BIOLOGIA DE ÁGUA DOCE E PESCA INTERIOR – BADPI

**PINNULARIACEAE (BACILLARIOPHYTA) DE UM LAGO DE
INUNDAÇÃO AMAZÔNICO (LAGO TUPÉ, AMAZONAS, BRASIL):
TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E SAZONAL**

ANDREIA CAVALCANTE PEREIRA

Manaus – Amazonas
Julho, 2009

ANDREIA CAVALCANTE PEREIRA

**PINNULARIACEAE (BACILLARIOPHYTA) DE UM LAGO DE
INUNDAÇÃO AMAZÔNICO (LAGO TUPÉ, AMAZONAS, BRASIL):
TAXONOMIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E SAZONAL**

Orientador: Dr. Sérgio de Melo

Co-orientadora: Dra. Lezilda Carvalho Torgan

**Fonte Financiadora: CNPq (Proc. 485618/2007-9), FAPEAM, PROJETO BIOTUPE-
INPA/UEA**

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do INPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

**Manaus – Amazonas
Julho, 2009**

FICHA CATALOGRÁFICA

Pereira, Andreia Cavalcante

Pinnulariaceae (Bacillariophyta) de um lago de inundação amazônico (lago Tupé, Amazonas, Brasil): taxonomia e distribuição espacial e sazonal / Andreia Cavalcante Pereira – Manaus: INPA
2009.

88 p. Ilust.

Dissertação de Mestrado – Área de Concentração Biologia de Água Doce e Pesca Interior

SINOPSE

As espécies da família Pinnulariaceae presentes na coluna d'água de um lago de águas pretas da Amazônia Central (lago Tupé) foram analisadas em três pontos de amostragem em escala bimestral, englobando os períodos de vazante e águas baixas de 2002 e 2003 e enchente e águas altas de 2003 e 2004. Aspectos como descrição dos caracteres taxonômicos, ilustração dos táxons identificados, verificação da influência dos períodos do ciclo hidrológico na riqueza específica foram avaliados.

Palavras-chave: 1. taxonomia 2. lago de inundação 3. águas pretas 4. diatomáceas.

Dedico,

Ao meu pequeno príncipe **João Pedro Melo**
meu maior tesouro que, aos olhos do PAI é
uma obra-prima que ELE planejou. Com suas
próprias mãos pintou a cor de sua pele. Os
seus cabelos desenhou.
Cada detalhe,
um toque de amor.

“⁶Porque o SENHOR dá a sabedoria; da sua boca é que vem o conhecimento e o entendimento.

⁷Ele reserva a verdadeira sabedoria para os retos. Escudo é para os que caminham na sinceridade,

⁸Para que guardem as veredas do juízo. Ele preservará o caminho dos seus santos.

⁹Então entenderás a justiça, o juízo, a equidade e todas as boas veredas.

¹⁰Pois quando a sabedoria entrar no teu coração, e o conhecimento for agradável à tua alma,

¹¹O bom siso te guardará e a inteligência te conservará” Pv. 2:6–11.

AGRADECIMENTOS

“Este é um dos momentos mais especiais em minha vida e quero agradecer a todos que, de forma direta ou indireta, acreditaram e contribuíram para o bom término desta dissertação. Alguns deles não vão aparecer, de qualquer forma, peço desculpas a todos que se sentirem injustiçados após lerem meus agradecimentos”.

À Deus, o grande mestre dos mestres, arquiteto da vida e o verdadeiro responsável, não só por estes anos de luta, mas sim por estar presente em meu coração, ajudando-me e dando forças para seguir em frente nesta longa estrada sinuosa chamada VIDA nos momentos de tribulações e alegrias.

Ao meu orientador Dr. Sérgio de Melo pela sua paciência, incentivo, confiança, amizade, espírito inovador e empreendedor na tarefa de multiplicar seus conhecimentos e que desde o início de minhas atividades ficológicas me deu a maior força.

À minha Co-orientadora Dra. Lezilda Carvalho Torgan, pesquisadora da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul pela sua amizade, carinho, dedicação, confiança depositada neste estudo em especial, por todos os momentos que se disponibilizou para ensinar-me e ajudar-me na realização desta dissertação.

Ao Dr. Edinaldo Nelson, coordenador do projeto BioTupé por proporcionar-me a oportunidade de trabalhar em um sistema tão interessante.

À Prof^a. Dra. Veridiana Scudeller pelo espaço físico no Laboratório de Microbiologia da Universidade do Estado do Amazonas, em especial pela atenção e disponibilidade de seu tempo para ensinar-me a tirar fotografias digitais no microscópio, e conselhos estatísticos.

Ao Prof^o. Dr. Celso Morato pela paciência, descontração e ensinamentos estatísticos.

Aos professores de Pós-Graduação do curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior (BADPI) pela qualidade de ensino prestada.

À Dra. Bárbara Ann Robertson pela versão do resumo em inglês e pelos momentos de “bate-papo” no corredor da CPBA.

À Dra. Ângela Varella, coordenadora do curso, que sempre me ajudou em vários momentos desta caminhada.

Às secretarias do curso BADPI, Carminha e Elany, pela atenção, amizade, os “cafezinhos” e todos os momentos de descontração na secretaria.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em especial à Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática e Pesca Interior e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior (BADPI-INPA) pela infraestrutura física, logística e acadêmica. Ao CNPq (Proc. 485618/2007-9) pelo apoio financeiro. Ao Projeto BioTupé (INPA/UEA) pelo suporte logístico, e à FAPEAM pela bolsa concedida.

Aos colegas da Turma BADPI 2007 pela experiência que passamos juntos nas disciplinas e até mesmo os encontros nos corredores do CPBA.

Aos colegas do Laboratório de Plâncton do INPA pelos momentos de descontração e aprendizagem, em especial ao Bruno, Fabiane, Ghidini, Danielle, Karla, Elvis, Júlio, Pauleci e Stela pelo apoio, conselhos, incentivo e motivação para que eu concluísse esta dissertação.

Ao PAPAI do João Pedro Melo, meu amor, companheiro, amigo, conselheiro, paciente e ouvinte, que sempre esteve comigo durante este período compartilhando as diversas fases desta jornada me dando apoio para tornar meus sonhos em realidade.

À minha MAMÃE, companheira indispensável nesta caminhada e que muito me ensina os valores da vida com dignidade e honra, independente do caminho que escolhi. Aos meus irmãos Simonyr Cavalcante Pereira e Carlos André Cavalcante Pereira pelos momentos de alegrias contagiantes e por terem orgulho de mim.

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA	i
SINOPSE	i
DEDICATÓRIA	ii
EPÍGRAFE	iii
AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Caracterização Limnológica da bacia Amazônica	1
1.2 Estudos Ficológicos na Amazônia	3
2. HIPÓTESES	9
3. OBJETIVOS	10
3.1 Geral	10
3.2 Específicos	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1 Área de estudo	11
4.2 Coleta e preservação das amostras	12
4.3 Análise e identificação das espécies	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1 Caracterização limnológica do lago Tupé	17
5.2 Distribuição temporal e espacial de Pinnulariaceae no lago Tupé	21
5.3 Composição Taxonômica	25
5.3.1 Sistema de classificação e caracterização da família Pinnulariaceae	29
6. CONCLUSÃO	56
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
8. ILUSTRAÇÕES	68
ÍNDICE REMISSIVO DOS TÁXONS IDENTIFICADOS	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudo. A) Imagem de Satélite mostrando a região de Manaus e a RDS Tupé. B) Vista aérea parcial do lago Tupé (Fonte: Projeto Biotupé).

Figura 2. Lago Tupé evidenciando as estações de amostragem (ET1, ET7, ET10).
Fonte: Projeto Biotupé.

Figura 3: Cota mensal do rio Negro registrado no Porto de Manaus e profundidade da estação central do lago Tupé no período estudado. Fonte: Medições fluviométricas do Porto de Manaus e Projeto BioTupé.

Figura 4: Número de táxons encontrados no lago Tupé nos anos de 2002 – 2003 e 2003 – 2004.

Figura 5: Número de táxons nos períodos Vazante-Águas Baixas e Enchente-Águas Altas no lago Tupé.

Figura 6: Número de táxons registrados nas estações de amostragem ao longo de dois ciclos hidrológicos no lago Tupé, no período de agosto de 2002 a junho de 2004. VAZ – AB = Vazante – Águas Baixas; ENC – AA = Enchente – Águas Altas.

Figura 7: Valores de constância para todo o período de amostragens no lago Tupé.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição das amostragens, nos períodos de vazante, seca, enchente e cheia nos anos de 2002 a 2004 no lago Tupé.

Tabela 2. Dados de referência das amostras coletadas no lago Tupé, no período de agosto de 2002 a junho de 2004.

Tabela 3: Valores de profundidade (metros) nas estações de coletas do lago Tupé, nos diferentes períodos de amostragem.

Tabela 4: Valores de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Tabela 5: Valores de pH nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Tabela 6: Valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Tabela 7: Valores de saturação de oxigênio dissolvido ($\text{O}_2\%$) nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Tabela 8: Valores de extinção de profundidade do disco de Secchi (metros) nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Tabela 9 – Lista de espécies da família Pinnulariaceae registradas nas três estações de amostragem no lago Tupé, ao longo de dois ciclo hidrológico (+ presença; - ausência).

RESUMO

Visando aprofundar os estudos sobre as diatomáceas da bacia do rio Negro foi desenvolvido o presente trabalho que teve por objetivo identificar e descrever as espécies da família Pinnulariaceae (Bacillariophyta) e verificar possíveis padrões de distribuição espacial e sazonal da riqueza e composição de espécies no lago Tupé, um ambiente de inundação de águas pretas da bacia do rio Negro. Para o presente estudo as amostras foram coletadas com rede de plâncton (25µm), nos períodos de agosto de 2002 a junho de 2004, em escala bimestral, englobando os períodos de vazante e águas baixas de 2002 e 2003 e enchente e águas altas de 2003 e 2004, em três estações de coletas. Para a análise morfológica das diatomáceas as amostras foram oxidadas e o material montado entre lâmina e lamínula. Foram analisadas três lâminas de cada amostra. A comunidade de diatomáceas da família Pinnulariaceae do lago Tupé esteve composta por 70 táxons distribuídos por 2 gêneros: *Caloneis Cleve* e *Pinnularia Ehrenberg*. O gênero *Pinnularia* foi o mais bem representado com 67 táxons e *Caloneis* com três táxons. O teste de X^2 demonstrou haver diferença significativa na riqueza das espécies da família Pinnulariaceae entre as estações de amostragem, independente da época do ano ($X^2_{0,05(22)} = 60,39$; $p < 0,05$) e mostrou que existe diferença significativa entre águas altas (junho/2003) e águas baixas (dezembro/2003) no lago Tupé com $X^2_{0,05(2)} = 6,42$; $p < 0,05$, no qual o período de águas baixas contribui com a maior riqueza de espécies. A beta diversidade foi baixa entre as estações ($\beta-1 = 22,9$) e entre os períodos do ciclo hidrológico ($\beta-1 = 37,3$) revelando condições mais homogêneas entre ambientes e alta troca de espécies entre períodos. Para este estudo dez espécies foram citadas pela primeira vez na Amazônia brasileira e um número expressivo de espécies do gênero *Pinnularia Ehrenberg* não puderam ser enquadradas com base na literatura já publicada.

ABSTRACT

In order to contribute to the knowledge of diatoms in the river Negro this project aimed at identifying and describing the species of the Pinnulariaceae (Bacillariophyta) family and verifying the possible spatial and seasonal distribution patterns of species richness and composition in lake Tupé, a black water lake of the river Negro river basin. Samples were collected with plankton net (25 μ m), at three sampling stations from August of 2002 to June of 2004 in scale bimonthly which included the falling and low water periods of 2002 and 2003 and rising water and high water periods of 2003 and 2004. For the morphological analysis of the diatoms the samples were oxidized and the material placed between a slide and cover slip. Three slides from each sample were examined. The Pinnulariaceae community of lake Tupé was made up of 70 taxons belonging to two genera, *Caloneis* Cleve and *Pinnularia* Ehrenberg, with three and 67 taxons, respectively. The X^2 test showed a significant difference in species richness between sampling stations ($X^2_{0,05(22)} = 60,39$; $p < 0,05$) independent of the time of year and significant differences between the high water (June, 2003) and the low water (December, 2003) periods $X^2_{0,05(2)} = 6,42$; $p < 0,05$, being that the greatest species richness occurs during the low water period. The Beta diversity was low between sampling stations ($\beta-1 = 22,9$) and between the different hydrological periods ($\beta-1 = 37,3$) demonstrating more homogenous conditions between the environment and the high degree of change of species between periods. Ten species are cited for the first time for the Brazilian Amazon.

1. INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DA BACIA AMAZÔNICA

Atualmente um dos maiores desafios da ciência é a conservação e a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas naturais perante o crescente impacto causado pelo crescimento humano. Para tanto, conhecer os organismos de determinado ambiente é um dos pontos primordiais para a conservação dos mesmos. Em especial, na região amazônica que apresenta uma vasta área com poucos estudos visando o conhecimento taxonômico de determinados grupos biológicos, dentre estes as diatomáceas.

A Bacia Amazônica é o maior sistema fluvial do mundo, drenando 37% do território da América do Sul e lançando aos oceanos cerca de 18% do total de água doce. Possui uma área de aproximadamente sete milhões de quilômetros quadrados, incluindo a bacia do rio Tocantins/Araguaia (Sioli, 1984). Deste total, o rio Negro contribui com cerca de 10% (Goulding *et al.*, 1988).

Ao processo de inundação e vazante, associado aos processos ecológicos do ambiente, Junk *et al.* (1989) denominaram de pulso de inundação, também tratado como pulso de matéria e energia por Neiff (1990). Este processo 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).

A variação do nível da água dos rios na Amazônia Central, média anual de 10 m, e as diferenças entre os níveis máximos e mínimos de 8 a 15 metros, influenciam a profundidade dos lagos localizados às margens destes rios e faz com que os ambientes de terras baixas sejam periodicamente inundados, provocando mudanças físico-químicas na qualidade d'água, o que, por sua vez, promove modificações drásticas nas condições ambientais, exigindo adaptações específicas na fauna e flora (Junk, 1983; Junk *et al.*, 1989). Em um sistema envolvendo planície de inundação-rio, grande parte da produção primária e secundária ocorre na planície de inundação, enquanto que o rio é o principal veículo de transporte de água e sólidos suspensos e dissolvidos (Junk & Wantzen, 2004).

De um modo geral, os lagos armazenam a água e o sedimento transportado pelo rio durante as cheias, possibilitando o equilíbrio do sistema como um todo, e atuando como berço para uma grande biodiversidade aquática (Junk, 1997). Os lagos amazônicos submetidos a flutuações anuais do nível da água sofrem influência sazonal sobre as características limnológicas, ecológicas e biológicas. Estes lagos podem apresentar-se constantemente conectados aos rios principais, ou em alguns casos, apenas no período de cheia. Quando sua ligação com o sistema fluvial é constante e intensa, tais corpos de água podem adquirir características similares às dos sistemas lóticos, algumas das quais originadas desde sua nascente. No período de seca, contudo, os lagos das planícies de inundação são influenciados principalmente pela precipitação pluviométrica, por afluentes secundários e pela constituição do solo e vegetação da bacia lacustre (Ibañez, 1998; Izaguirre *et al.*, 2001; Darwich *et al.*, 2005).

Além do pulso de inundação, os diferentes tipos de águas amazônicas são de grande importância na determinação e manutenção da diversidade aquática. Com base na coloração das águas e nos aspectos físicos e químicos, Sioli em 1950 (Sioli, 1984) classificou as águas dos grandes rios amazônicos em três tipos, a saber: **a)** águas brancas, caracterizadas pela elevada turbidez, riqueza em minerais e pH em torno do neutro (6,5 - 7); **b)** águas pretas, caracterizadas pela escassez de minerais e sólidos em suspensão, porém ricas em compostos orgânicos coloridos e ácidos húmicos e fúlvicos resultantes da decomposição incompleta do húmus do solo, que conferem a esse tipo de água coloração marrom-avermelhada e pH ácido em torno de 4 a 5; **c)** águas claras, caracterizadas pela transparência mais elevada, com reduzido fluxo de material inorgânico e orgânico dissolvido, pH variando de 4,5 a 7 e apresentando composição química e fertilidade variável, assumindo condições intermediárias entre as águas brancas e pretas. As águas brancas e pretas são bem representadas no estado do Amazonas, tendo como principais exemplos o rio Solimões/Amazonas e o rio Negro, respectivamente, enquanto um dos principais representantes de ambientes de águas claras é o rio Tapajós no estado do Pará.

As águas pretas representam um dos principais ecossistemas fluviais na região amazônica. Na bacia do rio Negro, as planícies inundáveis são cobertas predominantemente por floresta alagáveis denominadas localmente de floresta de igapó (Prance, 1980). A vegetação desta floresta tem sido apontada como uma fonte de nutrientes e substrato propiciando uma elevada diversidade de microalgas (Goulding *et al.*, 1988).

As alterações do ecossistema devido ao pulso de inundação, associado aos diferentes tipos de água da Amazônia, são refletidas na ecologia destes ambientes, resultando em adaptações e/ou alterações produzidas nas comunidades biológicas, a partir dos produtores primários. Dentre estes destacam-se as algas, grupo heterogêneo de organismos autotróficos de elevada riqueza de espécies, que representam um dos principais grupos de produtores primários nos ecossistemas aquáticos (Boney, 1989). Para a região amazônica, em especial, Araújo-Lima *et al.* (1986) e Forsberg *et al.* (1993) demonstraram que estes organismos desempenham um papel primordial no fluxo energético, que culminam como fonte de energia para muitas espécies de peixes, que na região amazônica é uma das principais fontes de energia à população local (Shrimpton & Giugliano, 1979).

Nos ambientes lacustres, as algas podem ser encontradas na região litorânea, bentônica e limnética ou pelágica. A composição taxonômica e a dinâmica destes organismos variam de ambiente para ambiente, visto que estão relacionadas com as condições físicas e químicas da água (Reynolds, 1984). Devido à sua grande sensibilidade a alterações químicas e físicas da água, muitas espécies de algas têm sido freqüentemente utilizadas como bioindicadores da qualidade de água, onde constituem organismos de grande importância na dinâmica e manutenção destes ambientes, nos quais se encontram em contato direto e contínuo (Uherkovich, 1984).

1.2 ESTUDOS FICOLÓGICOS NA AMAZÔNIA

Os estudos sobre algas na região Amazônica brasileira iniciaram-se no final da primeira metade do século XIX por Ehrenberg (1843), mas somente a partir da segunda metade do século passado foi registrado um pequeno aumento nas publicações. A partir de um acurado levantamento bibliográfico, Huszar (1994) e Melo *et al.* (2005a) constataram cerca de 86 trabalhos publicados em periódicos ou livros sobre algas continentais na Amazônia brasileira. A estes podem ser somadas as publicações de Kociolek *et al.* (2001), Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007), Viera *et al.* (2003,2005), Melo *et al.* (2005a,b; 2009), Ferrari *et al.* (2007), Souza *et al.* (2007). Considerando a extensão territorial, o número e volume dos corpos de águas da Amazônia, o total de trabalhos ficológicos nesta região é considerado reduzido fato que Lopes & Bicudo (2003) e Melo *et al.* (2005a), associaram à carência de ficologistas na região.

Entre os grandes grupos de microalgas de águas continentais, desmídias

(Desmidiaceae/Chlorophyta) e as diatomáceas (Bacillariophyta) se destacam na Amazônia em função da elevada riqueza de espécies conhecida e do grande número de espécies, variedades e formas descritas a partir de material dessa região. Pelas estimativas de Uherkovich (1984), dos 339 táxons de algas descritos a partir de material da Amazônia 313 eram de desmídias 43 de diatomáceas e 33 de outros grupos. Mais recentemente foi notado um aumento expressivo no número de novos táxons, em especial de diatomáceas descritos e publicados por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007) e por Kociolek *et al.* (2001) com base em material amazônico.

As diatomáceas constituem um grupo de organismos basicamente unicelulares, embora algumas espécies possam formar colônias. Caracterizam-se pela presença de uma frústula silicosa formada por duas valvas unidas pelas bandas conectivas. A classificação destas algas depende em grande parte das estruturas na parede valvar, como as pórtulas, estrias, rafes e espinhos. Constituem um grupo de grande diversidade taxonômica e são enquadradas, segundo Round *et al.* (1990), em três grandes classes: Coscinodiscophyceae, que apresenta simetria radial e são predominantemente planctônicas; e as classes Fragilariophyceae e Bacillariophyceae, com simetria bilateral, com ausência e presença de rafe, respectivamente (Round *et al.*, 1990).

Mais recentemente, Medlin & Kaczmarska (2004) com base em algumas características morfológicas (estrutura da parede do auxósporo) e citológicas (estrutura do pirenóide e corpúsculo de Golgi e ultra-estrutura do espermatozóide) sustentado pela biologia molecular, subdividiu a divisão Bacillariophyta em duas subdivisões: Coscinodiscophytina e Bacillariophytina. Na primeira, está incluída a classe Coscinodiscophyceae e na segunda as classes Mediophyceae e Bacillariophyceae. Nesta última, encontra-se a ordem Naviculales onde está a família Pinnulariaceae e o gênero *Pinnularia*, segundo Round *et al.* (1990).

As diatomáceas de águas continentais da Amazônia foram mencionadas pela primeira vez por Ehrenberg (1843) citando três espécies para o rio Coari. Cerca de 40 anos após Dickie (1881) menciona 188 táxons de diatomáceas, 31 de desmídias e 70 de outros grupos de algas para o rio Amazonas e seus tributários. E, posteriormente Patrick (1940 a,b), com base na análise de amostras de uma extensa coleção de Dr. Francis Drouet e Dr. Stillman, coletadas no período de 1934-1937, apresenta a descrição de novas espécies e variedades de diatomáceas para o estado do Pará. Nas décadas de cinquenta e sessenta, as publicações de Hustedt (Hustedt, 1952a,b; 1955a,b, 1965) apresentam descrições de várias espécies novas, em especial, dos gêneros *Achnanthes* Bory, *Actinella* Lewis, *Cocconeis* Ehrenberg, *Cymbela*

Agardh, *Eunotia* Ehrenberg, *Fragilaria* Lyngbye, *Navicula* Bory, *Peronia* Brébisson & Arnott ex Kitton e *Pinnularia* Ehrenberg.

Contribuições de cunho florístico e/ou taxonômico podem citar as de Schmidt & Uherkovich (1973); Uherkovich (1981), Thomasson (1955, 1971). Mais recentemente destacam-se as obras de Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007) nas quais são descritas 202 e 179 novos táxons de diatomáceas, respectivamente, a maioria provinda de amostras coletadas em diferentes tipos de águas da região Amazônica, incluindo amostras dos países vizinhos. Outro importante trabalho taxonômico para as diatomáceas é o de Kociolek *et al.* (2001), que descreve sete novas espécies do gênero *Actinella*, sendo seis espécies de material coletado na Amazônia brasileira.

Especificamente para os sistemas de águas pretas destacam-se as publicações de Uherkovich (1976); Uherkovich & Rai (1979); Uherkovich & Franken (1980); Fukushima & Xavier (1988); Souza-Mosimann *et al.* (1997); Alencar *et al.* (2001); Díaz-Castro *et al.* (2003), Melo *et al.* (2004, 2005a) e Ferrari *et al.* (2007), que no conjunto ou isoladamente, destacam aspectos taxonômicos ou florísticos das diatomáceas. Uherkovich (1976) identificou 33 espécies de diatomáceas em 16 amostras fitoplanctônicas do rio Negro. Uherkovich & Rai (1979), analisando amostras do fitoplâncton do rio Negro e seus afluentes constataram a dominância de diatomáceas no rio Jaú (41,51%), Carabinani (48,89%) e Unini (38,10%), afluentes do rio Negro, mencionando um total de 91 táxons. Embora ainda sejam poucos os trabalhos publicados sobre este grupo de algas na Amazônia, tanto nos aspectos ecológicos quanto nos taxonômicos, há um indicativo de elevada riqueza de espécies, fato que pode ser corroborado pelo levantamento taxonômico realizado por Uherkovich & Franken (1980), que encontraram um total de 329 táxons de algas dos quais 146 (44,37%) eram de diatomáceas.

Fukushima & Xavier (1988) apresentam 19 espécies de diatomáceas, agrupadas em 12 gêneros, resultado da análise de algumas amostras de perifíton coletadas no rio Negro próximo a cidade de Manaus. Souza-Mosimann *et al.* (1997) identificaram 32 espécies de diatomáceas em um estudo taxonômico das diatomáceas em conteúdo estomacal de peixes coletados no lago Prato, na região de Anavilhanas Amazonas. Alencar *et al.* (2001), em um estudo sobre autoecologia de Simuliidae (Díptera) de igarapés amazônicos, determinaram 29 táxons de diatomáceas no conteúdo estomacal de larvas da espécie *Simulium perflavum* Roubaud.

Analisando amostras de perifíton de ambientes de águas brancas e pretas da Amazônia Central, Putz (1997) constatou que em águas pretas as diatomáceas foram dominantes, com mais de 95% do total da comunidade de algas e que em águas brancas elas apresentaram picos de dominância nos períodos de enchente e vazante. Um estudo recente sobre a comunidade perifítica do rio Jaú mostrou que as diatomáceas constituem mais de 55% do componente desta comunidade (Díaz-Castro 1999). A descrição destas espécies de diatomáceas foi publicada mais recentemente por Diaz-Castro *et al.* (2003), que descreveram 60 táxons, sendo 49 a nível específico e 11 a nível de gênero.

Com base na análise do fitoplâncton de rede, Melo *et al.* (2004) no trabalho sobre a comunidade de algas de dois lagos localizados na margem do rio Jaú, e do próprio rio registraram a ocorrência de 35 táxons de diatomáceas. Recentemente, Ferrari *et al.* (2007) apresentam 29 espécies de Eunotiaceae, sendo 23 de *Eunotia* e seis de *Actinella*, provenientes de amostras de igarapés na BR 174 que liga Manaus a Boa Vista, RR.

Mais especificamente para o lago Tupé, um pequeno lago de águas pretas, localizado próximo a Manaus, cita-se as publicações de Crönberg, (1987); Meyer *et al.*, (1997); Melo *et al.*, (2005a, b) que discorreram sobre aspectos taxonômicos e florísticos das algas. Crönberg (1987) em uma publicação sobre Crysophyceae menciona dez espécies, das quais destaca-se *Synura spinosa* Korsikov var. *striata* Crönberg, uma nova variedade descrita. Meyer *et al.* (1997) apresentam descrição de uma nova espécie de dinoflagelado, *Peridiniopsis amazonica* B. Meyer, a partir de material da região de Manaus, incluindo o do lago Tupé. Melo *et al.*, (2005a) apresentam uma lista de espécies de algas do lago Tupé, exceto desmídias, grupo que é apresentado em Melo *et al.* (2005b), analisadas a partir de amostras mensais coletadas durante 20 meses. As diatomáceas com 49 táxons foi o grupo com maior número de espécies após as desmídias. Das diatomáceas encontradas cerca de 47% foram identificados até espécies ou categoria inferior, 16% como espécie, porém com indicativo de que necessitam ser conferidos, 35% foram registrados em nível de gênero e 2% em nível de classe. Além disso, em uma análise posterior foi constatado um acréscimo de quase 100% no número total de táxons de diatomáceas naquele lago (dados não publicados) que ainda não foram elucidados taxonomicamente.

De um modo geral, os trabalhos têm mostrado um elevado número de espécies de diatomáceas nos ambientes de águas pretas, em especial da família Eunotiaceae e Pinnulariaceae, grupo de algas frequentemente associado a ambientes oligotróficos e com

reduzidos valores de pH (Uherkovich, 1984; Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

A família Pinnulariaceae caracteriza-se pelos seus representantes unicelulares solitários, em sua maioria, com frústula simétrica segundo os planos medianos transapical e apical. Valvas lineares a lanceoladas, algumas vezes elípticas, extremidades valvares obtusamente arredondadas, podendo ser capitada a subcaptadas ou levemente cuneadas. Possuem câmaras (alvéolos) que se estende do *sternum* em direção as extremidades valvares. Esses se abrem para o exterior através de poros com oclusão do tipo hímen (Round *et al.*, 1990). Esta família apresenta cinco gêneros, *Caloneis* Cleve, *Diatomella* Greville, *Dimidiata* Hajós, *Östrupia* Heiden ex Hustedt e *Pinnularia* Ehrenberg.

Round *et al.* (1990), não concordaram com a identidade separada dos gêneros *Pinnularia* e *Caloneis*. Apesar de vários autores concordarem com a sugestão de Round *et al.* (1990) de unificação dos dois gêneros e a transferência das espécies de *Caloneis* para *Pinnularia*, nenhuma proposta formal foi feita até o momento (Brassac & Ludwig, 2006). Mann (2001) afirmou que até se ter uma idéia mais clara das relações taxonômicas dentro da família Pinnulariaceae, especialmente de suas seqüências genéticas, é melhor considerar *Caloneis* e *Pinnularia* gêneros separados, em vez de propor algo que não possa ser consolidado. Com base nas características estruturais dos alvéolos, analisados em microscopia eletrônica, Lange-Bertalot & Metzeltin (1996) criaram um gênero (*Chamaepinnularia* Lange-Bertalot & Krammer) a partir do gênero *Pinnularia* e mais recentemente, Krammer (2000) criou três novos gêneros (*Alveovallum* Lange-Bertalot & Krammer, *Hygropetra* Krammer & Lange-Bertalot e *Pulchella* Krammer). Esses gêneros também necessitam de estudos biomoleculares para uma definição mais precisa. Nesse contexto, optamos na presente dissertação, pela separação tradicional dos dois gêneros e a classificação de ambos na família Pinnulariaceae. Para os ambientes amazônicos é conhecido, até o momento, apenas registro dos gêneros *Pinnularia* e *Caloneis*.

Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), analisando amostras da região amazônica, encontraram 65 espécies do gênero *Pinnularia* descrevendo 22 novas espécies, 11 novas variedades e uma nova combinação. Em 2007 os mesmos autores descreveram outras 15 novas espécies, uma nova combinação e um novo nome, o que vem demonstrar que este gênero apresenta elevada diversidade de espécies na Bacia Amazônica. As referências feitas à família Pinnulariaceae na Amazônia aparece em listas constantes e eventualmente acompanhada de ilustrações, dentre estes pode-se citar (Uherkovich, 1976, 1981, 1984;

Uherkovich & Rai, 1979, Uherkovich & Franken, 1980).

No entanto, pouco são os estudos que se dedicaram a descrição detalhada das espécies desta família, e inexistente o conhecimento das possíveis mudanças da composição em relação ao ciclo hidrológico. Visando ampliar o conhecimento taxonômico sobre este grupo de algas de ambientes de águas pretas amazônicas, bem como, avaliar o efeito do pulso de inundação sobre estes organismos foram formuladas as hipóteses e objetivos da presente dissertação.

2. HIPÓTESES

H₀: Não existe diferença significativa na riqueza das espécies da família Pinnulariaceae entre as estações de coleta, independente da época do ano.

H₁: Existe diferença significativa na riqueza das espécies da família Pinnulariaceae entre as estações de coleta, independente da época do ano.

H₀: Não existe diferença significativa na riqueza da família Pinnulariaceae entre enchente e cheia (junho/2003) e vazante e seca (dezembro/2003) no lago Tupé.

H₁: Existe diferença significativa na riqueza da família Pinnulariaceae entre enchente cheia (junho/2003) e vazante seca (dezembro/2003) no lago Tupé.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Identificar e descrever as espécies da família Pinnulariaceae (Bacillariophyta) e verificar padrões de distribuição espacial e sazonal da riqueza e composição, em um lago de inundação de águas pretas da bacia do rio Negro.

3.2 ESPECÍFICOS

3.2.1 Determinar a riqueza específica de Pinnulariaceae do lago Tupé;

3.2.2 Descrever e ilustrar as espécies com base em suas características morfológicas e morfométricas;

3.2.3 Elaborar uma chave artificial para identificação das espécies;

3.2.4 Avaliar a frequência de ocorrência dos táxons e determinar o índice de constância das espécies nas estações amostradas;

3.2.5 Avaliar possíveis padrões de distribuição espacial e sazonal da riqueza e da composição.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O lago Tupé está localizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (RDS-Tupé), uma das maiores unidades de preservação do município de Manaus com cerca de 12.000ha (Fig. 1). Situa-se entre as coordenadas geográficas 60°19'08''W 03°04'22''S e 60°13'46'' W 02°57'50''S, cerca de 30 km a noroeste da cidade de Manaus, à margem esquerda do rio Negro (Scudeller *et al.*, 2005). É um ecossistema de águas pretas que sofre inundação periódica por ocasião da enchente do rio Negro, caracterizado por localizar-se em terrenos pouco elevado, pela escassez de minerais e sólidos suspensos, porém ricos em compostos orgânicos coloridos e ácidos húmicos (Rai & Hill, 1981). Nos períodos em que o rio Negro apresenta menor volume de água um grande banco de areia se estende entre o rio e o lago, sendo esta região fortemente explorada como balneário pela população de Manaus.

O lago Tupé apresenta um formato de “V”, com um braço maior de aproximadamente 2.504 m, e um menor de 1.149 m. Sua largura máxima é de aproximadamente 250 m, medida na confluência dos dois braços, e a mínima de 32 m, determinada no extremo oposto. Possui área superficial de 66,9 ha e volume de 1.440.260 m³ no período de águas baixas, e de 68 ha e 2.570.000 m³ no período de águas altas, (Aprile & Darwich, 2005).

O lago Tupé está conectado ao rio Negro através de um canal de cerca de 20 m de largura, 0,5 m de profundidade e 150 m de comprimento durante a fase seca, com amplitude média de variação de nível hidrométrico semelhante à do rio, estando superior a cota 19 m acima do nível do mar. Quando o nível da água deste está abaixo desta cota, ocorre afluxo de água do lago para o rio. Acima desta, há a entrada de água do rio ao lago. Na fase seca, em função do maior isolamento do lago em relação ao rio Negro, há maior contribuição da água dos cinco igarapés de floresta que convergem ao lago. Neste período a profundidade máxima do lago é em torno dos 5 m, enquanto no período de águas altas pode alcançar 15 m em sua região central, na região de confluência do braço longitudinal (maior) com o transversal (menor).

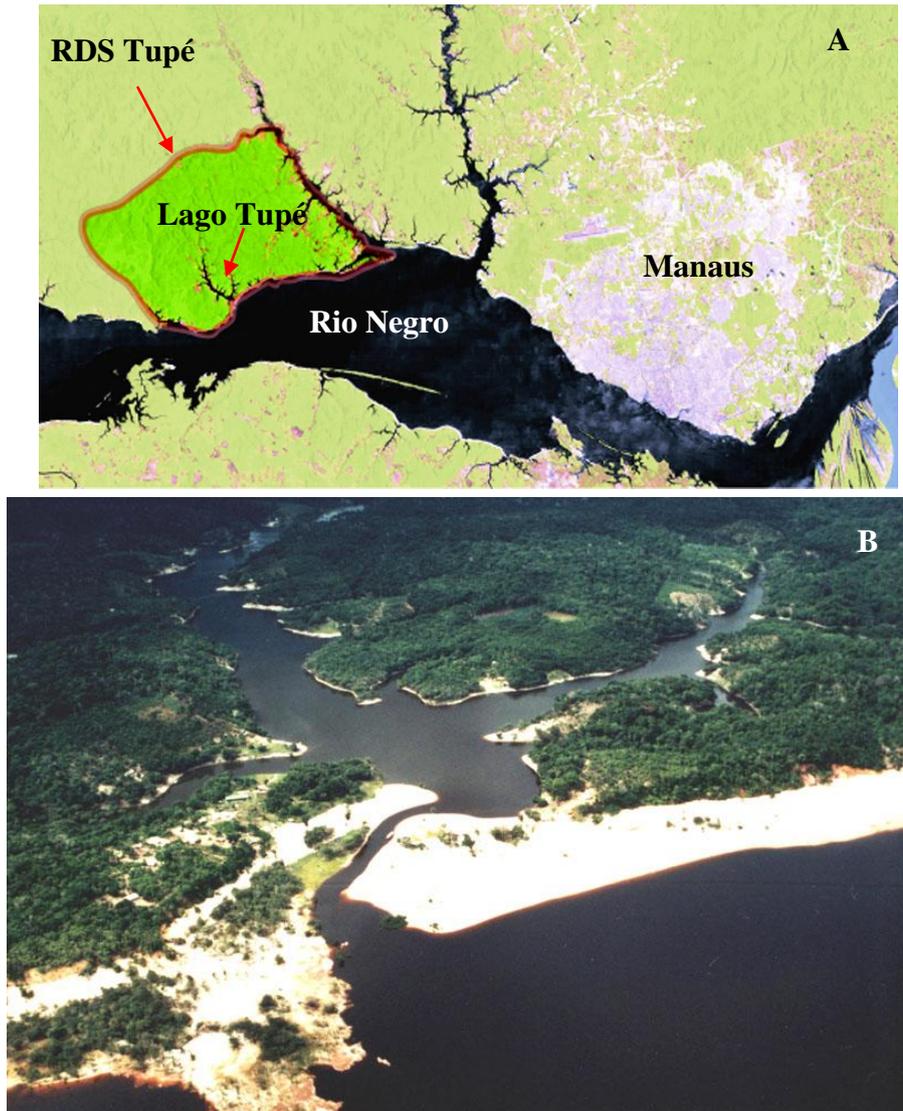


Figura 1. Área de estudo. A) Imagem de Satélite mostrando a região de Manaus e a RDS Tupé. B) Vista aérea parcial do lago Tupé (Fonte: Projeto Biotupé).

4.2 COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para o presente estudo as amostras foram obtidas com rede de plâncton com malha de 25 μ m, através de arrasto vertical e horizontal em três estações de coletas denominadas de ET1, ET7 e ET10 (Fig. 2).

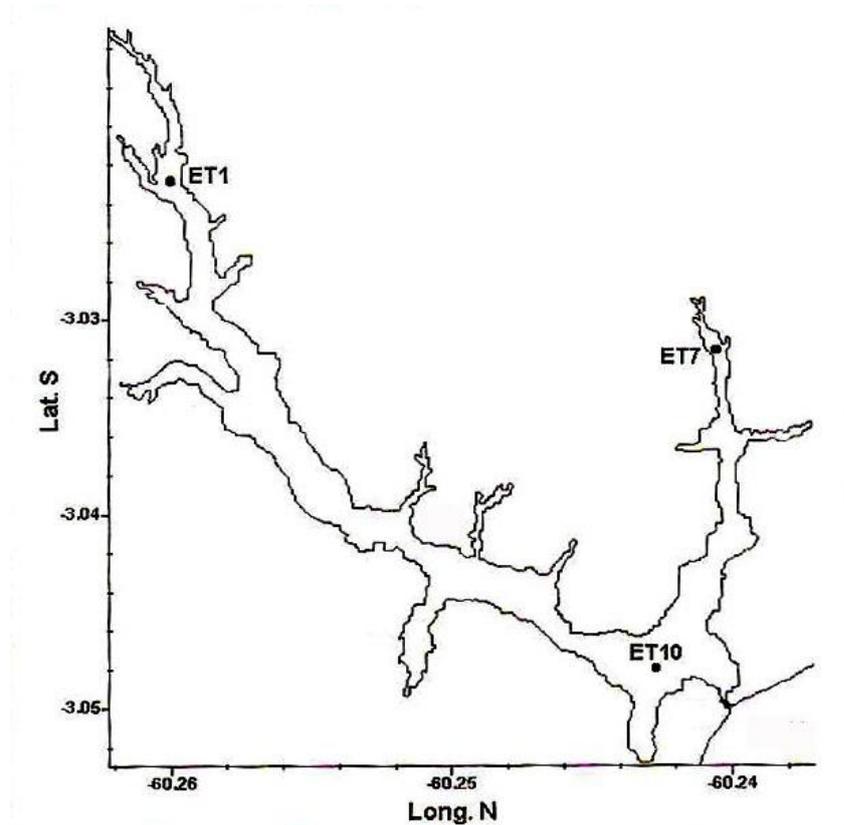


Figura 2. Lago Tupé evidenciando as estações de amostragem (ET1, ET7, ET10). Fonte: Projeto Biotupé.

Cada amostra coletada foi armazenada em frasco de vidro de 100 mL e fixada com solução de Transeau (seis partes de água, três de álcool e uma parte de formol) na proporção 1:1 conforme Bicudo & Menezes (2006). As coletas foram realizadas nos períodos de agosto de 2002 a junho de 2004, em escala bimestral, englobando os períodos de vazante e águas baixas de 2002 e 2003 e enchente e águas altas de 2003 e 2004, totalizando 12 coletas e um total de 36 amostras (Tab. 1).

Tabela 1. Distribuição das amostragens, nos períodos de vazante, seca, enchente e cheia nos anos de 2002 a 2004 no lago Tupé.

Períodos/Anos	Mês	2002	2003	2004
Vazante e Águas Baixas	Ago.	X	X	-
	Out.	X	X	-
	Dez.	X	X	-
Enchente e Águas Altas	Fev.	-	X	X
	Abr.	-	X	X
	Jun.	-	X	X

Concomitantemente às coletas foram efetuadas medidas, nas camadas superficiais da lâmina d'água, da temperatura e oxigênio dissolvido, através de leitura direta com oxímetro portátil (Yellow Springs Ints. modelo 55); medidas de pH e condutividade elétrica obtidas com potenciômetro portátil (Yellow Springs Ints. modelo 63). Além disso, foi determinada a profundidade de extinção do disco de Secchi na coluna d'água.

4.3 ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES

Para a análise das espécies, as amostras foram submetidas à oxidação, para eliminação da matéria orgânica e montagem de lâminas permanentes para melhor observação das características diacríticas. A preparação das amostras foi efetuada segundo o método de Stosch (1970), que consiste em igual volume da amostra de ácido nítrico e três vezes o volume da amostra de ácido sulfúrico levando-se ao fogo brando por cerca de três minutos, efetuando-se posteriormente, sucessivas lavagens com água destilada para eliminação do excesso de ácido. Ao término deste processo, o material foi montado entre lâmina e lamínula utilizando-se a resina Naphrax (Índice de Refração = 1,74) como meio de inclusão. Foram montadas três lâminas permanentes de cada amostra.

Análise do material foi efetuada em microscópio óptico (MO) da marca Leica, equipado com objetivas de aumentos 10x, 25x, 40x e 100x, lente micrometrada e câmera fotográfica digital, acoplada ao sistema óptico do microscópio. Para análise ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) após oxidação e lavagens, parte do material foi montada em lâminas de raios-X sobre “stubs” de alumínio, seco em estufa e metalizado com 30 nm de ouro. Utilizou-se o microscópio de marca GEOL JSM-6060 no Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com aceleração de 10 kV.

A identificação das espécies de diatomáceas foi baseada nas características morfológicas e morfométricas da frústula, tendo como base os trabalhos de Schmidt *et al.* Atlas (1874-1959), Hustedt (1965), Patrick & Reimer (1966), Simonsen (1987), Krammer (2000), Metzeltin & Lange-Bertalot (1998, 2007). As amostras analisadas, bem como uma lâmina permanente de cada amostra, foram depositadas no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). O número de registro no herbário e referências das estações e períodos de amostragem é especificado na tabela 2.

Tabela 2. Dados de referência das amostras coletadas no lago Tupé, no período de agosto de 2002 a junho de 2004.

Número da amostra	Dia	Mês	Ano	Estação de coleta	Número da lâmina	Registro do Herbário INPA
01	12	10	2002	1	LAM 0001	INPA 223884
02	12	10	2002	7	LAM 0002	INPA 223885
03	12	10	2002	10	LAM 0003	INPA 223886
04	14	12	2002	1	LAM 0004	INPA 223887
05	14	12	2002	7	LAM 0005	INPA 223888
06	14	12	2002	10	LAM 0006	INPA 223889
07	15	2	2003	1	LAM 0007	INPA 223890
08	15	2	2003	7	LAM 0008	INPA 223891
09	15	2	2003	10	LAM 0009	INPA 223892
10	12	4	2003	1	LAM 0010	INPA 223893
11	12	4	2003	7	LAM 0011	INPA 223894
12	12	4	2003	10	LAM 0012	INPA 223895
13	31	6	2003	1	LAM 0013	INPA 223896
14	31	6	2003	7	LAM 0014	INPA 223897
15	31	6	2003	10	LAM 0015	INPA 223898
16	16	8	2003	1	LAM 0016	INPA 223899
17	16	8	2003	7	LAM 0017	INPA 223900
18	16	8	2003	10	LAM 0018	INPA 223901
19	12	10	2003	1	LAM 0019	INPA 223902
20	12	10	2003	7	LAM 0020	INPA 223903
21	12	10	2003	10	LAM 0021	INPA 223904
22	13	12	2003	1	LAM 0022	INPA 223905
23	13	12	2003	7	LAM 0023	INPA 223906
24	13	12	2003	10	LAM 0024	INPA 223907
25	14	2	2004	1	LAM 0025	INPA 223908
26	14	2	2004	7	LAM 0026	INPA 223909
27	14	2	2004	10	LAM 0027	INPA 223910
28	17	4	2004	1	LAM 0028	INPA 223911
29	17	4	2004	7	LAM 0029	INPA 223912
30	17	4	2004	10	LAM 0030	INPA 223913
31	12	6	2004	1	LAM 0031	INPA 223914
32	12	6	2004	7	LAM 0032	INPA 223915
33	12	6	2004	10	LAM 0033	INPA 223916
34	18	8	2002	1	LAM 0034	INPA223969
35	18	8	2002	7	LAM 0035	INPA223971
36	18	8	2002	10	LAM 0036	INPA223972

As espécies e suas principais características morfológicas foram fotografadas, utilizando-se câmara digital Leica DFC295 acoplada no microscópio óptico. A partir dos

caracteres diacríticos das espécies foi elaborada uma chave de identificação. A classificação taxonômica adotada foi a de Round *et al.* (1990), acrescida da classificação em nível de subdivisão apresentada por Medlin & Kaczmarek (2004). A terminologia baseada nas descrições dos táxons foi baseada em Ross *et al.* (1979), Barber & Haworth (1981), Cox & Ross (1981) e Mann (1981).

A partir da observação das lâminas permanentes foi registrada a riqueza específica que expressa o número de táxons presentes em cada amostra. Com base na presença e ausência dos táxons, calculou-se o índice de constância através da equação $C = (p \times 100)/P$ onde; p é o número de coletas contendo a espécie, P é o número total de coletas, como critério considerou-se $C > 70$ espécies constantes; $30 < C < 70$ espécies frequentes; $10 < C < 30$ espécies esporádicas; $C < 10$ representam espécies raras.

Utilizou-se o teste χ^2 (Qui-quadrado), para averiguar os possíveis padrões de flutuação temporal e espacial da riqueza, buscando possíveis associações com o pulso de inundação (Zar, 1974). Além disto, a beta diversidade ($\beta-1 = [0-100]$, Harrison *et al.*, 1992) que mede a taxa de substituição de espécies ao longo de um gradiente ambiental, foi avaliada a fim de observar a influência da heterogeneidade entre as estações sobre a composição de espécies de Pinnulariaceae encontrada no lago Tupé.

$$\beta-1 = \{[(\gamma/\alpha_{med}) - 1] / (N - 1)\} * 100$$

γ = Total de espécies em um conjunto de estações;

α_{med} = Média das espécies em um conjunto de estações

N = Número de estações.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO LAGO TUPÉ

A variação do nível de água do rio Negro é determinada fundamentalmente pelo regime hidrológico do rio Solimões e, em menor extensão, pelo próprio rio Negro (Schmidt, 1973), portanto, o índice fluviométrico do rio Negro é um reflexo do nível de água do Amazonas, sendo por isso, utilizado como ponto de referência para esse estudo (Figura 3).

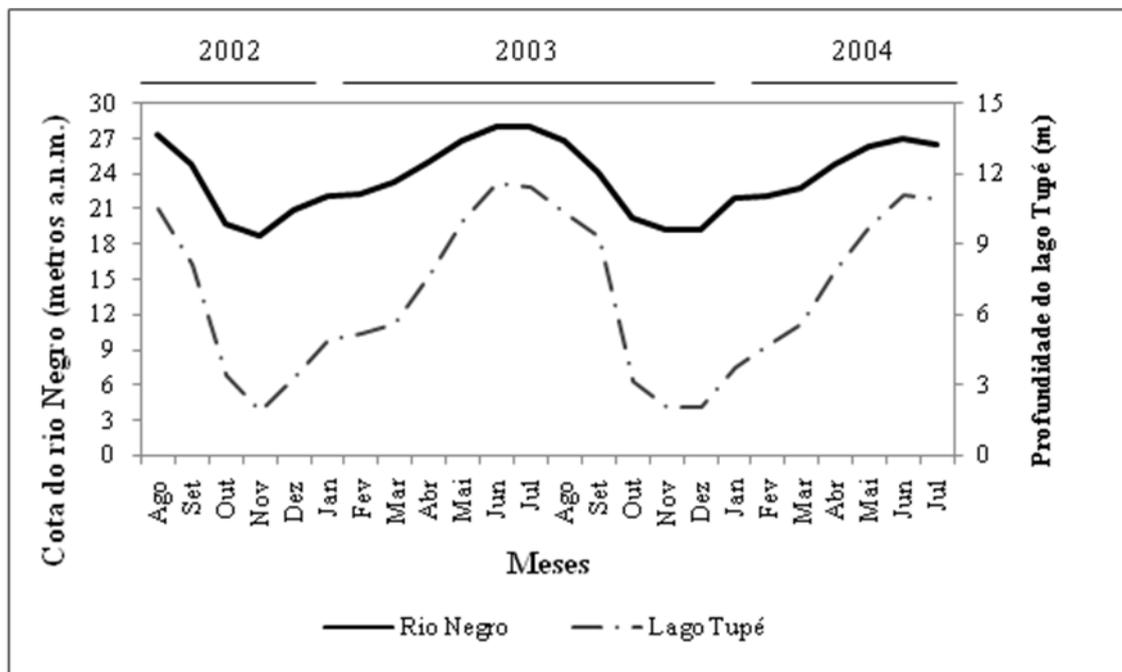


Figura 3: Cota mensal do rio Negro registrado no Porto de Manaus e profundidade da estação central do lago Tupé (ET 10) no período estudado. Fonte: Medições fluviométricas do Porto de Manaus e Projeto BioTupé.

O lago Tupé apresentou ampla flutuação do nível de água. A profundidade média do lago variou de 2,0 m no período de águas baixas (dezembro 2003) a 11,6 m no período de águas altas (junho de 2003). A maior profundidade foi observada em junho de 2003 e 2004 na estação 10 quando a água atingiu 13,5 e 14,8 m, respectivamente. Os menores valores foram observados na estação 7 (dezembro de 2003) quando a água atingiu 0,3 m (Tabela 3).

Tabela 3: Valores de profundidade (metros) nas estações de coletas do lago Tupé, nos diferentes períodos de amostragem.

Estações	2002			2003						2004		
	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun
ET 1	9,00	2,30	2,20	3,90	6,35	11,20	9,20	1,90	1,00	3,75	6,50	10,00
ET 7	9,00	1,80	2,10	3,50	5,98	10,10	8,90	1,10	0,30	3,10	6,60	8,50
ET 10	13,40	6,00	5,50	8,00	10,50	13,50	9,80	6,40	4,80	7,00	10,50	14,80
Média	10,47	3,37	3,27	5,13	7,61	11,60	9,30	3,13	2,03	4,62	7,87	11,10
Mínimo	9,00	1,80	2,10	3,50	5,98	10,10	8,90	1,10	0,30	3,10	6,50	8,50
Máximo	13,40	6,00	5,50	8,00	10,50	13,50	9,80	6,40	4,80	7,00	10,50	14,80

Os valores de temperatura da água nos doze bimestres de estudos apresentaram pequena variação sazonal e interanual. Os valores médios da temperatura da água nas estações oscilaram entre 29,3°C e 32,3°C. A temperatura mínima foi observada em dezembro de 2003, na estação 7, quando o valor medido foi de 28,6°C e os maiores valores ocorreram nos meses de agosto e outubro de 2003, oscilando entre 31,9°C a 32,9°C e em fevereiro de 2004 com 32,6°C (Tabela 4). Darwich *et al.* (2005) analisaram amostras de água durante o ciclo hidrológico de 2002/2003 no lago Tupé apresentando valores de temperatura semelhantes a esse estudo, na qual a variação foi de 24,8-32°C. Em escala regional, a temperatura da água é influenciada pela latitude e altitude (Esteves, 1998), no entanto, localmente, numerosos fatores podem influenciar a temperatura da água, tais como sombreamento, profundidade e condições hidrológicas.

Tabela 4: Valores de temperatura da água (°C) nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Estações	2002			2003						2004		
	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun
1	29,5	31,5	31,1	31,3	31,0	31,5	32,4	32,6	30,7	31,1	30,1	29,7
7	29,2	31,4	31,3	30,3	30,6	30,5	31,9	32,9	28,6	32,6	31,8	29,0
10	29,7	31,1	31,1	30,3	29,5	31,3	31,0	31,5	29,9	32,6	30,2	29,2
Média	29,5	31,3	31,2	30,6	30,4	31,1	31,8	32,3	29,7	32,1	30,7	29,3
Mínimo	29,2	31,1	31,1	30,3	29,5	30,5	31,0	31,5	28,6	31,1	30,1	29,0
Máximo	29,7	31,4	31,3	31,3	31,0	31,5	32,4	32,9	30,7	32,6	31,8	29,7

Durante este estudo, os valores médios de pH oscilaram de 3,34 no período de águas altas (junho 2004) a 7,15 no período de águas baixas (dezembro 2003). Os menores valores foram observados nas estações 1 e 10, no período de águas altas (junho de 2004) e o valor máximo no período de águas baixas (dezembro 2003) cujo valor foi de 7,72 (Tabela 5). Chama-se atenção os elevados valores de pH registrados no período de águas baixas de dezembro de 2003, fato que difere estes resultados dos obtidos por Darwich *et al.* (2005),

amostras analisadas trimensalmente no lago Tupé em dezembro de 2002 a setembro de 2003, cujo valor mínimo observado foi de 3,9 e máximo foi de 5,2, incluindo um ciclo hidrológico.

Tabela 5: Valores de pH nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Estações	2002			2003						2004		
	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun
1	4,83	3,80	4,01	4,70	4,90	4,20	4,05	4,15	6,28	4,20	4,16	3,26
7	4,70	3,80	5,10	4,70	4,92	3,85	3,44	4,05	7,46	3,68	3,73	3,50
10	4,66	3,80	4,54	5,10	4,49	3,92	3,78	4,08	7,72	3,78	3,78	3,26
Média	4,73	3,80	4,55	4,83	4,77	3,99	3,76	4,09	7,15	3,89	3,89	3,34
Mínimo	4,66	3,80	4,01	4,70	4,49	3,85	3,44	4,05	6,28	3,68	3,73	3,26
Máximo	4,83	3,80	5,10	5,10	4,92	4,20	4,05	4,15	7,72	4,20	4,16	3,50

Os valores médios de condutividade elétrica variaram de $2,33\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (junho de 2004) a $14,2\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (junho de 2003), ambos nos períodos de águas altas (Tabela 6). Os valores registrados de condutividade elétrica nesse estudo estão próximos aos registrados por Melo *et al.* (2004) na bacia do rio Negro, nos períodos de águas altas e enchente, registrando valores entre $10,2\text{--}11,2\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e em especial para o lago Tupé, esses resultados assemelham-se aos trabalhos de Rai & Hill (1981), Darwich *et al.* (2005) e Melo *et al.* (2005a), que encontraram maior condutividade no período de águas altas.

Tabela 6: Valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Estações	2002			2003						2004		
	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun
1	7,70	7,60	8,60	7,40	9,80	13,20	9,30	6,30	5,70	10,50	12,90	2,26
7	8,30	7,70	3,70	10,30	13,10	14,90	9,40	7,70	7,10	12,80	2,55	2,34
10	8,20	7,70	6,02	7,70	12,10	14,50	10,40	7,90	6,30	12,60	2,63	2,39
Média	8,07	7,67	6,11	8,47	11,67	14,20	9,70	7,30	6,37	11,97	6,03	2,33
Mínimo	7,70	7,60	3,70	7,40	9,80	13,20	9,30	6,30	5,70	10,50	2,55	2,26
Máximo	8,30	7,70	8,60	10,30	13,10	14,90	10,40	7,70	7,10	12,80	12,90	2,39

Águas com características ácidas e de baixa condutividade elétrica são freqüentes nos ecossistemas amazônicos de águas pretas, como já demonstrado em estudos anteriores realizados no rio Jaú (Díaz-Castro, 1999), no lago Tupé (Rai & Hill, 1981; Darwich *et al.*, 2005) e no rio Negro próximo a Manaus (Junk & Silva, 1995; Furch & Junk 1997), entre outros.

Os valores médios da saturação de oxigênio dissolvido oscilaram entre 23,3 a 95,3% nos períodos de águas altas de 2003 e águas baixas de 2002, respectivamente (Tabela 7). O valor mínimo foi observado em junho de 2003 (22,3%) e o máximo em dezembro de 2002 (135,5%). Os valores registrados nesse estudo foram semelhantes aos registrados por Darwich *et al.* (2005) com intervalo de 0,3-124,5%.

Tabela 7: Valores de saturação de oxigênio dissolvido (O₂%) nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Estações	2002			2003						2004		
	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun
1	61,4	52,0	85,5	78,3	78,5	22,3	83,9	71,0	75,0	26,7	50,0	44,8
7	50,7	34,0	135,5	69,3	61,8	23,7	17,6	60,0	50,0	26,3	24,0	52,4
10	52,1	38,7	65,0	75,4	52,4	23,8	18,3	61,0	45,0	26,3	24,0	50,0
Média	54,7	41,6	95,3	74,3	64,2	23,3	39,9	64,0	56,7	26,4	32,7	49,1
Mínimo	50,7	34,0	65,0	69,3	52,4	22,3	17,6	60,0	45,0	26,3	24,0	44,8
Máximo	61,4	52,0	135,5	78,3	78,5	23,8	83,9	71,0	75,0	26,7	50,0	52,4

Os valores médios da transparência da água, medida pela extinção do disco de Secchi, oscilaram de 0,57 m no período de águas baixas de 2003 a 1,33 m na enchente de 2003 (Tabela 8). A menor transparência foi observada em águas baixas de 2003 e a maior na enchente de 2003, sendo 0,3 e 1,6 metros, respectivamente. Esses valores foram semelhantes aos registrados por Melo *et al.* (2004) e em especial para o lago Tupé, por Melo *et al.* (2005a).

Tabela 8: Valores de extinção de profundidade do disco de Secchi (metros) nas estações de coletas do lago Tupé nos diferentes períodos de amostragens.

Estações	2002			2003						2004		
	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun
1	1,10	1,10	1,10	1,60	1,30	0,90	1,40	1,00	0,70	1,50	1,20	0,90
7	1,00	1,00	1,10	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	0,30	1,10	1,00	1,05
10	1,10	1,10	1,10	1,20	1,10	1,20	1,50	1,20	0,70	1,30	1,00	0,90
Média	1,07	1,07	1,10	1,33	1,20	1,10	1,30	1,07	0,57	1,30	1,07	0,95
Mínimo	1,10	1,00	1,10	1,20	1,10	0,90	1,00	1,00	0,30	1,10	1,00	0,90
Máximo	1,00	1,10	1,10	1,60	1,30	1,20	1,50	1,20	0,70	1,50	1,20	1,05

5.2 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DE PINNULARIACEAE NO LAGO TUPÉ

Durante este estudo foram registrados 70 táxons de algas da família Pinnulariaceae (Tabela 9). Considerando os dois anos de estudo, o primeiro ano (agosto 2002 – junho 2003) apresentou maior riqueza de espécies (61 táxons) em relação ao segundo ano (agosto 2003 – junho 2004), quando foram observados 55 táxons (Figura 4).

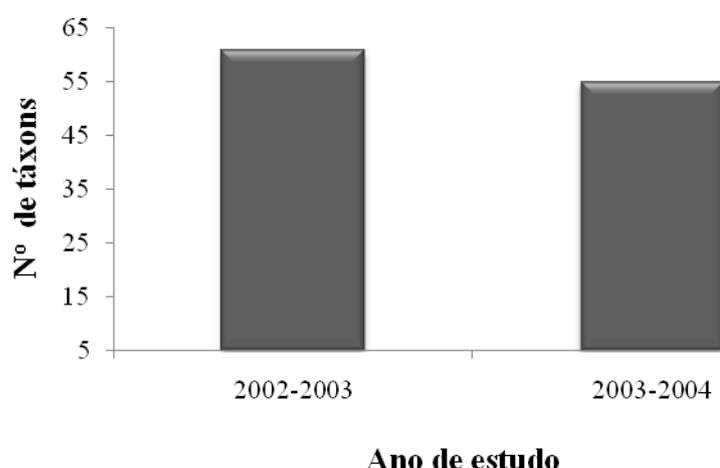


Figura 4: Número de táxons encontrados no lago Tupé nos anos de 2002 – 2003 e 2003 – 2004.

Considerando a distribuição da riqueza em relação ao ciclo hidrológico, o período de vazante - águas baixas apresentou maior riqueza com 52 táxons pertencentes aos gêneros *Pinnularia* e *Caloneis*, em relação ao período de enchente - águas altas, onde foram constatados 33 táxons, pertencentes somente ao gênero *Pinnularia* (Figura 5), portanto a riqueza mostrou um padrão de distribuição em relação aos ciclos hidrológicos.

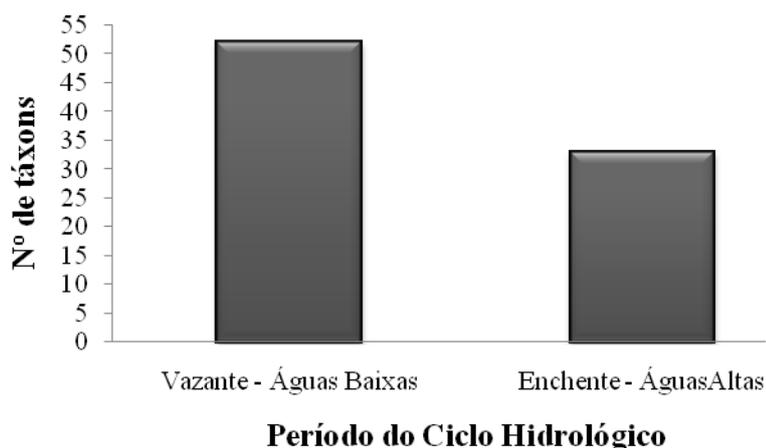


Figura 5: Número de táxons nos períodos Vazante-Águas Baixas e Enchente-Águas Altas no lago Tupé.

A distribuição da riqueza em relação às estações de amostragem foi distinta nos diferentes períodos do ciclo hidrológico, não ocorrendo um padrão de distribuição espacial deste atributo (Figura 6). No período de vazante – águas baixas, em agosto e outubro de 2002 a riqueza nas estações 7 e 10 foram maiores que a observada na estação 1, enquanto que no mês de dezembro/2002 a riqueza foi maior na estação 1 em relação as demais estações. No período de enchente- águas altas (fevereiro a junho de 2003) a riqueza foi maior na estação 7. No período de vazante- águas baixas (agosto a dezembro de 2003) ora a estação 1 ora a estação 7 apresentaram maior riqueza. E, no período de enchente e águas altas (fevereiro a junho de 2004) a riqueza foi maior na estação 1.

Análises geológicas e geomorfológicas estimam que as áreas inundáveis do Amazonas (bacia amazônica) e sua vasta rede de tributários têm 300.000 Km² de áreas sazonalmente inundadas bordeando os grandes rios (Gouding, 1996; Junk & Weber, 1996). Estas planícies de inundação são áreas que recebem periodicamente o aporte lateral das águas dos rios e lagos no momento da enchente e cheia e na vazante ocorre o contrário, ou seja, as águas das planícies escoam para os lagos e rios, frequentemente enriquecidas por nutrientes provenientes da floresta inundada. A variação da riqueza da flora de Pinnulariaceae constituída neste estudo pode estar relacionada a esta dinâmica. A maior riqueza no período de vazante –águas baixas, demonstra a origem destas espécies, as mesmas provavelmente são provenientes das águas dos igarapés de floresta, com baixa lâmina d’água, já que o gênero *Pinnularia* é bentônico, ou seja, se desenvolve preferencialmente no leito dos cursos d’água.

De um modo geral, os lagos da planície de inundação Amazônica tendem a apresentar

circulação diária da coluna d'água no período de menor profundidade e circulação que ocorre em intervalos maiores de tempo no período de maior profundidade (Tundisi, *et al.* 1984; Melo & Huszar, 2000; Esteves, *et al.*, 1994; MacIntyre & Melack, 1984, 1988). A circulação da coluna d'água pode também explicar os valores elevados da riqueza de espécies de *Pinnularia* em dezembro de 2003, quando se observou menor nível de água no lago nas três estações de amostragem (Figura 6). As espécies dos bentos com a turbulência na coluna d'água se deslocam ao plâncton (Torgan, comunicação pessoal). Nos demais períodos do ciclo sazonal as variações interanuais não foram tão marcantes quanto no período de vazante – águas baixas.

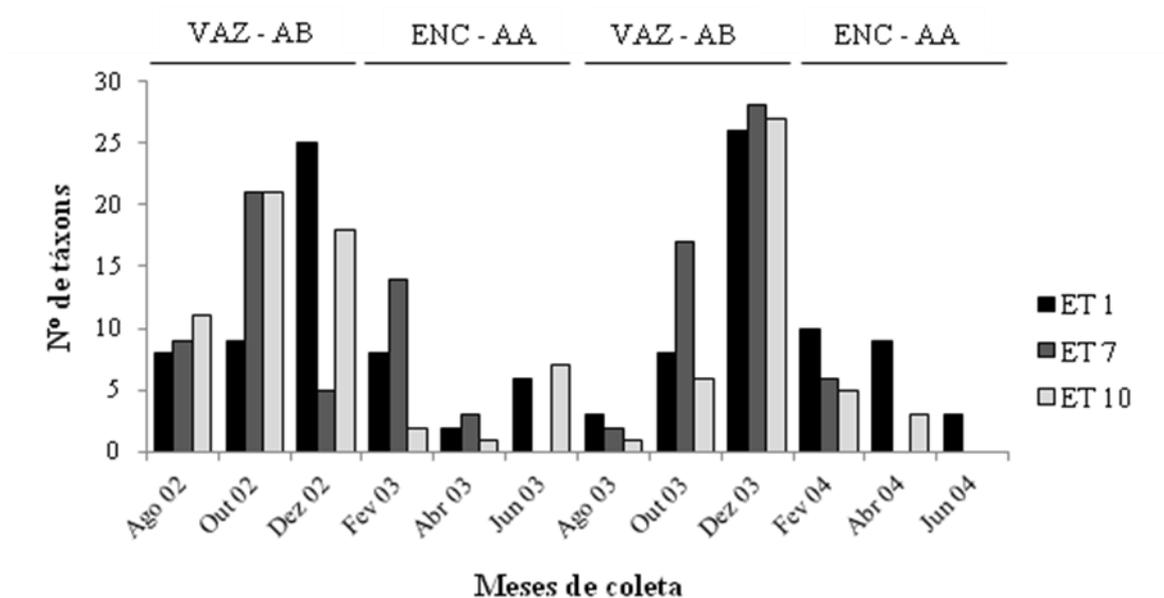


Figura 6: Número de táxons registrados nas estações de amostragem ao longo de dois ciclos hidrológicos no lago Tupé, no período de agosto de 2002 a junho de 2004. VAZ – AB = Vazante – Águas Baixas; ENC – AA = Enchente – Águas Altas.

Os períodos de águas altas nos lagos de inundação amazônicos geralmente apresentam menor riqueza de espécies fitoplanctônicas, bem como menor densidade populacional, fato relacionado às estratégias de desenvolvimento sucessional da comunidade de algas, bem como à diluição devido ao maior volume de água (Huszar, 1994; Huszar e Reynolds, 1997; Ibañez 1998). Para família Pinnulariaceae ocorre fato semelhante, mas provavelmente devido estratégias distintas por se tratar de organismos bentônicos. Melo *et al.* 2004; Melo *et al.* 2005a também registraram menor riqueza de espécies nos períodos de águas altas em lagos e rios do Parque Nacional do Jaú e no baixo rio Negro.

Recentemente Melo *et al.* (2005a) estudaram a composição e flutuação temporal do fitoplâncton de rede na comunidade de diatomáceas no lago Tupé. Neste trabalho, eles destacam o elevado número de espécies de diatomáceas registradas (49 táxons), quando comparado com os demais grupos taxonômicos, além de constatar a tendência de as diatomáceas apresentarem maior riqueza de espécies no período de águas baixas e enchente, padrão semelhante ao registrado neste estudo. Contudo, foi identificado na referida investigação apenas seis táxons pertencentes à família Pinnulariaceae.

Visando averiguar quão freqüente foram às espécies nas diferentes estações de amostragem foi calculado o índice de constância das espécies. Houve um predomínio de espécies raras e esporádicas, ou seja, aquelas registradas em menos de 10 (57,15%) ou entre 10 e 30% (32,85%) das amostras analisadas, respectivamente (Figura 7). As espécies freqüentes compreenderam apenas 10%, dentre estes são *Pinnularia confirma* Metzeltin & Krammer, *P. instabiliformis* Krammer & Metzeltin, *P. instabilis* (Schmidt) Metzeltin *P. latevitata* var. *latevitata* Cleve, *P. nobilefasciata* Krammer & Metzeltin, *P. rostratissima* var. *ventricosa* Metzeltin & Lange-Bertalot, *P. subgibba* var. *capitata* Metzeltin & Krammer, enquanto que não foram encontradas espécies constantes, ou seja, com mais de 70% das amostras analisadas (Tabela 9).

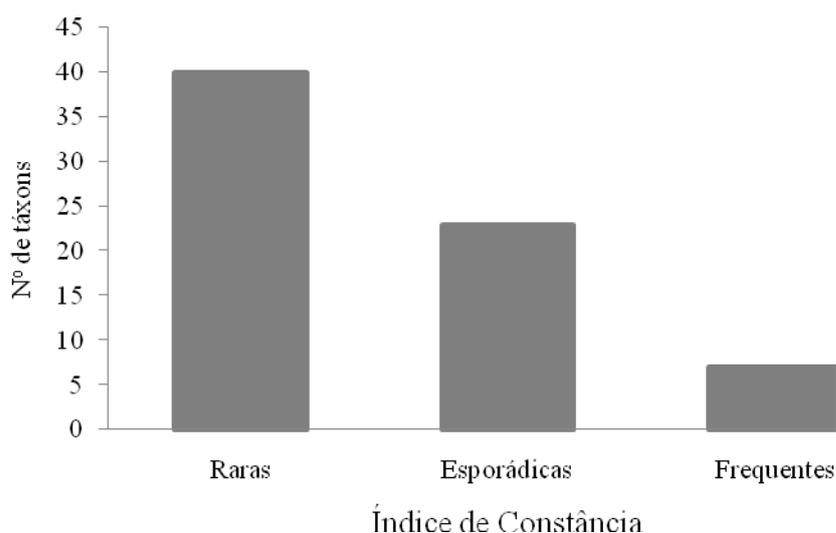


Figura 7: Valores de constância para todo o período de amostragens no lago Tupé.

Para averiguar as hipóteses apresentadas neste estudo, foi feito teste de X^2 , que demonstrou haver diferença significativa na riqueza das espécies da família Pinnulariaceae

entre as estações de amostragem, independente da época do ano ($X^2_{0,05(22)} = 60,39$; $p < 0,05$). A segunda hipótese o H_0 foi rejeitada com $X^2_{0,05(2)} = 6,42$; $p < 0,05$ mostrando que existe diferença significativa entre águas altas (junho/2003) e águas baixas (dezembro/2003) no lago Tupé, no qual o período de águas baixas contribui com a maior riqueza de espécies. A beta diversidade que varia de 0 (ecossistemas totalmente similares) à 100 (ecossistemas totalmente dissimilares) foi baixa entre estações no lago Tupé ($\beta-1 = 22,9$), revelando condições mais homogêneas entre tais ambientes. Foi observada beta diversidade entre os períodos do ciclo hidrológico – Enchente, Águas Altas, Vazante, Águas Baixas – ($\beta-1 = 37,3$). Isto sugere que a distribuição da composição e diversidade da família Pinnulariaceae são homogêneas e há alta troca de espécies entre períodos.

5.3 COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA

A comunidade de diatomáceas da família Pinnulariaceae do lago Tupé, nos períodos de agosto de 2002 a junho de 2004, esteve composta por 70 táxons distribuídos por 2 gêneros: *Caloneis Cleve* e *Pinnularia Ehrenberg* (Tabela 2). O gênero *Pinnularia* foi o mais bem representado com 67 táxons (27 espécies, oito variedades, sendo duas típicas, e 32 em nível de gênero) seguido por *Caloneis* (uma variedade, uma espécie *conferatum*, um em nível de gênero). Dos táxons encontrados 37 foram identificados em nível específico ou infra-específico, incluindo um “*conferatum*”. Estes estão a seguir descritos e ilustrados. Os demais táxons não identificados em nível específico encontram-se numerados e citados na tabela 9.

5.3.1 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FAMÍLIA PINNULARIACEAE

Divisão: Bacillariophyta

Subdivisão: Bacillariophytina

Classe: Bacillariophyceae

Ordem: Naviculales

Família: Pinnulariaceae

Gênero: *Caloneis* Cleve 1894

Gênero: *Diatomella* Greville 1855

Gênero: *Dimidiata* Hajós 1974

Gênero: *Östrupia* Heiden *ex* Hustedt 1935

Gênero: *Pinnularia* Ehrenberg 1843 *nom. com*

Gênero *Caloneis* Cleve, Synopsis of the Naviculoid Diatoms. 1: 46. 1894.

Espécie-tipo: *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve (= *Navicula amphisbaena* Bory).

O gênero *Caloneis* foi proposto por Cleve em 1894, que o caracterizou pelas valvas freqüentemente convexas, podendo ser lineares, lanceoladas, panduriformes ou, raro sigmóides e assimétricas; estrias geralmente paralelas e divergentes, raro convergentes no sentido das extremidades valvares e cruzadas por uma ou várias linhas longitudinais (Cleve 1894-1895).

Atualmente, o gênero é reconhecido por ser extremamente similar ao gênero *Pinnularia*, isto é, possuem estrias do tipo alveolados (de um modo geral, proporcionalmente mais fina em *Caloneis*), a terminação central da rafe é expandida externamente a levemente fletida para margem primária da valva e, as fissuras terminais possuem, geralmente, forma de gancho, curvado no sentido da margem secundária. Em relação ao *sternum* da rafe, a maioria apresenta espaço amplo e muitas vezes infladas no centro a ligeiramente assimétrica.

Chave para identificação dos táxons encontrados de *Caloneis*

- 1. Valvas lanceoladas *Caloneis cf. westii*
- 1. Valvas lineares
 - 2. Margens onduladas *C. ventricosa var. minuta*
 - 2. Margens paralelas *Caloneis sp.*

Caloneis ventricosa (Ehrenberg) Meister var. *minuta* (Grunow) Mills, Index Diat. ,v. 2, p.1177, 1934. **Prancha 1, Figura 1.**

Valvas lineares com margens levemente onduladas, infladas na região mediana, extremidades cuneadas. Comprimento 41,2µm, largura 7,2µm. *Sternum* da rafe estreito, área central retangular alcançando as margens. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas próximas entre si. Estrias ligeiramente radiadas, paralelas nas extremidades, 22-23 estrias em 10 µm.

Ocorrência para Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Comentários: O exemplar apresentou maior comprimento dos limites de (22-33 µm) apresentado por Patrick & Reimer (1966) para esta variedade. As características morfológicas que caracterizam essa variedade, ou seja, extremidades cuneadas, área central ampla são observadas no exemplar. Este táxon assemelha-se a *Caloneis inflata* (Hustedt) Metzeltin & Lange-Bertalot, encontrada no rio Essequibo, Guyana por Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), entretanto este difere por possuir menor número de estrias (18–19 estrias em 10 µm) e área central mais estreita.

Material examinado: INPA223969.

Caloneis cf. westii (W. Smith) Hendey. **Prancha 1, Figura 2–5.**

Valvas lanceoladas, extremidades subcapitado-arredondadas. Comprimento 113,3–188,7µm, largura 30–41µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, área

central simétrica. Rafe filiforme com extremidades proximais sutilmente fletidas. Estrias transapicais, levemente radiadas, paralelas a convergentes nos extremidades, 8–10 em 10µm.

Comentários: A população observada lembra no aspecto geral a *Caloneis westii*, no entanto ela difere do basônimo *Navicula westii*, descrito por Smith (1853) e do próprio *Caloneis westii* (W. Smith) Hendey pela forma das extremidades, que nesta espécie é obtuso e sub-cuneados, bem como pelas menores dimensões (45-130µm x 12-28µm) e maior número de estrias (12-14 em 10µm). Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), encontraram no México forma também próxima ao material estudado, com *sternum da rafe* mais estreita e maior número de estrias (14 em 10µm). Observação ao microscópio eletrônico deste táxon e sua comparação com trabalhos que apresentam as características estruturais do mesmo (Schrader, 1971; Cardinal *et al.* 1984) se faz necessário para definir a sua identificação precisa em nível específico.

Material examinado: INPA223886, INPA223887, INPA223906, INPA223907.

Caloneis sp. 1. **Prancha 1, Figura 6–9.**

Valvas lineares com margens paralelas, levemente constricta na região mediana, extremidades cuneados. Comprimento 45 – 47µm, largura 11 – 11,7µm. *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área central retangular alcançando as margens. Rafe filiforme com extremidades proximais sutilmente fletidas. Estrias radiadas, paralelas e levemente convergentes em direção aos extremidades, 13 – 14 estrias em 10 µm.

Comentários: Não foram encontrados na literatura espécimes semelhantes ao material analisado. *Caloneis incognita* Hustedt *sensu* Manguin (ver U. Rumrich, Lange-Bertalot & M Rumrich, p. 524, pl. 142, fig. 3,4, 2000) se assemelha em vista geral ao material analisado, entretanto esta espécie difere pela curvatura das extremidades proximais da rafe; pelo *sternum* mais largo e pela estrias paralelas. A população observada difere também de *Pinnularia acuminata* var. *interrupta* (Cleve) Patrick (Patrick & Reimer, p. 623, pl 59, fig. 7, 1966) por apresentar *sternum* da rafe mais largo e maior número de estrias.

Material examinado: INPA223886, INPA223887, INPA223905, INPA223906, INPA223907.

Gênero *Pinnularia* Ehrenberg Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1843

Tipo do gênero: *Bacillaria viridis* Nitzsch 1817 (typ. cons.): *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg.

Gênero característico por ser constituído de indivíduos solitários, raramente formando colônias. Os espécimes possuem dois cromoplastídios laminares independentes situados um em frente ao outro, com as margens algumas vezes retalhadas ou os dois plastídios unem-se abaixo da hipovalva por um istmo central formando um único em forma de “H” (Round *et al.*, 1990).

Apresentam valvas lineares, lanceoladas ou elípticas, de margens retas ou onduladas e extremidades valvares arredondadas, capitadas a subcaptadas ou levemente cuneadas. Em relação às estrias são multisseriadas, mas usualmente alveoladas, a rafe encontra-se no centro da valva apresentando-se forma de “gancho” nos extremidades (Round *et al.*, 1990).

Os mesmos autores citados acima consideram o gênero bastante rico em espécies e inclui espécies epipélicas, porem é predominantemente de água doce e raramente marinha.

Chave artificial para identificação das espécies e variedades do gênero *Pinnularia* identificadas

1. Presença de espessamento silicoso em cada lado da área central

2. Extremidades arredondados *Pinnularia divergens* var. *malayensis*

2. Extremidades capitado-rostrados *P. divergens* var. *undulata*

1. Ausência de espessamento silicoso em cada lado da área central

3. Presença de granulações no *sternum* da rafe

4. Rafe filiforme *P. acrosphaeria* var. *acrosphaeria*

4. Rafe lateral *P. latevitata* var. *latevitata*

3. Ausência de granulações no *sternum* da rafe

5. Infladas na região mediana

6. *Sternum* da rafe estreito

7. Margens valvares tri-onduladas

8. Área central simétrica *P. discrepantia*

8. Área central rômbrica

9. Extremidades capitada-cuneadas *P. amazonica*

9. Extremidades cuneada-subrostradas *P. amoena*

7. Margens valvares paralelas *P. maculata*

6. *Sternum* da rafe largo

10. Valvas lanceoladas

11. Rafe filiforme *P. rostratissima* var. *ventricosa*

11. Rafe lateral

12. Estrias curtas, paralelas *P. angustivalva*

12. Estrias radiadas, convergentes em direção as extremidades *P.*

monicae

10. Valvas lineares

13. Rafe lateral

14. Extremidades largas, subcapitada-cuneadas *P. sterrenburgii*
var. *sterrenburgii*
14. Extremidades subcapitada-arredondadas *P. subboyeri*
13. Rafe semi-complexa
15. Estrias paralelas *P. superpaulensis*
15. Estrias radiadas *P. liyanlingae*
5. Não Infladas na região mediana
16. Valvas Lineares
17. *Sternum* da rafe estreito
18. Margens valvares tri-onduladas
19. Extremidades largas, cuneado-arredondadas *P. meridiana* **var. *concava***
19. Extremidades capitado-arredondadas *P. pisciculus* **var. *angusta***
18. Margens valvares não tri-onduladas
20. Área central arredondada assimétrica *P. subflamma*
20. Área central retangular
21. Extremidades cuneado-arredondadas *P. laxa*
21. Extremidades capitado-arredondadas
22. Rafe filiforme *P. microstauron*
22. Rafe lateral *P. rhombarea*
17. *Sternum* da rafe largo
23. Margens valvares paralelas

24. Rafe filiforme
25. Área central retangular *P. instabiliformis*
25. Área central não retangular
26. Extremidades arredondadas *P. confirma*
26. Extremidades atenuada-apiculadas *P. instabilis*
24. Rafe lateral *P. perinstabilis*
23. Margens valvares não paralelas
27. Estrias curtas, paralelas *P. siona*
27. Estrias radiadas, convergentes em direção as extremidades *P. subgibba*
var. capitata
16. Valvas Linear-elípticas
28. *Sternum* da rafe estreito
29. Estrias largas, distantes, radiadas, paralelas *P. borealis*
29. Estrias radiadas convergentes em direção as extremidades *P. pseudogibba*
28. *Sternum* da rafe largo
30. Área central simétrica
31. Rafe filiforme *P. buczkoae*
31. Rafe lateral
32. Estrias curtas, paralelas *P. mollenhaueri*
32. Estrias radiadas convergentes em direção as extremidades *P.*
permontana

30. Área central retangular

33. Extremidades atenuada-arredondadas *P. hemipteriformis*

33. Extremidades cuneado-arredondadas

34. Estrias radiadas convergentes em direção as extremidades *P. nobilefasciata*

34. Estrias curta e paralelas *P. oominensis*

Pinnularia acrosphaeria var. *achrosphaeria* Smith, A synopsis of the British Diatomaceae. v 1. p.89, fig 60. 1853. **Prancha 2, Figura 1.**

Valvas lineares com margens levemente onduladas, infladas na região mediana, extremidades arredondadas. Comprimento 107–112 µm, largura 14–17 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, com granulações, área central ligeiramente assimétrica. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias paralelas, 13–14 estrias em 10 µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: rio Jaú (Díaz-Castro *et. al*, 2003), rio Guamá, rio Tapajós, lago Calado (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Material examinado: INPA 223898.

Pinnularia amazonica Metzeltin & Krammer, Iconographia Diatomologica. v.5. p.163, pl 176, figs. 4-7. 1998. **Prancha 2, Figura 2–4.**

Valvas lineares com margens tri-onduladas, infladas na região mediana, extremidades capitado-cuneadas. Comprimento 74 – 100 µm, largura 10 – 11 µm. *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente ¼ da largura da valva, área central rômbrica alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias paralelas a radiadas na região mediana e levemente convergente nas extremidades, 11 estrias em 10 µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: Rio Amazonas (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998; 2007).

Comentários: Observaram-se alguns exemplares (Figs. 3 e 4) relativamente um pouco mais estreitos e com uma área central não tão distintamente rômbrica, que possivelmente são variações morfológicas desta espécie.

Material examinado: INPA 223885, INPA 223894, INPA 223903, INPA 223906, INPA 223907, INPA 223909.

Pinnularia amoena Hustedt, Int. Revue ges. Hydrobiol., v.3, p.399, fig. 31. 1965.

Prancha 2, Figura 5.

Valvas lineares com margens levemente tri-onduladas, levemente infladas na região mediana, extremidades cuneada-subrostradas. Comprimento 117 μm , largura 17 μm . *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área central rômbrica alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades, 11 estrias em 10 μm .

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Jucurui, rio Arapiuns (Hustedt, 1965; Metzeltin & Lange Bertalot, 2007); lago do Tendo (Hustedt, 1965).

Comentários: Não se observou câmeras “longitudinais” mencionadas e ilustradas por Hustedt (1965). Essas câmeras não são nítidas no material tipo apresentado em slides da coleção de Hustedt por Simonsen (1987) e Metzeltin & Lange-Bertalot (2007).

Material examinado: INPA223906.

Pinnularia angustivalva Krammer & Metzeltin, Iconographia Diatomologica. v.5. p.164, pl. 190, figs. 10-11. 1998. **Prancha 2, Figura 6–7.**

Valvas lanceoladas com margens paralelas a levemente convexas, levemente infladas na região mediana, extremidades cuneado-arredondadas. Comprimento 55–70 μm , largura 8–

10 μm . *Sternum* da rafe largo, alcançando $\frac{1}{2}$ da largura da valva, área central retangular alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias curtas, paralelas, 14 estrias em 10 μm .

Ocorrência na Amazônia brasileira: rio Negro (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007).

Comentários: O material difere dos exemplares encontrados no rio Demerara e rio Negro por apresentarem dimensões menores (comprimento 38–54 μm , largura 6,7–8 μm) (comprimento 33–54 μm , largura 7,6 μm) respectivamente (ver Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998, 2007)

Material examinado: INPA 223887, INPA 223905, INPA 223907, INPA 223972.

Pinnularia borealis Ehrenberg, Verbreitung und Einfluß des mikroskopischen Lebens in Süd und Nord Amerika. p.420, fig 1/2: 6; 4/1:5. 1843. **Prancha 2, Figura 8.**

Valvas linear-elípticas com margens paralelas a levemente convexas, extremidades largamente arredondados. Comprimento 51,4 μm , largura 10,5 μm . *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área central assimétrica. Rafe filiforme a levemente lateral com extremidades proximais levemente fletidas. Estrias largas, distantes, radiadas, paralelas a convergentes nas extremidades, 6 estrias em 10 μm .

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Calado, rio Tapajós (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Comentários: *P. borealis* é distinguida pela rafe levemente curvada e forma da área central e axial, segundo Patrick & Reimer (1966). De acordo com a forma das valvas e dimensões Krammer (2000) define uma série de variedades desta espécie. Para a região amazônica são mencionadas duas variedades, a var. *thuringiana* Rabenhorst e var. *scalaris* (Ehrenberg) Rabenhorst (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998, pl. 174, fig. 1, pl. 195, fig. 5) que se assemelham morfológicamente ao espécime observado. Estas duas variedades se diferenciam basicamente pelas dimensões valvares. De acordo com as medidas, o exemplar observado se aproxima da var. *thuringiana* apresentada pelos referidos autores. Manteve-se a identificação deste táxon em nível específico, pois a observação de somente um indivíduo

dificulta a definição em relação a esta variedade.

Material examinado: INPA 223894.

Pinnularia buczkoeae, Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica. v.18. p.195, pl. 248, figs. 1-4. 2007. **Prancha 2, Figura 9–12.**

Valvas linear-elípticas com margens levemente convexas, extremidades subcapitada-cuneadas. Comprimento 61,17–70 µm, largura 13,5–14 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, área central simétrica. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias curtas, radiadas, paralelas a levemente convergentes nas extremidades, 8 – 10 estrias em 10µm. Em MEV, o exemplar observado demonstra helictoglossa nítida próximas dos extremidades e forâmens dos alvéolos curtos.

Ocorrência para Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Material examinado: INPA223887, INPA223889, INPA223907, INPA223969, INPA223971, INPA223972.

Pinnularia confirma Metzeltin & Krammer, Iconographia Diatomologica. v.5. p.166, pl. 180, figs. 11–13. 1998. **Prancha 3, Figura 1–6.**

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades arredondadas. Comprimento 46,1–61 µm, largura 7,6–8,5 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando aproximadamente ½ da largura da valva, área central ligeiramente assimétrica. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias paralelas, 13–15 em 10.

Ocorrência para Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Comentários: Os exemplares encontrados apresentam menores dimensões que o material tipo (comprimento 60-65 µm x largura 8,7-9,4 µm) oriundo das Guyana (ver Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Material examinado: INPA223886, INPA223888, INPA223889, INPA223891,

INPA223893, INPA223903, INPA223905, INPA223906, INPA223914, INPA223969, INPA223971, INPA223972.

Pinnularia discrepantia Metzeltin & Krammer, Iconographia Diatomologica. v.5. p.169, pl 191, figs. 1-2. 1998. **Prancha 3, Figura 11–13.**

Valvas elíptico-lanceoladas com margens ligeiramente tri-onduladas, levemente infladas da região mediana, extremidades capitado-arredondadas. Comprimento: 109 – 127 μm , largura 16,6 – 18 μm . *Sternum* da rafe estreito em direção as extremidades e largo na região mediana alcançando 1/3 da largura das valvas, área central simétrica. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas levemente próximas entre si. Estrias radiadas, convergentes em direção as extremidades, 15 estrias em 10 μm .

Ocorrência na Amazônia brasileira: Lago Jucuruí (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007).

Comentários: A população observada apresenta largura ligeiramente menor do apresentado pelo material tipo (18,5 – 26 μm). Este material é oriundo de sedimento fóssil brasileiro, sem localização específica (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Material examinado: INPA223887, INPA223898, INPA223911.

Pinnularia divergens var. *malayensis* Hustedt, Diatomeen aus der Umgebung von Abisko in Schwedisch - Lap – pland. p. 82, pl. 84, fig. 159. 1942. **Prancha 4, Figura 1, 2.**

Valvas lineares levemente infladas na região mediana, extremidades arredondadas a capitadas. Comprimento 158,5 μm , largura 16,6 μm . *Sternum* da rafe largo alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central rômica alcançando as margens, presença de espessamento silíceo em cada margem. Rafe semi-complexa com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, paralelas a convergentes em direção as extremidades, 8-9 estrias em 10 μm .

Ocorrência para Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Comentários: Os exemplares observados assemelham-se morfológicamente ao material tipo ilustrado por Hustedt (1942) e ao espécime ilustrado por Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, pl. 194, fig 4).

Material examinado: INPA223885, INPA223886, INPA223903, INPA223905, INPA223906, INPA223909.

Pinnularia divergens var. *undulata* (Peragallo & Héribaud) Hustedt, Bacillariales aus den Sudeten und einigen benachbarten Gebieten des Odertales. p. 145, pl.2, fig. 33. 1914. **Prancha 4, Figura 3.**

Valvas lineares com margens tri-onduladas, infladas na região mediana, extremidades capitada-rostradas Comprimento 102 µm, largura 15 µm. *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente 1/4 da largura da valva, área central rômica alcançando as margens, presença de espessamento silíceo em cada margem. Rafe semi-complexa com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, convergentes em direção as extremidades, 11 estrias em 10 µm.

Ocorrência para Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Comentários: Esta variedade é apresentada na literatura com valvas tri-onduladas e extremidades capitadas ou largamente subcapitadas (Hustedt, 1930, p. 321, fig. 591; Krammer 2000, p. 324, fis 1-4). O exemplar observado se apresenta como uma forma intermediária das observadas na literatura, possui valvas lineares mais alongadas e extremidades relativamente rostradas.

Material examinado: INPA223903.

Pinnularia hemipteriformis Krammer & Metzeltin, Iconographia Diatomologica. v.5. p.177, pl 174, figs. 6-7. 1998. **Prancha 4, Figura 4.**

Valvas lineares-elípticas, extremidades atenuadas arredondadas. Comprimento 51,8 µm, largura 7,5 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, área central

retangular alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias paralelas a levemente convergentes em direção as extremidades, 11-12 estrias em 10 µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: Rio Tapajós (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Comentários O exemplar observado apresentou menor largura do citado por (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998) para o material coletado no rio Tapajós e Guyana (largura 9,4 µm).

Material examinado: INPA223907.

Pinnularia instabiliformis Krammer & Metzeltin, Iconographia Diatomologica. v.5. p.177, pl. 174, figs. 8-12. 1998. **Prancha 4, Figura 5–11.**

Valvas lineares, retas com margens paralelas, extremidades cuneada-arredondadas. Comprimento 31,7-36,9 µm, largura 9,2-10,9 µm. *Sternum* da rafe largo, alcançando ½ da largura da valva, área central retangular alcançando as margens. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias paralelas, 14-15 estrias em 10µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: Lago Calado, rio Amazonas (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998; 2007)

Comentários: a população observada por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998) apresentou menores dimensões e maior número de estrias que o material encontrado no lago Calado e Guyana (36-52 µm de comprimento; 10,4-11 µm de largura e 11 estrias em 10µm).

Material examinado: INPA223884, INPA223885, INPA223886, INPA223887, INPA223889, INPA223891, INPA223896, INPA223903, INPA223905, INPA223906, INPA223907, INPA223908, INPA223911, INPA223913, INPA223914, INPA223969, INPA223971, INPA223972.

Pinnularia instabilis (Schmidt) Metzeltin, Iconographia Diatomologica. v.5. p.178, estampa194, figs. 1-3; pl. 205 figs. 4-5. 1998. **Prancha 5, Figura 1–8.**

Valvas largas, lineares com margens paralelas, extremidades atenuada-apiculadas.

Comprimento 61–85 μm , largura 17–20 μm . *Sternum* da rafe largo alcançando $\frac{1}{2}$ da largura da valva, área central simétrica não retangular. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias paralelas, 10–12 estrias em 10 μm .

Ocorrência para Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Comentários: Esta espécie foi encontrada primeiramente no rio Demerara (Guyana) apresentando uma ampla variação morfológica desde valvas lineares com extremidades largamente arredondadas a valvas lanceoladas com extremidades apiculadas (Schmidt et al Atlas pl. 43, figs 38-40, 1874-1959). Posteriormente foi observada por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998) na América do Sul sem identificação do local específico. Os exemplares observados assemelham-se ao da América do Sul, principalmente por demonstrar um espessamento ondulado ao longo do *sternum* da rafe.

Material examinado: INPA223884, INPA223885, INPA223886, INPA223889, INPA223891, INPA223896, INPA223899, INPA223903, INPA223905, INPA223906, INPA223907, INPA223911, INPA223972.

Pinnularia latevitata var. *latevitata* Cleve, Diatomiste. v 7. p.103, fig 3. 1895.

Prancha 6-7, Figura 1–11; 1–7.

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades cuneada-arredondadas. Comprimento 67,5–236 μm , largura 16,6–36 μm . *Sternum* da rafe com granulações, estreito alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área central arredondada. Rafe lateral apresentando outra fissura ligeiramente curvada com extremidades proximais fletidas. Estrias levemente radiadas e paralelas nas extremidades, 6-12 estrias em 10 μm . Em MEV, em vista externa, o exemplar observado apresentou granulações na superfície valvar e extremidades distais da rafe curvada alcançando o manto. Em vista interna, demonstrou helictoglossa posicionada próximo as extremidades e foramens dos alvéolos longos, com várias séries de aréolas.

Ocorrência na Amazônia brasileira: Ilha de Macaco (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007).

Comentários: A população observada no lago Tupé apresentou menor dimensão das encontradas pela literatura consultada. Patrick & Reimer (1966) menciona comprimento de 180-185 µm e largura de 30-33 µm para o material da América do Norte e Krammer (2000) menciona comprimento de 160-230µm e largura de 30-36µm para o material da Europa. Em relação ao número estrias a população apresentou exatamente valores intermediários entre os materiais mencionados. A população estudada vem, portanto demonstrar que esse táxon apresenta uma ampla variação de medidas.

Material examinado: INPA223886, INPA223887, INPA223889, INPA223890, INPA223891, INPA223900, INPA223902, INPA223905, INPA223906, INPA223907, INPA223969.

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

Prancha 3, Figura 7–10.

Valvas lineares com margens paralelas, extremidades cuneado-arredondadas. Comprimento 57,5 – 60,5 µm, largura 7,3 – 7,5 µm. *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente ¼ da largura das valvas, área central retangular alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas na região mediana e convergentes em direção as extremidades, 13 estrias em 10 µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: em sedimento fóssil da região amazônica sem definição de local (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998)

Comentários: Os exemplares observados assemelham-se morfológicamente e dimensões ao material encontrado na Amazônia e no rio Essequibo, Guyana. (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998). O material tipo ilustrado por Hustedt in Schmidt *et al.* Atlas (1874-1959) apresenta extremidades um pouco distintos (arredondados), entretanto suas demais características assemelham-se aos exemplares do lago Tupé.

Material examinado: INPA223886, INPA223887, INPA223889, INPA223898, INPA223907, INPA223971, INPA223972.

Pinnularia liyanlingae Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica. v.18. p.207, pl. 238-239, figs. 1-4; 1-3. 2007. **Prancha 8, Figura 1–9.**

Valvas lineares com margens levemente onduladas, ligeiramente infladas na região mediana, extremidades cuneada-arredondadas. Comprimento 94 - 134,2 μm , largura 24-25 μm . *Sternum* da rafe largo alcançando aproximadamente 1/2 da largura da valva, área central ligeiramente assimétrica. Rafe semi-complexa com extremidades proximais fletidas. Estrias levemente radiadas na região mediana, paralelas a convergente em direção as extremidades, 8-9 estrias em 10 μm . Em MEV o exemplar observado em vista interna demonstra forâmens dos alvéolos curtos.

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Calado (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007).

Comentários: As dimensões dos exemplares observados conferem com o observado à 10,7 metros de profundidade no lago Calado por Metzeltin & Lange-Bertalot (2007), diferindo apenas por possuírem um número menor de estrias (7-8 em 10 μm).

Material examinado: INPA223885, INPA223887, INPA223905, INPA223906, INPA223907, INPA223909, INPA223913, INPA223969.

Pinnularia maculata Krammer & Metzeltin, Iconographia Diatomologica. v.5. p.179, pl 177, figs. 3-5. 1998. **Prancha 9, Figura 1–4.**

Valvas lineares com margens paralelas, levemente infladas na região mediana, extremidades largas, capitado-arredondadas. Comprimento 72,3 – 95,3 μm , largura 12,9 – 15,3 μm . *Sternum* da rafe moderadamente estreito, alcançando aproximadamente ¼ da largura das valvas, área central rômbrica, simétrica. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades, 9 – 10 estrias em 10 μm . Em MEV, o exemplar observado em vista interna apresentou helictoglossa posicionada distante das extremidades e foramens dos alvéolos longos, com várias séries de aréolas.

Ocorrência na Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Comentários: O material difere dos exemplares apresentado por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998) encontrados nas Guianas por apresentar extremidades um pouco mais

capitadas.

Material examinado: INPA223885, INPA223889, INPA223905.

Pinnularia meridiana var. *concava* Metzeltin & Krammer, Iconographia Diatomologica. v.5. p.180, pl 181, figs. 6-7. 1998. **Prancha 9, Figura 5–9.**

Valvas lineares com margens tri-onduladas, extremidades largas cuneada-arredondadas. Comprimento 55–56 μm , largura 11–11,5 μm . *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura das valvas, área central rômbrica alcançando as margens. Rafe filiforme com extremidades próximas fletidas. Estrias radiadas na região mediana e convergentes nas extremidades, 11-12 estrias em 10 μm .

Ocorrência na Amazônia brasileira: região amazônica (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Comentários: Os exemplares do lago Tupé apresentaram menor comprimento e menor densidade de estrias do material encontrado na região amazônica (comprimento 61-63 μm , estrias 10/10 μm) por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998).

Material examinado: INPA223889, INPA223898, INPA223907.

Pinnularia microstauron (Ehrenberg) P. T. Cleve, Acta Soc. Fauna Fenn, v. 8, n.2, p.28. 1891. **Prancha 10, Figura 1–6.**

Valvas lineares com margens levemente convexas na região mediana, extremidades capitado-arredondadas. Comprimento 26,2–45,2 μm , largura 7–8,7 μm . *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura das valvas, área central retangular alcançando as margens. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, convergentes em direção as extremidades, 7–13 estrias em 10 μm .

Ocorrência na Amazônia brasileira: rio Branquino (Uherkovich & Rai, 1979); lago Jucurui (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998, 2007).

Material examinado: INPA223885, INPA223886, INPA223889, INPA223891, INPA223894, INPA223895, INPA223903, INPA223905, INPA223906, INPA 223907.

Pinnularia mollenhaueri Metzeltin & Lange-Bertalot. Iconographia Diatomologica v.18. p.210, pl.244, figs.4-7. 2007. **Prancha 10, Figura 7–9.**

Valvas linear-elípticas com margens paralelas, extremidades cuneadas. Comprimento 50,8–67,3µm, largura 12,8–13µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, área central simétrica. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias curtas, paralelas, convergentes nas extremidades, 12–14 estrias em 10µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: rio Negro (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007).

Comentários: O material observado difere dos exemplares apresentados por Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) encontrada no rio Negro pela densidade um pouco maior de estrias.

Material examinado: INPA223898, INPA223904, INPA223972.

Pinnularia monicae Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica. v.18. p.211, pl. 246, figs. 1-5. 2007. **Prancha 11, Figura 1–6.**

Valvas lanceoladas, infladas na região mediana, extremidades subcapitada-arredondadas. Comprimento 83,8–94,7µm, largura 13,4–14µm. *Sternum* da rafe largo alcançando aproximadamente 1/3 da largura da valva, área central retangular alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, convergentes em direção as extremidades, 8– 9 estrias em 10µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Jucurui (detritos), lago Calado, rio Tapajós (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007).

Comentários: Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) encontraram esta espécie somente em material de sedimento a 10,7 metros de profundidade no lago Calado.

Material examinado: INPA223885, INPA223886, INPA223887, INPA223889,

INPA223902, INPA223903, INPA223905, INPA223906, INPA223907.

Pinnularia nobilefasciata Krammer & Metzeltin, Iconographia Diatomologica. v.5 p.182, pl. 176, figs.8, 9, 11-16. 1998. **Prancha 11, Figura 7–14.**

Valvas linear-elípticas, extremidades cuneado-arredondadas. Comprimento 20–29µm, largura 5–5,7µm. *Sternum* da rafe largo alcançando 1/3 da largura da valva, alargando-se menos ou mais fortemente em direção á área central, área central retangular alcançando as margens. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias levemente radiadas na região mediana e paralelas a levemente convergentes nas extremidades, 10–12 estrias em 10µm. Em MEV o exemplar observado em vista externa demonstra as extremidades proximais da rafe fletidas no mesmo sentido e os alvéolos compostos por séries de aréolas.

Ocorrência na Amazônia brasileira: Lago Calado, rio Amazonas (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Material examinado: INPA223884, INPA223885, INPA223886, INPA223887, INPA223888, INPA223889, INPA223890, INPA223891, INPA223892, INPA223902, INPA223903, INPA223904, INPA223905, INPA223906, INPA223907, INPA223908, INPA223911, INPA223913, INPA223971, INPA223972.

Pinnularia oominensis Kobayashi, Gen Educ. Rev. Coll. Agr. & Vet. Med., Nihon Univ., v. 7, p. 37, pl. 9, figs 75-76. 1971. **Prancha 12, Figura 1–11.**

Valvas linear-elípticas, extremidades cuneado-arredondadas. Comprimento 15–19,6 µm, largura 5–5,7µm. *Sternum* da rafe largo alcançando 1/3 da largura da valva, alargando-se em direção à área central, área central retangular alcançando as margens. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias curtas e paralelas, 6–8 em 10 µm. Em MEV o exemplar observado em vista interna demonstra helictoglossa nítida próxima às extremidades e foramens dos alvéolos com várias séries de aréolas.

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Calado, lago Jucuruí (Metzeltin & Lange-

Bertalot, 1998).

Material examinado: INPA223887, INPA223888, INPA223889, INPA223891, INPA223905, INPA223906, INPA223907.

Pinnularia perinstabilis Metzeltin & Krammer, Iconographia Diatomologica. v.5. p. 183, pl.193, figs. 1–3. 1998. **Prancha 13, Figura 1–2.**

Valvas largas, lineares com margens paralelas, extremidades cuneada-obtusa. Comprimento 68–70µm, largura 22,2–24µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, área central simétrica. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias paralelas, levemente convergentes nas extremidades, 8–9 estrias em 10µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: região amazônica em sedimento fóssil, rio Arapiuns e rio Negro (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998, 2007).

Material examinado: INPA223893, INPA223913.

Pinnularia permontana Krammer & Metzeltin, Iconographia Diatomologica. v.5 p.183, pl.198, fig.1. 1998. **Prancha 13, Figura 3–10.**

Valvas linear-elípticas, extremidades arredondadas. Comprimento 105–118,5µm, largura 20–23,7µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, área central simétrica. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, convergente em direção as extremidades, 10–11 estrias em 10µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: rio Negro (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998)

Material examinado: INPA223886, INPA223887, INPA223971.

Pinnularia pisciculus var. *angusta* Metzeltin & Krammer, *Iconographia Diatomologica*. v.5. p. 184, pl.175; 194, figs. 6–12; 5–6. 1998. **Prancha 14, Figura 1–6.**

Valvas lineares com margens levemente tri-onduladas, extremidades capitada-arredondadas. Comprimento 46,9–50,4µm, largura 6,0–7,1µm. *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área central retangular alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, convergentes em direção as extremidades, 11 estrias em 10µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Jucuruí (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007).

Material examinado: INPA223886, INPA223899, INPA223902, INPA223907, INPA223908, INPA223914, INPA223969.

Pinnularia pseudogibba Krammer, *Pinnularia* eine Monographie der europäischen Taxa. p. 129, pl. 48, figs. 8–14. 1992. **Prancha 14, Figura 7.**

Valvas linear-elípticas, extremidades arredondadas. Comprimento 69,5 µm, largura 10 µm. *Sternum* da rafe estreito, alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área central retangular alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, convergente em direção as extremidades, 11 estrias em 10 µm.

Ocorrência para Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Material examinado: INPA223887, INPA223972.

Pinnularia rhombarea Krammer, *Iconographia Diatomologica*. v.5. p. 185, pl.175, figs. 1–5. 1998. **Prancha 14, Figura 8.**

Valvas lineares com margens paralelas a levemente onduladas, extremidades capitado-arredondadas. Comprimento 54,2µm, largura 10µm. *Sternum* da rafe estreito alcançando aproximadamente $\frac{1}{4}$ da largura da valva, área central retangular estreita alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, convergente em

direção as extremidades, 11 estrias em 10µm.

Ocorrência para Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Comentários: A população do material observado difere do ilustrado por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998) encontrada na Guayana, por apresentarem área central rômbrica e extremidades menos largas. Krammer (2000) encontrou no norte da Noruega exemplares que se assemelham morfológicamente ao material estudado.

Material examinado: INPA223887.

Pinnularia rostratissima var. *ventricosa* Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica. v.5. p. 186, pl.169, figs. 1-5. 1998. **Prancha 15, Figura 1–8.**

Valvas largamente lanceoladas com margens convexas, fortemente infladas na região mediana, extremidades leve a fortemente capitado-arredondadas. Comprimento 51,3–71µm, largura 10,3–17,4µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, área central retangular alcançando as margens. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, levemente convergentes em direção as extremidades, 13-14 estrias em 10µm. Em MEV, o exemplar observado em vista externa demonstra a extremidade distal da rafe curvada lateralmente em direção ao manto.

Ocorrência na Amazônia brasileira: rio Amazonas (Metzeltin & Lange-Bertalot 1998); rio Negro (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007).

Comentários: O material estudado assemelha-se mais a população encontrada no rio Negro, que possuem extremidades de menor largura e maior número de estrias em relação à população encontrada no rio Demerara, Guayana (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998, 2007).

Material examinado: INPA223884, INPA223885, INPA223886, INPA223887, INPA223888, INPA223889, INPA223890, INPA223902, INPA223903, INPA223904, INPA223905, INPA223906, INPA223907, INPA223908, INPA223911.

Pinnularia siona De Oliveira & Steinitz-Kannan, Nova Hedwigia, v.3-4, p.515-552, fig. 132. 1992. **Prancha 16, Figura 1–12.**

Valvas lineares com margens levemente convexas, extremidades cuneado-arredondadas. Comprimento 31,6–59,4 µm, largura 8,09–9,09 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando aproximadamente ½ da largura das valvas, área central retangular alcançando as margens. Rafe filiforme com extremidades proximais fletidas. Estrias curtas, paralelas à levemente radiada na região mediana, 7–10 estrias em 10 µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Calado (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Comentários: o material observado assemelha-se morfológicamente a *Pinnularia asanzii*, mas esta se diferencia pelo tamanho (comprimento 30-35µm) e número de estrias (6-7µm). O material tipo origina-se do rio Cuyabeno, localizado na Amazônia Equatoriana (De Oliveira & Steinitz-Kannan 1992), um ambiente muito semelhante ao lago Tupé.

Material examinado: INPA223886, INPA223887, INPA223889, INPA223890, INPA223904, INPA223905, INPA223906, INPA223907, INPA223911.

Pinnularia sterrenburgii var. *sterrenburgii* Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica. v.18. p.222, pl. 243, figs. 1-6. 2007. **Prancha 17, Figura 1–12.**

Valvas lineares, infladas na região mediana, extremidades largas, subcapitada-cuneadas. Comprimento 109,7–145,5 µm, largura 22,2–22,6 µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva. Área central simétrica. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas, paralelas nas extremidades, 9-11 estrias em 10µm. Em MEV, o exemplar observado em vista externa das bandas conectivas, valvocópula com uma linha de poros.

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Calado (Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007)

Comentários: a população observada no lago Tupé apresentou ampla variação de forma e tamanho. *P. sterrenburgii* var. *cuyabensis* (De Oliveira & Steinitz-Kannan) Metzeltin & Lange-Bertalot se diferencia de *P. sterrenburgii* var. *sterrenburgii* Metzeltin & Lange-Bertalot por apresentar maior tamanho e maior densidade de estrias. O menor tamanho de

estrias como característica distintiva da variedade típica citada por Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) não foi observado no exemplar.

Material examinado: INPA223885, INPA223886, INPA223887, INPA223891, INPA223899, INPA223905, INPA223906, INPA223907.

Pinnularia subboyeri Metzeltin & Krammer, Iconographia Diatomologica. v.5. p. 189, fig. 11,12; 4, pl.183; 199, fig.. 4. 1998. **Prancha 18, Figura 1.**

Valvas lineares com margens infladas na região mediana, extremidades subcapitada-arredondadas. Comprimento 137µm, largura 13,5µm. *Sternum* da rafe largo alcançando ½ da largura da valva, área central retangular alcançando as margens. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas. Estrias levemente radiadas, convergentes em direção as extremidades, 10 estrias em 10µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: rio Amazonas (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Comentários: os exemplares observados assemelham-se na forma e dimensões aos observados no rio negro por Metzeltin & Kange-Bertalot (1998).

Material examinado: INPA223972.

Pinnularia subflamma Metzeltin & Krammer. Iconographia Diatomologica v.15. p. 190, pl. 189, fig.4-7. 1998. **Prancha 14, Figura 9–11.**

Valvas lineares levemente convexas na região mediana, extremidades arredondadas. Comprimento 62–67,5 µm, largura 12,6–13,7 µm. *Sternum* da rafe estreito, área central arredondada assimétrica. Rafe lateral com extremidades proximais fletidas Estrias radiadas, convergentes a paralelas em direção as extremidades, 11-12 estrias em 10µm.

Ocorrência para Amazônia brasileira: Primeira citação de ocorrência da espécie.

Comentários: Os exemplares observados apresentam medidas intermediárias às

variedades *subflamma* e *microflamma* Metzeltin & Lange-Bertalot (2007). Para a var. *subflamma* é mencionado as medidas de comprimento 48-60 μm , largura de 10-12 μm , estrias 12-13/10 μm enquanto que para a var. *microflamma* (comprimento 70 μm , largura 14-14 μm e estrias 11-15/10 μm . Considerou-se os exemplares observados como pertencentes a var. *subflama* pela maior semelhança morfológica que apresentam como material encontrado no rio Essequibo, Guyana por Metzeltin & Lange-Bertalo (1998).

Material examinado: INPA223900, INPA223901, INPA223972.

Pinnularia subgibba var. *capitata* Metzeltin & Krammer, Iconographia Diatomologica. v.5 p.191, pl. 176, figs. 1-3. 1998. **Prancha 18, Figura 2 – 4.**

Valvas lineares com margens levemente tri-onduladas, extremidades capitado-arredondadas. Comprimento 78,2–105,4 μm , largura 10,7–12,7 μm . *Sternum* da rafe largo alcançando 1/3 da largura da valva, área central rômica alcançando as margens. Rafe lateral apresentando outra fissura ligeiramente curvada com extremidades proximais fletidas. Estrias radiadas na região mediana, convergentes em direção as extremidades, 10–11 estrias em 10 μm . Em MEV, o exemplar observado em vista interna apresenta helictoglossa nítida próxima às extremidades.

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Calado, rio Amazonas (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998).

Material examinado: INPA223887, INPA223888, INPA223889, INPA223890, INPA223896, INPA223905, INPA223906, INPA223907, INPA223908, INPA223909, INPA223910.

Pinnularia superpaulensis (Hustedt) Metzeltin & Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica. v.18. p.226, pl 257, fig. 1–3. 2007. **Prancha 18, Figura 5–15.**

Valvas lineares, levemente a fortemente infladas na região mediana, extremidades levemente cuneado-arredondadas. Comprimento 89,3–144 μm , largura 9,2–15,5 μm . *Sternum*

da rafe largo, alcançando 1/3 da largura da valva, área central simétrica. Rafe semi-complexa com extremidades proximais fletidas. Estrias paralelas, 10–12 estrias em 10µm.

Ocorrência na Amazônia brasileira: lago Jucuruí, igarapé do Tento, rio Arapiuns como *P. elegantoides* (Hustedt) f. *linearis* Hustedt (Hustedt, 1965).

Comentários: Citada como *P. elegantoides* (Hustedt) f. *linearis* Hustedt por Hustedt, (1965). Esta forma passou a ser sinônimo de *P. superpaulensis*, segundo Metzeltin & Lange-Bertalot (2007). *P. paulensis* Grunow difere de *P. superpaulensis* por apresentar rafe simples e estrias mais curtas.

Material examinado: INPA223886, INPA223887, INPA223889, INPA223903, INPA223905, INPA223907, INPA223908, INPA223910, INPA223969.

Para a região amazônica, poucos são os trabalhos que citam à família Pinnulariaceae. Hustedt (1965) apresenta seis espécies de *Pinnularia*, sendo quatro espécies novas que são descritas para o estado do Pará. Os demais trabalhos apresentam apenas listas de táxons e que eventualmente estão acompanhados de ilustrações (Uherkovich, 1976, 1981, 1984; Uherkovich & Rai, 1979, Uherkovich & Franken, 1980). Somente no final da década de 90 houve um avanço no conhecimento desta família com a obra de Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), que apresenta ilustração e/ou descrição de 64 espécies, 11 variedades e uma combinação de *Pinnularia*, tendo sido a maioria novas para a Ciência. Os mesmos autores em 2007 descreveram outras 15 novas espécies, uma nova combinação e um novo nome, o que vem demonstrar que este gênero apresenta elevada diversidade de espécies na Bacia Amazônica.

6. CONCLUSÃO

Foram identificadas 70 espécies da família Pinnulariaceae distribuídas em dois gêneros: *Pinnularia* e *Caloneis*. O gênero *Pinnularia* apresentou 67 táxons (27 espécies, três variedades típicas e seis variedades que não as típicas e 32 que ficaram em nível de gênero) seguido por *Caloneis* (duas espécies e uma variedade taxonômica). Dos táxons encontrados 37 foram identificados em nível específico ou infra-específico, incluindo um “*conferatum*”.

Para este estudo dez espécies foram citadas pela primeira vez na Amazônia brasileira: *Caloneis ventricosa* (Ehrenberg) Meister var. *minuta* (Grunow) Mills, *Pinnularia buczkoeae*, Metzeltin & Lange-Bertalot, *P. confirma* Metzeltin & Krammer, *P. divergens* var. *malayensis* Hustedt, *P. divergens* var. *undulata* (Peragallo & Héribaud) Hustedt, *P. instabilis* (Schmidt) Metzeltin, *P. maculata* Krammer & Metzeltin, *P. pseudogibba* Krammer, *P. rhombarea* Krammer, *P. subflamma* Metzeltin & Krammer.

Durante os dois anos de estudo, o primeiro ano 2002–2003 apresentou maior riqueza de espécies (61 táxons) em relação ao segundo ano 2003–2004, quando foram observados 55 táxons.

Com base no índice de frequência, constatou-se que 57,15% das espécies registradas foram raras e 32,85% esporádicas. As espécies frequentes compreenderam apenas 10% enquanto que não foram encontradas espécies constantes neste estudo.

A distribuição da riqueza das espécies da família Pinnulariaceae entre as estações de amostragem, independente da época do ano apresentou diferença significativa pelo teste χ^2 com $\chi^2_{0,05(22)} = 60,39$; $p < 0,05$. O período de águas baixas contribuiu com a maior riqueza de espécies com $\chi^2_{0,05(2)} = 6,42$; $p < 0,05$ mostrando que existe diferença significativa entre águas altas (junho/2003) e águas baixas (dezembro/2003) no lago Tupé. No entanto, H_0 apresentada neste estudo foram rejeitadas.

A beta diversidade foi baixa entre as estações ($\beta-1 = 22,9$) e entre os períodos do ciclo hidrológico – Enchente, Águas Altas, Vazante, Águas Baixas – ($\beta-1 = 37,3$) revelando condições mais homogêneas entre ambiente e alta troca de espécies entre períodos.

O presente estudo pode ser considerado pioneiro por abordar a composição taxonômica especificamente da família Pinnulariaceae e a distribuição temporal e espacial da riqueza de espécies por mais de um ciclo hidrológico no plâncton do lago Tupé, desta forma, vem contribuir para o conhecimento prévio da composição florística da diatomoflórula local.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar, Y. B.; Ludwig, T. A.; Soares, C. C. & Hamada, N. 2001. Stomach content analyses of *Simulium perflavum* Roubaud 1906 (Diptera: Simuliidae) Larvae from streams in Central Amazonia, Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96(4):561-576.
- 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. (Orgs.). Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultural*. INPA, Manaus-AM, p. 4-15.
- Araújo-Lima, C. A. R.; Fosberg, B. R.; Victoria, R. & Martinelli, L. 1986. Energy sources for detritivorous fishes in the Amazon. *Science*, 234: 1256-1258.
- Barber, H. G. & Haworth, E. Y. 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule. *Freshwater Biological Association Scientific Publication*, 44:1-112.
- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. 2006. Técnicas para coleta, fixação, preservação e estudo. *In: Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. (Orgs.). Gêneros de algas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)*. Rima: São Carlos, 508p.
- Boney, A. D. 1989. Phytoplankton. *Eduard Arnold*. 2ª ed. London, p.21-23.
- Brassac, N. M. & Ludwig, T. A. V. 2006. Diatomáceas da bacia do rio Iguaçu, Paraná, Brasil: *Pinnularia* e *Caloneis*. *Hoehnea*, 33(2): 127–142.
- Cardinal, A.; Poulin, M.; Bérard –Therriault. L.1984. Les diatomées benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec 4. Naviculales, Naviculaceae. *Naturaliste Canadien*, 111(4):369-394.
- Cleve, P. T. (1894–1895). Synopsis of the naviculoid diatoms. *Kongliga Svenska Vetenskaps Handlingar*, 26: 1–194 (1894); 27: 1–219 (1895).
- Cox, E.J. & Ross, R. 1981. The striae of pennatae diatoms. *In: Ross, R (Ed.). Proceedings of the sixthy symposium on recent and fossil diatoms*. Otto Koetz, Hoenigstein. Germany, p. 267-278.

- Crönberg, G. 1987. Scaled crysophytes from the tropics. *Nova Hedwigia*, 95:191-232.
- Darwich, A. J.; Aprile, F. M.; Robertson, B. A.; Alves, L. F. 2005. Limnologia do lago Tupé: dinâmica espaço-temporal do oxigênio dissolvido. *In: Santos-Silva, E. N.; Aprile, F. M.; Scudeller, V. V.; Melo, S. (Orgs.). Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultural*. INPA. Manaus-AM, p. 33-61.
- De Oliveira, P. E. & Steinitz-Kannan, M. 1992. The diatom flora (Bacillariophyceae) of the Cuyabeno Faunistic Reserve, Equadorian Amazonia. *Nova Hedwigia*, 54(3-4): 515-552.
- Díaz-Castro, J. G. D. 1999. *Biomassa, biodiversidade e fatores abióticos controladores do "bloom" de ficoperifiton no canal central do rio Jaú, Amazônia Central*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus: AM, 173 p.
- 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.
- Dikie, G. 1881. Notes on algae from the Amazonas and its tributaries. *Journal of the Linnean Society of London*, 18(108):123-132.
- Ehrenberg, C. G. 1843. *Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd und Nordamerika*. Durckerei der königlichen, Abh. K. Akad. Wiss. Berlin, p. 291-415.
- Esteves, F. A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência. 602p.
- Esteves, F. A.; Thomaz, S. M. & Roland, F. 1994. Comparison of the metabolism of two floodplain lakes of the Trombetas River (Pará, Brazil) based on a study of diel variation. *Amazoniana*, 13: 33-46.
- Ferrari, F.; Procopiak, L. K.; Alencar, Y. B. & Ludwig, T. A. 2007. Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil. *Acta Amazonica*, 37(1):1-16.
- Fosberg, B. R., Araújo-Lima, C. A. R. M, Martinelli, L. A., Victoria, R. L. & BonassI, J. A.

1993. Autotrophic carbon sources for fish of the Central Amazon. *Ecology*, 74(3):643-652.
- Fukushima, H. & Xavier, M. B. 1988. Attached Diatom from the Negro river, Amazonas, Brazil. *Diatom Research*, (4):11-16.
- Furch, K. & Junk, W. J. 1997. The chemical composition, food value and decomposition of herbaceous plants and leaf-litter of the floodplain forest.- In: W.J. Junk. (Org.). *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. 1ed. Berlin: Springer Verlag, 126: 187-206.
- 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.
- Goulding, M. 1996. *Pescarias amazônicas, proteção de habitats e fazendas nas várzeas: uma visão ecológica e econômica*. Relatório técnico para o projeto Manejo dos recursos naturais da Várzea. Brasília: IBAMA, 33p.
- Harrison, S; S. J. Ross & J. H. Lawton. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *Journal of Animal Ecology*, 61:151-158.
- Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). In: Pascher, A. (ed.). *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas Koenigstein: Koeltz Science Publisher*. Vol. 10. 468p.
- Hustedt, F. 1942. *Süßwasser-Diatomeen des indomalayischen Archipels und der Hawaii-Inseln*. Koeltz Scientific Books. 252p.
- Hustedt, F. 1952a. Neue und wenig bekannte Diatomeen. III. *Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 65: 133-144.
- Hustedt, F. 1952b. Neue und wenig bekannte Diatomeen. IV. *Botaniska Notiser*, 1952:366-416.
- Hustedt, F. 1955a. Neue und wenig bekannte Diatomeen. VII *Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 68:121-132.
- Hustedt, F. 1955b. Neue und wenig bekannte Diatomeen. VIII. *Abhandlungen*

- Naturwissenschaftliche Verein zu Bremen*, 34: 47-68.
- Hustedt, F. 1965. Neue und wenig bekannte Diatomeen. IX Süßwassers Diatomeen aus Brasilien besondere des Amazonasgebiet. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 50(13):391-410.
- Huszar, V. L. M. 1994. *Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita (lago Batata, Pará, Brasil): estrutura de comunidade, flutuações espaciais e temporais*. Universidade Federal de São Carlos, PPG-ERN. São Carlos, SP. 219p. Tese.
- Huszar, V. L. M. & Reynolds, C. S. 1997. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Pará, Brasil): responses to gradual environmental change. *Hydrobiologia*, 346(1-3):169-181.
- Ibañez, M. S. R. 1998. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia*, 362(1-3):78-83.
- Izaguirre, I.; O'Farrell, I.; Tell, G. 2001. Variation in phytoplankton composition and limnological features in a water-water ecotone of the Lower Paraná Basin (Argentina). *Freshwater Biology*, 46: 63-74.
- Junk, W. J. 1983. As Águas da Região Amazônica. In: Salati, E.; Junk, W.J.; Shubart, H.O.R. Oliveira, A.E. *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*- São Paulo: Brasiliense: [Brasília]: Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 189p.
- Junk, W. J. 1997. *The Amazon – The central amazon floodplain. Ecology of a pulsing system*. Springer. Ecological studies. Berlin, 126: 525p.
- Junk, W. J. ; Bayley, P. B. & Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D. P.(Ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic*. Canada, 106: 110-127.
- 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.

- Junk, W. S. & Weber, G. E. 1996. Amazonian Floodplains: a limnological perspective. *Verhandlungen - Internationale Vereinigung Limnologie*. Vol. 26, p. 149-157.
- Junk, W. J & Wantzen, K.M. 2004. The Flood Pulse Concept: New Aspects, Approaches, and Applications - an Update. In: R.L. Welcomme ; T. Petr (eds.): *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. Volume 2. Food and Agriculture Organization; Mekong River Commission. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. RAP Publication 2004/16, p.117-149.
- Kociolek, J. P.; Lyon, D.; Spaulding, S. 2001. Revision of the American species of Actinella. In: Jahn, R.; Kociolek, J. P.; Witkowski, A.; Còmpere, P. (Eds). Lange-Bertalot-Festschrifts. *Studies on Diatoms*. A. R. G. Gartner Verlag K.G. p. 131-135.
- Krammer, K. 2000. The Genus *Pinnularia*. In: Lange-Bertalot, H. (Ed). *Diatoms of Europe*. Vol. 1. Koeltz Scientific Books. Germany, 703p.
- Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. 1996. Indicators of Oligotrophy. In: Lange-Bertalot, H. (Ed). *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micigraphs*. Vol. 2. Koeltz Scientific Books. Germany, 390p.
- Lopes, M. R. M. & Bicudo, C. E. M. 2003. Desmidióflora de um lago da planície de inundação do rio Acre, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 33(2): 167-212.
- MacIntyre, S. & Melack, J. M 1984. Vertical mixing in Amazon floodplain lakes. *Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie*, 22: 1283- 1287.
- MacIntyre, S. & Melack, J. M. 1988. Frequency and depth of vertical mixing in an Amazon floodplain lake (L. Calado, Brazil). *Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie*, 23: 80-85.
- Mann, D. G. 1981. Sieves and flaps: siliceous minutiae in the pores of raphid diatoms. In: Ross, R. (Ed.). *Proceedings of the sixty symposium on recent and fossil diatoms*. Otto Koetz, Hoenigstein. Germany, p.279-300.
- Mann, D. 2001. A discussion of *Caloneis* and related genera. *Diatom Research*, 17:29–36.
- 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.
- Melo, S. & Huszar, V. L. 2000. Phytoplankton in a Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): Diel variation and species strategies. *Journal Plankton Research*, 22(1):63-76.
- Melo, S.; Sophia, M. G.; Menezes, M. & Souza, C. A. 2004. Biodiversidade de algas planctônicas do Parque Nacional do Jaú: Janela Seringalzinho. p. 83-95. *In: Borges, S. H.; Iwanaga, S.; Durigan, C. C. & Pinheiro, M. R. (Eds). A Biodiversidade do Parque Nacional do Jaú: uma estratégia para o estudo da biodiversidade da Amazônia.* Ed. Ipiranga, Brasília-DF.
- Melo, S.; Rebelo, S. R. M.; Souza, K. F.; Menezes, M. & Torgan, L. C. 2005a. Fitoplâncton. *In: Santos-Silva, E. N.; Aprile, F. M.; Scudeller, V. V. & Melo, S. (Eds). Biotupe: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sócio-cultural.* Manaus: INPA, 246p.
- Melo, S.; Rebelo S. R. M.; Souza, K. F.; Soares C. C. & Sophia, M. G. 2005b. Desmídias com ocorrência planctônica . p. 87- 98. *In: Santos Silva, E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultura do baixo rio Negro, Amazônia Central.* Manaus: INPA. 246 p.
- Melo, S.; Souza, K. F.; Rebelo S. R. M.; Sophia, M. G. 2009. Gêneros *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs e *Micrasterias* C. Agardh (Conjugatophyceae-Desmidiaceae) de dois ambientes amazônicos de águas pretas (Manaus, Amazonas-Brasil). *Acta Amazônica*. 39(1):13–20.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. 1998. Tropical diatoms of South America I. *In: Lange-Bertalot, H. (Ed). Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micigraphs.* Vol. 5. Koeltz Scientific Books. Germany, 695p.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. 2007. Tropical diatoms of South America II. *In: Lange-Bertalot, H. (Ed). Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micigraphs.* Vol. 18. Koeltz Scientific Books. Germany, 877p.
- Meyer, B.; Rai, H. & Crönberg, G. 1997. The thecal structure of *Peridiniopsis amazonica* spec. nov. (Dinophyceae), a new cist-producing freshwater dinoflagellate from Amazonia floodplain lakes. *Nova Hedwigia*. 65(1-4):365-375.

- Neiff, J. J. 1990. Ideas for the ecological interpretation of the Paraná river. *Interciencia*, 15(6):424-441.
- Patrick, R. 1940a. Some new diatoms from Brazil. *Notulae Naturae*, 59:1-7.
- Patrick, R. 1940b. Diatoms of northeastern Brazil. Part. I. Coscinodiscaceae, Fragilariaceae and Eunotiaceae. *Proceedings Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 92:191-226.
- Patrick, R. & Reimer, C. W. 1966. *The Diatoms of United States: exclusive of Alaska and Hawaii*. Philadelphia: Academy of Natural Sciences. 1(13): 688p.
- Prance, G. T. 1980. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas à inundação. *Acta Amazonica*, 10(3):495-504.
- Putz, R. 1997. Periphyton communities in Amazonian black- and whitewater habitats: Community structure, biomass and productivity. *Aquatic Science*, 59: 74:93.
- Rai, H. & Hill, G. 1981. Physical and Chemical studies of lago Tupé; a central amazonian black water, "Ria Lake". *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 66(1):37-82.
- Reynolds, C. S. 1984. *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, 384p.
- Ross, R.; Cox, E. J.; Karayeva, N. I.; Mann, D. G.; Paddock, T. B. B.; Simonsen, R. & Sims, P. A. 1979. An amended terminology for the siliceous components of the diatoms cell. *Nova Hedwigia*, 64:513-533.
- Round, F. E.; Crawford, R. M. & Mann, D. G. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge, 747 p.
- Rumrich, U.; Lange-Bertalot, H. & Rumrich, M. 2000. Diatoms of Andes. In: Lange-Bertalot, H (Ed). *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micigraphs*. Vol. 9. Koeltz Scientific Books, 672p.
- Schmidt, A. et al. (1874–1959): Atlas der Diatomaceenkunde. 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.)

Aschersleben–Leipzig.

- Schmidt, G. W. 1973. Primary production of phytoplankton in the three types of Amazonian waters. III. Primary production of phytoplankton in a tropical flood plain lake of central Amazônia, Lago do Castanho, Amazonas, Brasil. *Amazonian*, 4:379-404.
- Schmidt, G. W. & Uherkovich, G. 1973. Zur Artenfülle des Phytoplanktons in Amazonien. *Amazoniana*, 4(3): 243-252.
- Schrader, H. J. 1971. Morphologisch-systematische Untersuchungen na Diatomeen.1. Die Gattungen *Oestrupia* Heiden, *Progonoia* Schrader, *Caloneis* Cleve. *Nova Hedwigia*, 22: 915-936.
- Scudeller, V. V.; Aprile, A. M.; Melo, S. & Santos-Silva, E. N. 2005. Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé: Características gerais. In: Santos Silva, E. N.; Aprile, F. M.; Scudeller, V. V.; Melo, S. *Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultura do baixo rio Negro, Amazônia Central*. Manaus: INPA, 246 p
- Shrimpton, R. E. & Giugliano, R. 1979. Consumo de alimentos e alguns nutrientes em Manaus, Amazonas. 1973-74. *Acta Amazonica*, 9:117-141.
- Simonsen, R. 1987. *Atlas and catalogue of the diatom types of Fredrich Hustedt*. Berlin. Ed. J. Cramer. Vol. 3. 772 pl. 525p.
- Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Might Tropical River and its Basin*. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, p. 127-166.
- Smith, W. 1853. *A synopsis of the British Diatomaceae: with remarks on their structure, functions and distribution; and instruction for collecting and preserving specimens*. London, 1: 1–89.
- Souza, K. F.; Melo, S. & Almeida, F. A. 2007. Desmídias de um lago de inundação do Parque Nacional do Jaú (Amazonas-Brasil). *Revista Brasileira de Biociências*, 5(2): 24-26.
- Souza-Mosimann, R. M.; Tavares, A. S. & Freitas, V. P. 1997. Contribuição ao conhecimento da diatomoflórula do conteúdo estomacal de algumas espécies de peixes da Amazônia.

- Acta Amazônica*, 27 (1): 9-25.
- Stosch, H. A. von. 1970. Methoden zur preparation kleiner oder zarter Kieselemente für die Elektronen- und Lichtmikroskopie, insbesondere von Diatomeen und bei geringen Materialmengen. *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie*, 70: 29-32.
- Thomasson, K. 1955. Studies on South American fresh-water plankton, 3: plankton from Tierra del Fuego and Valdivia. *Acta Horti Gotoburgensis*, 19: 193-225.
- Thomasson, K. 1971. Amazonian algae. *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 86: 1-57.
- Tundisi, J. G.; Forsberg, B. R.; Devol, A. H.; Zaret, T. M.; Tundisi, T. M.; Santos, A.; Ribeiro, J. S.; Hardy, E. R. 1984. Mixing patterns in Amazon Lakes. *Hydrobiologia*, 108: 3-15.
- Uherkóvich, G. 1976. Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajós. *Amazoniana*, 7 (2): 191-219.
- Uherkovich, G. 1981. Algen aus einigen Gewässern Amazoniens. *Amazoniana*, VII (2): 191: 219.
- Uherkovich, G. 1984. *Phytoplankton*. In: The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht.
- 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*, VI (4): 611-638.
- Vieira, J. M. S.; Azevedo, M. T. P.; Azevedo, S. M. F. O.; Honda, R. Y. & Corrêa, B. 2003. Microcystin production by *Radiocystis fernandoi* (Chroococcales, Cyanobacteria) isolated from a drinking water reservoir in the city of Belém, PA, Brazilian Amazonia region. *Toxicon*, 42: 709-713.
- Vieira, J. M. S.; Azevedo, M. T. P.; Azevedo, S. M. F. O.; Honda, R. Y. & Corrêa, B. 2005.

Toxic cyanobacteria and microcystin concentrations in a public water supply reservoir in the Brazilian Amazonia region. *Toxicon*, 45:901-909.

Zar, J. H. 1974. *Biostatistical Analysis*. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 620 p.