

SAMANTHA BORGES FAUSTINO

**Distribuição espacial das diatomáceas nos
sedimentos superficiais da represa
Guarapiranga (São Paulo)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Avasculares e Fungos em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2013

SAMANTHA BORGES FAUSTINO

**Distribuição espacial das diatomáceas nos
sedimentos superficiais da represa
Guarapiranga (São Paulo)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Avasculares e Fungos em Análises Ambientais.

Orientadora: Prof^a Dr^a DENISE DE CAMPOS BICUDO

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MEMÓRIA**

Faustino, Samantha Borges

F268d Distribuição espacial das diatomáceas nos sedimentos superficiais da represa
Guarapiranga (São Paulo) / Samantha Borges Faustino -- São Paulo, 2014.
152 p. il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio
Ambiente, 2014
Bibliografia.

1. Algas. 2. Sedimento. 3. Estado trófico. I. Título

CDU: 582.26

*Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas,
eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar.*

Mesmo as críticas nos auxiliam muito.

Chico Xavier

*Aos meus pais, Israel e Magda e à minha família,
pelo amor, confiança, apoio e incentivo,
por caminharem sempre ao meu lado
desde os meus primeiros passos
de um modo ou de outro,
na trajetória da vida.
Com amor, sempre.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente inicio agradecendo a Deus por me mostrar o caminho certo a seguir e colocar pessoas especiais em minha vida, sem as quais teria sido impossível a concretização deste trabalho, a saber:

À minha querida orientadora, Prof^a Dr^a Denise de Campos Bicudo, que confiou em mim, sempre me incentivando e apoiando, tanto em momentos científicos quanto pessoais. Agradeço por compartilhar todo o seu conhecimento, atenção, pela orientação devotada, valiosa sabedoria, sua disponibilidade irrestrita para esclarecer dúvidas e por todo auxílio neste trabalho para que o mesmo fosse realizado com sabedoria. Obrigada pelo incentivo, cobrança, zelo, pelo exemplo de profissionalismo, ética científica e pelo seu lado humano, cuja sensibilidade para com os outros vai muito além do profissionalismo. Levarei isto sempre comigo.

Ao Prof. Dr. Carlos E. de M. Bicudo, por compartilhar sua sabedoria, seus conhecimentos e experiências, pelos vários “causos” nos momentos de descontração, por todo o carinho e atenção e pelo famoso “E aí Pitiquinha?” sempre tão carinhosamente dirigido às “filhas e netas científicas”.

À Dr^a Carla Ferragut, por todo carinho, por compartilhar sua sabedoria, pelos estímulos a sempre seguir em frente. Obrigada pela sua disponibilidade em colaborar e esclarecer minhas duvidas, por todos os conselhos e, principalmente, pela sua amizade sincera.

À Dr^a Cacilda Thais Janson Mercante, do Instituto de Pesca, Dr^a Maria do Carmo Carvalho, da Cetesb, e à Dr^a Célia Leite Sant’Anna, pelas contribuições e por compartilharem um pouco dos desafios sobre a represa Guarapiranga, o meu muito obrigada.

Ao Dr. Donato Seiji Abe e a Dr^a Corina Verónica Sidagis Galli, do Instituto Internacional de Ecologia, pela contribuição e empenho na amostragem dos sedimentos. A ajuda de vocês foi fundamental para a realização deste trabalho. Obrigada por compartilharem conosco um pouco de suas experiências.

À Prof^a Dr^a Ana Luiza Spadano Albuquerque, do Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense, por ter cedido seu laboratório tão prontamente para realização das análises granulométricas.

Ao Prof. Dr. Eduardo Morales, da Universidad Católica Boliviana, ao grupo AcquaSed e as colegas Luciane Fontana, Simone Wengrat e Livia Costa, pelo precioso auxílio nas identificações taxonômicas e fornecimento de bibliografia especializada.

À Dr^a Fernanda Ferrari, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por todo carinho, atenção, por compartilhar seus conhecimentos taxonômicos durante todo o tempo que estive no Núcleo de Pesquisa em Ecologia. Obrigada por me auxiliar e me ajudar na minha primeira identificação de diatomácea, durante o meu período de estagiária.

Aos pesquisadores, estagiários e pós-graduandos do Núcleo de Ecologia do Instituto de Botânica, que tornaram mais agradáveis os momentos de trabalho. Em especial, ao querido “Povo das Águas”, que me mostrou a importância de uma equipe na realização de um trabalho, aos mais antigos e atuais, indispensáveis para a realização deste trabalho: Ana Margarita Loaiza Restano, Angélica Rigueti, Barbara Pellegrini, Carla Ferragut, Carlos Bicudo, Denise Bicudo, Débora Goes, Fernanda Ferrari, Gabriela Lavagnoli, Gabrielle Araujo, Gisele Marquardt, Jeniffer Pereira, Karine Fernandez Rivelino, Larissa Stevanato, Livia Costa, Luciane Fontana da Silva, Lucineide Santana, Mariane de Souza, Maria Auxiliadora Pinto, Majoi de Novaes Nascimento, Mayara Ribeiro Casartelli, Pryscilla Denise, Sandra Costa-Böddeker, Simone Wengrat, Stefania Biolo, Stéfano Zorzal, Tatiane de Jesus e Thiago dos Santos. A participação de vocês foi fundamental. Muito Obrigada. Agradeço também ao Guilherme Scotta Hentschke e ao Levi Pompermayer Machado da seção de Ficologia, pelo auxílio com os materiais autoclaváveis.

Às “Panteras” do Núcleo de Ecologia, por tornarem qualquer ambiente mais divertido e por poder contar com vocês para tudo: análises laboratoriais, limpeza de vidraria, compras, cafés, comemorações e o preparo de comidinhas deliciosas que nos alegam e nos fortalecem nos dias de coleta. Dorinha, Amariles, Val e Marli: muito obrigada por toda dedicação e carinho.

Ao Yukio Hayashi da Silva, por estar sempre presente, ajudando em todos os problemas técnicos. Obrigada por toda ajuda.

Um obrigada especial a Majoi de Novaes Nascimento, Luís Evangelista dos Santos (Instituto de Pesca), Denise de Campos Bicudo, Dr^a Marycel Elena Barboza Cotrim (Ipen), Ezequiel, Fernando e Marcos da SABESP pela importante ajuda nas coletas em campo, ao Miguel por nos transportar em segurança. Obrigada por terem contribuído com este trabalho de forma tão grandiosa e leve.

À SABESP e, em especial, ao Gerente de Divisão de Recursos Hídricos Metropolitanos Sudoeste Osmar Rivelino, à bióloga Vilma Kazumi Okamoto Rivelino, Ezequiel Braz de Souza e ao Valdir Patricio Silva. Obrigada pela oportunidade de trabalhar com vocês, poder compreender melhor a gestão das águas em uma metrópole como São Paulo e pelo fornecimento de informações operacionais e dados climáticos. Não haveria trabalho sem a participação e o apoio de vocês.

Ao programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, pela oportunidade de aprimoramento científico.

A CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de mestrado concedida. À FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa, pela oportunidade de envolvimento no Projeto AcquaSed (Processo 2009/53898-9), que me proporcionou o financiamento para concretização das viagens de coleta de material e parte da infraestrutura dos laboratórios de Ecologia Aquática e de Microscopia do Núcleo de Pesquisa em Ecologia do Instituto de Botânica para, respectivamente, desenvolver as análises laboratoriais e o estudo do material biológico ao microscópio.

Ao pessoal do alojamento do quarto 6: Daiane Teixeira da Silva, Julyana da Nóbrega, Luanda Soares, Majoi de Novaes Nascimento e Thiara Siqueira Bento. Obrigada por me receberem e me acolherem nos dias de coleta. Adorei conhecê-las e passar este tempo com vocês.

Às minhas amigas de agora e sempre, Mayara Ribeiro Casartelli, Karine Fernandez Rivelino, Camila Rosal, Denise Amazonas, Edna Ferreira Rosini, Majoi de Novaes Nascimento, Luciane Fontana e Daiane Teixeira da Silva, pelo carinho, pelos conselhos e pela amizade verdadeira em todos os momentos. Adoro vocês.

Às pessoas que são minha luz, inspiração e a quem devo tudo: minha família. Aos meus pais, Israel Faustino, Magda Rosa Borges Faustino, por me incentivarem, apoiarem e jamais deixar que eu desistisse dos meus sonhos. Aos meus “filhos de quatro

patas”, meus cachorros Gigi e Snow, que passaram noites em claro me vendo escrever, estudar e trabalhar, me olhando com aquela carinha de “Samantha, para um pouquinho e vem fazer um carinho”. À minha irmã e melhor amiga, Vanessa Borges Faustino, uma pessoa iluminada, perfeita, sempre ao meu lado, me dando forças e me apoiando em todos os momentos da minha vida. Ao meu cunhado Rodrigo Morete Barile, à sua mãe Justina Rosa Morete e ao anjinho de quatro patas Bily (*in memorian*), meus tios Raquel Rosa Reis e Edson Reis, obrigada pelos conselhos, conversas e ajuda. Sem vocês nada disto seria possível. Amo vocês.

A minha princesinha de quatro patas Tiffany e ao meu noivo, companheiro, conselheiro e amigo Renato Okamoto Rivelino, obrigada pelo seu amor, confiança, pelo carinho com que me ajudou na resolução de problemas, pela compreensão na fase final de elaboração desta dissertação, por seu suporte e companheirismo em todos os momentos. Aos meus sogros Osmar Rivelino e Vilma Kazumi Okamoto Rivelino que me incentivaram e me apoiaram a estar aqui hoje.

Ao meu amigo de longa data desde a época das incertezas da faculdade, Rafael Correia Falcione, que me acompanhou até o dia de recebermos o nosso tão sonhado diploma de biólogos, que até hoje está do meu lado sempre me salvando dos obstáculos que a vida nos impõe. Ao meu amigo Anderson A. Lucchi por toda ajuda, conselhos e preocupação quando estava escrevendo esse projeto.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram e participaram no caminho desta conquista e que eu não tenha mencionado o nome, minhas sinceras desculpas e muito obrigada.

E por fim, à vida e a Deus que me permitiram tornar o que sou hoje!

RESUMO

O estudo avaliou a biodiversidade e a distribuição espacial das diatomáceas nos sedimentos superficiais de represa de abastecimento público, com grande interferência antropogênica (Represa Guarapiranga, São Paulo). Foram delineadas 14 estações amostrais. A amostragem da água foi realizada em períodos de inverno e verão e a de sedimentos superficiais, no período de inverno. As análises incluíram variáveis físicas e químicas da água e dos sedimentos, bem como análises qualitativa e quantitativa das diatomáceas. O índice de estado trófico variou de mesotrófico a supereutrófico, demonstrando a heterogeneidade espacial da represa. A região a montante do reservatório e duas estações do início do corpo central foram classificadas mesotróficas, as demais estações do corpo central a jusante variaram de eutróficas a supereutróficas. No inverno, acentuou-se a perda da qualidade ecológica da represa devido à maior concentração de nutrientes (nitrogênio e fósforo). A geoquímica orgânica corroborou a tendência dos dados limnológicos, indicando apenas a região de montante como menos degradada, porém já com sinais de eutrofização. A estrutura da comunidade de diatomáceas dos sedimentos refletiu a heterogeneidade espacial da represa e foi primordialmente influenciada pela disponibilidade de nutrientes, bem como pela presença de macrófitas aquáticas. A região a montante caracterizou-se pela maior riqueza e diversidade, maior contribuição de algumas espécies bentônicas, acidófilas, oligotróficas e mesotróficas. Nas demais regiões, a comunidade caracterizou-se pela maior abundância, menor riqueza, diversidade e maior representação de espécies planctônicas, alcalinófilas e eutróficas. Pelas análises integradas dos dados, 9 espécies associaram-se à região mesotrófica e outras 9 às regiões mais degradadas. Todavia, a partir deste estudo e da revisão de literatura (represas da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá), quatro espécies destacam-se na bioindicação de ambientes oligotróficos e mesotróficos (*Aulacoseira tenella*, *Brachysira microcephala*, *Eunotia veneris* e *Frustulia saxonica*); e outras quatro para sistemas eutróficos a supereutróficos (*Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria crotonensis* e *Nitzschia* cf. *fruticosa*). Ressalta-se a necessidade de estudos taxonômicos criteriosos e de mais informação ecológica sobre diatomáceas tropicais a fim de avançar na bioindicação e propiciar a elaboração de modelos inferenciais, contribuindo para o gerenciamento de represas tropicais.

Palavras-chave: bioindicação, estado trófico, eutrofização, geoquímica orgânica, represa de abastecimento

ABSTRACT

The study evaluated the biodiversity and spatial distribution of diatom from surface sediments of a public water supply reservoir under great anthropogenic impacts (Gurapiranga Reservoir, São Paulo). Fourteen sampling stations were defined. Water samples were collected during winter and summer, and the surface sediments during the winter. Analyses included water and sediments physical and chemical variables and diatom quantitative and qualitative identifications. The trophic state index varied from mesotrophic to supereutrophic, indicating the spatial heterogeneity of the reservoir. The upstream region and the first two sites from the central body were mesotrophic and the remaining sites (central body and dam region) varied from eutrophic to supereutrophic. During the dry season (winter), the reservoir ecological status decreased probably due to nutrients concentration (nitrogen and phosphorus). Results of the organic geochemistry were in agreement with the limnological spatial variation. However, only the upstream region was considered less degraded, although with signs of eutrophication. Diatom community structure tracked the spatial heterogeneity of the system, and was mainly affected by nutrients availability, as well as by the occurrence of aquatic macrophytes. In the upstream zone, the community presented higher richness and diversity, and higher contribution of benthic, acidophilous, oligotrophic and mesotrophic species. In the remaining regions, community was characterized by higher abundance of some species, lesser richness and diversity, and higher contribution of planktonic, alcalinophilous and eutrophic species. Integrated analyses indicated the association of 9 species with mesotrophic sites, and 9 others with the degraded sites. However, based on our findings and the literature (mainly from the upper Tietê basin and Piracicaba, Capivari and Jundiaí basin), four species were considered good indicators of oligotrophic and mesotrophic systems (*Aulacoseira tenella*, *Brachysira microcephala*, *Eunotia veneris* and *Frustulia saxonica*). In addition, four species were considered good indicators of eutrophic and supereutrophic conditions (*Aulacoseira granulate* var. *granulate*, *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria crotonensis* and *Nitzschia* cf. *fruticosa*). We highlight the need for taxonomical studies and more ecological information on diatoms from tropical regions to enhance the use of this community on bioindication, and to provide a sound base to elaborate inferential model, contributing to the management of tropical reservoirs.

Key words: bioindication, trophic state, eutrophication, organic geochemistry, public water supply reservoir

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	07
2.1. Objetivo geral	07
2.2. Objetivos específicos	07
3. ÁREA DE ESTUDO	08
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1. Variáveis climáticas	15
4.2. Delineamento amostral e coleta de material	15
4.3. Variáveis limnológicas abióticas e biomassa fitoplanctônica	18
4.4. Geoquímica orgânica dos sedimentos superficiais	19
4.5. Análises das diatomáceas	19
4.5.1. Análise taxonômica	20
4.5.2. Análise quantitativa	20
4.5.3. Informações ecológicas	21
4.6. Análise numérica dos dados	21
4.6.1. Índices ecológicos	21
4.6.2. Análise estatística	23
5. RESULTADOS	25
5.1. Caracterização limnológica da Represa Guarapiranga	25
5.1.1. Variáveis climatológicas	25
5.1.2. Variáveis limnológicas abióticas e biomassa fitoplanctônica	25
5.1.3. Avaliação conjunta dos dados limnológicos	33
5.1.4. Índice de estado trófico	35
5.2. Caracterização da geoquímica orgânica dos sedimentos superficiais da represa Guarapiranga	38
5.2.1. Granulometria	38
5.2.2. Geoquímica orgânica total	38
5.2.3. Avaliação Conjunta das variáveis do sedimento superficial	40

5.3. Diversidade e distribuição das diatomáceas nos sedimentos superficiais	41
5.3.1. Composição e diversidade de espécies nos sedimentos superficiais	41
5.3.2. Avaliação Conjunta das espécies de diatomáceas dos sedimentos superficiais	52
5.3.3. Avaliação Conjunta das espécies de diatomáceas e dos fatores limnológicos abióticos	56
5.3.4. Estrutura da comunidade de diatomáceas categorizadas pelas preferências ecológicas das espécies	58
6. DISCUSSÃO	65
6.1. Caracterização limnológica da represa Guarapiranga	65
6.1.1. Compartimento aquático	65
6.1.2. Geoquímica orgânica dos sedimentos	68
6.2. Biodiversidade e distribuição das diatomáceas nos sedimentos superficiais na represa Guarapiranga	71
7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
9. ANEXO 1 (Flora das diatomáceas dos sedimentos superficiais da represa Guarapiranga)	95
ANEXO 2 (Resultados das análises quantitativas das diatomáceas)	137

1. INTRODUÇÃO

A água doce, além de ser fundamental para o funcionamento e sustentação da vida, é também um importante insumo econômico, tendo a sua disponibilidade como um fator limitante. A crise da água doce resulta, principalmente, da redução global de seu suprimento em função do aumento demográfico exacerbado, da mudança do uso e padrão de seu consumo, bem como da degradação crescente dos ambientes aquáticos. Esta atual crise tem grande interesse global, uma vez que, além de colocar em risco a manutenção da vida no planeta, impõe dificuldades ao desenvolvimento e vem sendo apontada como um dos grandes desafios do século XXI (Wetzel 2001, Tundisi 2005, Ribeiro 2008).

A escassez de água no mundo é agravada em virtude da desigualdade social, falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais. Embora o Brasil figure como o primeiro país em disponibilidade hídrica em rios do mundo, a poluição e o uso inadequado comprometem esse recurso em várias regiões do país (Whately & Cunha 2006). Este cenário da crise da água (estresse, escassez e deterioração da qualidade) agrava-se ainda mais pelos novos desafios decorrentes das mudanças climáticas globais, que alteram os ciclos hidrológicos, aumentam a contaminação, eutrofização, toxicidade, doenças hidroveiculadas, entre outros (*e.g.* Tundisi 2008, Marengo 2008, Bicudo & Bicudo 2008).

Dentre os fatores que concorrem para a deterioração da qualidade da água, a eutrofização desponta como um dos problemas ambientais mais bem documentados que vem afetando drasticamente, em maior ou menor intensidade, todos os ecossistemas aquáticos (Sayer & Roberts 2001, Battarbee *et al.* 2005, Tundisi & Matsumura-Tundisi 2008). A eutrofização artificial consiste na resposta biológica do ecossistema (aumento de produtividade) que resulta do aumento da concentração de nutrientes nos ambientes aquáticos, principalmente nitrogênio e fósforo, a partir de efluentes domésticos, agrícolas e/ou industriais. Mesmo depois da redução do aporte externo de nutrientes, a eutrofização é considerada, frequentemente, irremediável, quando se trata da escala temporal humana (Carpenter 2005). Trata-se de um problema cuja solução está longe de ser atingida, a despeito do grande número de estudos que documentam suas causas (Watson *et al.* 1992, Carpenter 2005, Yu *et al.* 2007, Smol 2008, Schindler *et al.* 2008).

Apesar de o Brasil liderar a disponibilidade de água doce no mundo com 12% do total mundial e 35% do total da América Latina, a sua distribuição ao longo do território nacional é extremamente variada, o que origina problemas sérios de oferta de água para os diferentes usos. Esses problemas decorrem de demandas quantitativas elevadas em relação à disponibilidade e do comprometimento da qualidade das águas pela poluição (Braga *et al.* 2008). Duas importantes regiões metropolitanas brasileiras (São Paulo e Rio de Janeiro) já têm suas populações abastecidas por água transportada de bacias vizinhas.

Represas urbanas são consideradas importantes ecossistemas artificiais formados pela barragem de um ou mais rios, com o intuito de acumular água para abastecimento, irrigação, energia elétrica, navegação e recreação, entre outros. As principais alterações nas características limnológicas da água são oriundas da bacia hidrográfica e podem ser muito rápidas e intensas devido à natureza e composição dos afluentes (Räsänen 1986). Com isso, esses sistemas artificiais constituem importantes pontos de convergência das diferentes atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica, dos seus usos, aspectos sócio-ambientais e econômicos, de forma que a qualidade da água reflete as múltiplas atividades humanas e os impactos decorrentes dessas atividades (Rebouças 1999).

As alterações ecológicas observadas nos ecossistemas aquáticos podem ser detectadas a partir do monitoramento da água e do sedimento acumulado, seja este superficial (deposição recente) ou em longa escala temporal (depositado em camadas) (Birks & Birks 2006). O monitoramento da água, acompanhado de análises físicas, químicas e biológicas, constituem base consistente para avaliação ecológica do ambiente, pois permitem o conhecimento instantâneo das condições da água no momento em que são feitas as medições (análises físicas e químicas) e informações de efeitos prolongados (análises biológicas), as quais são capazes de refletir estados não mais existentes no momento da verificação (Lobo *et al.* 2002). Nos sedimentos aquáticos, as informações fornecidas são de efeitos ainda mais prolongados, pois este compartimento representa um arquivo de informações de natureza biogeoquímica a partir das camadas de deposição que são temporais e se encontram sequencialmente acumuladas (Mozeto 2004). Em particular, os sedimentos de superfície representam uma amostra espacial e temporalmente integrada dos eventos que se acumularam no passado recente, bem como de organismos provenientes de diversos habitats, permitindo uma análise inviável de ser obtida mediante amostras isoladas de comunidades vivas (Bennion 1995).

As interpretações limnológicas feitas a partir de microrganismos preservados nos sedimentos de lagos proporcionam dados eficientes para o monitoramento ambiental. As diatomáceas destacam-se entre os principais indicadores biológicos por apresentarem várias características, tais como: (1) constituem um grupo bem representado de algas na maioria dos ambientes aquáticos; (2) algumas espécies são sensíveis a alterações ambientais e outras muito tolerantes; (3) respondem a mudanças ambientais em longo e curto prazo; (4) as amplitudes ecológicas das espécies são relativamente bem conhecidas (para regiões temperadas); (5) possuem elevadas taxas de migração e, portanto, podem colonizar rapidamente novos habitats; (6) suas valvas são geralmente bem preservadas em depósitos sedimentares, pois seu envoltório celular é de sílica e, de modo geral, resistente à decomposição por bactérias, dissolução química e ruptura física, entre outros (Dennys 1991, Bennion 1995, Lobo, Callegaro & Bender 2002, Smol & Stoermer 2010).

Nos estudos de monitoramento da água, o uso das diatomáceas como indicadores ambientais iniciou-se com a avaliação da qualidade da água de rios e, mais especificamente, com o desenvolvimento do sistema de sapróbios por Kolowitz & Marsson (1909). Assim, índices autoecológicos foram desenvolvidos para indicar níveis de poluição das preferências ecológicas e tolerâncias de espécies (Poulickova *et al.* 2004). Presentemente, os estudos têm focado a resposta das comunidades de diatomáceas a uma série de variáveis ambientais tais como mudanças de salinidade, pH, nutrientes orgânicos e inorgânicos (Belling *et al.* 2006, Besse-Lototskaya *et al.* 2010). Os estudos realizados a partir dos sedimentos vêm permitindo a reconstrução do histórico de eutrofização (Alefs & Müller 1999, Bennion *et al.* 2001, Smol 2008), da salinidade (Blinn & Bailey 2001), da evolução do histórico de impactos antrópicos em suas dimensões ecológicas e sócio-econômicas (Dalton *et al.* 2005, Negro e Hoyos 2005, Bennion *et al.* 2011), entre vários outros. Ainda, devido à escassez de estudos de longa duração que abranjam o período pré-impacto, as informações paleolimnológicas com as diatomáceas vêm sendo incorporadas a programas de gerenciamento. Como exemplo o programa europeu (European Council Water Framework Directive– WFD, European Union 2000), que busca estabelecer metas para que os corpos d'água atinjam o bom estado ecológico (Korneva & Mineeva 1996). Nesta direção, também vem sendo elaborados modelos inferenciais (retroagem no tempo) como os de diatomáceas-fósforo, visando reconstruir quantitativamente os níveis de fósforo pregressos na água, pré-eutrofização. Tais modelos baseiam-se em informações ecológicas atuais das

diatomáceas de sedimentos superficiais em uma malha espacial de calibração e permite estabelecer valores referência de fósforo pré-distúrbio (Smol 2008).

No Brasil, estudos sobre a utilização das diatomáceas na biondicação são ainda relativamente escassos e ainda mais concentrados em ambientes lóticos na região sul do país (*e.g.* Torgan & Aguiar 1974; Lobo & Torgan 1988; Lobo *et al.* 1995; Rodrigues & Lobo 2000; Lobo *et al.* 2002; Salomoni *et al.* 2005; Lobo *et al.* 2004, 2006; Hermany *et al.* 2006; Düpont *et al.* 2007). Particularmente o conhecimento das diatomáceas indicadoras da qualidade ecológica da água no Estado de São Paulo é extremamente escasso. Destacam-se os estudos de Souza (2002), Bere & Tundisi (2011a, b) que avaliaram a comunidade de diatomáceas e sua relação com variáveis físicas e químicas em ecossistema lótico (rio Monjolinho e seus tributários) e de Ferrari (2010) realizado em represa urbana. Estudos em sedimentos lacustres foram realizados principalmente fora do Estado de São Paulo. Os mesmos abrangem mudanças climáticas (Callegaro 1988, Dumont & Tundisi 1997, Moro 1998 e Fürstenberger 2001), variação de pH (Gianini 2002), de paleoambientes (Souza *et al.* 2007), alterações do nível da água (Gomes 2007), entre outros. Para a Região Metropolitana de São Paulo existem apenas duas contribuições realizadas antes de 2012. Compreendem a avaliação do histórico da eutrofização em represa urbana hipereutrófica (Lago das Garças, São Paulo) com base na bioestratigrafia das diatomáceas nos últimos 110 anos (Costa-Böddeker 2012) e a distribuição das diatomáceas nas represas em cascata no Rio Paranapanema (Silva 2008).

Mais particularmente sobre a organização e bioindicação das diatomáceas do plâncton e de sedimentos superficiais em represas situadas na Bacia do Alto Tietê e bacias circunvizinhas há quatro contribuições (Wengrat 2011, Nascimento 2012, Silva 2012, Rocha 2012). A primeira foi realizada no Complexo Billings, cujas águas variam de mesotróficas a hipereutróficas. As demais foram desenvolvidas, respectivamente, nas represas Jaguari-Jacareí (ultraoligotrófica-mesotrófica), Cachoeira da Graça e Pedro Beicht (mesotróficas) e na Sub-bacia do Alto Tietê (represas Taiaçupeba, Ribeirão do Campo, Ponte Nova, Rasgão e Jundiá, que variam de oligotróficas a eutróficas).

Em relação à área de estudo, a represa Guarapiranga é o segundo maior manancial produtor de água para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), sendo responsável pelo abastecimento de 20% da população (3,7 milhões de habitantes). Vale destacar que a RMSP é considerada a segunda mundial em precariedade de recursos hídricos próprios para consumo (PROAM 2006). Assim, apesar da relevância desta represa para RMSP, a mesma figura dentre os mananciais mais ameaçados. A intensa

ocupação urbana a jusante da bacia e na margem direita da represa vem comprometendo a sua qualidade, em função dos usos urbanos, da agricultura e do solo exposto, que, aliados a inúmeros outros problemas existentes, torna o monitoramento contínuo da represa cada vez mais importante (Whately & Cunha 2006, Carvalho *et al.* 2007).

O agravamento dos problemas na represa Guarapiranga impulsionou vários estudos. Os primeiros apresentaram enfoque ecológico sanitário (Kleerekoper 1939, Palmer 1960, Rocha 1984). Vários outros se sucederam, dentre os quais, sobre a ocorrência de cianobactérias e microcistinas nas águas superficiais da represa (Carvalho *et al.* 2007); sobre distúrbios periódicos, gradientes tróficos e suas relações com o desenvolvimento do fitoplâncton e de cianobactérias (Beyruth 1996, 2000); caracterização da composição química e qualidade da água (Cobrape 1994, Soares 2003, Andrade 2005, Richter *et al.* 2007), além de inúmeras contribuições restritas em dissertações de mestrado e teses de doutorado (*e.g.* Rocha 1999, Carvalho 2003, Andrade 2005, Lorenzi 2004, Mateus 2006, Matsuzaki 2007, Gemelgo 2008, Silva 2008, Hirata 2011, Rodrigues 2011). Em relação ao compartimento sedimentar, os trabalhos realizados enfocam os teores de metais (Padial 2008, Guimarães 2011). Finalmente, há informações relevantes sobre a sub-bacia hidrográfica da Guarapiranga, organizadas e sintetizadas desde 1996 pelo Programa “*Mananciais do Instituto Socioambiental*” disponibilizadas em documentos sínteses e mapas temáticos (Whately & Cunha 2006), bem como sobre a qualidade da água e de sedimentos superficiais como parte da rede de monitoramento das águas interiores do Estado de São Paulo (*e.g.* Cetesb 2010). Desta forma, os trabalhos que abrangem a comunidade fitoplanctônica são restritos ou apresentam ênfase em outros grupos de algas que não as diatomáceas (Beyruth 1996, 2000, Carvalho 2003, Sant’Anna *et al.* 2004, Lopes 2005, 2007, Rodrigues 2008, Rodrigues *et al.* 2010), ou seja, até 2012 inexistem estudos específicos sobre as diatomáceas da Represa de Guarapiranga. Mais recentemente, importante estudo paleolimnológico foi realizado, permitindo a reconstrução da eutrofização da represa nos últimos 90 anos com base em multitraçadores ambientais, com ênfase nas diatomáceas (Fontana 2013).

Este trabalho é proposto tendo por base a heterogeneidade espacial da qualidade da água da represa Guarapiranga, bem como as respostas das diatomáceas frente a processos de eutrofização. Finalmente, como parte de um projeto temático mais amplo (“*Diagnóstico basal e reconstrução de impactos antropogênicos na Represa Guarapiranga com vistas à sustentabilidade do abastecimento e ao gerenciamento da qualidade da água de reservatórios da RMSP*”), contribuirá com informações sobre a

biodiversidade e autoecologia das diatomáceas de represas tropicais, que farão parte do banco regional de dados para elaboração de um modelo de função de transferência diatomáceas-fósforo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a distribuição das diatomáceas nos sedimentos superficiais da represa Guarapiranga, visando contribuir para a caracterização da qualidade ecológica desta represa, bem como ampliar o conhecimento autoecológico das espécies de diatomáceas de represas urbanas tropicais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer a biodiversidade das diatomáceas presentes nos sedimentos superficiais da represa Guarapiranga;
- Analisar a distribuição espacial das diatomáceas na represa;
- Avaliar as associações de espécies de diatomáceas indicadoras das alterações da qualidade ecológica da represa;
- Contribuir com a avaliação da eutrofização ao longo do eixo longitudinal da represa.

3. ÁREA DE ESTUDO

A Bacia hidrográfica da Guarapiranga localiza-se na porção sudoeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (Fig. 1). Atualmente, a represa é considerada o segundo maior manancial do sistema de abastecimento, com vazões superiores a 12 m³/s, atendendo cerca de quatro milhões de habitantes (20%), 95% dos quais residentes no Município de São Paulo (principalmente nas zonas Sul e Sudoeste) e 5% em Taboão da Serra (Andrade 2005, Mateus 2006, Whately & Cunha 2006, CETESB 2007, Matsuzaki 2007). A represa situa-se na Bacia do Alto Rio Tietê e sub-bacia Guarapiranga, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos UGRHI 6 (Fig. 2). Compreende de forma parcial os municípios de São Paulo (211 km²) e Embu (41 km²), a quase totalidade territorial de Itapeverica da Serra (183 km²) e Embu-Guaçu (162 km²), além de porções pouco extensas dos municípios de Jquitiba, São Lourenço da Serra e Cotia. Ao norte delimita-se com as bacias dos rios Pinheiros e Tietê, a leste com a bacia da Represa Billings, a oeste com a bacia do Rio Cotia e ao sul, com a Serra do Mar (Fig. 3) (Whately & Cunha 2006, Beyruth 2000, Matsuzaki 2007, CETESB 2007).

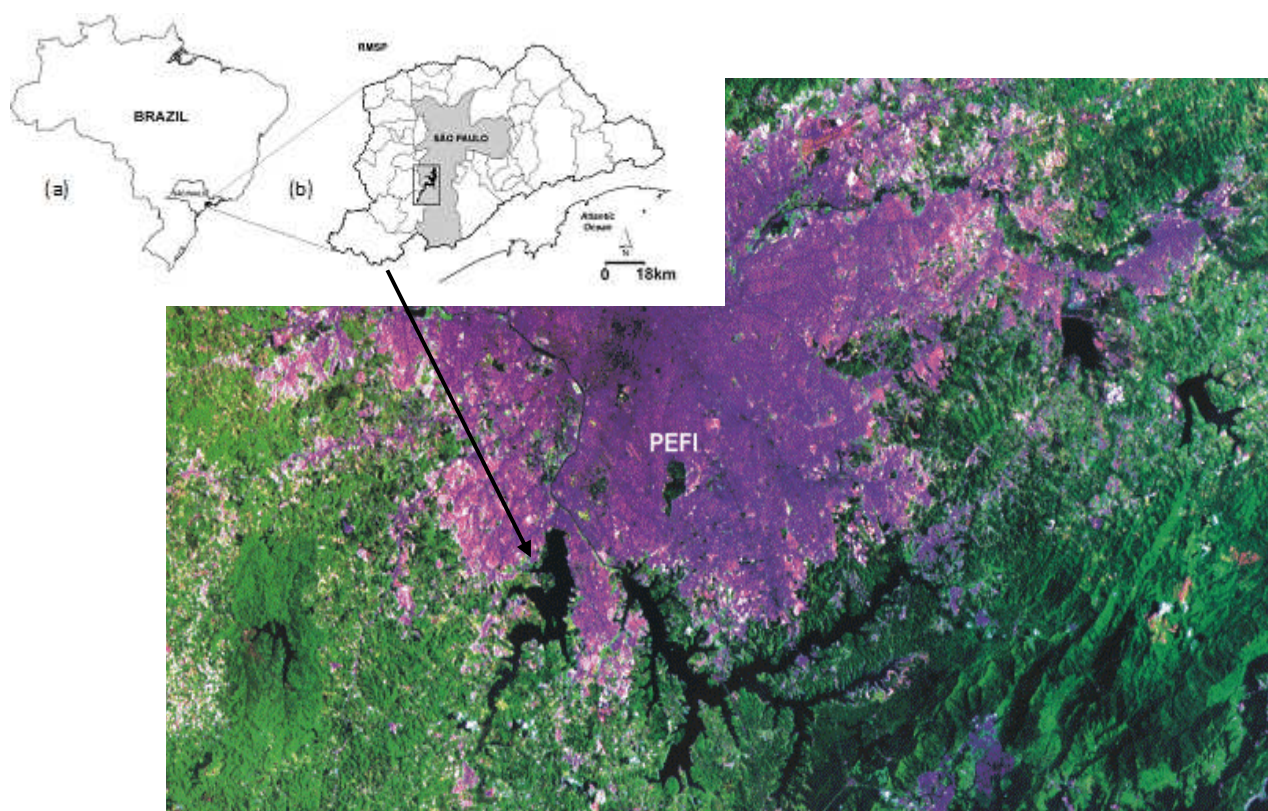


Figura 1. (a) Localização do Estado de São Paulo no Brasil, (b) localização da represa Guarapiranga na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Fonte: INPE 2012

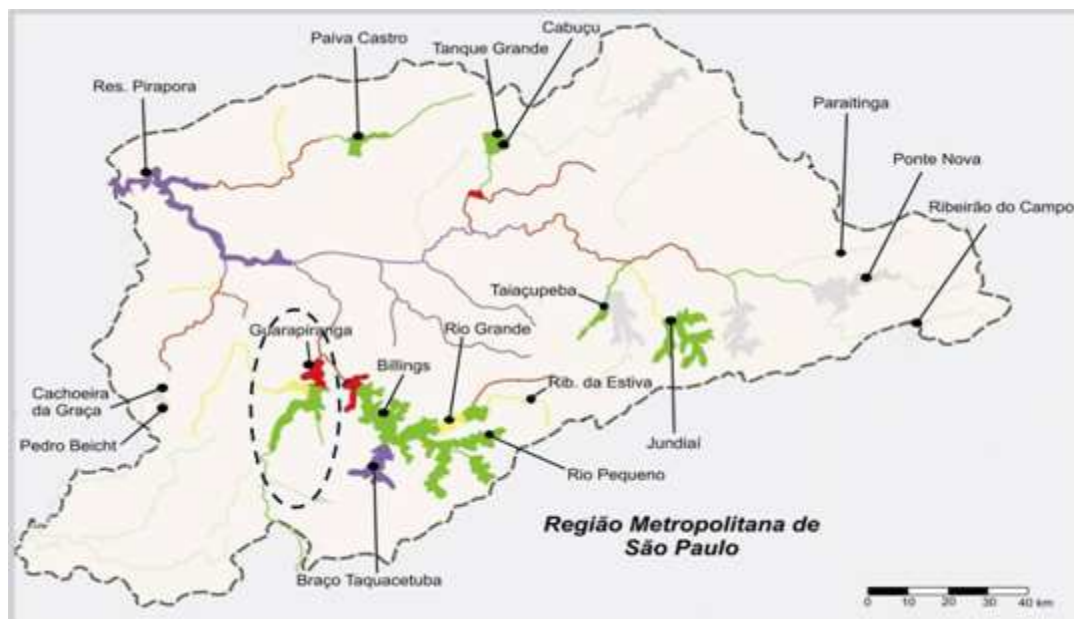


Figura 2. Localização das represas incluídas na UGRHI 6, com destaque para a represa Guarapiranga. Modificado da CETESB (2007).



Figura 3. Municípios que compõem a Bacia da Guarapiranga. Fonte: Acquased, 2012.

O sistema produtor Guarapiranga inclui a represa e duas transposições de água de outras bacias hidrográficas. A primeira e mais antiga é a reversão do Rio Capivari para o rio Embu-Guaçu, um dos principais tributários da represa e sendo, ainda, bem preservado (Fig. 4a). A segunda, em funcionamento desde 2000, porém de forma não contínua, consiste na reversão das águas do braço Taquacetuba, da represa Billings, para o rio Parelheiros (entre dois e quatro mil litros por segundo) (Fig.4b). Os principais tributários que deságuam na represa (Fig. 5) são: rio Bonito, Rio das Pedras, Parelheiros, Córregos Tanquinho e São José na margem direita, que apresentam problemas graves de contaminação devido à poluição, alta densidade demográfica, falta de saneamento básico e moradias irregulares (Fig. 4c). Na margem esquerda encontram-se: rio Embu-mirim cuja qualidade das águas é regular, com grande ocupação habitacional irregular, com presença de desmatamentos clandestinos em seu entorno (Fig. 4d), córregos Mombaça, Guaravirutuba e Itupú com problemas graves de contaminação devido à poluição e alta densidade demográfica (Fig. 4e) e o rio Embu-Guaçu (Fig. 4a) (Whately & Cunha 2006).

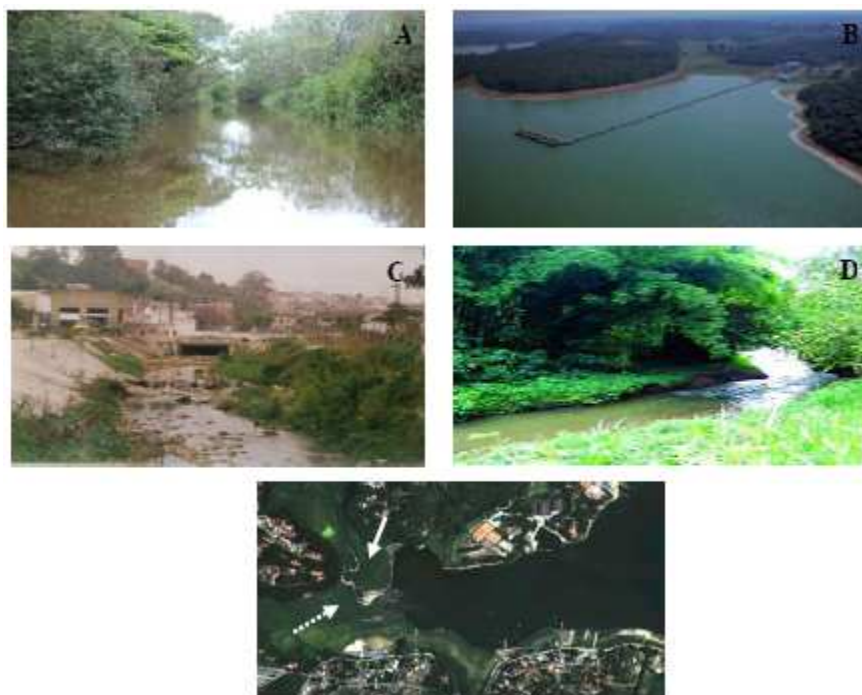


Figura 4. Principais córregos e tributários que convergem para a represa Guarapiranga (A) rio Embu-Guaçu, (B) Transposição do braço Taquacetuba (Represa Billings) para o rio Parelheiros, (C) córrego São José, (D) rio Embu-Mirim, (E) córregos Gavirutuba (seta sólida) e Itupu (seta tracejada). (Fonte www.riosdobrasil.com.br, consulta: jun/2011).

O relevo da bacia apresenta grande variação, com elevações da ordem de 730 m na região do reservatório ao norte, atingindo 900 m de altitude em alguns pontos da divisa com a bacia do Rio Cotia e a Serra do Mar (Cobrape 1994). A bacia hidrográfica da represa está inserida na província geomorfológica denominada Planalto Atlântico, que pode ser subdividida em zonas e subzonas segundo feições locais do relevo. O Planalto Atlântico apresenta feições variadas (planícies fluviais, colinas, morros e serra de traçado linear), cujas altitudes no território paulista variam entre 650-1250 m (Mateus 2006).

A Bacia Hidrográfica da Guarapiranga tem parte de seu território inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal do Capivari Monos (8%) e a totalidade na área de abrangência da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da cidade de São Paulo, parte integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Em 2003, as áreas com vegetação remanescente de Mata Atlântica da região ocupavam apenas 37% da área da bacia. A situação agrava-se mais nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), onde uma parcela significativa (37,6%) encontra-se ocupada por usos antrópicos (Whately & Cunha 2006).

Em 2003, a bacia hidrográfica da Guarapiranga apresentava 59% de seu território alterado por atividades humanas. Atividades agrícolas, campo antrópico, mineração, reflorestamento, solo exposto, indústrias e áreas de lazer ocupavam 42% da área total da bacia e os usos urbanos 17% (Whately & Cunha 2006). Em 2010, a tendência observada em 2003 persistiu, com pronunciada tendência de crescimento populacional na bacia (Projeto Acquased, 2012). Segundo dados de monitoramento da CETESB (2007), a situação de aumento da ocupação urbana se agrava ainda mais na região próxima à captação de água (barragem).

A represa, conhecida até os anos 40 do século XX como Lago de Santo Amaro, foi construída a partir do represamento do rio Guarapiranga e dos afluentes Laura, Santa Rita, Embu-Guaçu, Embu-Mirim, Ribeirão-Mirim e outros 17 córregos de menor extensão (CETESB 2007). A construção da barragem iniciou-se em 1906 pela Companhia Light & Power Serviços da Eletricidade S/A, sendo concluída em 1909, com a finalidade inicial de atender a crescente demanda energética do Estado de São Paulo no início do século XX, bem como atuar na regularização da vazão dos rios Tietê e Pinheiros, de forma a aumentar a capacidade de geração da antiga Usina Parnaíba. Em 1928, com a implantação da Estação de Tratamento de Água Theodoro Augusto Ramos, a represa tornou-se a principal fonte de água para abastecimento público do Município

de São Paulo, mediante o fornecimento inicial de 86,4 milhões de litros de água (CETESB 2002, Whately & Cunha 2006).

A represa Guarapiranga apresenta área de drenagem de 639 km², perímetro de 85 km, área de 36,18 km², tempo de retenção da água de 185 dias, profundidade média e máxima de 5,7 e 13,0 m (Beyruth 2000, Carvalho *et al.* 2007, Andrade 2005) e volume total de 253 x 10⁶ m³ (Mozeto *et al.* 2001).

Na paisagem, nota-se uma diversidade de tipos e usos na ocupação do solo, caracterizando-se como uma típica área periférica da metrópole, com todo o conjunto de problemas sócio-ambientais que lhes são inerentes (Mateus 2006). Outros usos, tais como recreação, lazer, industrial, rural e comercial podem ser observados. De acordo com Whately & Cunha (2006), os usos antrópicos incluem atividades agrícolas, mineração, reflorestamento, solo exposto, indústrias e áreas de lazer, enquanto que os usos urbanos compreendem áreas com ocupação urbana de média a alta densidade, ocupação dispersa e condomínios.

Apesar de sua importância para o abastecimento público, parte substancial dos esgotos gerados pelos mais de 200 mil domicílios existentes na bacia tem como destinação final os rios, córregos e demais afluentes da represa (Whately & Cunha 2006) (Fig. 6). O declínio da qualidade da água da represa ficou evidente a partir da década de 70, com o crescente processo de eutrofização. No início da década de 80, florações de cianobactérias passaram a ser frequentes, prejudicando o processo de tratamento da água destinado ao abastecimento público. A represa vem sendo reportada como eutrófica desde 1960 (Mozeto *et al.* 2001) e a produtividade primária considerada como hipereutrófica em locais onde a represa recebe descarga de seus tributários (Caleffi *et al.* 1994). Recentemente, foi realizado um estudo paleolimnológico que permitiu a reconstrução do histórico da eutrofização na represa (Fontana 2013) com o reconhecimento do início da eutrofização em ~1974, da fase de maior eutrofização por volta de 1988, seguida pela fase de severa eutrofização cultural a partir de 1990, acompanhada de aumento dos teores de cobre no perfil sedimentar relacionado à aplicação de sulfato de cobre para conter as florações de cianobactérias (Fontana 2013).



Figura 6. Imagens do entorno da represa Guarapiranga, destacando área de uso urbano de baixo padrão e despejo de esgoto na represa (Fonte www.riosdobrasil.com.br, consulta: jun/2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Os dados climáticos de precipitação pluvial e temperatura do ar foram fornecidos pela SABESP, sendo obtidos na estação meteorológica mais próxima ao local de amostragem [Radar Meteorológico do Sistema de Alerta de Inundações do Estado de São Paulo – Santo Amaro (PMSP/AS-01) e Rede Telemétrica do Alto-Tietê (Saisp/ Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH)].

4.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL E COLETA DE MATERIAL

Foram definidas 14 estações de amostragens, localizadas próximas e/ou nas áreas de monitoramento da SABESP (Fig. 7). As mesmas foram escolhidas visando avaliar a influência dos principais tributários, bem como a variabilidade das características limnológicas no eixo longitudinal da represa (Tabela 1). A represa foi dividida em três regiões, como segue:

Região de Montate – Estações GUA01 a GUA03; recebe influência do rio Embu-Guaçu, principal tributário para a Represa.

Região do Corpo Central – Estações GUA04 a GUA11; recebe influência dos rios Parelheiros e Embu-mirim que apresentam qualidade de água regular; entorno com grande ocupação habitacional irregular e presença de desmatamentos clandestinos. Esta região também recebe influência do córrego São José que apresenta problemas graves de contaminação devido à poluição, alta densidade demográfica, falta de saneamento básico e moradias irregulares em seu entorno.

Região de Jusante – Estações GUA12 a GUA14; recebe influência dos córregos Gavirutuba e Itupu que apresentam problemas graves de contaminação devido à poluição, alta densidade demográfica, falta de saneamento básico e moradias irregulares em seu entorno. A estação GUA14 é a mais próxima da região de captação de água da SABESP.

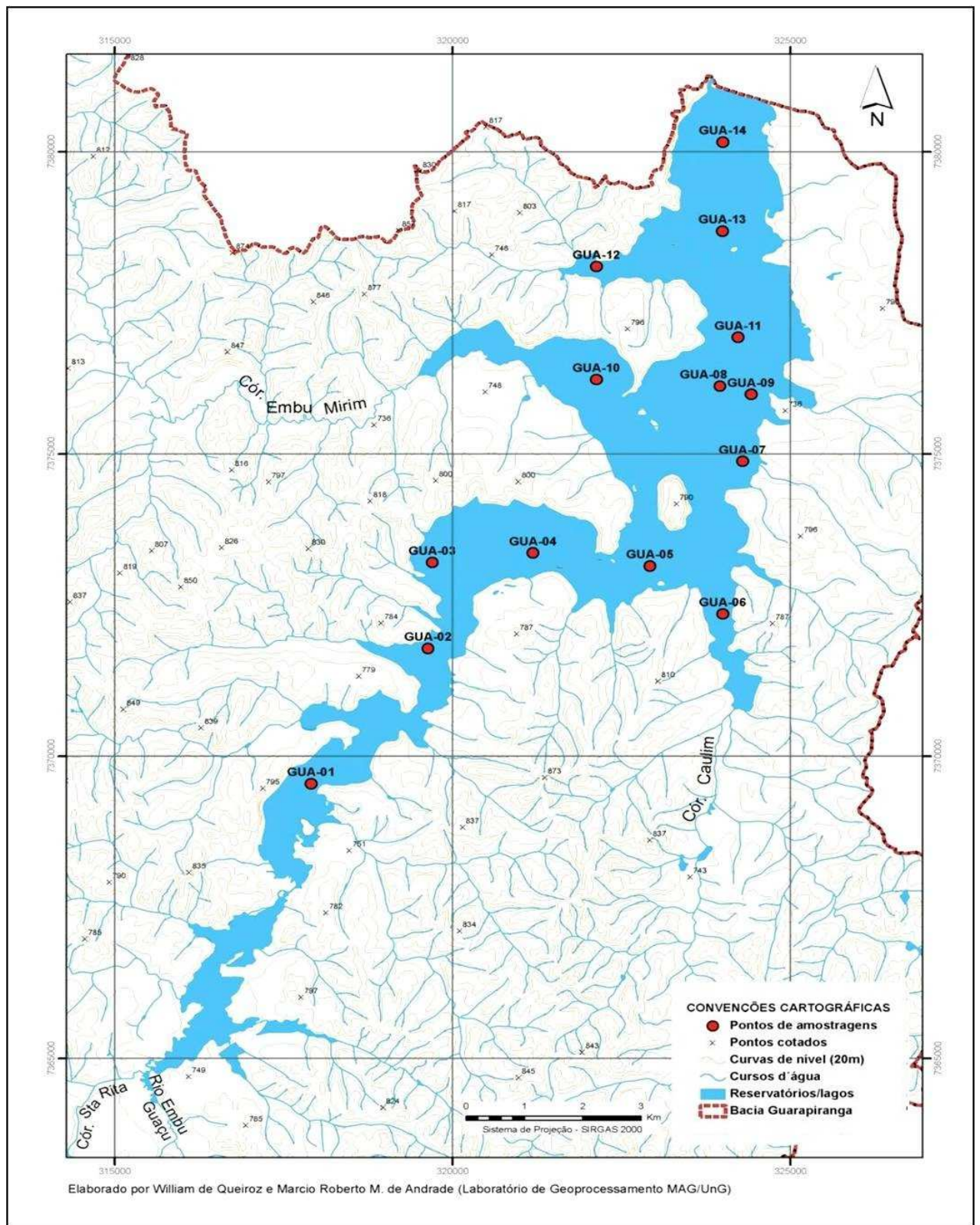


Figura 7. Localização das estações de amostragem ao longo do eixo longitudinal da represa Guarapiranga.

Tabela 1. Denominação das estações de amostragem, localização, coordenadas geográficas e profundidades na represa Guarapiranga, São Paulo.

Compartimento	Estação	Coordenadas	Localização	Profundidade (m)	
				Verão	Inverno
Montante	GUA01	23°46.496' S 46°47.220' W	Próxima ao principal tributário da Represa - Embu-Guaçu	2,9	0,9
	GUA02	23°45.295' S 46°46.187' W	Antes do Rodoanel, influência do Córrego Mombaça	3,9	2,5
	GUA03	23°44.522' S 46°46.136' W	Localizada após o Rodoanel, influência Córrego Itaquaxiara	4,0	3,0
Corpo Central	GUA04	23°44.446' S 46°45.258' W	Próxima à estação de monitoramento em tempo real da SABESP	5,0	4,0
	GUA05	23°44.575' S 46°44.242' W	Entre a Ilha do Eucalipto e o Solo Sagrado	7,4	6,0
	GUA06	23°45.012' S 46°43.615' W	Influência da várzea do rio Parelheiros	4,5	2,8
	GUA07	23°43.647' S 46°43.423' W	Entre a margem direita da represa e a Ilha do Eucalipto, influência do córrego São José (qualidade péssima*)	5,6	2,2
	GUA08	23°42.969' S 46°43.612' W	Corpo Central da Represa, em frente ao Clube Castela	9,2	5,2
	GUA09	23°43.046' S 46°43.340' W	Influência dos rios Bonito e das Pedras	8,3	7,5
	GUA10	23°42.899' S 46°44.687' W	Influência do rio Embu-Mirim (qualidade da água regular*)	6,6	4,9
	GUA11	23°42.534' S 46°43.449' W	Corpo Central da Represa próxima ao desemboque do rio Bonito	10,0	9,0
Jusante	GUA12	23°41.885' S 46°44.673' W	Influência córregos Guavirutuba e Itupu (qualidade péssima*)	3,8	3,0
	GUA13	23°41.580' S 46°43.573' W	Próxima da Ilha da Formiga	10,5	9,0
	GUA14	23°40.782' S 46°43.559' W	Próxima à captação da represa (300 m)	10,5	8,7

Fonte: SABESP (2011)*

As amostragens da coluna de água foram realizadas no verão (22 e 24/03/2011) e inverno (02, 03, 04 e 29/08/2011) e, sempre que possível, na subsuperfície, profundidade média e 1 m acima do fundo. As amostragens dos sedimentos ocorreram apenas no inverno, uma vez que o sedimento superficial integra uma escala de tempo maior, usualmente de um a dois anos de informação (Smol 2008). Assim, no conjunto, foram realizadas 28 amostragens da coluna de água e 14 de sedimentos recentes.

As amostras para determinação das variáveis limnológicas da água foram obtidas com garrafa de Van Dorn e acondicionadas em galões de polietileno de 5 litros. Para amostragem dos sedimentos superficiais utilizou-se testemunhador de gravidade da marca UWITEC, aproveitando-se os dois primeiros centímetros superficiais. As amostras compostas ($n = 3$) foram acondicionadas em potes de polietileno etiquetados (Fig. 8). Em síntese, o número total de amostras para a represa Guarapiranga foi de 40 amostras de água para o verão e 36 para o inverno e 42 amostras de sedimento superficial.



Figura 8. Amostragem com testemunhador de gravidade e fatiamento do sedimento superficial.

4.3 VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS ABIÓTICAS E BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA

Os perfis de temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido foram obtidos *in situ* a cada 0,50 metros até estabilização do perfil térmico, com auxílio de Sonda multiparâmetro Horiba U22. A transparência da água e a profundidade da zona eufótica foram calculadas a partir das medidas de desaparecimento do disco de Secchi.

As coletas para os demais fatores abióticos foram feitas com garrafa de van Dorn, em pelo menos três profundidades, sendo analisadas as seguintes variáveis: alcalinidade (Golterman & Clymo 1971), oxigênio dissolvido (Golterman *et al.* 1978), formas de carbono inorgânico dissolvido, nitrato (Mackereth *et al.* 1978), nitrogênio amoniacal (Solorzano 1969), ortofosfato (fósforo solúvel reativo) e fósforo total dissolvido (Strickland & Parsons 1960), nitrogênio total e fósforo total (Valderrama 1981) e sílica solúvel reativa (Golterman *et al.* 1978). As amostras para a fração dissolvida dos nutrientes foram filtradas em filtro Whatman GF/F, sob baixa pressão (<0,5 atm). A clorofila-a, corrigida da feofitina, seguiu o método do etanol 90%

aquecido por 5 minutos, sem maceração (Sartory & Grobellar 1984). Os cálculos foram baseados em Golterman *et al.* (1978) e Wetzel & Likens (1991).

4.4. GEOQUÍMICA ORGÂNICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

As variáveis geoquímicas analisadas foram: fósforo total (Valderrama 1981; Andersen 1976), realizada no Laboratório de Ecologia Aquática do Instituto de Botânica de São Paulo, carbono orgânico total e nitrogênio total “bulk”, realizadas em laboratório acreditado internacionalmente (UC Davis Stable Isotope Facility, University of California), utilizando analisador elementar PDZ Europa ANCA_GSL acoplado a espectrômetro de massa PDZ Europa 20-20.

Para granulometria foi utilizado analisador automático CILAS 1064L, que avalia o tamanho das partículas a partir do espalhamento de feixe a laser, no Laboratório de Sedimentologia da Universidade Federal Fluminense. Os resultados finais foram calculados utilizando o programa computacional Grandistat®, versão 10.0 (University of London, UK). A escala de classificação de tamanho utilizada pelo Grandistat® é a escala adaptada de Wentworth (1922) (tabela 2). Com o objetivo de se compor a heterogeneidade das estações de amostragem, as amostras de sedimento ($n=3$) foram integradas antes da realização de cada análise, utilizando-se sempre a mesma alíquota de cada amostra individual.

Tabela 2. Classificação dos grãos em relação ao tamanho utilizado pelo Grandistat®.

Grão	Tamanho do grão (µm)
Areia grossa	> 500
Areia média	250-500
Areia fina	125-250
Areia muito fina	63-125
Silte muito grosso	31-63
Silte grosso	16-31
Silte médio	8-16
Silte fino	4-8
Silte muito fino	2-4
Argila	<2

4.5. ANÁLISE DAS DIATOMÁCEAS

A estrutura da comunidade de diatomáceas foi analisada mediante análise taxonômica e quantitativa das amostras de sedimentos superficiais.

A oxidação das amostras seguiu Battarbee (1986) e para preparação das lâminas permanentes foi utilizado Naphrax® como meio de inclusão ($IR = 1,73$).

4.5.1. Análise Taxonômica

O exame taxonômico foi baseado em análise populacional, apresentando a variabilidade morfológica das espécies e táxons infraespecíficos, sempre que possível. A análise foi realizada por meio de microscópio óptico binocular Zeiss, Axioskop 2 *plus*, equipado com contraste-de-fase e sistema de captura de imagem, através do software Axion Vision. A identificação dos táxons baseou-se em obras taxonômicas clássicas e publicações recentes (*e.g.* Patrick & Reimer 1966; Metzeltin & Lange-Bertalot 1998; Rumrich *et al.* 2000; Metzeltin *et al.* 2005; Canani *et al.* 2011), bem como no catálogo que apresenta listagem para nomes válidos (California Academy of Sciences 2012), discussões taxonômicas (workshops de harmonização taxonômica) entre integrantes do projeto AcquaSed. Os códigos para os nomes de diatomáceas, usados nas análises numéricas, foram extraídos do software OMNIDIA® versão 7.5.

O sistema de classificação utilizado foi o de Medlin & Kaczmarek (2004) para táxons supra-ordinais e de Round *et al.* (1990) para táxons subordinais, exceto para os gêneros posteriores a esta obra.

As amostras foram incorporadas ao acervo do Herbário Científico do Estado “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo” (SP) do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, sob os números SP428507 a SP428520.

4.5.2. Análise Quantitativa

Para análise quantitativa das diatomáceas foram utilizadas subamostras de massa conhecida de sedimento para a oxidação (cerca 0,1 g massa seca). Para a confecção de lâminas permanentes foi utilizado de 25 a 100 µL de subamostra contendo 0,1 g de massa seca diluída em 15 mL de água.

A contagem foi realizada em aumento de 1000x em transeções longitudinais nas lâminas permanentes por meio de microscópio óptico binocular Zeiss, Axioskop 2 *plus*, equipado com contraste-de-fase e sistema de captura de imagem, através do software Axion Vision. A análise quantitativa foi realizada de acordo com o método de Battarbee (1986), tendo como unidade básica de contagem a valva (frústula completa foi considerada como duas valvas). Os fragmentos foram incluídos na contagem desde que fosse possível identificar a espécie por meio da área central ou das extremidades (no

caso de algumas espécies de arrafídeas) e que se visualizasse, pelo menos, 50% da valva (Battarbee *et al.* 2001).

Foram adotados, para cada amostra, três critérios para o estabelecimento do limite de quantificação: curva de rarefação de espécies (Bicudo 1990), mínimo de 400 valvas no total (Battarbee *et al.* 2001) e eficiência de contagem mínima de 90%, conforme a fórmula de Pappas & Stoermer (1996). O critério de eficiência de contagem mínima padroniza o esforço de quantificação das amostras, permitindo a comparação entre comunidades de distintos habitats.

$$\text{Eficiência} = 1 - \frac{\text{Número de espécies}}{\text{Número total de indivíduos}}$$

A porcentagem de contribuição (abundância relativa/unidade amostral) de cada táxon foi calculada, como segue:

$$A = (ni/N) \times 100$$

Onde:

A = abundância relativa

ni = número de indivíduos (valvas) da subamostra

N = número total de indivíduos (valvas) da subamostra

4.5.3. Informações Ecológicas

As espécies de diatomáceas foram categorizadas com base em suas informações ecológicas extraídas de literatura especializada para interpretação das alterações na estrutura da comunidade em relação ao habitat (planctônica ou bentônica, sendo as espécies perifíticas incluídas nesta última categoria) de acordo com Moro & Fürstenberger (1997); pH (acidófila ou alcalinófila) conforme van Dam *et al.* (1994); e estado trófico (oligotrófica, mesotrófica ou eutrófica) de acordo com o *software* OMNIDIA versão 7.5 (Lecoint *et al.* 1993), van Dam *et al.* (1994) e Moro & Fürstenberger (1997). Táxons que não apresentaram informação ecológica disponível, bem como sobreposição de informação para uma dada categoria (ex. oligotrófico a mesotrófico) foram excluídos da análise de acordo com o critério de Sayer *et al.* 1999.

4.6. ANÁLISE NUMÉRICA DOS DADOS

4.6.1. Índices ecológicos

• **Índice de Estado Trófico (IET):** foi utilizado o índice de Estado trófico de Carlson (1977) modificado por Lamparelli (2004) para reservatórios. Este índice utiliza três variáveis: a profundidade do desaparecimento do disco de Secchi, concentrações superficiais de fósforo total e clorofila-a. A classificação vai de ultraoligotrófico a hipereutrófico, de acordo com os seguintes valores ≤ 47 (ultraoligotrófico), de 48 a 52 (oligotrófico), de 53 a 59 (mesotrófico), de 60 a 63 (eutrófico), de 64 a 67 (supereutrófico) e > 67 (hipereutrófico).

• **Riqueza específica (R):** definida como o número total de espécies encontrado em uma dada amostra.

• **Índice de Simpson (D):** baseado na probabilidade de que qualquer dois indivíduos coletados aleatoriamente em uma amostra pertençam à mesma espécie. As espécies raras tem baixo peso na aplicabilidade do índice (peso zero). Este índice não requer premissa e foi proposto por Simpson (1949). É calculado pela equação:

$$D = \frac{\sum (n_i[n_i-1])}{N[N-1]}$$

Onde:

$p_i = n_i/N$

n_i = abundância relativa de cada táxon na unidade amostral

N = número total de indivíduos na amostra

Os valores variam de 0 a 1 e quanto maior o valor de D menor a diversidade. Tal relação pode não parecer lógica e intuitiva já que nesse caso o valor de D e da diversidade são inversamente proporcionais. Para resolver esse problema, as formas complementar $(1-D)$ e recíproca $(1/D)$ podem ser utilizadas e, em ambas, quanto maior for o valor, maior será a diversidade (Magurran 2004). Neste trabalho optou-se pela utilização da forma complementar $(1-D)$, que varia de 0 a 1. Este índice é mais sensível à abundância das espécies do que à riqueza, ou seja, é menos sensível a espécies raras (Magurran 2004).

• **Homogeneidade de Simpson (E):** medida que expressa o quanto os valores de diversidade de Simpson estão próximos do máximo teórico (Magurran 2004). Varia de 0 (não homogêneo) a 1 (totalmente homogêneo), sendo calculada pela equação:

$$E = \frac{(1 / D)}{S}$$

Onde:

D = Diversidade de Simpson

S = Riqueza específica da amostra

• **Índice de Shannon-Wiener (H')**: os termos usados para descrever as unidades deste índice derivam da teoria da informação e dependem da base logarítmica utilizada “bits” para $\log_2$, “decit” para $\log_{10}$ e “nat” para $\ln$. Este índice privilegia as espécies raras, pois quando se aplica o log, a diferença entre as espécies mais abundante e as raras diminui. Tem como premissa que os indivíduos estejam distribuídos aleatoriamente e todas as espécies estejam representadas na amostra. É calculado pela seguinte equação:

$$H' = -\sum p_i \times \log_2(p_i)$$

Onde:

$p_i = n_i/N$

n_i = abundância relativa de cada espécie na unidade amostral

N = abundância total

• **Espécies descritoras da comunidade**: foi adotado o critério de Lobo & Leighton (1986), onde são consideradas espécies dominantes aquelas cujas densidades são maiores do que 50% da densidade total da amostra, e abundantes, aquelas cujas densidades superam a densidade média de cada amostra.

4.6.2. Análise Estatística

A análise conjunta dos dados foi realizada mediante análises estatísticas multivariadas como de ordenação e classificação (Digby & Kempton 1987, Pielou 1984). Para análise separada das matrizes abiótica foi utilizada análise de componentes principais (PCA) com dados transformados pela amplitude de variação “*ranging*” e matriz de covariância. Para análise da matriz biótica e preferências ecológicas (hábitat, pH e estado trófico), foi utilizada Análise de Coordenadas Principais (PCoA) a partir de dados de abundância relativa, sem transformação. Foram utilizadas as espécies com abundância relativa igual ou maior do que 2%.

A avaliação das relações entre a matriz biológica e a matriz de dados ambientais foi realizada pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) a partir dos dados de abundância relativa que foram logaritimizados [$\log (x+1)$] (Ter-Braak, 1986).

Os programas estatísticos utilizados foram FITOPAC (Shepherd 1996), PC-ORD versão 6.0 (McCune & Mefford 2006).

5. RESULTADOS

5.1. CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DA REPRESA GUARAPIRANGA

5.1.1. Variáveis climatológicas

Os períodos de amostragem seguiram o padrão climático típico para a região, ou seja, caracterizado por inverno seco com temperaturas baixas e verão chuvoso com temperaturas elevadas (Fig. 9).

No período de amostragem do verão (março/2011), a precipitação mensal acumulada foi de 113,6 mm e a precipitação total dos 10 dias anteriores aos da amostragem (22 e 24/março) foi de 12,2 mm. A temperatura média do ar registrada no mês foi de 21,2 °C. No período de inverno (agosto/2011), a precipitação mensal acumulada foi de 40,6 mm distribuída em apenas sete dias, não havendo registro de chuvas durante os dias de amostragem (02, 03, 04 e 29/agosto). A temperatura média do ar registrada no mês foi de 18,3 °C.

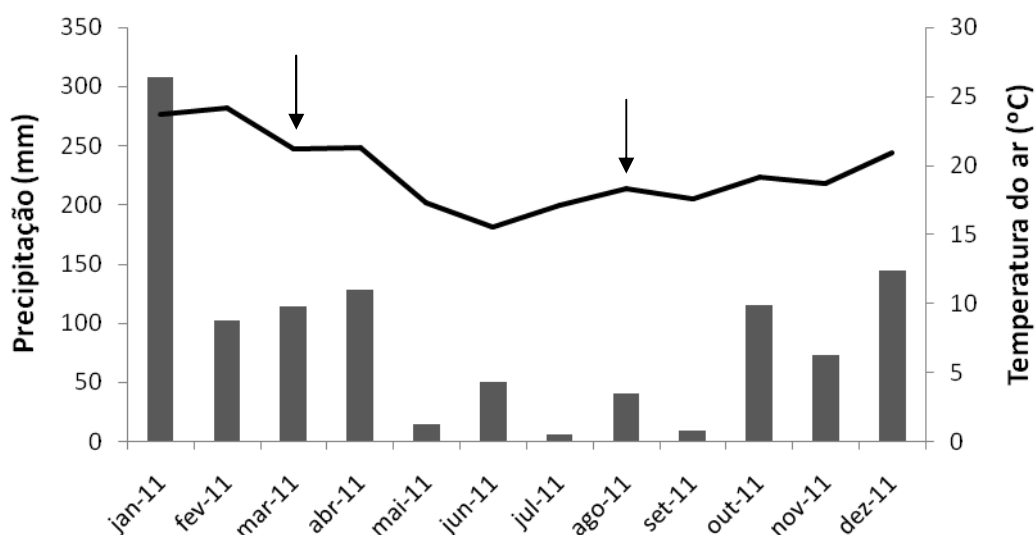


Figura 9. Precipitação mensal acumulada (barras) e temperatura média mensal do ar (linha) para a região da represa Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2011. Setas indicam os períodos de amostragem.

5.1.2. Variáveis Limnológicas Abióticas e Biomassa Fitoplanctônica

Os dados limnológicos encontram-se sumarizados nas tabelas 3 (verão) e 4 (inverno).

A profundidade de desaparecimento do disco de Secchi foi menor nas estações de amostragem da região de montante da represa, com influência do Rio Embu-Guaçu,

e que são as mais rasas (GUA01 e GUA02), bem como na estação da jusante da represa, sob influência dos córregos Gavirutuba e Itupu (GUA12). Maior transparência foi observada nas estações GUA03 e GUA05. Não foi observado um padrão de variação da transparência em função do período climático de estudo, sendo que em nove locais a transparência foi maior no período de verão e em cinco, no período de inverno (Fig. 10).

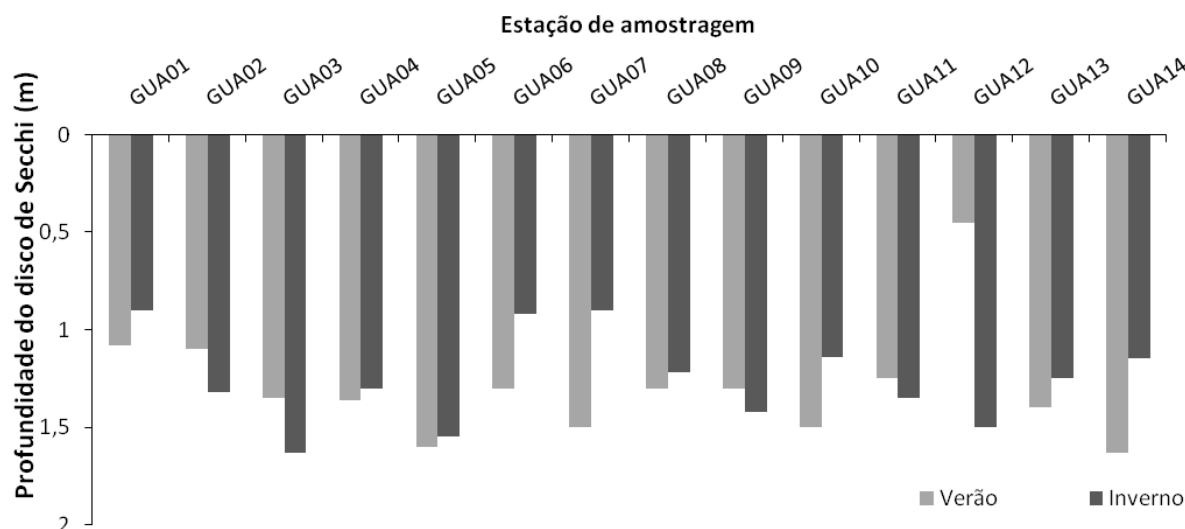


Figura 10. Profundidade de desaparecimento do disco de Secchi na represa Guarapiranga.

A temperatura da água foi mais elevada no período de verão (21-24 °C), apresentando pouca variação ao longo da coluna d'água. No inverno, as temperaturas foram usualmente mais baixas (12-16 °C), sendo excepcionalmente mais elevadas nas amostragens das estações GUA10, GUA13 e GUA14 (tabelas 3, 4). Em relação ao oxigênio dissolvido, no período do verão houve tendência de aumento em direção ao fundo, principalmente, em algumas estações a jusante (GUA13 e GUA14). Na estação GUA12, os teores foram nitidamente mais baixos em ambos os períodos de estudo. No período de inverno, a tendência de diminuição em direção ao fundo foi bem nítida em cinco estações (GUA06, GUA09, GUA10, GUA13 e GUA14). Considerando a superfície da água, os teores de oxigênio foram nitidamente mais elevados na região a jusante da represa (GUA13 e GUA14) no inverno (tabelas 3, 4). O valor do pH variou de levemente ácido a neutro na maioria dos locais, a alcalino em algumas estações a jusante da represa (GUA11, GUA13 e GUA14) (5,8 a 6,9) no período de verão. No inverno, foi mais elevado, variando desde próximo da neutralidade a até alcalino (GUA05, GUA06, GUA09, GUA11 e GUA12). Considerando a superfície da água, a

condutividade foi pouco mais elevada no período de inverno (48,0 a 156,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$) do que no verão (35,5 a 113,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$), mantendo valores usualmente mais inferiores na montante da represa (GUA01-GUA03).

Em relação à série nitrogenada, valores mais elevados de amônio foram observados no inverno, tanto considerando os valores de superfície quanto o valor médio para a coluna d'água, com destaque para duas estações do corpo central da represa (GUA06 e GUA10) (Fig. 11a, b). Os menores valores foram encontrados na região de montante da represa (GUA01 a GUA03) em ambos os períodos climáticos. Para o nitrato (Fig. 11c, d), os maiores teores foram claramente observados nas estações do corpo central (GUA08 a GUA11) e nas estações da jusante da represa, independentemente da época do ano. As concentrações de nitrogênio total foram marcadamente mais elevadas no inverno (Fig. 11e, f). Quanto à série fósforo, o fósforo solúvel reativo manteve-se próximo ou abaixo do limite de detecção do método no verão (exceto em GUA12), sendo mais elevado no período de inverno e, principalmente, em GUA06 (Fig. 12a, b). Os valores de fósforo total dissolvido foram marcadamente mais elevados no inverno, com destaque para as duas estações do corpo central (GUA06 e GUA07), considerando tanto os valores de superfície quanto o valor médio para a coluna d'água (Fig. 12c, d). Os teores de fósforo total também foram mais elevados no período de inverno, exceto na estação GUA12. Esta estação e a GUA06 destacaram-se com valores mais elevados (Fig. 12e, f). As razões atômicas NT:PT (Fig. 13) foram elevadas, sempre acima de 30, principalmente no período de inverno. Observam-se, ainda, razões nitidamente mais elevadas na região de montante da represa até a estação GUA05, em ambos os períodos climáticos.

Considerando a biomassa fitoplanctônica dos estratos superficiais da coluna d'água, os valores tenderam a ser mais elevado a partir da estação GUA08 do corpo central em direção da região de jusante (Fig. 14).

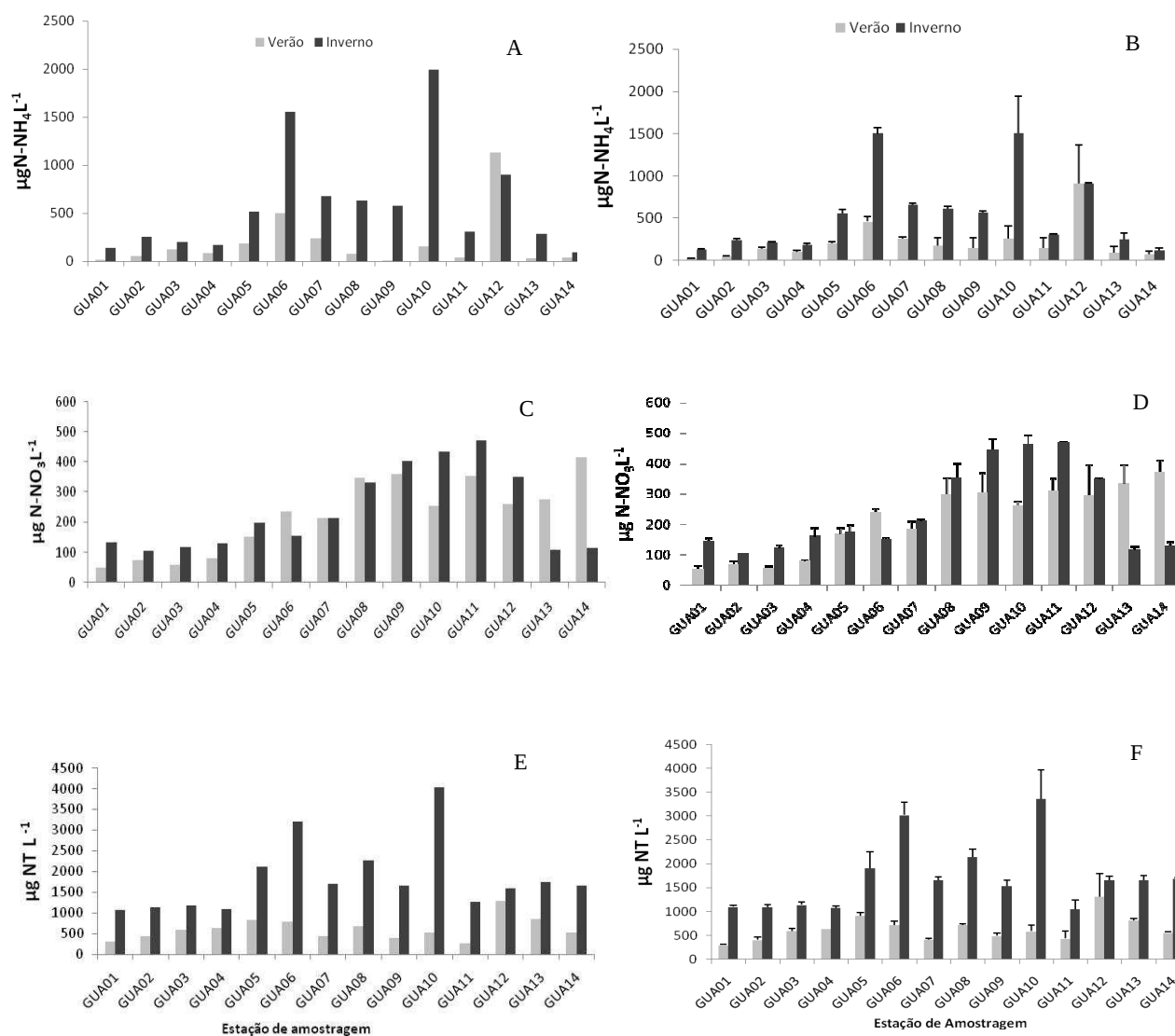


Figura 11. Concentração de nutrientes na represa Guarapiranga. Amônio ($\mu\text{g N-NH}_4\text{L}^{-1}$) da superfície (A) e média para coluna d'água (B); nitrato ($\mu\text{g N-NO}_3\text{L}^{-1}$) para superfície (C) e média para coluna d'água (D); nitrogênio total ($\mu\text{g NT L}^{-1}$) para superfície (E) e média para coluna d'água (F).

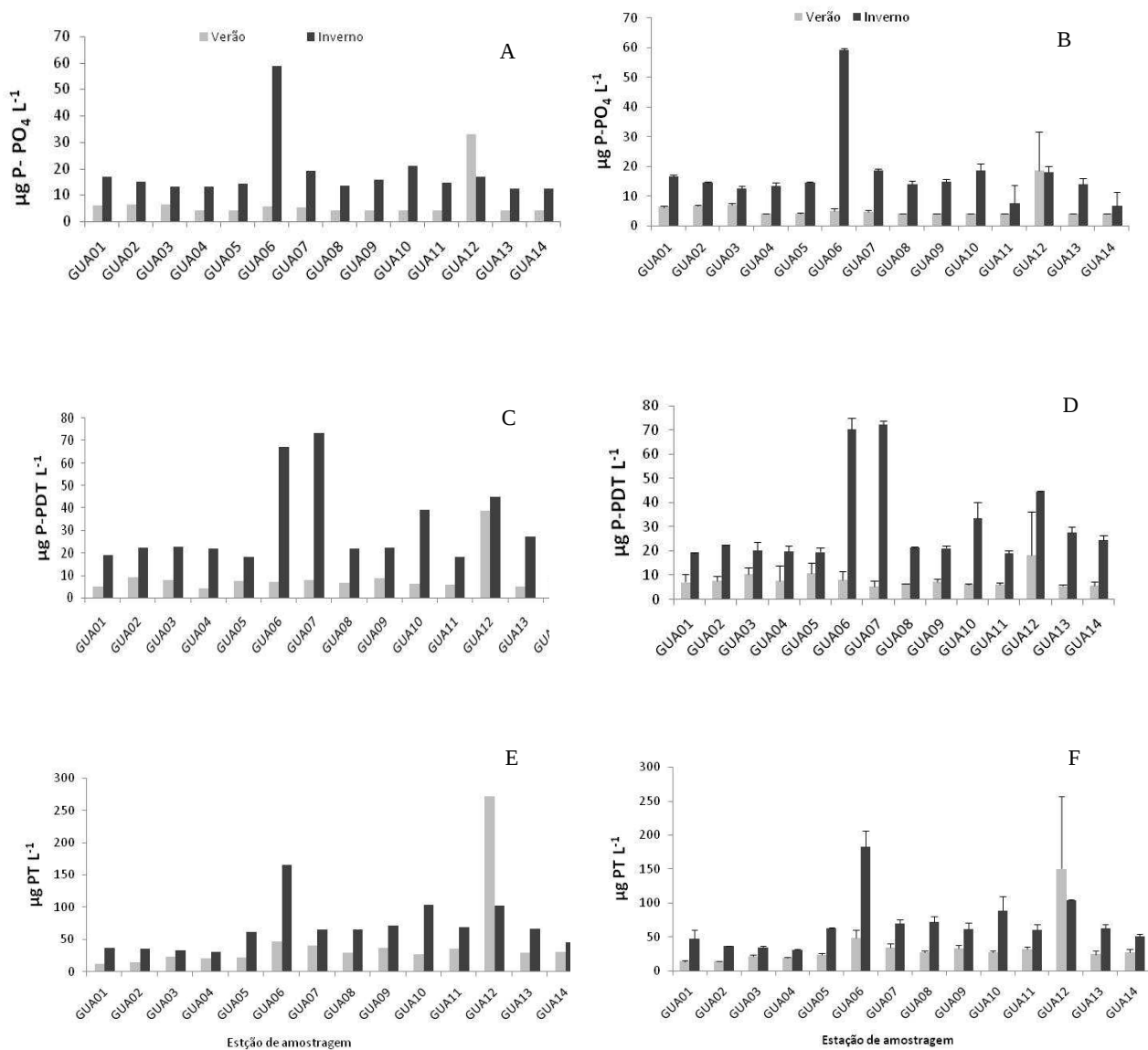


Figura 12. Concentração de nutrientes na represa Guarapiranga. Fósforo solúvel reativo ($\mu\text{g PO}_4 \text{ L}^{-1}$) para superfície (A) e média da coluna d'água (B), fósforo total dissolvido ($\mu\text{g PDT L}^{-1}$) para superfície (C) e média para coluna d'água (D); fósforo total ($\mu\text{g PT L}^{-1}$) para superfície (E) e média para coluna d'água (F).

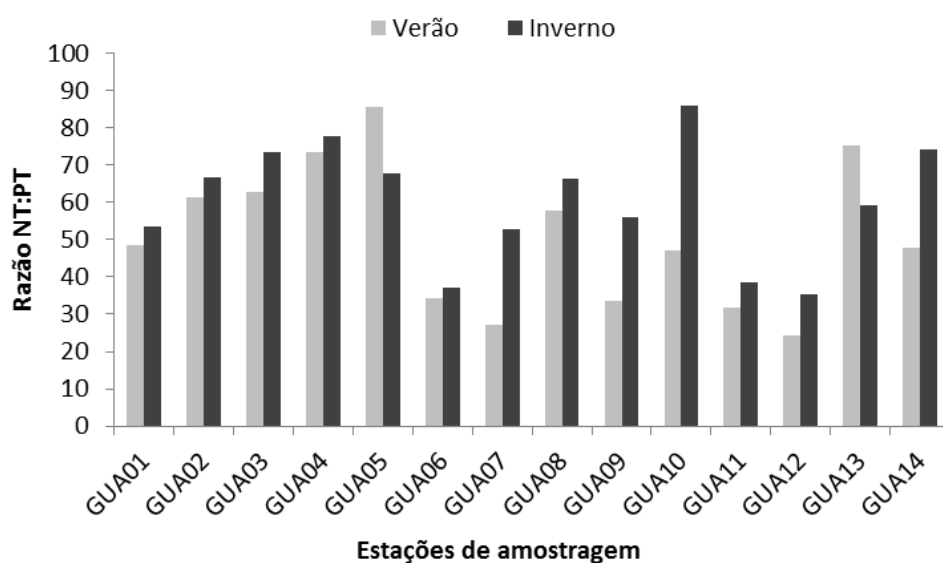


Figura 13. Razão atômica NT/PT para subsuperfície d'água nas estações de amostragem da represa Guarapiranga.

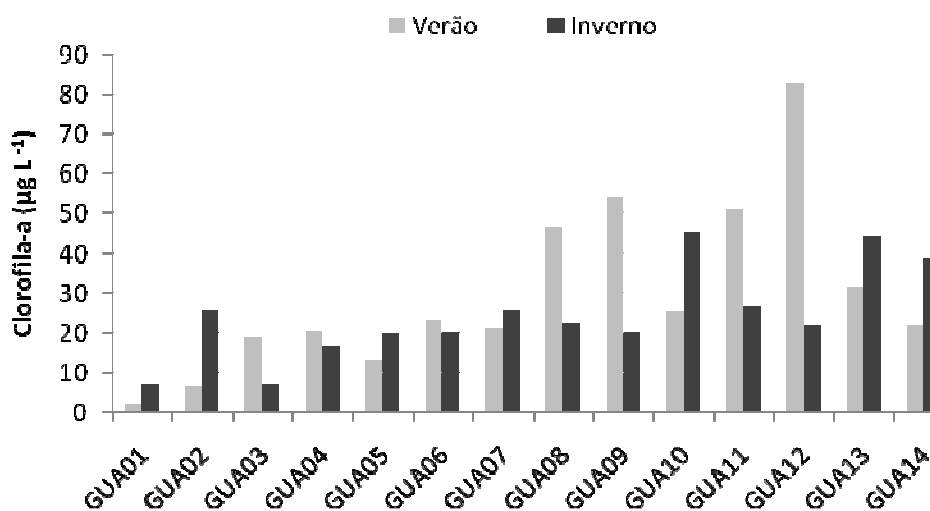


Figura 14. Concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) para subsuperfície d'água nas estações de amostragem da represa Guarapiranga.

Tabela 3. Variáveis limnológicas da represa Guarapiranga no período de verão. S: subsuperfície, M: estrato intermediário, F: 1 m acima do fundo; < menor que o limite de detecção do método.

Local	Temp (° C)	Secchi (m)	Cond ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH	OD (mg L^{-1})	N-NH4 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	N-NO2 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	N-NO3 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	NT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	P-PO4 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	PDT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	PT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	SSR (mg L^{-1})	CO2 (mg L^{-1})	HCO3 (mg L^{-1})	Clo-a ($\mu\text{g L}^{-1}$)
GUA01S	21,1	1,1	35,5	5,8	5,1	13,9	5,0	48,6	311,0	5,9	4,9	12,6	2,0	35,6	13,9	2,2
GUA01F	20,8	----	34,6	5,8	4,5	21,5	5,0	60,2	281,8	6,6	9,4	14,7	2,3	36,3	13,5	2,2
GUA02S	22,8	1,1	42,8	6,2	5,4	53,3	5,2	73,7	448,4	6,5	9,3	14,8	2,1	17,7	15,9	6,6
GUA02F	22,1	----	41,2	6,0	5,7	40,7	5,0	60,5	363,9	6,8	6,5	14,5	2,2	26,0	15,4	0,0
GUA03S	23,2	1,4	49,8	6,6	6,9	125,2	8,9	57,7	597,5	6,2	7,7	23,3	1,9	8,1	19,6	19,0
GUA03M	22,5	----	49,4	6,4	5,7	152,6	8,9	51,7	637,7	7,4	11,8	21,6	2,1	13,1	20,3	1,5
GUA03F	22,4	----	47,0	6,3	7,2	146,0	8,2	60,2	542,1	7,1	12,1	18,0	2,0	20,7	21,3	8,1
GUA04S	23,0	1,4	47,0	6,9	7,3	87,8	10,9	80,1	646,4	4,1	4,0	20,8	1,8	5,1	24,9	20,5
GUA04M	22,9	----	62,5	6,7	5,0	104,5	11,1	71,7	636,4	<4	4,1	19,5	1,7	7,0	23,8	19,8
GUA04F	22,7	----	63,1	6,6	6,6	121,2	10,2	79,8	645,1	<4	15,1	18,0	1,8	10,5	23,5	13,2
GUA05S	23,4	1,6	67,2	6,5	8,3	181,9	22,9	150,7	842,7	<4	7,6	21,9	1,8	15,1	28,3	13,2
GUA05M	22,7	----	86,9	6,7	8,5	204,7	25,7	154,8	911,9	4,4	15,6	25,9	1,8	10,2	29,5	15,4
GUA05F	22,5	----	82,7	6,6	7,2	221,9	27,1	191,7	971,7	<4	9,9	23,0	1,7	13,4	30,1	0,0
GUA06S	23,7	1,3	107,0	7,4	8,6	502,3	53,6	235,1	794,6	5,7	6,8	46,3	1,6	2,7	42,6	23,2
GUA06M	22,4	----	109,0	7,8	7,0	397,0	51,1	228,5	631,8	<4	12,3	61,2	1,8	1,2	40,3	15,4
GUA06F	22,2	----	216,0	8,0	6,0	480,6	57,3	251,3	736,1	5,1	5,0	39,1	1,7	0,7	40,4	0,0
GUA07S	23,0	1,5	78,0	7,6	11,6	238,6	39,7	212,8	445,2	5,3	7,9	40,7	1,7	1,4	37,3	21,2
GUA07M	22,8	----	95,0	7,5	7,0	273,5	38,5	174,3	408,8	4,2	4,0	31,1	1,8	1,7	36,6	0,0
GUA07F	22,7	----	170,0	7,1	7,4	257,8	38,6	166,0	389,3	4,5	4,7	31,0	1,8	4,8	36,4	16,8
GUA08S	23,6	1,3	102,0	7,8	7,4	80,2	57,7	347,4	694,1	<4	6,5	29,9	2,8	0,8	35,9	46,9
GUA08M	23,1	----	113,0	7,8	5,2	171,8	55,2	304,1	720,3	<4	6,7	26,2	3,5	0,9	37,1	26,4
GUA08F	22,7	----	141,0	7,2	3,9	274,5	62,7	240,9	749,0	<4	6,5	27,1	3,8	4,0	39,0	13,2
GUA09S	23,6	1,3	102,0	7,6	7,2	<10	87,5	359,4	411,0	<4	8,8	37,5	3,5	1,6	40,1	54,2
GUA09M	23,1	----	102,0	6,8	5,5	167,2	50,5	316,1	528,8	<4	6,7	32,7	3,3	8,5	36,4	30,0
GUA09F	22,7	----	98,0	7,0	3,6	260,4	45,1	236,3	524,5	<4	6,5	28,6	3,6	5,9	38,9	12,4
GUA10S	24,0	1,5	97,0	7,4	9,4	150,0	63,2	253,4	529,7	<4	6,1	26,8	3,5	2,4	38,6	25,6
GUA10M	23,3	----	119,0	7,6	8,8	209,8	81,4	277,1	500,5	<4	6,4	25,1	3,6	1,7	39,0	32,2
GUA10F	22,7	----	155,0	7,2	6,3	432,0	107,1	249,7	730,1	<4	5,9	30,0	3,0	4,0	38,9	19,0
GUA11S	23,9	1,3	113,0	8,1	10,0	35,1	85,6	354,7	262,5	<4	5,9	36,4	2,1	0,5	38,2	51,3
GUA11M	22,9	----	116,0	7,6	8,6	140,4	52,0	290,1	451,9	<4	5,6	30,8	2,5	1,8	38,9	28,6
GUA11F	22,6	----	203,0	8,0	7,3	270,0	35,2	281,5	585,7	<4	7,1	27,8	2,8	0,5	36,9	11,0
GUA12S	24,3	0,5	105,0	6,9	4,2	1131,0	111,3	261,9	1296,6	32,8	38,9	271,4	2,5	11,7	55,0	82,7
GUA12M	23,2	----	165,0	6,3	3,0	1213,7	97,6	210,1	1804,2	15,4	9,6	111,2	2,5	35,6	46,1	24,9
GUA12F	23,1	----	120,0	6,1	3,6	398,0	63,7	409,4	830,4	7,4	6,4	69,0	2,5	52,8	43,1	15,4
GUA13S	24,2	1,4	101,0	8,4	13,5	34,1	81,5	276,1	852,6	<4	5,0	30,2	2,4	0,3	38,6	31,5
GUA13M	23,0	----	121,0	8,2	13,0	74,1	66,5	319,0	767,9	<4	5,8	21,6	2,3	0,4	39,5	21,2
GUA13F	22,8	----	144,0	7,8	12,3	172,8	37,4	403,0	813,4	<4	6,1	21,2	2,5	0,9	37,1	13,2
GUA14S	23,8	1,6	101,0	8,1	15,7	39,7	75,8	415,3	540,2	<4	7,4	30,3	2,2	0,5	36,3	22,0
GUA14M	23,1	----	125,0	8,0	14,9	62,5	70,1	351,4	582,2	<4	4,3	21,1	2,4	0,7	39,5	22,0
GUA14F	23,0	----	171,0	8,5	12,8	119,7	69,2	344,9	559,5	<4	5,5	28,9	2,5	0,2	38,4	10,3

Tabela 4. Variáveis limnológicas da Represa Guarapiranga no período de inverno. S: subsuperfície, M: estrato intermediário, F: 1 m acima do fundo; < menor que o limite de detecção do método.

Local	Temp (° C)	Secchi (m)	Cond ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH	OD (mg L^{-1})	N-NH4 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	N-NO2 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	N-NO3 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	NT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	P-PO4 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	PDT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	PT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	SSR (mg L^{-1})	CO2 (mg L^{-1})	HCO3 (mg L^{-1})	Clo-a ($\mu\text{g L}^{-1}$)
GUA01S	16,1	0,9	48,0	7,3	7,1	137,4	11,4	134,6	1074,1	17,0	19,1	37,5	3,1	1,3	16,2	7,1
GUA01F	15,9	----	52,0	7,4	7,6	127,7	10,1	151,8	1122,7	16,2	19,3	56,6	3,1	1,0	15,9	93,1
GUA02S	16,4	1,3	58,0	7,9	7,8	252,4	8,5	105,5	1133,7	14,8	22,3	36,0	2,8	0,4	18,3	25,8
GUA02F	15,6	----	58,0	7,6	6,2	238,2	8,8	105,2	1048,9	14,2	22,7	36,7	2,8	0,8	18,2	12,6
GUA03S	15,9	1,6	72,0	7,2	7,2	200,0	10,2	116,7	1180,9	13,1	22,7	33,0	2,5	2,5	23,1	7,1
GUA03F	15,5	----	72,0	7,1	7,0	221,4	10,1	126,8	1097,0	12,1	17,7	36,0	2,7	3,4	22,5	18,7
GUA04S	16,3	1,3	85,0	7,3	5,8	171,0	22,2	129,5	1109,6	13,2	21,9	31,0	2,6	2,5	26,9	17,0
GUA04M	15,8	----	85,0	7,2	4,6	195,4	22,7	164,4	1094,5	12,6	20,1	29,2	2,7	3,2	27,3	20,3
GUA04F	15,6	----	86,0	7,2	5,0	195,4	22,9	183,5	1030,6	14,5	17,3	32,1	2,7	2,8	26,2	12,6
GUA05S	13,1	1,6	114,0	8,1	4,2	516,0	52,5	198,7	2115,8	14,2	18,0	61,2	3,0	0,5	34,4	19,8
GUA05M	14,4	----	105,0	7,7	6,1	602,1	56,8	159,7	2106,2	14,5	19,6	63,9	3,0	1,4	36,8	19,9
GUA05F	14,5	----	89,0	7,8	5,5	564,4	54,1	165,5	1511,9	14,8	21,4	62,1	3,2	1,2	35,9	22,0
GUA06S	12,4	0,9	156,0	8,8	5,0	1553,2	75,2	154,4	3212,9	58,9	67,1	165,4	3,4	0,1	47,1	20,1
GUA06F	13,4	----	150,0	8,6	3,3	1449,4	70,6	146,5	2836,0	59,6	73,5	199,7	3,6	0,2	48,1	18,6
GUA07S	14,2	0,9	133,0	7,3	4,9	674,8	85,6	213,5	1709,4	19,1	73,4	65,9	3,2	3,9	45,0	25,8
GUA07F	14,6	----	132,0	7,1	5,0	636,7	84,4	207,2	1618,6	18,3	71,0	74,4	2,9	8,7	53,6	21,4
GUA08S	13,0	1,2	134,0	8,1	7,5	628,0	94,6	331,9	2274,5	13,5	21,9	65,2	3,3	0,6	41,0	22,6
GUA08M	14,0	----	131,0	7,8	6,4	590,4	96,0	408,6	1967,1	13,7	20,9	80,5	4,1	1,2	40,4	25,5
GUA08F	14,0	----	150,0	7,7	6,6	630,6	97,1	316,3	2191,5	15,1	21,4	71,6	3,8	1,6	41,0	27,2
GUA09S	14,1	1,4	129,0	8,2	5,6	579,2	96,8	404,3	1663,0	15,7	22,2	71,6	3,6	0,5	41,1	20,1
GUA09M	14,2	----	128,0	7,9	4,7	550,7	97,5	474,0	1509,5	14,1	21,2	60,2	3,7	1,0	40,0	21,1
GUA09F	14,1	----	129,0	6,9	3,7	581,2	107,2	453,9	1444,6	15,0	20,2	52,4	3,7	9,5	41,5	20,2
GUA10S	19,7	1,1	149,0	7,8	7,5	1992,4	86,1	434,1	4040,4	21,0	39,0	103,5	2,3	1,3	51,5	45,6
GUA10M	18,0	----	150,0	7,4	7,8	1384,2	95,5	469,1	3178,8	18,3	35,3	97,5	2,2	3,4	47,4	43,4
GUA10F	16,7	----	151,0	7,3	4,2	1147,6	92,6	489,4	2873,1	16,5	26,1	63,9	2,0	4,1	45,7	31,3
GUA11S	12,2	1,4	135,0	8,0	4,2	304,3	105,5	471,3	1269,8	14,5	18,3	69,0	3,6	0,7	40,0	26,9
GUA11M	13,7	----	128,0	7,8	4,5	295,2	108,2	471,2	934,9	<4	20,1	57,9	5,4	1,3	39,3	21,1
GUA11F	13,4	----	128,0	7,0	5,8	315,5	109,7	466,2	945,4	<4	19,3	52,9	3,8	7,2	39,9	2,6
GUA12S	11,8	1,5	141,0	8,8	3,1	903,5	115,9	350,4	1595,8	16,8	44,8	103,0	3,8	0,1	42,4	22,0
GUA12F	13,2	----	160,0	7,4	3,2	918,2	119,8	345,8	1719,1	19,5	43,8	105,0	3,6	3,4	44,8	17,6
GUA13S	22,8	1,3	116,0	7,5	9,2	280,9	53,8	110,1	1749,8	12,4	27,2	67,2	1,4	2,0	39,1	44,5
GUA13M	17,8	----	127,0	7,2	12,6	172,0	51,3	108,5	1565,2	13,5	30,3	64,1	1,5	4,3	37,8	93,4
GUA13F	15,5	----	134,0	7,0	3,5	307,4	31,3	127,5	1670,9	16,1	26,1	55,8	1,6	7,3	39,4	18,7
GUA14S	23,0	1,2	110,0	7,4	9,7	90,1	42,3	116,2	1674,1	12,2	22,3	46,3	1,6	2,3	37,0	39,0
GUA14M	17,2	----	125,0	7,1	5,7	112,5	20,7	134,4	1719,5	<4	25,9	52,3	1,4	5,0	37,5	23,6
GUA14F	15,6	----	130,0	7,2	3,9	152,2	16,9	137,2	1660,5	<4	25,6	52,7	1,7	4,3	36,1	21,4

5.1.3. Avaliação Conjunta dos dados Limnológicos

As principais tendências de variação dos fatores limnológicos em escala espacial (14 estações de amostragem em três profundidades) e temporal (duas épocas do ano) foram avaliadas pela análise de componentes principais (PCA). Os dois primeiros eixos de ordenação resumiram 58% da variabilidade conjunta dos dados (Fig. 15, tabelas 5-6). No primeiro eixo, as unidades amostrais ordenaram-se, primordialmente, em função do gradiente de disponibilidade de nutrientes. Assim, do lado esquerdo do eixo, foram ordenadas as observações da região de montante (GUA01 a GUA03) e do corpo central da represa (GUA04 e GUA05) em ambos os períodos climáticos, associadas com os menores valores de condutividade, íons bicarbonato, pH e de nutrientes, considerando as diferentes formas de nitrogênio e fósforo ($r > 0,5$). De forma inversa, no lado direito deste eixo, posicionaram-se algumas observações da região do corpo central (GUA06 a GUA11) correspondentes ao período de inverno, bem como a estação de jusante (GUA12) em ambos os períodos, que se associaram positivamente com as variáveis anteriormente mencionadas. Nos extremos do eixo 2 ordenaram-se, do lado positivo, duas estações a jusante no período de verão (GUA13 e GUA14), que se associaram positivamente com a maior transparência e disponibilidade de oxigênio ($r \geq 0,7$). Do lado negativo, destacaram-se as estações GUA12 (verão) e GUA06 (inverno) pela maior disponibilidade de fósforo solúvel reativo.

Em síntese, a maior variabilidade do conjunto de dados foi primordialmente explicada pelos níveis de enriquecimento das estações de amostragem, indicando um gradiente espacial da montante para jusante da represa. Percebe-se, ainda, a influência da escala temporal, de forma que no período do inverno as estações apresentaram-se nitidamente mais enriquecidas do que no verão, com exceção a GUA12. Neste gradiente espacial, destaca-se a região de montante (GUA01 a GUA03), principalmente no período de verão, pela menor disponibilidade de nutrientes.

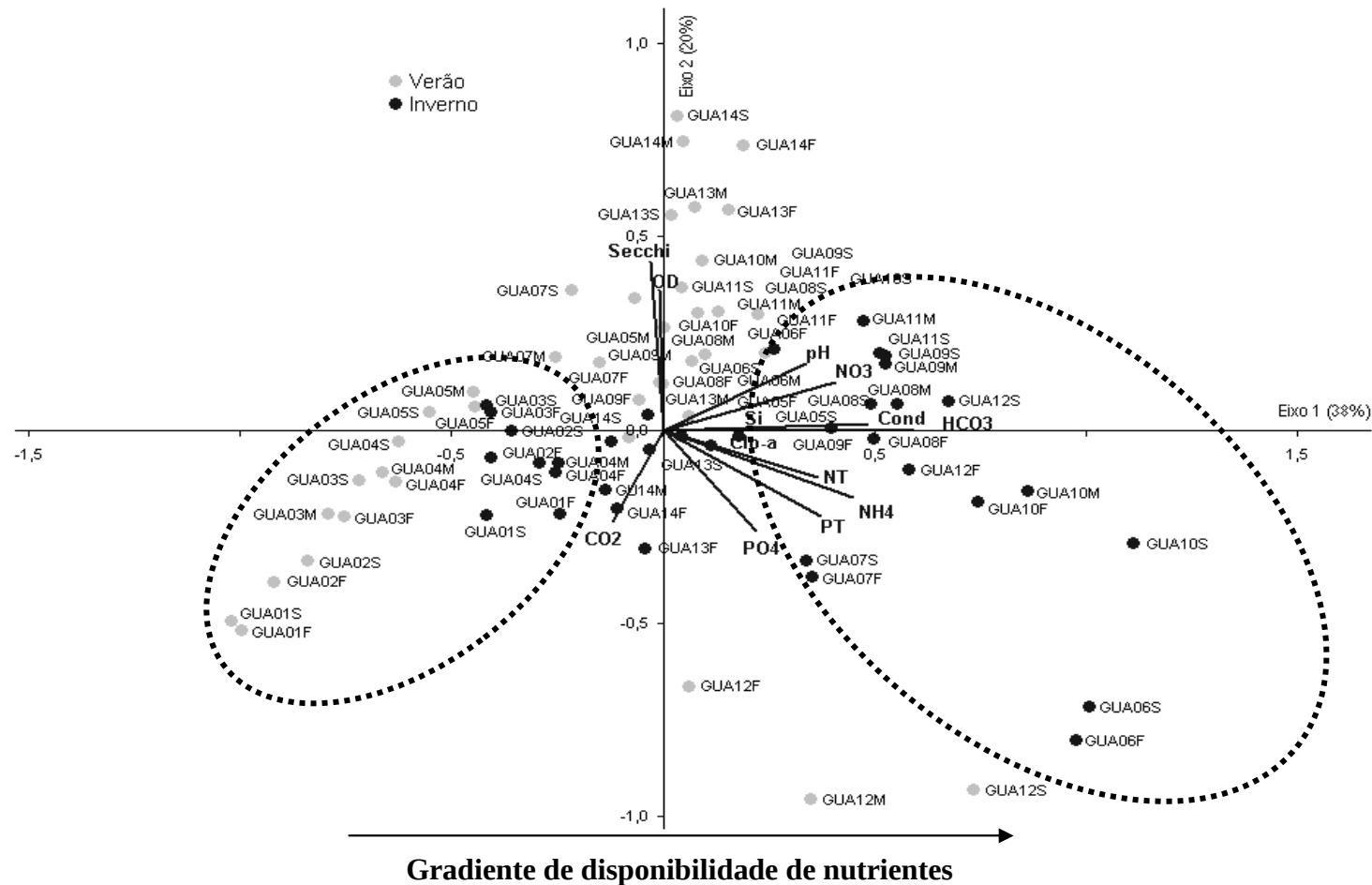


Figura 15. Análise dos componentes principais com base em 13 variáveis limnológicas de 14 estações de amostragens na represa Guarapiranga, nos períodos de verão e inverno. Os números indicam a estação de amostragem. S: Superfície, M: Meio e F: Fundo. Abreviações conforme tabela 3, 4.

Tabela 5. Síntese dos resultados da PCA realizada a partir de treze variáveis limnológicas.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalor (λ)	0,227	0,122
Autovalor da linha de quebra	0,143	0,098
Porcentagem de variância explicada	38,9	20,9
Porcentagem de variância acumulada	38,9	59,8

Tabela 6. Correlação das variáveis com os componentes principais 1 e 2. Em negrito, correlações acima de 0,5.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Condutividade: <i>Cond</i>	0,795	0,162
pH	0,665	0,477
Profundidade de Secchi	-0,201	0,757
O ₂ dissolvido: <i>OD</i>	-0,124	0,692
Amônio: <i>NH₄</i>	0,766	-0,480
Nitrato: <i>NO₃</i>	0,729	0,406
Nitrogênio total: <i>NT</i>	0,690	-0,402
Fósforo total: <i>PT</i>	0,697	-0,539
Ortofosfato: <i>PO₄</i>	0,537	-0,585
Silica solúvel reativa: <i>Si</i>	0,491	0,064
Clorofila-a: <i>Clo-a</i>	0,341	-0,042
CO ₂ livre: <i>CO₂</i>	-0,403	-0,556
Bicarbonato: <i>HCO₃</i>	0,878	0,048

5.1.4. Índice do Estado Trófico

De acordo com a média anual do Índice de Estado Trófico, que se baseia nas concentrações subsuperficiais dos teores de clorofila-a, fósforo total e profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, as estações de montante (GUA01 a GUA03) e as duas primeiras estações do corpo central (GUA04 e GUA05) foram classificadas como mesotróficas. As demais passaram para eutróficas, com exceção da estação de jusante GUA12 que foi classificada como supereutrófica. Considerando a escala temporal, a maioria das estações de amostragem piora suas classificações no período de inverno,

com exceção de GUA12 e algumas estações (GUA03, GUA08 a GUA11) que não mudaram de classificação (tabela 7).

Na figura 16 está representada a classificação anual do IET na malha espacial de amostragem na represa. Nota-se claramente a compartimentalização horizontal da represa em relação ao estado trófico, de montante para jusante, bem como as condições mais comprometidas da estação GUA12, que recebe os córregos Gavirutuba e Itupu.

Tabela 7. Índice de Estado Trófico (IET, Lamparelli 2004) para as variáveis clorofila-a, fósforo total e profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, índice ponderado final e as respectivas classificações das estações de amostragem nos períodos de verão e inverno.

Estação	IET Clo-a		IET PT		IET Secchi		IET pond		Classificação		
	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Anual
GUA01	50,6	56,4	57,7	65,6	58,9	61,5	56	61	Meso	Eut	Meso
GUA02	56,0	62,7	58,6	64,1	58,6	56,0	58	61	Meso	Eut	Meso
GUA03	58,1	56,4	61,1	63,8	55,7	53,0	58	58	Meso	Meso	Meso
GUA04	61,5	61,1	60,5	62,9	55,6	56,2	59	60	Meso	Eut	Meso
GUA05	59,8	61,4	61,5	67,4	53,2	53,7	58	61	Meso	Eut	Meso
GUA06	61,2	61,5	66,4	73,9	56,2	61,2	61	66	Eut	Super	Eut
GUA07	58,3	62,7	64,0	67,7	54,2	61,5	59	64	Meso	Super	Eut
GUA08	64,4	62,3	62,5	68,3	56,2	57,1	61	63	Eut	Eut	Eut
GUA09	65,1	61,6	63,9	67,7	56,2	54,9	62	61	Eut	Eut	Eut
GUA10	63,2	62,3	62,0	67,5	54,2	58,1	60	63	Eut	Eut	Eut
GUA11	64,8	61,9	63,6	70,4	56,8	55,7	62	63	Eut	Eut	Eut
GUA12	66,3	65,3	74,1	70,2	71,5	54,2	71	63	Hiper	Eut	Super
GUA13	62,8	67,5	62,0	67,7	55,1	56,8	60	64	Eut	Super	Eut
GUA14	61,9	63,6	62,0	65,9	53,0	58,0	59	63	Meso	Eut	Eut

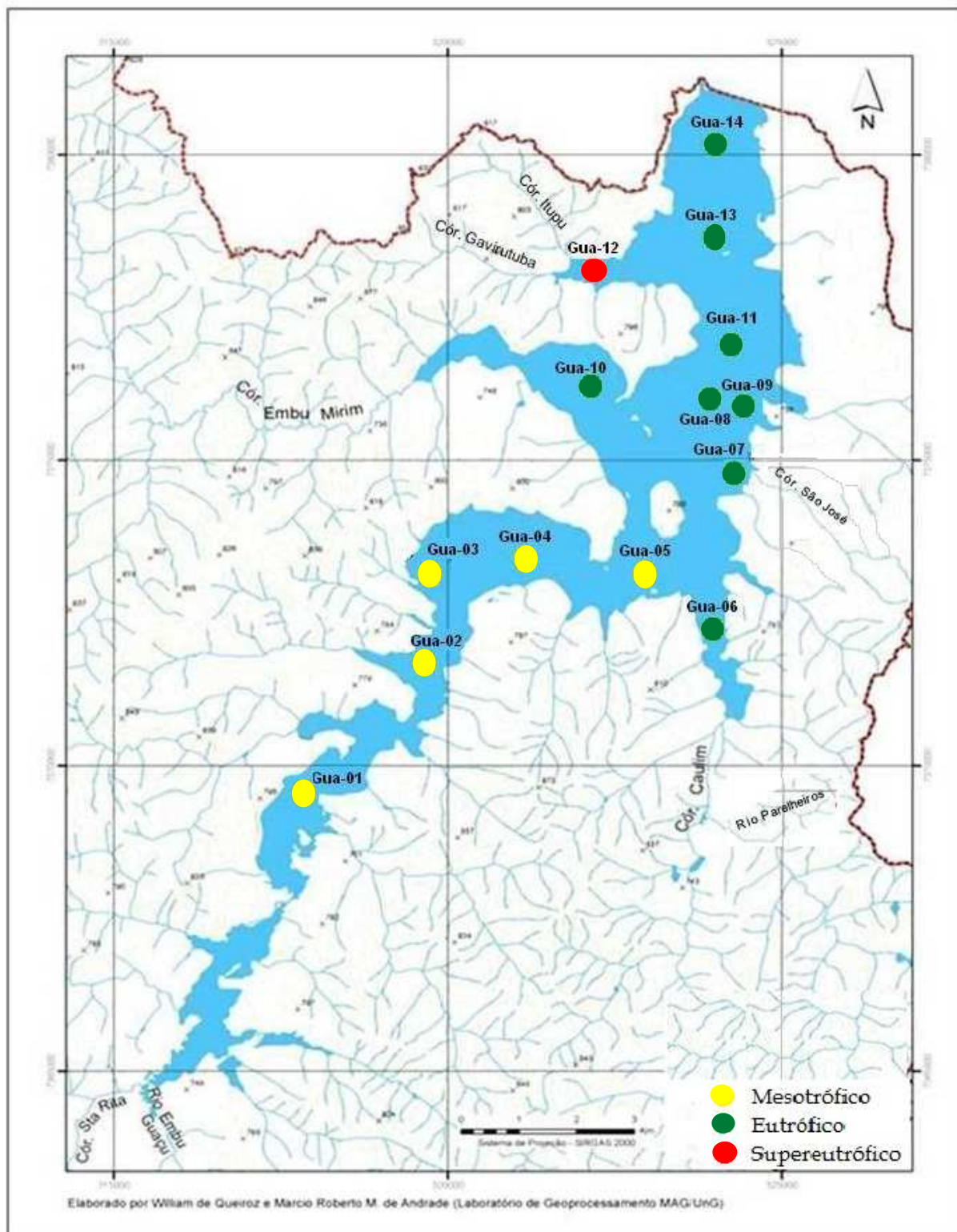


Figura 16. Índice de Estado Trófico anual na malha espacial de amostragem na Represa Guarapiranga.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DA GEOQUÍMICA ORGÂNICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA REPRESA GUARAPIRANGA

5.2.1. Granulometria

A análise granulométrica demonstrou o predomínio de grãos siltosos na maioria das estações de amostragem da represa, que apresentaram em média 89% de contribuição (Fig. 17). Apenas as estações de amostragem da região de montante GUA01 e GUA02 e do corpo central GUA06, GUA07 e GUA11 apresentaram grãos arenosos, com destaque para estação de amostragem GUA11. As demais estações apresentaram frações de argila, principalmente a estação GUA10 (27,2%).

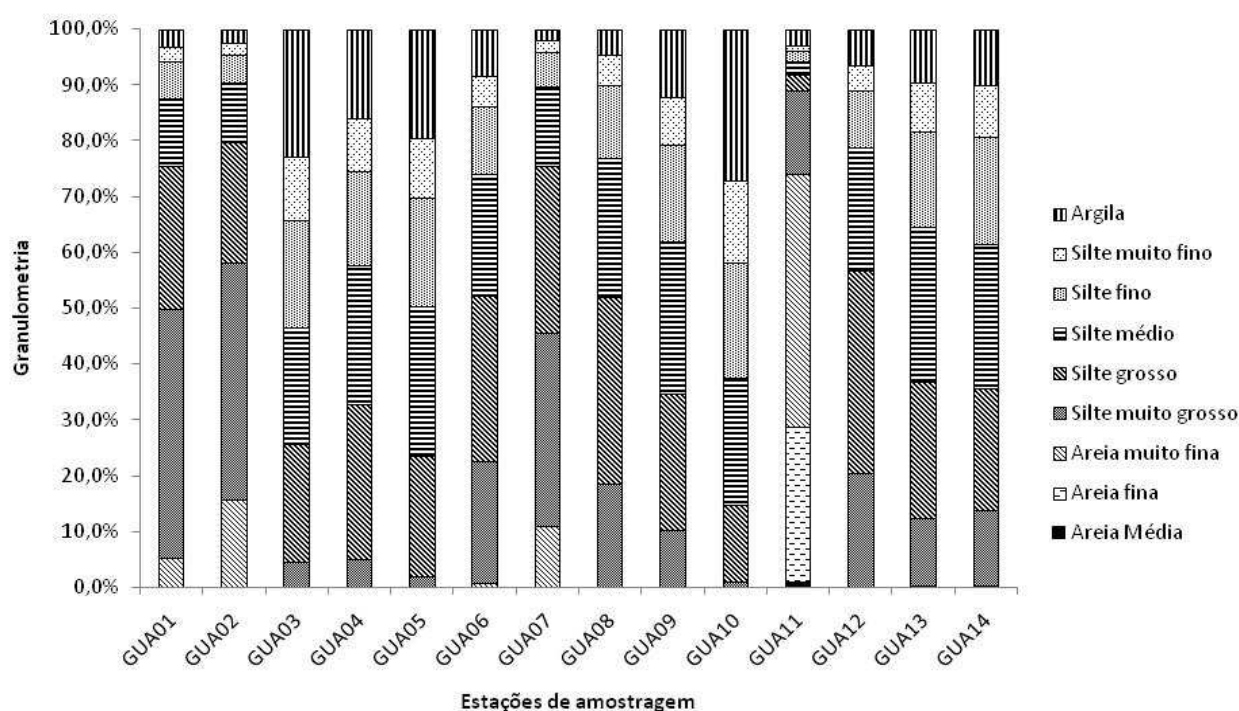


Figura 17. Granulometria dos sedimentos superficiais na represa Guarapiranga.

5.2.2. Geoquímica orgânica total

As porcentagens de carbono orgânico total variaram de 4,6 a 10,8%, com os menores valores registrados nas duas estações da região de montante (GUA01e GUA02) e os maiores, na estação GUA13, região de jusante da represa (Fig. 18a). Os valores de nitrogênio total seguiram a mesma tendência do COT e apresentaram valores inferiores a 1,5% (Fig. 18b). A razão C:N variou de 8 a 11%, com valores levemente mais elevados na região de montante (GUA01 e GUA02). Os valores da razão C:N foram maiores na região de montante e sempre superiores a 8 nas demais estações de amostragem (Fig. 18c). As porcentagens de PT variaram de 0,1 a 0,5%, com valores mais baixos na região de montante (GUA01 a GUA03) (Fig. 18d). As porcentagens de contribuição de COT, NT, razão C:N e PT são apresentados na tabela 8.

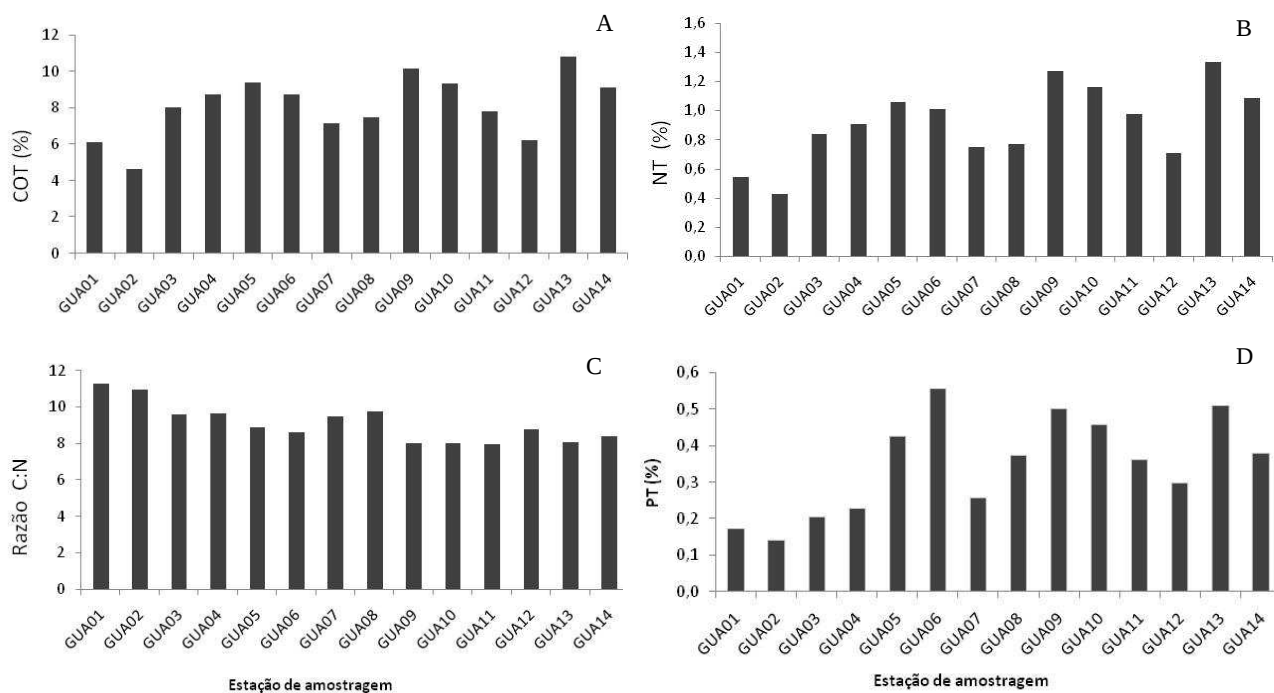


Figura 18. Geoquímica orgânica total do sedimento superficial da represa Guarapiranga. (A) Carbono orgânico total (COT); (B) nitrogênio total (NT), (C) razão C:N; (D) fósforo total (PT).

Tabela 8. Carbono orgânico total (%), nitrogênio total (%), razão C:N e fósforo total (%) do sedimento superficial da represa Guarapiranga.

Estações de amostragem	COT (%)	NT (%)	C:N	PT (%)
GUA01	6,09	0,54	11,27	0,170
GUA02	4,65	0,42	10,98	0,140
GUA03	8,04	0,84	9,62	0,205
GUA04	8,75	0,90	9,68	0,226
GUA05	9,40	1,06	8,89	0,426
GUA06	8,73	1,01	8,62	0,557
GUA07	7,12	0,75	9,49	0,256
GUA08	7,46	0,77	9,74	0,372
GUA09	10,17	1,27	8,01	0,502
GUA10	9,35	1,16	8,04	0,459
GUA11	7,79	0,98	7,97	0,362
GUA12	6,23	0,71	8,77	0,298
GUA13	10,78	1,34	8,08	0,509
GUA14	9,11	1,08	8,41	0,378

5.2.3. Avaliação conjunta das variáveis do sedimento superficial

A análise de componentes principais (PCA) resumiu 84% da variabilidade conjunta dos dados dos sedimentos superficiais em seus dois primeiros eixos (Fig 19, tabelas 9 e 10). No extremo direito do primeiro eixo, ordenaram-se as unidades amostrais da região de montante da represa (GUA01 e GUA02) associadas às maiores razões C:N e contribuições de silte grosso ($r \geq 0,7$). No extremo esquerdo posicionaram-se duas unidades amostrais da região do corpo central (GUA09 e GUA10) e uma da região de jusante (GUA13), associadas às maiores contribuições de nitrogênio total, carbono orgânico total e fósforo total ($r \geq 0,8$). No eixo 2, ordenou-se isoladamente a estação de amostragem GUA11 do corpo central (GUA11) associada à maior contribuição de areia ($r = 0,9$).

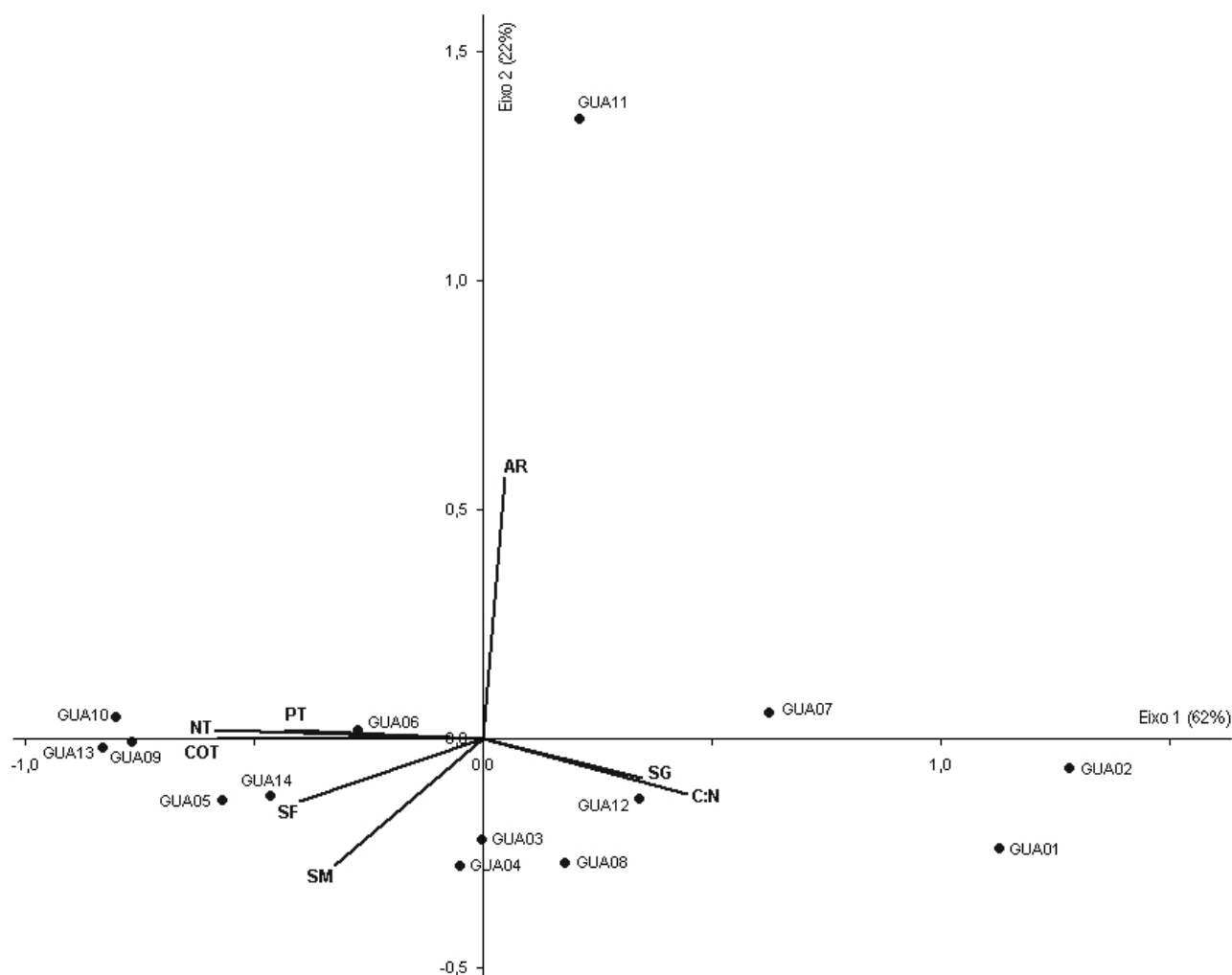


Figura 19. Análise dos componentes principais com base em oito variáveis dos sedimentos superficiais de 14 estações de amostragens na represa Guarapiranga. Abreviação dos vetores, conforme tabela 10.

Tabela 9. Síntese dos resultados da PCA realizada a partir de treze variáveis geoquímicas.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalor (λ)	0,465	0,165
Autovalor da linha de quebra	0,251	0,158
Porcentagem de variância explicada	62,96	21,40
Porcentagem de variância acumulada	62,96	84,36

Tabela 10 Correlação das variáveis com os componentes principais 1 e 2.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Carbono orgânico total: <i>COT</i>	-0,954	0,021
Nitrogênio total: <i>NT</i>	-0,959	0,179
Fósforo Total: <i>PT</i>	-0,826	0,173
Razão: <i>C:N</i>	0,837	-0,437
Silte Grosso: <i>SG</i>	0,739	-0,370
Silte Médio: <i>SM</i>	-0,729	0,545
Silte Fino: <i>SF</i>	-0,796	-0,467
Areia: <i>AR</i>	0,275	0,946

5.3. DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DAS DIATOMÁCEAS NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

5.3.1. Composição e diversidade de espécies nos sedimentos superficiais

Foram encontrados 98 táxons específicos e infraespecíficos, distribuídos em 38 gêneros. Os mais bem representados foram: *Achnanthes* (11 espécies), *Eunotia*, (10 espécies) *Nitzschia* (8 espécies), *Fragilaria* e *Gomphonema* (6 espécies cada), conjuntamente, esses gêneros totalizaram 41% das espécies identificadas. No total, dezessete gêneros foram representados por apenas uma espécie, contribuindo com 17% das espécies identificadas (Fig. 20).

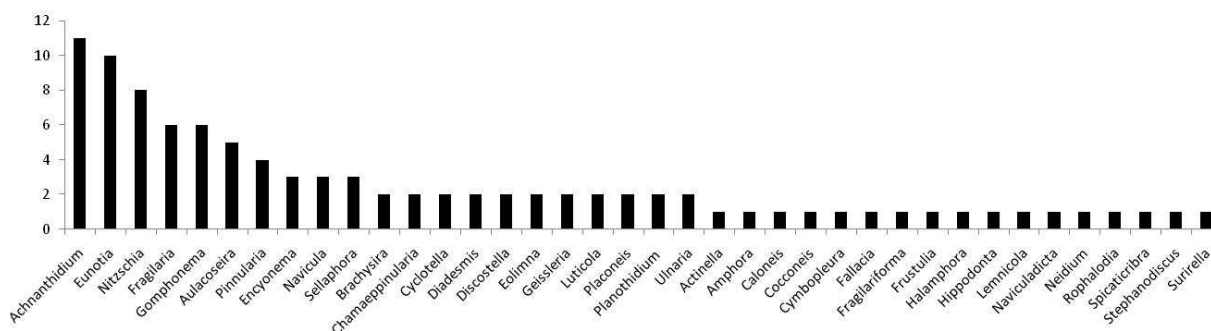


Figura 20. Número de espécies por gêneros de diatomáceas presentes no sedimento superficial das 14 estações de amostragem da represa Guarapiranga.

Considerando as regiões da represa, na montante foram encontrados 71 táxons específicos e infraespecíficos, distribuídos em 32 gêneros dos quais dois apresentaram maior número de espécies, pela ordem: *Achnanthisdium* (9 espécies), *Eunotia* (8 espécies). Conjuntamente, estes três gêneros totalizaram 23% da riqueza específica encontrada. Quinze gêneros foram representados na região de montante por apenas uma espécie, contribuindo com 21% das espécies identificadas (Fig. 21).

O corpo central foi representado por 65 táxons específicos e infraespecíficos, distribuídos em 29 gêneros dos quais cinco apresentaram maior número de espécies, pela ordem: *Achnanthisdium* e *Nitzschia* (7 espécies cada), *Gomphonema* (6 espécies), *Fragilaria* e *Aulacoseira* (5 espécies). Conjuntamente, estes cinco gêneros totalizaram 46% do número de táxons encontrados. Quinze gêneros foram representados na região do Corpo Central por apenas uma espécie, contribuindo com 23% das espécies identificadas (Fig. 22).

Na região de jusante, foram encontrados 33 táxons específicos e infraespecíficos, distribuídos em 17 gêneros dos quais cinco apresentaram maior número de espécies, pela ordem: *Nitzschia* (5 espécies), *Fragilaria* (4 espécies) *Aulacoseira*, *Achnanthisdium* e *Eunotia* (3 espécies cada). Conjuntamente, estes cinco gêneros totalizaram 54% do número de espécies encontradas. Nove gêneros foram representados na região de jusante, por apenas uma espécie, contribuindo com 27% das espécies identificadas (Fig. 23).

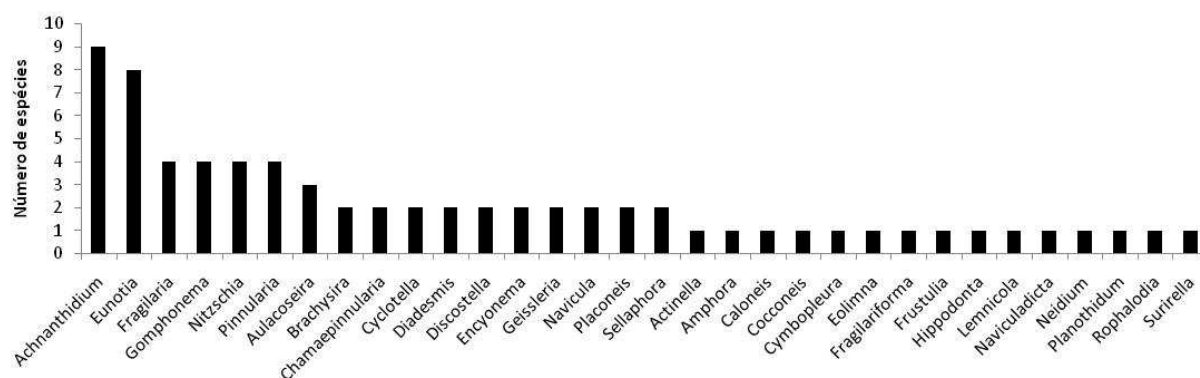


Figura 21. Número de espécies por gêneros de diatomáceas no sedimento superficial na região de montante da represa Guarapiranga.

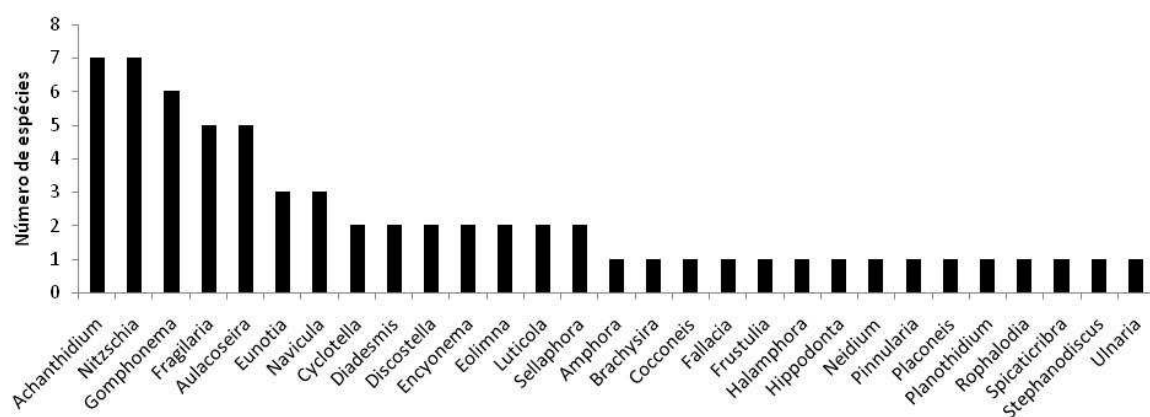


Figura 22. Número de espécies por gêneros de diatomáceas no sedimento superficial na região do Corpo Central da represa Guarapiranga.

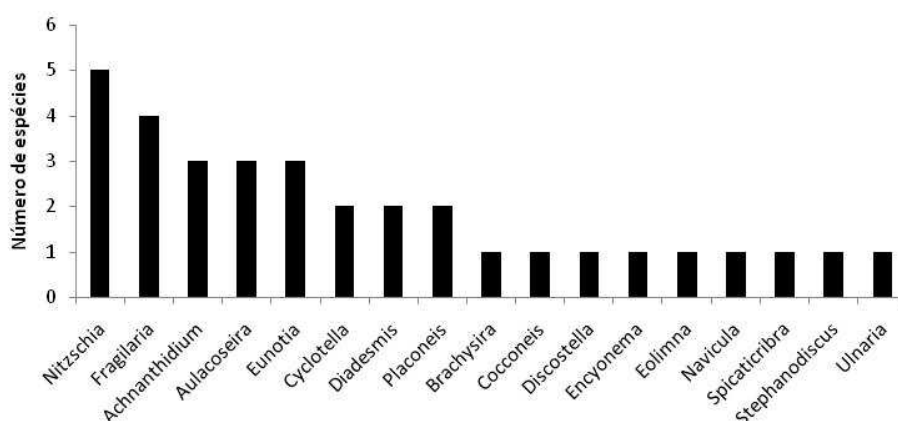


Figura 23. Número de espécies por gêneros de diatomáceas no sedimento superficial na região de jusante da represa Guarapiranga.

Considerando os locais de amostragem, a estação GUA01 foi a mais bem representada em número de espécies (41), seguida pelas estações GUA02 (40) e GUA03 (36), ou seja, todas na região da montante. Em seguida, destaca-se a estação GUA07 (34) do corpo central da represa (Fig. 24).

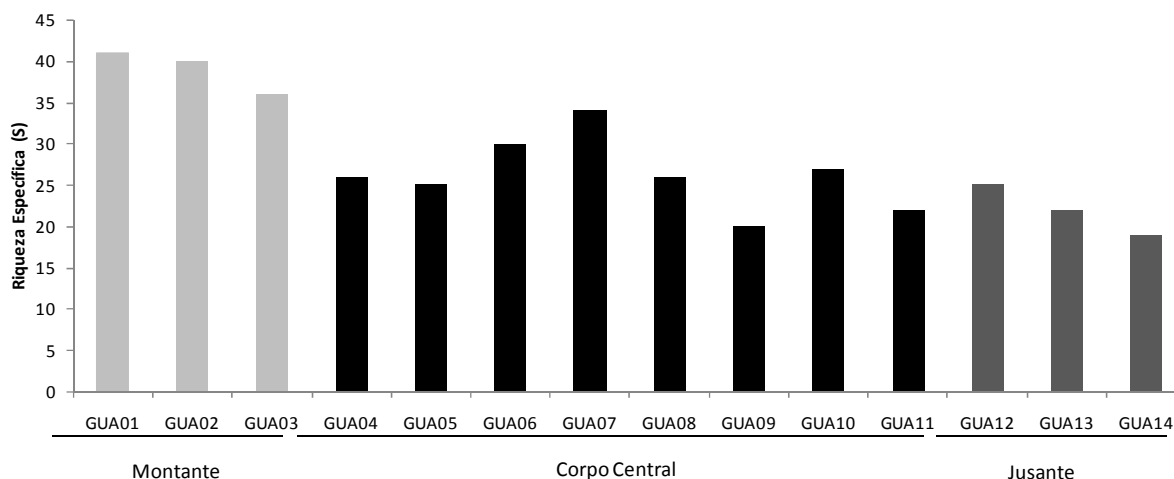


Figura 24. Riqueza em espécies de diatomáceas dos sedimentos superficiais nas estações de amostragem por compartimento da represa Guarapiranga.

As autorias dos táxons mais abundantes ($\geq 2\%$) e respectivos códigos constam na tabela 11. Em termos de abundância relativa, as maiores contribuições foram dadas por *Achnantheidium catenatum* (ADCT, 29,4%) na região da montante (GUA02), *Aulacoseira ambigua* (AAMB, 37,1%) na região do corpo central (GUA05) e por *Fragilaria crotonensis* (FCRO, 31,8%) na região de jusante, na estação GUA13 (Fig. 25a, b, c).

Na região de montante (GUA01 a GUA03), observamos a maior riqueza de espécies. *Achnantheidium catenatum* (ADCT) foi à espécie mais bem representada na estação GUA02 com contribuição de 29,4%, ocorrendo também nas estações GUA01 e GUA03, porém em menor abundância (Figs. 25a, 26a). Nas estações GUA01 e GUA03, outras espécies também se destacaram tais como *Achnantheidium minutissimum* (ADMI, 12% a 23%) e *Eunotia veneris* (EVEN), que atingiu 15% de contribuição em GUA01, ocorrendo também nas demais estações, porém em menor abundância (Figs. 25a, 26b, c). Em um nível de corte igual ou maior do que 2% de abundância relativa observamos que as três espécies acima foram, claramente, as mais abundantes na região de montante (Fig. 26a, b, c). Ainda, em menor abundância, ocorreram as espécies *Frustulia saxonica*

(FSAX, 12,7%), *Brachysira microcephala* (BMIC, 17,4%), *Achanthidium macrocephalum* (ADMA, 9,5%), *Achnantheridium pseudolineare* (ADPL, 18,6%) e *Eunotia tukanorum* (ETUK, 12,9%) (Figs. 26k e 27a, b, c, j).

No corpo central da represa (GUA04 a GUA11), a espécie mais bem representada em todas as estações de amostragem foi *Aulacoseira ambigua* (AAMB), cuja contribuição variou de 4,2% (GUA07) a 37,1% (GUA05) (Fig. 25b). *Discostella stelligera* (DSTE) foi a segunda com maior abundância em todas as estações de amostragem (8-26%), sendo suplantada por *Fragilaria crotonensis* (FCRO) ao longo da represa (Figs. 25b; 26j, g). Em maior detalhamento, observamos que as três espécies acima foram as mais abundantes nesta região (Figs 26d, g , j). *Cyclotella atomus* (CATO) foi a espécie mais abundante na estação GUA06, com contribuição individual de 30% (Fig. 26h). *Discostella pseudostelligera* (DSPS) também foi bem representada, principalmente, na estação GUA07, porém em menor abundância (Figs 26j).

Na região de jusante (GUA12 a GUA14), a espécie mais bem representada em todas as estações de amostragem foi *Fragilaria crotonensis* (FCRO), cuja contribuição variou de 21,8 a 31,8% (Fig. 25c). *Discostella stelligera* (DSTE) foi mais bem representada na estação GUA14, com contribuição de 28%, ocorrendo também nas demais estações (GUA12 e GUA13), porém em menor abundância (Fig. 25c). Ainda, *Nitzschia palea* var. *debilis* (NPAD) foi a espécie mais abundante em GUA12 (21,9%), ocorrendo também nas demais estações, porém em menor abundância (Fig. 26i). *Fragilaria fragilarioides* (FFRA: 12,7%, Fig. 27k) e *Aulacoseira granulata* var. *granulata* (AUGR: 28,6%, Fig. 26f) também ocorreram na região de jusante, porém em menor abundância (Fig. 25c).

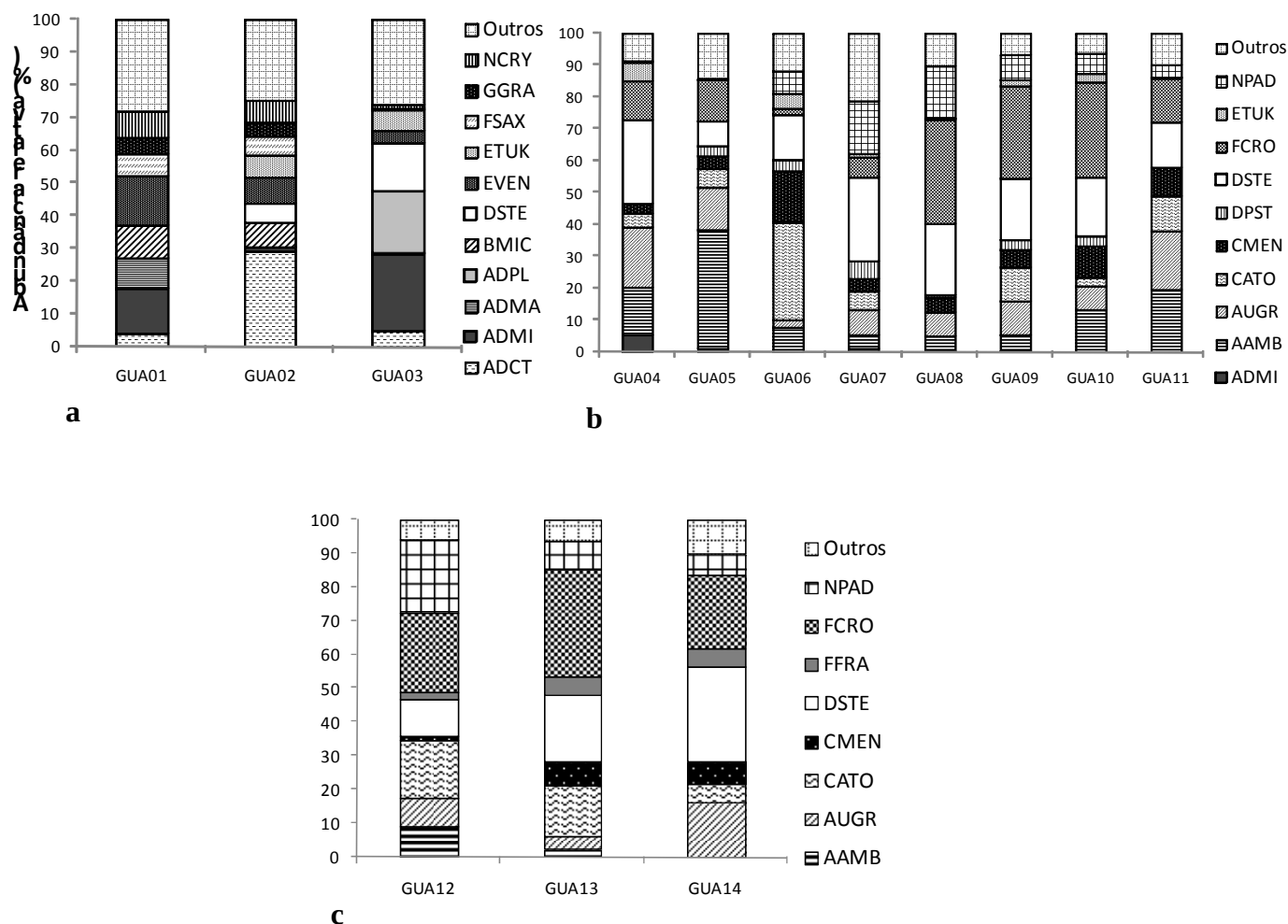


Figura 25. Abundância relativa das espécies mais abundantes de diatomáceas (abundância $\geq 5\%$), com contribuição conjunta acima de 70%, no sedimento superficial da represa Guarapiranga, (a) região de montante, (b) corpo central e (c) jusante. Códigos das espécies conforme tabela 11.

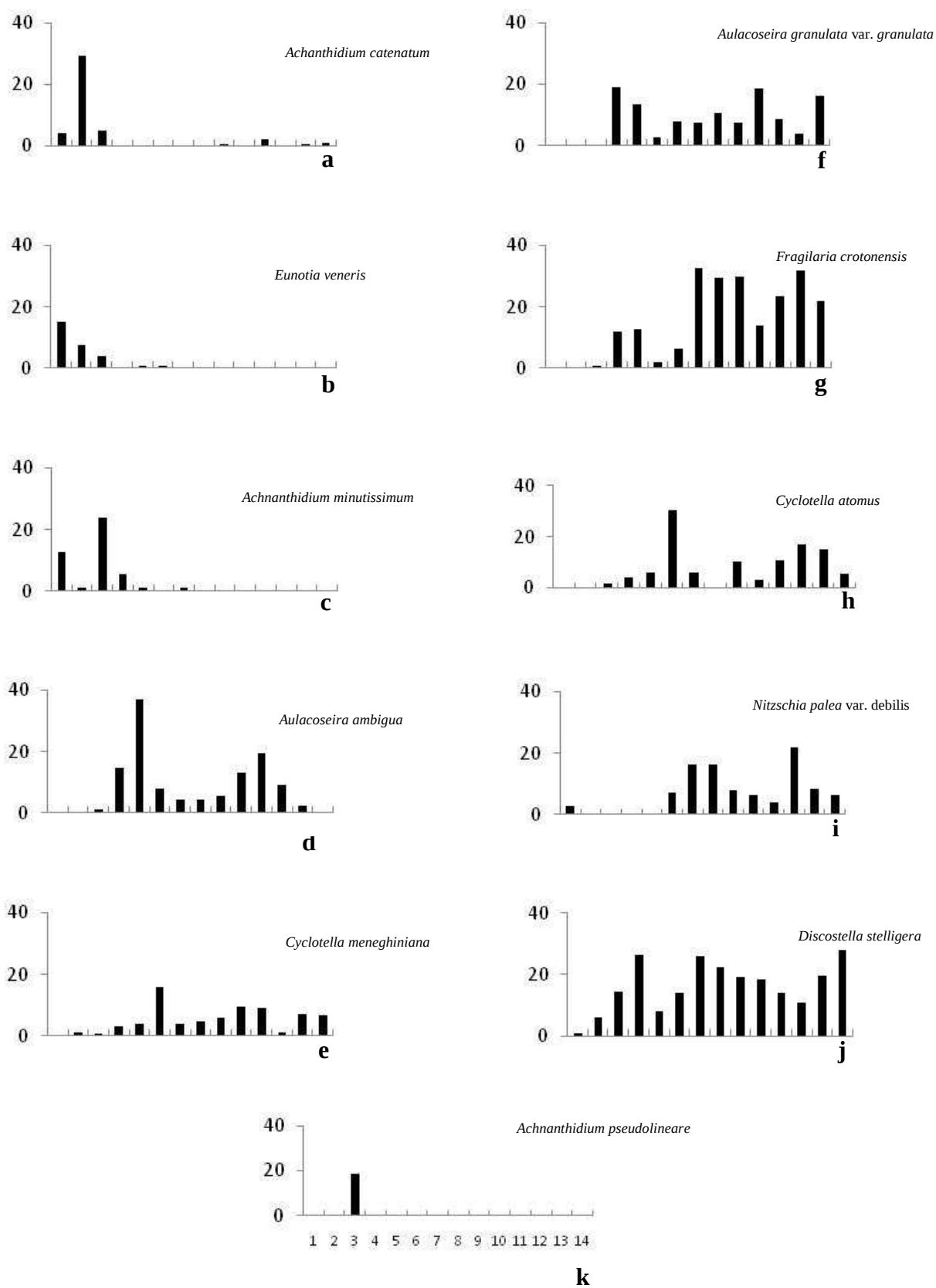


Figura 26. Abundância relativa das espécies de diatomáceas ($\geq 2\%$) em 14 estações amostrais do sedimento superficial da represa Guarapiranga, organizadas da montante para a jusante.

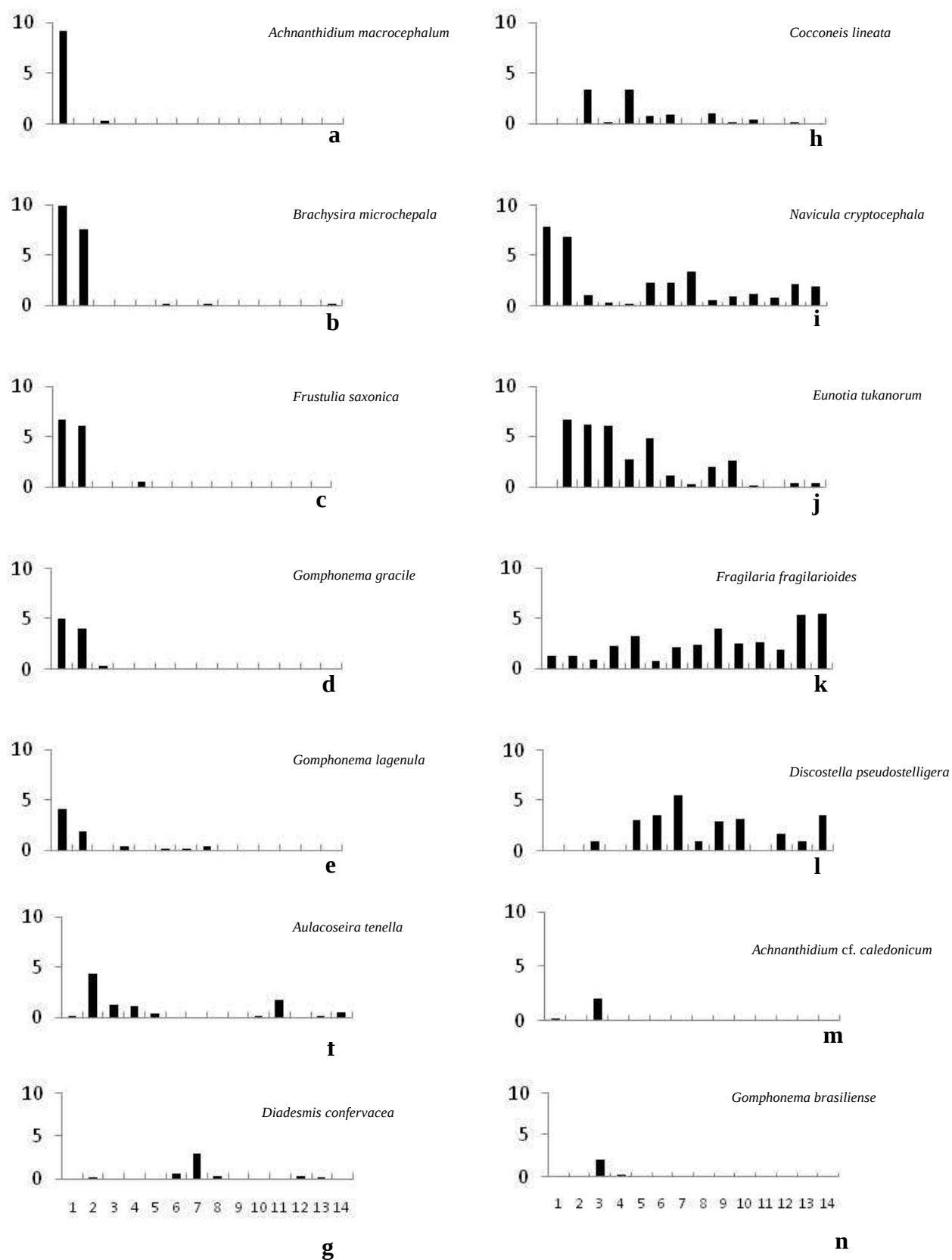


Figura 27. Abundância relativa das espécies de diatomáceas ($\geq 2\%$) em 14 estações amostrais do sedimento superficial da represa Guarapiranga, organizadas da montante para a jusante.

Tabela 11. Códigos e autorias dos táxons de diatomáceas abundantes ($\geq 2\%$) presentes em 14 unidades amostrais do sedimento superficial da represa Guarapiranga.

CÓDIGO	TÁXONS
AAMB	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen
ADCT	<i>Achnantheidium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot
ADMA	<i>Achnantheidium macrocephalum</i> (Hustedt) Round & Bukhtiyarova
ADMI	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki
ADPL	<i>Achnantheidium pseudolineare</i> Van de Vijver, Novais et Ector
ADCA	<i>Achnantheidium cf. caledonicum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot
AUGR	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen
AUTL	<i>Aulacoseira tenella</i> (Nygaard) Simonsen
BMIC	<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compère
CATO	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing
CPLI	<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg
DCOF	<i>Diadesmis confervacea</i> Kützing
DPST	<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk & Klee
DSTE	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grun.) Houk & Klee
ETUK	<i>Eunotia tukanorum</i> Wetzel & D. Bicudo
EVEN	<i>Eunotia veneris</i> (Kützing) De Toni
FFRA	<i>Fragilaria fragilarioides</i> (Grunow) Cholnoky
FCRO	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton
FSAX	<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst
GBRA	<i>Gomphonema brasiliense</i> Grunow
GGRA	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg
GLGN	<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing
NCRY	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing
NPAD	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> Hustedt

A tendência de variação da estrutura da comunidade de diatomáceas como um todo pode ser visualizada pelo diagrama de Wittaker (Figs. 28 a 30).

Na região a montante no que se refere à curva de dominância-diversidade, a estrutura da comunidade foi bastante similar entre as estações de amostragens, sendo caracterizada pela maior riqueza e repartição das espécies (equitatividade) e muitas espécies raras (Fig. 28). No corpo central da represa, observa-se maior declividade da curva em relação à região de montante, com exceção da estação GUA07, caracterizando a maior abundância de poucas espécies e presença de espécies raras (Fig. 29). Na região de jusante, nota-se maior declividade da curva em relação à de montante, porém menos pronunciada do que a do corpo central (Fig. 30). Esta tendência indica que a estrutura a jusante foi caracterizada pela menor repartição de espécies e menor riqueza em relação à região de montante.

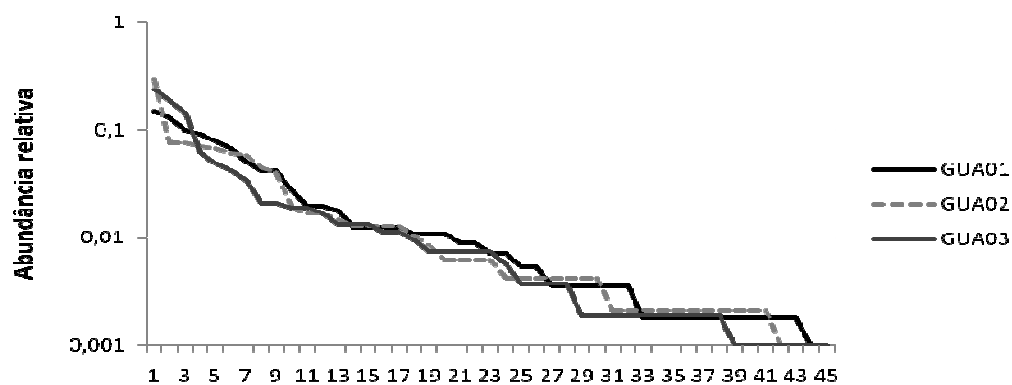


Figura 28. Diagrama de Wittaker (curva de dominância-diversidade) das diatomáceas no sedimento superficial na região de montante da represa Guarapiranga. Eixo y logaritmizado na base 10.

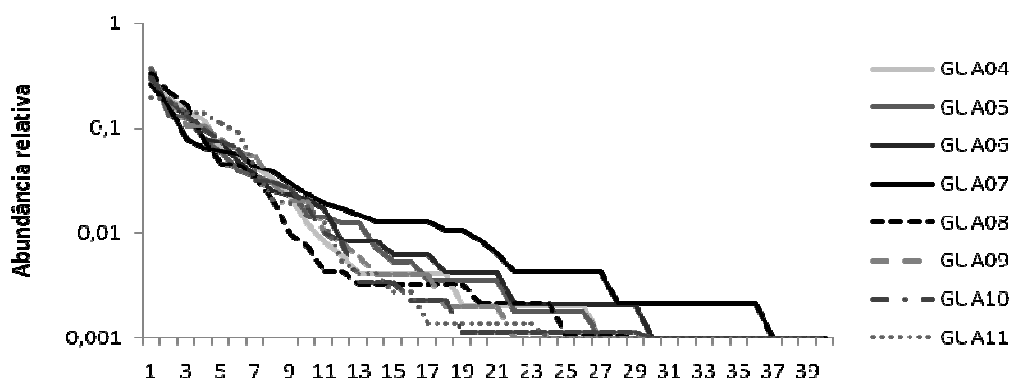


Figura 29. Diagrama de Wittaker (curva de dominância-diversidade) das diatomáceas no sedimento superficial na região do corpo central. Eixo y logaritmizado na base 10.

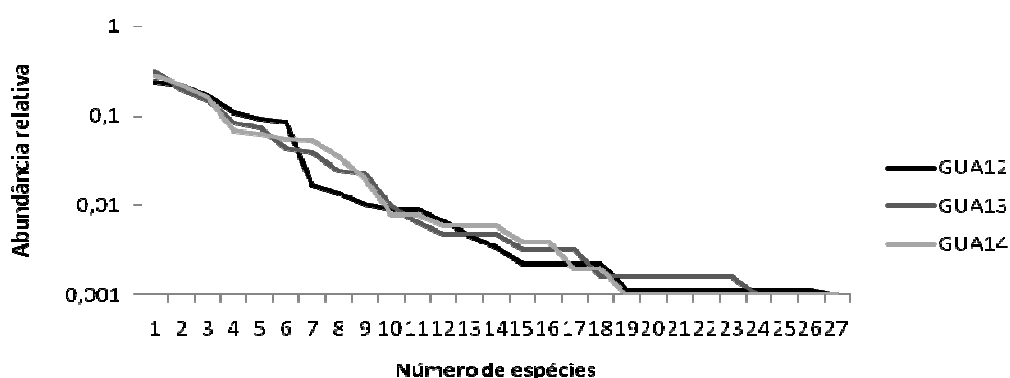


Figura 30. Diagrama de Wittaker (curva de dominância-diversidade) das diatomáceas no sedimento superficial na região de jusante da represa Guarapiranga. Eixo y logaritmizado na base 10.

Considerando os atributos de diversidade separadamente (tabela 12), a riqueza (S) apresentou tendência de decaimento ao longo do eixo longitudinal da represa, da

montante para jusante (Fig. 31a), com os maiores valores nessas estações (GUA01 a GUA03), seguido pela estação GUA07. A dominância apresentou tendência inversa à da riqueza, sendo nitidamente menor na montante, bem como em GUA07 (Fig. 31b). A equitatividade apresentou tendência dos maiores valores ocorrerem na região de montante e a jusante (Fig. 31e). Finalmente, o Índice de Shannon (Fig. 31c) e, principalmente, o de Simpson (Fig. 31d), que enfatiza as espécies abundantes, foram mais elevados na região de montante e em GUA07.

Em síntese, a estrutura da comunidade de diatomáceas apresentou maior riqueza, repartição de espécies, menor dominância e, portanto, maior diversidade na região de montante, concordando com as tendências observadas pelo diagrama de Wittaker. O inverso foi observado para a estrutura da comunidade da região de jusante, exceto à equitatividade que também apresentou valores relativamente elevados, porém com poucas espécies e, assim, com menor diversidade em relação à montante.

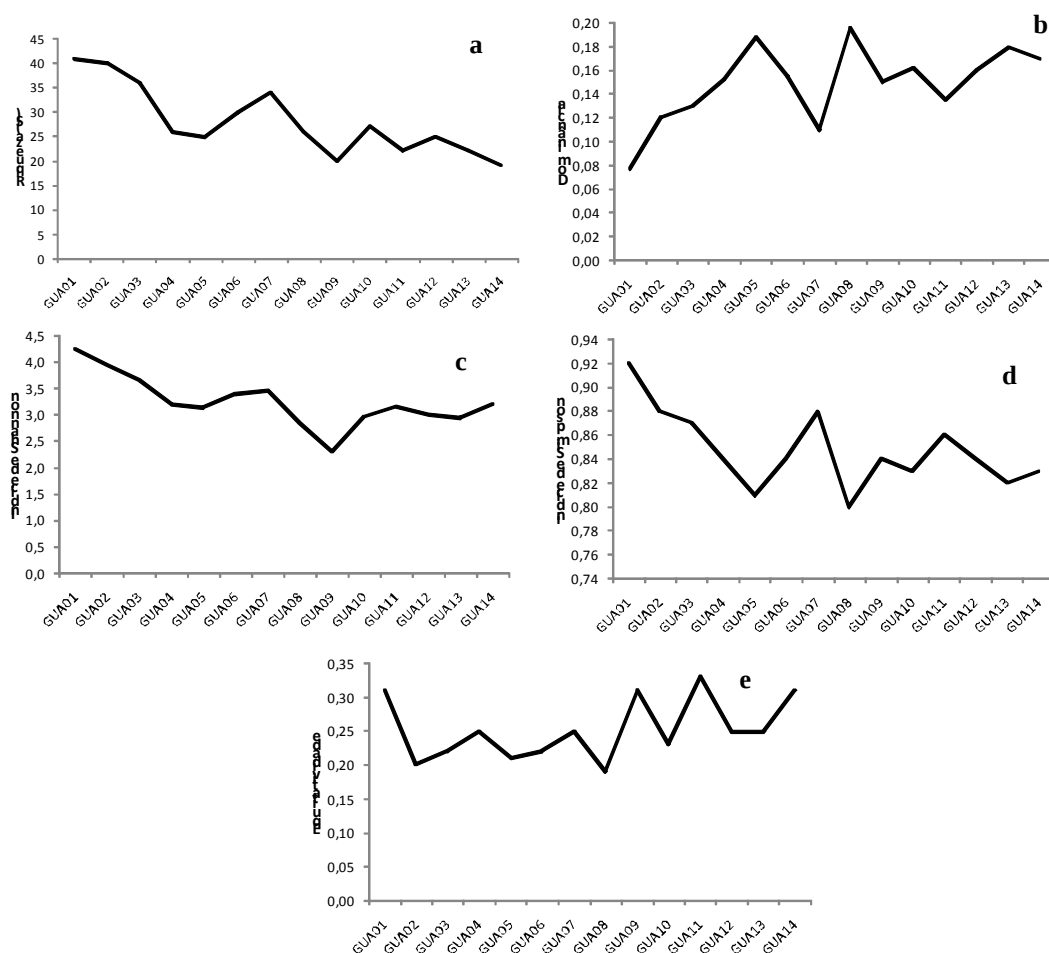


Figura 31. Representação gráfica da (a) Riqueza (S), (b) Dominância, (c) Índice de Shannon (bits ind⁻¹), (d) Índice de Simpson (1-D) e (e) Equitatividade da estrutura de diatomáceas presentes no sedimento superficial da represa Guarapiranga.

Tabela 12. Riqueza, dominância, índice de diversidade de Shannon (H'), índice de diversidade de Simpson (1-D), Equitatividade (E) da estrutura da comunidade de diatomáceas presentes no sedimento superficial da represa Guarapiranga.

Compartimento	Estações de amostragem	Riqueza (S)	Dominância	Índice de Shannon bits ind ⁻¹	Índice de Simpson (1-D)	Equitatividade (E)
Montante	GUA01	41	0,08	4,24	0,92	0,31
	GUA02	40	0,12	3,95	0,88	0,20
	GUA03	36	0,13	3,66	0,87	0,22
Corpo Central	GUA04	26	0,15	3,20	0,84	0,25
	GUA05	25	0,19	3,14	0,81	0,21
	GUA06	30	0,16	3,39	0,84	0,22
	GUA07	34	0,11	3,47	0,88	0,25
	GUA08	26	0,20	2,84	0,80	0,19
	GUA09	20	0,15	2,29	0,84	0,31
	GUA10	27	0,16	2,96	0,83	0,23
	GUA11	22	0,14	3,15	0,86	0,33
Jusante	GUA12	25	0,16	3,00	0,84	0,25
	GUA13	22	0,18	2,94	0,82	0,25
	GUA14	19	0,17	3,21	0,83	0,31

5.3.2. Avaliação Conjunta das espécies de diatomáceas dos sedimentos superficiais

A análise conjunta das espécies de diatomáceas com abundância maior ou igual a 2% foi realizada a partir da Análise de Coordenadas Principais (PCoA), a qual explicou 64% da variabilidade conjunta dos dados em seus dois primeiros eixos de ordenação (Fig. 32, tabelas 13, 14).

Considerando o eixo 1 de ordenação, observa-se que a similaridade entre as estações de amostragem deu-se em função dos compartimentos espaciais da represa. Assim, ocorreu maior similaridade entre as estações de amostragem à montante (lado direito do eixo), que claramente se separaram das demais estações do corpo central e da jusante (lado esquerdo do eixo). As estações GUA01 e GUA02 foram ainda mais similares entre si devido à maior contribuição de sete espécies: *Navicula cryptocephala* (NCRY), *Gomphonema gracile* (GGRA), *Gomphonema lagenula* (GLGN), *Brachysira microcephala* (BMIC), *Frustulia saxonica* (FSAX), *Eunotia veneris* (EVEN) e *Achnanthisdium catenatum* (ADCT). A estação GUA03 foi menos similar às anteriores devido à maior contribuição de *Achnanthisdium minutissimum* (ADMI), *Achnanthisdium* cf.

caledonicum (ADCA), *Achnantheidium pseudolineare* (ADPL), *Gomphonema brasiliense* (GBRA) e *Eunotia tukanorum* (ETUK) ($r \geq 0,5$), espécies que apresentaram maior abundância nas estações da região de montante da represa (Figs. 26a, b, c, k; 27b, c, d, e, f i, j, m, n). No lado negativo do eixo 1, houve a separação de dois grupos de unidades amostrais. No quadrante inferior agruparam-se, principalmente, as estações GUA04, GUA05 e GUA11, associadas às maiores abundâncias de *Aulacoseira ambigua* (AAMB) e *Aulacoseira granulata* var. *granulata* (AUGR) ($r \geq -0,6$) (Figs 26d, f). No quadrante superior, agruparam-se quase todas as estações do corpo central e de jusante, devido à maior representação de *Nitzschia palea* var. *debilis* (NPAD) e *Fragilaria crotonensis* (FCRO) ($r \geq -0,6$) (Fig. 26i, g).

Tabela 13. Síntese dos resultados da PCoA realizada a partir de 25 espécies de diatomáceas presentes nos sedimentos superficiais com abundância relativa $\geq 2\%$.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalor	0,125	0,320
Porcentagem de variância explicada	51,983	13,296
Porcentagem de variância acumulada	51,983	65,28
Randomizações do eixo "p"	0,001	0,974

Tabela 14. Correlação das variáveis com os componentes principais. Códigos das espécies conforme tabela 13.

	Eixo 1	Eixo 2		Eixo 1	Eixo 2
ADMI	0,631	-0,355	DPST	-0,491	0,050
ADCT	0,700	0,048	DSTE	-0,673	0,010
ADMA	0,649	0,278	EVEN	0,929	0,185
ADPL	0,339	-0,454	ETUK	0,399	-0,564
ADCA	0,397	-0,420	FFRA	-0,474	0,175
AAMB	-0,372	-0,634	FCRO	-0,732	0,391
AUGR	-0,642	-0,392	FSAX	0,883	0,258
AUTL	0,560	-0,256	GBRA	0,334	-0,485
BMIC	0,880	0,305	GGRA	0,907	0,278
CPLI	0,082	-0,714	GLGN	0,824	0,325
CATO	-0,421	0,082	NCRY	0,798	0,518
CMEN	-0,524	0,023	NPAD	-0,501	0,620
DCOF	-0,139	0,189			

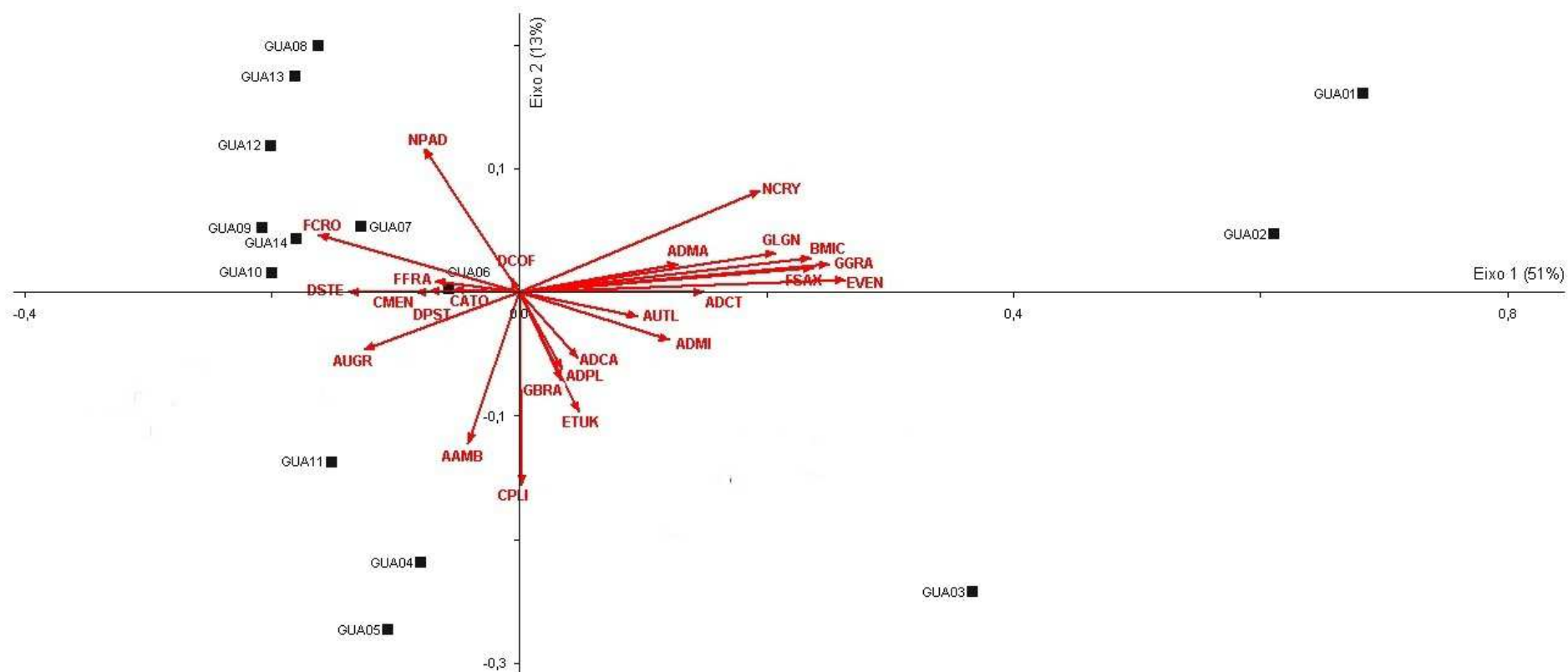


Figura 32. Análise de Coordenadas Principais (PCoA) com base em 25 espécies de diatomáceas (abundância relativa $\geq 2\%$) presentes nos sedimentos superficiais de 14 estações de amostragens na represa Guarapiranga. Nome das espécies conforme tabela 11.

5.3.3. Avaliação Conjunta das espécies de diatomáceas e dos fatores limnológicos abióticos

A integração da matriz de espécies com dados limnológicos foi realizada a partir da análise de correspondência canônica (CCA) utilizando 25 espécies (abundância relativa $\geq 2\%$) e cinco variáveis limnológicas (fósforo total, nitrogênio total, condutividade, pH e desaparecimento do disco de Secchi).

A análise resumiu 59% da variabilidade conjunta dos dados em seus dois primeiros componentes, apresentando autovalores para os eixo 1 ($\lambda_1 = 0,457$) e 2 ($\lambda_2 = 0,144$) estatisticamente significativos ($p=0,004$) pelo teste de Monte Carlo (Fig. 33, tabelas 15, 16). A correlação espécie-ambiente foi alta e significativa para os dois eixos da CCA ($p= 0,009$ e $0,008$), indicando forte associação entre as variáveis ambientais e as espécies de diatomáceas (tabela 15). A correlação das espécies com os eixos constam na tabela 17.

As correlações “intra-set” indicaram que a condutividade e o pH foram as variáveis mais importantes na ordenação do eixo 1, embora nutrientes (NT e PT) também tenham pesado na construção deste eixo. No eixo 2, a transparência foi a variável mais importante na ordenação (tabela 16). No plano fatorial formado por estes dois eixos foi possível reconhecer a formação de três agrupamentos (Fig. 33). No lado direito do eixo 1, ordenaram-se principalmente as unidades amostrais da região de montante (GUA01 e GUA02), associadas aos menores valores de condutividade, pH e nutrientes. Sete espécies associaram-se a estas estações amostrais: *Eunotia veneris* (EVEN, $r = 0,9$), *Gomphonema gracile* (GGRA, $r = 0,9$), *Gomphonema lagenula* (GLGN, $r = 0,8$), *Brachysira microcephala* (BMIC, $r = 0,8$), *Frustulia saxonica* (FSAX, $r = 0,8$), *Achnantheidium minutissimum* (ADMI, $r = 0,7$), *Achnantheidium catenatum* (ADCT, $r = 0,7$) e *Achnantheidium macrocephalum* (ADMA, $r = 0,7$). A outra estação de montante (GUA03) ordenou-se isoladamente do lado positivo do eixo 1, mas principalmente no extremo do eixo 2, associando-se às mesmas variáveis das demais estações de montante, além da maior transparência. Três espécies associaram-se a esta estação: *Achnantheidium cf. caledonicum*. (ADCA, $r = 0,5$), *Gomphonema brasiliense* (GBRA, $r = 0,6$) e *Achnantheidium pseudolineare* (ADPL, $r = 0,6$). Do lado negativo do eixo 1, ordenaram-se todas as unidades amostrais do corpo central e da jusante da represa, associadas aos maiores valores de condutividade, pH, fósforo total e nitrogênio total. Oito espécies associaram-se a estas unidades amostrais: *Cyclotella meneghiniana* (CMEN, $R = 0,8$), *Fragilaria crotonensis* (FCRO, $r = 0,8$), *Aulacoseira*

granulata var. *granulata* (AUGR, $r = 0,7$), *Discostella stelligera* (DSTE, $r = 0,7$), *Cyclotella atomus* (CATO, $r = 0,6$), *Discostella pseudostelligera* (DPST, $r = 0,6$), *Aulacoseira ambigua* (AAMB, $r = 0,6$) e *Nitzschia palea* var. *debilis* (NPAD, $r = 0,5$).

De modo geral, a organização da estrutura das diatomáceas foi condicionada pelo eixo longitudinal da represa, de forma a separar, principalmente, as estações amostrais da montante em relação às demais, sendo as primeiras associadas às condições limnológicas com menores valores de pH, condutividade e nutrientes (NT e PT).

Tabela 15. Síntese dos resultados da CCA realizada a partir da abundância relativa de 25 espécies de diatomáceas ($\geq 2\%$) presentes nos sedimentos superficiais.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores (λ)	0,457	0,144
Porcentagem de variância explicada	45,5	14,3
Porcentagem de variância acumulada	45,5	59,9
Correlação de Pearson (espécie-ambiente)	0,953	0,809
Teste de Monte Carlo	Autovalores 0,004	0,004
	Correlação espécie-ambiente 0,009	0,008

Tabela 16. Coeficientes canônicos e correlações “intra-set” das variáveis abióticas com os eixos 1 e 2 da CCA.

	Coeficiente Canônico		Coeficiente de Correlação "intra-set"	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
<i>Cond</i> : condutividade	-1,831	-0,904	-0,919	-0,184
<i>pH</i>	0,537	-0,377	-0,822	-0,283
<i>NT</i> : nitrogênio total	0,110	-0,362	-0,624	-0,118
<i>PT</i> : fósforo total	-0,051	1,474	-0,628	-0,260
<i>Secchi</i>	-0,298	1,507	-0,293	0,624

Tabela 17. Correlação das espécies com os componentes principais 1 e 2. Códigos das espécies conforme tabela 11.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
ADMI	0,733	0,381	DPST	-0,661	0,058
ADCT	0,728	0,143	DSTE	-0,724	0,079
ADMA	0,703	-0,231	EVEN	0,922	0,048
ADPL	0,217	0,612	ETUK	0,211	0,484
ADCA	0,292	0,554	FFRA	-0,416	-0,008
AAMB	-0,596	0,222	FCRO	-0,799	-0,530
AUGR	-0,731	0,012	FSAX	0,860	-0,137
AUTL	0,481	0,343	GBRA	0,227	0,615
BMIC	0,868	-0,270	GGRA	0,908	-0,170
CPLI	-0,154	0,781	GLGN	0,884	-0,375
CATO	-0,667	0,033	NCRY	0,620	-0,595
CMEN	-0,807	-0,202	NPAD	-0,578	-0,662
DCOF	-0,179	-0,354			

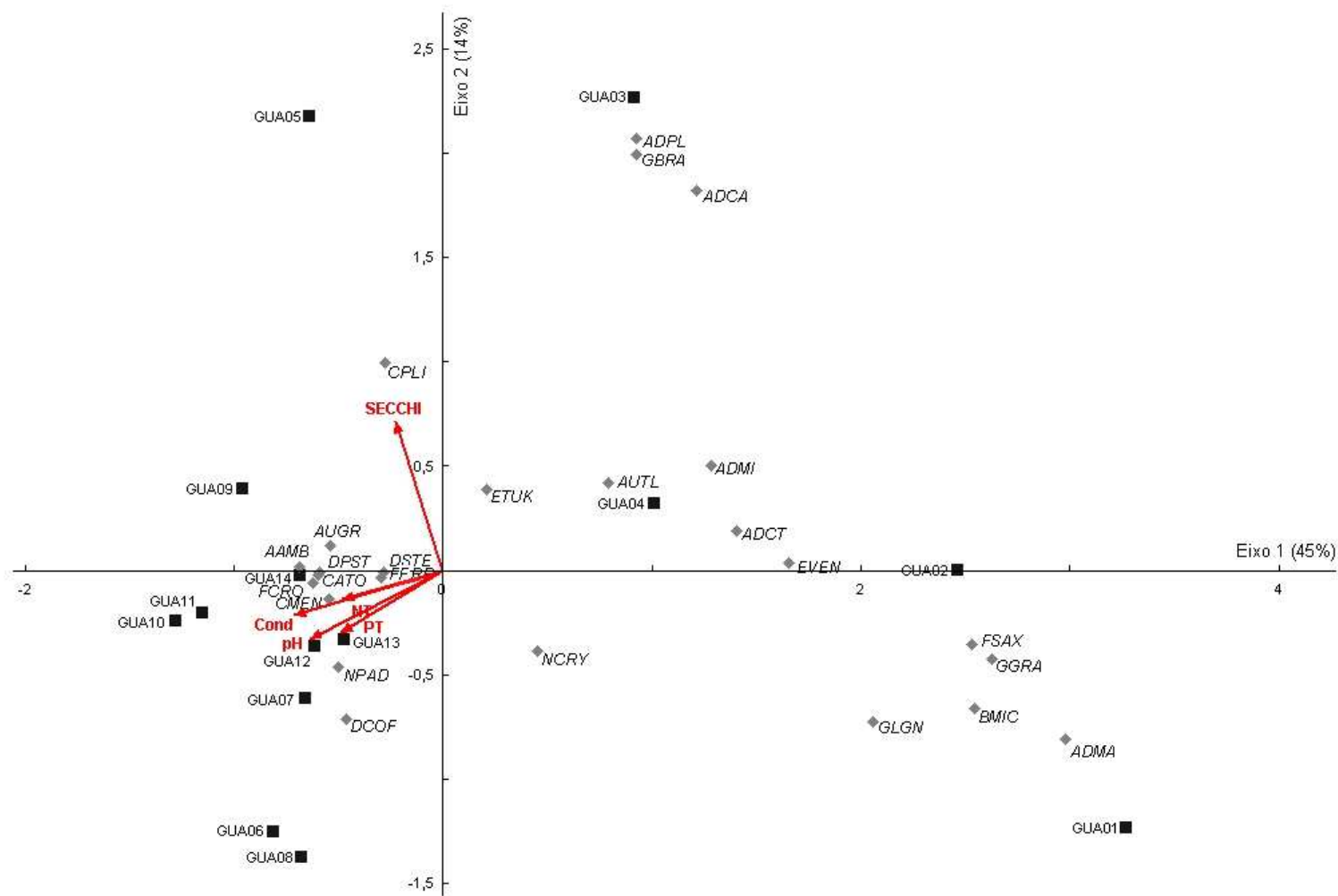


Figura 33. Análise de ordenação pela CCA (Análise de Correspondência Canônica) a partir da abundância das espécies de diatomáceas com contribuição $\geq 2\%$, bem como de cinco variáveis abióticas. Código das espécies conforme tabela 11.

5.3.4. Estrutura da comunidade de diatomáceas categorizadas pelas preferências ecológicas das espécies

Na tabela 18 estão representadas as preferências ecológicas de cada espécie no que se refere ao hábito, pH e à condição trófica da água.

Considerando o hábitat, a região a montante (GUA01 a GUA03) claramente apresentou maior contribuição de espécies bentônicas (contribuição média de 35,9%), as quais foram substituídas por espécies planctônicas ao longo da represa até a jusante (Fig. 34). Em relação ao pH, as estações da região de montante GUA01 a GUA03 apresentaram a maior contribuição de espécies acidófilas (média de 28,1%), havendo marcado aumento na contribuição de espécies alcalinófilas ao longo da represa (média 61,5%) (Fig. 35). Considerando as preferências pelo estado trófico, nas estações de montante (GUA01 a GUA03) ocorreu maior contribuição de espécies oligotróficas (média 22,8%), co-ocorrendo espécies mesotróficas e eutróficas, porém em menor contribuição. Nas demais estações ao longo da represa predominaram espécies eutróficas e com tendência de aumento em direção da jusante (Fig. 36).

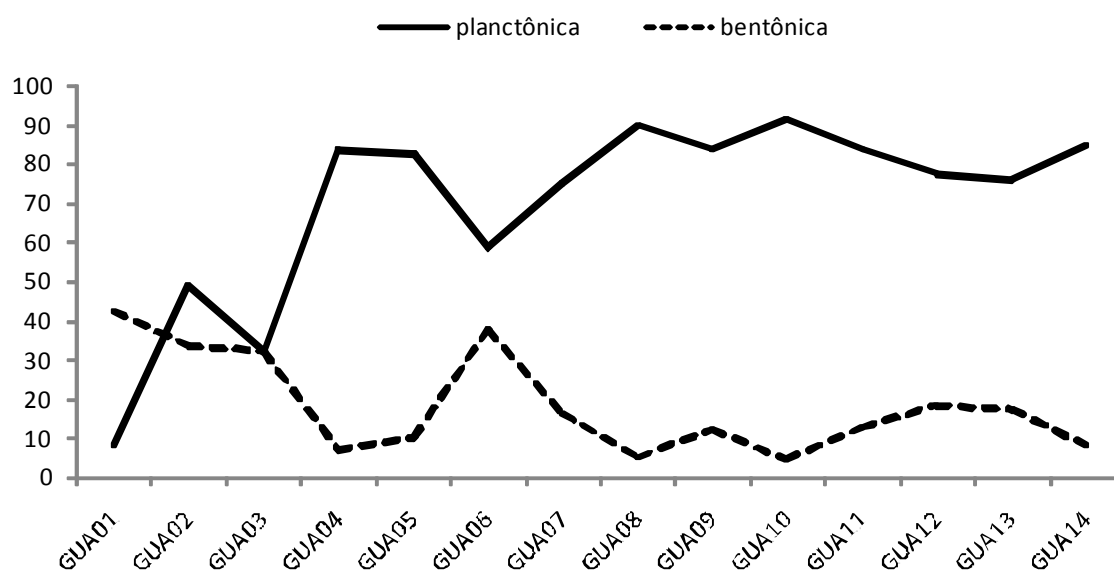


Figura 34. Contribuição (%) das espécies de diatomáceas planctônicas e bentônicas em 14 estações de amostragem de sedimento superficial na represa Guarapiranga.

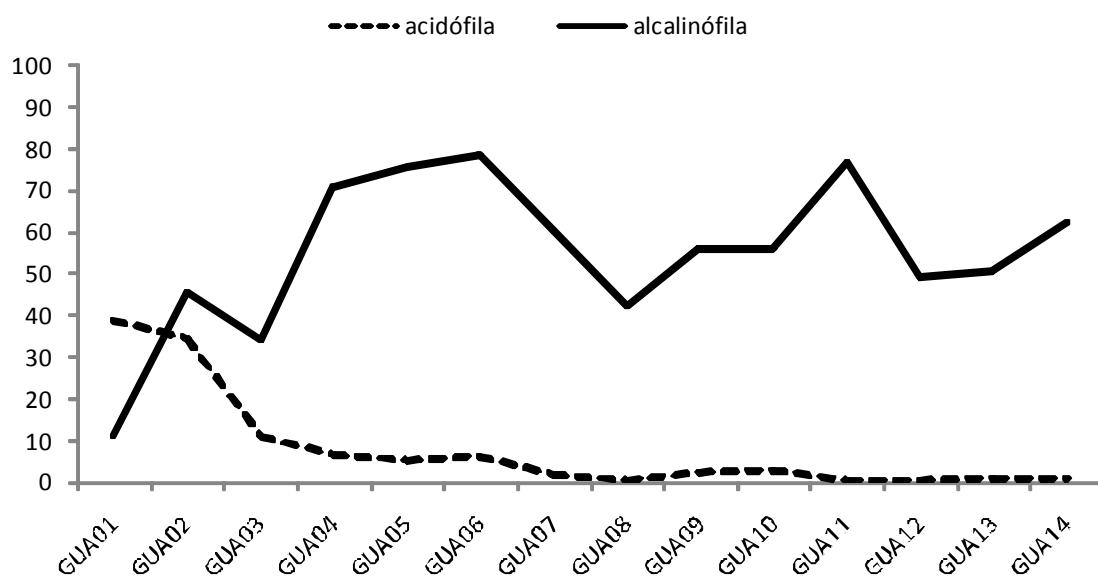


Figura 35. Contribuição (%) das espécies de diatomáceas acidófilas e alcalinófilas em 14 estações de amostragem de sedimento superficial na represa Guarapiranga.

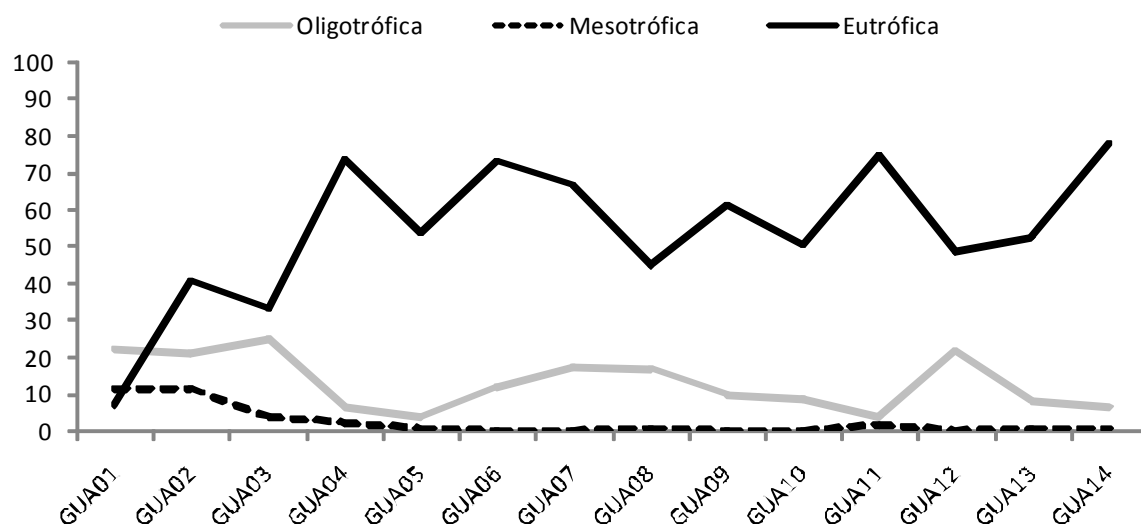


Figura 36. Contribuição (%) das espécies de diatomáceas oligotróficas, mesotróficas e eutróficas em 14 estações de amostragem do sedimento superficial na represa Guarapiranga.

Tabela 18. Representação das preferências ecológicas das diatomáceas presentes nos sedimentos superficiais da represa Guarapiranga. Legendas – Pl: Planctônica, Be: Bentônica, Exc: Excluída, Ac: Acidófila, Al.: Alcalinófila, Ol: Oligotrófica, Mes.: Mesotrófica, Eut.: Eutrófica e Hip: Hipereutrófica.

TÁXONS	HÁBITAT			pH			TROFIA				
	Pl.	Be.	Exc.	Ac.	Al.	Exc.	Ol.	Mes.	Eut.	Hip.	Exc.
<i>Achnantheidium catenatum</i>	X				X				X		
<i>Achnantheidium cf. caledonicum</i>			X			X					X
<i>Achnantheidium exigua</i>			X		X						X
<i>Achnantheidium jackii</i>		X				X					X
<i>Achnantheidium macrocephalum</i>			X			X					X
<i>Achnantheidium minutissimum</i>			X			X					X
<i>Achnantheidium pseudolineare</i>		X				X	X				
<i>Achnantheidium saprophilum</i>			X		X				X		
<i>Achnantheidium sp.1</i>			X			X					X
<i>Achnantheidium sp.2</i>			X			X					X
<i>Actinella lange-bertalotii</i>			X			X					X
<i>Adlafia sp.1</i>			X			X					X
<i>Amphora copulata</i>		X			X				X		
<i>Aulacoseira ambigua</i>	X				X						X
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	X				X				X		
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>australiensis</i>	X				X				X		
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i>	X				X				X		
<i>Aulacoseira tenella</i>	X				X			X			
<i>Brachysira brebissonii</i>		X		X			X				
<i>Brachysira microcephala</i>		X		X			X				
<i>Caloneis sp.1</i>			X			X					X
<i>Cocconeis lineata</i>		X			X				X		
<i>Cyclotella atomus</i>		X			X				X		
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	X				X				X		
<i>Cymboppleura naviculiformis</i>		X				X			X		
<i>Chamaepinnularia mediocres</i>		X		X							X
<i>Chamaepinnularia submuscolica</i>		X		X		X					X
<i>Diademsis confervacea</i>	X					X			X		
<i>Diademsis contenta</i>			X			X					X
<i>Discostella pseudostelligera</i>	X				X				X		
<i>Discostella stelligera</i>	X				X				X		
<i>Encyonema minutum</i>			X			X					X
<i>Encyonema neogracile</i>			X	X							X
<i>Encyonema sileciacum</i>			X			X					X
<i>Eolimna minima</i>		X			X				X		

Tabela 18. Continuação.

TÁXONS	HÁBITAT			pH			TROFIA				
	Pl.	Be.	Exc.	Ac.	Al.	Exc.	Ol.	Mes.	Eut.	Hip.	Exc.
<i>Eolimna subminuscula</i>		X			X				X		
<i>Eunotia bilunaris</i>			X			X					X
<i>Eunotia boreotenuis</i>			X	X							X
<i>Eunotia camelus</i>		X		X			X				
<i>Eunotia rabenhorstii</i>		X		X			X				
<i>Eunotia rhomboidea</i>		X		X			X				
<i>Eunotia</i> sp.1			X			X					X
<i>Eunotia</i> sp.2			X			X					X
<i>Eunotia</i> sp.3			X			X					X
<i>Eunotia tukanorum</i>	X			X			X				
<i>Eunotia veneris</i>			X	X							X
<i>Fallacia monoculata</i>		X			X				X		
<i>Fragilaria crotonensis</i>	X					X					X
<i>Fragilaria fragilarioides</i>			X			X					X
<i>Fragilaria gracilis</i>	X					X					X
<i>Fragilaria</i> sp.1			X			X					X
<i>Fragilaria</i> sp.2			X			X					X
<i>Fragilariforma javanica</i>		X		X			X				
<i>Frustulia saxonica</i>		X		X			X				
<i>Geissleria lateropunctata</i>		X		X					X		
<i>Geissleria punctifera</i>		X		X					X		
<i>Gomphonema brasiliense</i>	X					X			X		
<i>Gomphonema curvipedatum</i>		X				X					X
<i>Gomphonema gracile</i>		X				X		X			
<i>Gomphonema lagenula</i>		X			X			X			
<i>Gomphonema neonasutum</i>		X				X					X
<i>Gomphonema parvulum</i>		X				X			X		
<i>Halamphora montana</i>		X			X				X		
<i>Hippodonta avittata</i>		X		X							X
<i>Lemnicola hungarica</i>		X			X					X	
<i>Luticola goeppertiana</i>			X		X				X		
<i>Luticola mutica</i>			X			X			X		
<i>Navicula cryptocephala</i>		X				X					X
<i>Navicula cryptotenella</i>		X			X						X
<i>Naviculadicta sassiana</i>			X			X					X
<i>Neidium ampliutum</i>			X			X					X

Tabela 18. Continuação.

TÁXONS	HÁBITAT			pH			TROFIA				
	Pl.	Be.	Exc.	Ac.	Al.	Exc.	Ol.	Mes.	Eut.	Hip.	Exc.
<i>Nitzschia amphibia</i>		X			X				X		
<i>Nitzschia clausii</i>		X			X				X		
<i>Nitzschia filiformis</i>		X			X				X		
<i>Nitzschia frustulum</i>		X			X				X		
<i>Nitzschia gracilis</i>			X			X					X
<i>Nitzschia palea</i>			X			X					X
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i>	X					X	X				
<i>Nitzschia terrestris</i>	X					X			X		
<i>Pinnularia acuminata</i>	X			X					X		
<i>Pinnularia brauniana</i>			X	X			X				
<i>Pinnularia dornii</i>		X			X			X			
<i>Pinnularia pseudogibba</i> var. <i>lanceolata</i>			X			X					X
<i>Placoneis exigua</i>		X			X				X		
<i>Placoneis witkowskii</i>			X			X					X
<i>Planothidium rostratum</i>		X			X				X		
<i>Planothidium frequentissimum</i>		X			X						X
<i>Rophalodia brebissonii</i>			X		X						X
<i>Sellaphora capitata</i>		X				X		X			
<i>Sellaphora seminulum</i>			X			X			X		
<i>Sellaphora ventraloconfusa</i>		X				X			X		
<i>Stephanodiscus minutulus</i>			X		X					X	
<i>Surirella stalagma</i>		X		X				X			
<i>Spicaticribra rudis</i>	X					X		X			
<i>Ulnaria acus</i>			X			X					X
<i>Ulnaria ulna</i>			X		X						X

A análise conjunta das espécies categorizadas pelas preferências ecológicas foi realizada a partir da Análise de Coordenadas Principais (PCoA), a qual explicou 94% da variabilidade conjunta dos dados em seus dois primeiros eixos de ordenação (Fig. 37, tabela 19 e 20). As unidades amostrais da região de montante (GUA01 a GUA03) foram mais semelhantes entre si e ordenaram-se à direita do eixo 1. Associaram-se pela maior contribuição de espécies bentônicas ($r = 0,8$), oligotróficas ($r = 0,8$) a mesotróficas ($r = 0,7$) e acidófilas ($r = 0,9$), além de apresentaram maior riqueza e diversidade. No quadrante esquerdo superior do eixo 1, quatro estações do corpo central (GUA04, GUA05, GUA08 a GUA11) e uma da jusante da represa (GUA14) foram mais similares e associadas com as maiores contribuições de espécies planctônicas, eutróficas e alcalinófilas ($r = 0,9$), bem como pela maior dominância ($r = 0,8$). No quadrante

esquerdo inferior, ordenou-se separadamente a estação GUA06, associando-se à maior contribuição de espécies hipereutróficas.

A categorização das espécies pelas preferências ecológicas acentuou a separação da região de montante (GUA01 a GUA03) em relação às demais unidades amostrais. Indicou, ainda, que a estação GUA06 do corpo central apresentou características diferentes em sua estrutura de espécies no que se refere à preferência pelo estado trófico.

Tabela 19. Síntese dos resultados da PCoA realizada a partir das preferências ecológicas das espécies de diatomáceas presentes nos sedimentos superficiais.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalor	0,58900	0,21351
Porcentagem de variância explicada	90,979	3,298
Porcentagem de variância acumulada	90,979	94,277
Randomizações do eixo "p"	0,001	0,999

Tabela 20. Correlação das variáveis com os componentes principais.

	Eixo 1	Eixo 2		Eixo 1	Eixo 2
Planctônica	-0,978	0,102	Eutrófica	-0,925	-0,323
Bentônica	0,833	-0,296	Hipereutrófica	0,123	-0,369
Acidófila	0,905	-0,022	Equitatividade	-0,040	-0,190
Alcalinófila	-0,943	0,019	Riqueza	0,865	0,013
Oligotrófica	0,883	0,277	Diversidade	0,887	0,037
Mesotrófica	0,724	0,115	Dominância	-0,814	0,071

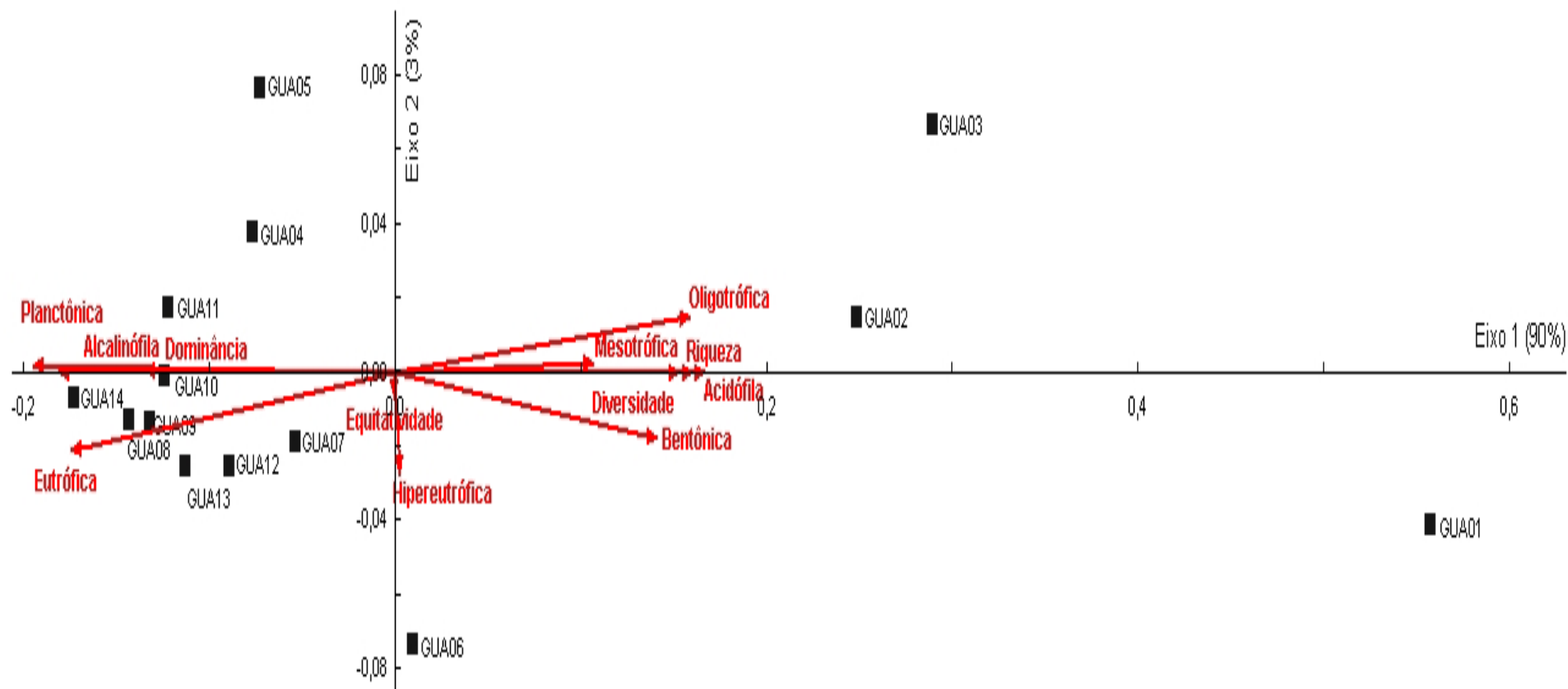


Figura 37. Análise de Coordenadas Principais (PCoA) com base na categorização das espécies de diatomáceas pelas preferências ecológicas em 14 estações de amostragens dos sedimentos superficiais da represa Guarapiranga.

6. DISCUSSÃO

6.1. CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DA REPRESA GUARAPIRANGA

6.1.1. Compartimento aquático

A represa Guarapiranga é o segundo maior manancial produtor de água para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), abastecendo cerca de quatro milhões de pessoas (Whately& Cunha 2006). Apesar de sua relevância, é um dos maiores e mais ameaçados mananciais da RMSP, principalmente, por possuir inúmeros afluentes eutrofizados e aporte de esgoto não tratado oriundo da ocupação urbana desordenada na sub-bacia, que acarretam o comprometimento da qualidade das águas da represa com ênfase para o abastecimento público e a recreação (Cetesb 2007, Moschini-Carlos *et al.* 2010).

Os resultados obtidos a partir da análise de componentes principais (Fig. 15) e do índice de estado trófico (Fig. 16) demonstram marcada heterogeneidade espacial da represa Guarapiranga em relação ao estado trófico, da região de montante para jusante. O índice de estado trófico de Lamparelli (2004) classificou a represa de mesotrófica até supereutrófica, dependendo, sobretudo, da localização das estações de amostragem. Assim, a região de montante foi considerada a menos comprometida pela eutrofização, seguida pelo corpo central e, finalmente, pela região de jusante, que variou de eutrófica a supereutrófica.

A região a montante da represa, que compreende as estações GUA01, GUA02 e GUA03, recebe grande influência de um dos principais tributários para a represa, o Rio Embu-Guaçu. É a região de menor influência antrópica (menor urbanização), de maior área florestada, configurando-se como a região mais preservada da bacia (Whately& Cunha 2006). Apresenta extensos bancos de macrófitas aquáticas, principalmente *Pistia stratiotes*, *Salvinia* sp., *Eichhornia crassipes* e *Egeria densa* (Pômpeo 2009). Este conjunto de fatores minimiza os impactos antropogênicos, de forma que suas águas são caracterizadas como mesotróficas. Neste estudo, a região de montante foi considerada como de referência para a represa, ou seja, a menos impactada e, ainda, sem interferência de manejo (aplicação de algicida).

As estações da região do corpo central (GUA04 a GUA11) foram classificadas de mesotróficas a eutróficas, com base no IET anual. As mesotróficas (GUA04 e GUA05) ainda não recebem tributários muito degradados, além de já receberam aplicação de algicidas. As eutróficas (GUA06 a GUA10) foram as que apresentaram os

maiores valores de fósforo e nitrogênio, principalmente, no período de inverno. A partir da estação GUA06 inicia-se a influência de córregos e tributários eutróficos, tais como a várzea do Rio Parelheiros (GUA06), que recebe a transposição do braço Taquacetuba da represa Billings para a represa Guarapiranga e que vem sofrendo interferências antrópicas (Andrade 2005). Em seguida, a estação GUA07 recebe o córrego São José que apresenta problemas graves de contaminação devido à poluição, moradias irregulares, elevada densidade demográfica, falta de saneamento básico (Rocha 1999, Whately & Cunha 2006). Ainda, na estação GUA10, há a interferência do Rio Embu-Mirim, que apresenta qualidade da água regular, com grande ocupação habitacional irregular e desmatamentos clandestinos em seu entorno (Beyruth 2000).

A região a jusante (GUA12 a GUA14) é, sem dúvida, a mais comprometida de toda a represa. As estações de amostragem foram classificadas de eutróficas a hipereutróficas com base no IET anual. Todavia, a região mais próxima da captação da água para abastecimento (GUA14) foi caracterizada como mesotrófica no período de verão o que pode, em parte, ser explicada pela utilização de algicidas (sulfato de cobre e peróxido de hidrogênio) nas estações anteriores e que reduzem as concentrações de clorofila-a, influenciando a classificação trófica para um potencial inferior do ambiente (CETESB 2007). A região a jusante apresentou elevadas concentrações de fósforo (verão), de formas nitrogenadas, teores mais baixos de oxigênio e elevada biomassa fitoplanctônica, que, com base na literatura, podem ser atribuídos ao aporte pontual e difuso de esgoto proveniente de tributários hipereutróficos (principalmente córregos Guavirutuva e Itupú) e de esgotos domésticos oriundos da grande concentração de moradias sem saneamento básico nas margens da represa (Beyruth 1996, Rocha 1999, Whately & Cunha 2006, Cetesb 2007). Os presentes resultados corroboram com os trabalhos de Rocha (1999), Beyruth (2000) e Silva (2008), que também encontraram elevada concentração de nutrientes e biomassa fitoplanctônica em estações sob influência de tributários eutrofizados na represa Guarapiranga.

Em relação à escala sazonal, as épocas de amostragem corresponderam aos períodos climáticos típicos para a região, ou seja, apresentaram verão chuvoso com temperaturas elevadas, e inverno seco com baixa precipitação e temperaturas inferiores, característico do hemisfério sul do Globo (Niemer 1989).

Pela análise integrada dos dados limnológicos (Fig. 15) e pelo IET (tabela 7), percebe-se clara influência sazonal sobre a qualidade das águas da represa Guarapiranga. De modo geral, no período de inverno há maior disponibilidade de formas fosfatadas, mas principalmente de formas nitrogenadas, com destaque para a

região do corpo central. As razões atômicas NT:PT foram, também, usualmente bem mais elevadas no inverno, com valores superiores à faixa 10-20, indicando maior disponibilidade de nitrogênio em relação ao fósforo. Ainda, neste período, observa-se decréscimo da qualidade da água (aumento do IET) em praticamente todas as estações de amostragem. Todavia, a região de montante permanece com qualidade relativamente superior em relação às demais regiões. Muito provavelmente no período de inverno, época de menor precipitação, ocorra à concentração de nutrientes nos córregos e tributários degradados que enriquecem (nitrogênio e fósforo) a represa, além do efeito concentrador na própria represa. Não se observou indícios de aporte interno de fósforo devido à oxigenação registrada em toda a coluna d'água, que previne a liberação do fósforo pelo sedimento (Kalff 2002).

No período chuvoso, as estações de amostragem apresentam melhoria na qualidade da água. Tal fato pode estar relacionado ao efeito diluidor e carreador das chuvas neste período e ao manejo da represa mediante aplicações mais frequentes de algicidas, uma vez que o aumento de temperatura e a maior estabilidade térmica da coluna d'água favorecem o aparecimento de florações de cianobactérias (Beyruth 2000).

Apesar do controle do crescimento algal, os níveis de biomassa fitoplanctônica nos dois períodos de amostragem podem ser considerados relativamente elevados (média dos valores de superfície no verão de $30,1 \mu\text{g L}^{-1}$ e no inverno de $24,5 \mu\text{g L}^{-1}$) quando comparados a outras represas eutróficas, tais como Rio Grande (média anual $23,5 \mu\text{g L}^{-1}$), Barra Bonita (média anual $23,5 \mu\text{g L}^{-1}$) (CETESB 2010) e corpo central do Complexo Billings (média anual $34 \mu\text{g L}^{-1}$) (Wengrat & Bicudo 2011). Os maiores valores de biomassa fitoplanctônica foram usualmente verificados no período de verão, sendo provavelmente reflexo do aumento da disponibilidade de fósforo neste período, conforme indicado pelas razões N:P.

Estudo paleolimnológico realizado recentemente inferiu o histórico da eutrofização em duas regiões com diferentes impactos antropogênicos na represa Guarapiranga (Fontana 2013). Na região mais impactada (GUA12), foi detectado início da eutrofização em meados da década de 1970, com aceleração do processo a partir da década de 80, culminando em severa eutrofização cultural na década de 90 (GUA12). Na região menos degradada do corpo central (GUA04), o início da eutrofização foi detectado bem mais tarde, por volta de 2008. Para ambas as regiões da represa, o aumento dos sinais de esgoto coincidiu com a intensificação da eutrofização, indicando o grande impacto da urbanização desordenada e a falta de saneamento básico na área de drenagem da bacia da represa.

O presente trabalho corrobora o gradiente espacial inferido pelo estudo paleolimnológico. Além disso, a avaliação em maior resolução espacial e em duas épocas do ano demonstra nítido gradiente longitudinal, da montante para jusante da represa, bem como o decréscimo da qualidade da água no período de inverno. A região de montante, embora permaneça como a menos degradada, já apresenta indícios de eutrofização, necessitando atenção. As regiões mais comprometidas da represa localizam-se próxima a tributários degradados, pela ordem crescente: GUA06 (Várzea do Rio Parelheiros) GUA07 (Córrego São José) e, principalmente, GUA12 (córregos Gavirutuba e Itupú).

6.1.2. Geoquímica orgânica dos sedimentos superficiais

Os sedimentos superficiais compõem uma amostra espacial e temporalmente integrada dos eventos que se acumularam no passado recente (Mozeto 2004, Yu *et al.* 2007, Smol 2008). Sua composição biogeoquímica pode fornecer indicações sobre o estado trófico, a dinâmica energética (turbulência) do sistema, contaminantes, fontes e tipos de matéria orgânica (Abraham *et al.* 1999, Meyers 2003, Smol 2008).

Em reservatórios, a sedimentação segue diferentes padrões deposicionais, que mudam dependendo do gradiente longitudinal, sendo regidos, principalmente, pela velocidade da corrente (Thorton 1990). A sedimentação de partículas mais grosseiras está associada à maior energia do sistema (fluxo de água) e, de forma contrária, partículas finas podem estar associadas a regiões profundas e com velocidade de corrente baixa (Abraham *et al.* 1999). De modo geral, os dois primeiros centímetros superficiais usualmente integram de um a dois anos de informação, excepcionalmente, até quatro anos em locais com baixa sedimentação (Smol 2008). Recentemente, Fontana (2013) estimou a taxa de sedimentação na represa Guarapiranga a partir da avaliação de dois testemunhos datados pela atividade do ^{210}Pb . E, com base no seu trabalho, foi possível estimar que os primeiros dois centímetros usados neste estudo correspondem a cerca de 1 ano, ou seja, abrangem informações acumuladas durante o período de 2010.

De acordo com Suguio (1992), o sedimento anaeróbico é o sedimento composto principalmente de silte e argila, de cor cinza escura ou preta, muito rico em matéria orgânica e acumulado em ambiente redutor, sem oxigênio livre e na presença abundante de sulfeto de hidrogênio (H_2S). Assim, os sedimentos de lagos eutróficos são facilmente reconhecidos pela coloração preta devido às altas concentrações de matéria orgânica (Esteves 2011).

Na represa Guarapiranga, os sedimentos superficiais apresentaram coloração preta na maioria das estações de amostragem do corpo central (GUA04 a GUA11) e de jusante (GUA12 a GUA14). Tais estações recebem influência de córregos e tributários eutrofizados, apresentando elevado teor de matéria orgânica e, usualmente, predomínio de grãos siltosos e argila. Tais características também foram registradas em diferentes estações de amostragem da represa em 2006 e 2007 (Padial 2008). Com relação à granulometria, as estações de montante (GUA01 a GUA03) e algumas do corpo central (GUA06, GUA07 e GUA11) apresentaram predomínio de grãos de areia. Provavelmente esta prevalência de grãos maiores seja reflexo da construção de residências de alto padrão antes do período de amostragem (observação de campo) e das obras do Rodoanel, que ocorreram em 2010, o qual passa entre as estações de montante da represa. Efeitos similares foram observados por Wengrat & Bicudo (2011), Guimarães (2011) e Costa-Böddeker (2012) que relacionaram o aumento desta composição granulométrica com a construção civil no entorno de represas da Região Metropolitana de São Paulo.

A avaliação da geoquímica orgânica demonstrou que as porcentagens de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total apresentaram padrões de variação semelhantes, sendo os menores valores registrados nas estações de montante (GUA01 e GUA02), seguidas pelas do corpo central (GUA04 a GUA11) e, finalmente, pelas de jusante (GUA13 a GUA14). As porcentagens máximas encontradas neste estudo (COT: 10,7% e NT: 1,3%) podem ser consideradas elevadas e comparáveis aos valores reportados em ecossistemas mais produtivos como o Complexo Billings (Wengrat & Bicudo 2011) e os reservatórios Paraitinga, Taiaçupeba e Jundiá todos localizados na Bacia do Alto Tietê (Rocha 2012).

A razão entre carbono orgânico total e nitrogênio total (C:N) pode indicar a produtividade dos ecossistemas, entretanto, constituem uma variável isolada para avaliar a qualidade biogeoquímica dos sedimentos. Desta forma, a razão pode auxiliar na compreensão da origem da matéria orgânica depositada (Cetesb 2011). A vegetação terrestre deixa registrado no sedimento valores superiores de COT por apresentar grandes quantidades de celulose e poucas proteínas, enquanto que o fitoplâncton deixa registrado valores maiores de NT, por apresentar grandes quantidades de proteína e baixas de celulose (Meyers 1994, 2003). Com isso, valores C:N usualmente acima de 20 indicam a prevalência de matéria orgânica de origem alóctone (plantas vasculares), enquanto valores abaixo de 10 indicam a maior contribuição de matéria orgânica autóctone originária da produtividade algal (Meyers 2003). A razão C:N é geralmente

elevada para ambientes oligotróficos e baixas em ambientes eutrofizados (*e.g.* Håkanson 1984, Meyers 1994, Rosén & Hammarlund 2007, Das *et al.* 2008, Pérez *et al.* 2010, Fagel *et al.* 2010, Wengrat & Bicudo 2011). Na represa Guarapiranga, a razão C:N apresentou os maiores valores (em torno de 11) nas estações de amostragem de montante (GUA01 e GUA02), indicando predomínio de material orgânico de origem alóctone, o que de fato confere com as características de ambiente menos degradado, com densa vegetação no entorno e presença de extensos bancos de macrófitas, principalmente *Egeria densa* e *Salvinia* sp. (Pompêo 2009). Nas demais estações de amostragem do corpo central e de jusante, os valores foram menores do que 10, indicando a prevalência de material orgânico de origem autóctone, principalmente algal. Razões próximas de 11 e menores do que 10 foram reportadas em estudo paleolimnológico da represa Guarapiranga, respectivamente para as fases mesotrófica (~1947 a 1974) e de severa eutrofização cultural a partir da década de 90.

A concentração de fósforo no sedimento fornece evidências sobre o uso do solo na bacia de drenagem (Esteves 2011). Todavia, por se tratar de um elemento de natureza móvel (não conservativo) sua disponibilidade no sedimento depende de sua forma química, em especial de sua interação com o ferro e das condições de oxido-redução na interface sedimento-água, bem como da velocidade da decomposição no sistema (Wetzel 2001). Em represas, o tempo de residência também exerce influência sobre a conservação desse elemento (Esteves 2011). Apesar desta limitação, de acordo com a CETESB (2011), os sedimentos de reservatórios com concentrações de fósforo total abaixo de 750 mgP kgMS⁻¹ são classificados como de boa qualidade, entre 750 e 1.500 mgP kgMS⁻¹, como sedimentos de qualidade ruim, e acima de 1.500 mgP kgMS⁻¹, de péssima qualidade. Com base neste critério, os sedimentos das estações de amostragem de montante (GUA01 a GUA03) podem ser considerados de qualidade ruim (1.500 mgP kgMS⁻¹), enquanto que nas estações de amostragem do corpo central (GUA04 a GUA11) e de jusante (GUA12 a GUA14) podem ser considerados de péssima qualidade (2.000-5.000 mgM kgMS⁻¹). Concentrações semelhantes foram relatadas no Complexo Billings (Wengrat & Bicudo 2011), no testemunho do Lago das Garças (Costa-Böddeker *et al.* 2012) e nos reservatórios Paraitinga, Taiaçupeba, Jundiá e Rasgão (Rocha 2012).

Em síntese, as características geoquímicas dos sedimentos superficiais da represa Guarapiranga corroboram as conclusões da análise limnológica quanto ao gradiente longitudinal de produtividade na represa. Nas estações de montante (GUA01 a GUA03) a produtividade autóctone foi menor, associada aos impactos antropogênicos relativamente menores, porém já registrados nos sedimentos pelos elevados níveis de fósforo

encontrados. Nas demais estações do corpo central e de jusante, há aumento de produção algal e dos níveis de fósforo, refletindo os maiores impactos antropogênicos a partir do corpo central, principalmente a partir da estação GUA05.

6.2. BIODIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DAS DIATOMÁCEAS NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA REPRESA GUARAPIRANGA

Os resultados demonstraram nítidas alterações na estrutura da comunidade de diatomáceas no eixo longitudinal da represa Guarapiranga, corroborando a heterogeneidade espacial deste sistema indicada pelas características limnológicas e geoquímicas dos sedimentos superficiais.

A diversidade de diatomáceas foi marcadamente maior nas estações de amostragem da região de montante (GUA01 a GUA03), classificada como mesotrófica e que recebe o principal tributário para a represa, o rio Embu-Guaçu. A elevada diversidade se expressou em termos de maior riqueza e melhor repartição das espécies e, conseqüentemente, menores valores de dominância. O segundo local com maior diversidade foi a estação GUA07 do corpo central, que foi classificada como eutrófica e está dentre as mais rasas da região do corpo central. Esta elevada diversidade pode ser atribuída, em parte, à presença de extensos bancos flutuantes de macrófitas, principalmente, *Salvinia* sp., *Eichhornia crassipes* e *Egeria densa* (Pômpeo 2009), contrapondo a influência do córrego São José, que apresenta graves problemas de poluição devido a áreas irregulares e sem saneamento em seu entorno (Rocha 1999, Whately & Cunha 2006). Segundo Thomaz *et al.* (2008), há consenso de que a presença de macrófitas aquáticas aumentam a complexidade de habitat, tendo efeito positivo direto sobre a diversidade local. Em represas da Bacia do Alto Tietê, Wengrat (2011) também atribui elevada diversidade e riqueza em uma região supereutrófica do Complexo Billings à presença de macrófitas aquáticas. Da mesma forma, estudo paleolimnológico realizado na represa Guarapiranga (estação GUA04 do corpo central) demonstrou o enriquecimento de espécies bentônicas devido à presença de plantas flutuantes (Fontana 2013).

Verificou-se queda gradativa de riqueza, acompanhada pelo aumento da dominância e diminuição da diversidade nas demais estações de amostragem do corpo central e de jusante. Dentre os efeitos prejudiciais da eutrofização, está a simplificação sistêmica do ambiente aquático, com dominância de poucas espécies e conseqüente redução da riqueza e diversidade (Wetzel 2000). Tais efeitos foram notados nas regiões do corpo central (exceto estação GUA07) e de jusante, as quais apresentaram as menores

riquezas e diversidade na represa. O corpo central e a região de jusante, além de apresentarem elevado estágio de eutrofização, também foram considerados como ambientes de risco com efeitos deletérios para biota devido aos altos níveis de metais quantificados nos sedimentos (Padial 2008). Assim sendo, estes ambientes apresentam menor diversidade e riqueza não apenas devido à eutrofização, mas também considerando outros malefícios da contaminação antrópica.

Os resultados da análise de coordenadas principais (PCoA) e, principalmente, da análise de correspondência canônica (CCA) indicaram que a distribuição das diatomáceas foi primordialmente influenciada pelo gradiente de disponibilidade de nutrientes, havendo nítida separação da região de montante até início da região do corpo central, classificadas como mesotróficas, das demais estações do corpo central e região de jusante (GUA06 a GUA14), que já passam a receber interferência de córregos degradados e apresentam estado trófico variando de eutrófico a supereutrófico.

Nove espécies associaram-se à região menos impactada (montante e início do corpo central): *Achnantheidium macrocephalum*, *A. catenatum*, *A. minutissimum*, *Aulacoseira tenella*, *Brachysira microcephala*, *Eunotia veneris*, *Frustulia saxonica*, *Gomphonema gracile* e *G. lagenula*. Dentre estas, as espécies *Brachysira microcephala*, *Frustulia saxonica*, *Eunotia veneris*, *Aulacoseira tenella* e *Achnantheidium macrocephalum* vem sendo reportadas para ambientes levemente ácidos (Patrick & Reimer 1966, Lange-Bertalot & Moser 1994, Camburn & Charles 2000, Gaiser & Johansen 2000, Siver *et al.* 2005, Potapova & Hamilton 2007, Siver & Hamilton 2011), com preferência para sistemas oligotróficos a oligo-mesotróficos (van Dam *et al.* 1994, Lange-Bertalot & Metzeltin 1996, Siver & Kling 1997, Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, Siver *et al.* 2005, Siver & Camfield 2007, Veselá & Johansen 2009) e baixa condutividade (Bigler *et al.* 2000, Soininen 2004, Lobo *et al.* 2004, Raupp *et al.* 2006, Potapova & Charles 2007, Potapova & Hamilton 2007, Eskinazi-Leça *et al.* 2010). Tais condições limnológicas foram encontradas no presente estudo, principalmente da montante até a estação GUA04 (início do corpo central). Algumas das espécies acima já foram reportadas em outras represas situadas na Bacia do Alto Tietê ou próxima a esta, como segue.

Quatro espécies foram encontradas apenas em ambientes oligotróficos a mesotróficos: *Brachysira microcephala* e *Frustulia saxonica* foram reportadas para a zona oligotrófica de dois perfis sedimentares da represa Guarapiranga (Fontana 2013). A segunda espécie também foi associada à represa oligotrófica (Rocha 2012). *Eunotia veneris* foi associada a ambientes mesotróficos (Braço Rio Pequeno da Billings, Wengrat 2011) e oligotróficos (Ribeirão do Campo, Rocha 2012). Finalmente, *Aulacoseira tenella*

foi associada a represas oligotróficas, Jaguari-Jacareí e Ponte Nova (Nascimento 2012, Rocha 2012), ou mesotróficas (Braço Rio Pequeno da Billings, Wengrat 2011) e na zona mesotrófica do perfil sedimentar da jusante da represa Guarapiranga, bem como na zona oligotrófica do perfil de montante (Fontana 2013).

Achnanthes catenatum foi proposto como a única espécie planctônica em um gênero tipicamente perifítico (Hlubikova *et al.* 2011). Informações ecológicas sobre esta espécie são raras (Straub 2002), provavelmente pela sua identificação comumente errada como *A. minutissimum*, além de sua origem tropical (Coste & Ector 2000). Vem sendo reportada em ambientes mesotróficos (Hoffman 1994), estando bem representada em condições mesotróficas para eutróficas (Lange-Bertalot & Steindorf 1996). Na Bacia do Alto Tietê (BAT) e bacias vizinhas, a espécie também foi encontrada em represas oligotróficas (Nascimento 2012, Rocha 2012), eutróficas (Rocha 2012) e até mesmo hipereutróficas (Ferrari 2010). Em estudos paleoambientais, foi reportada nas zonas tidas como eutróficas (Costa-Böddeker *et al.* 2012, Fontana 2013). A presença de *Achnanthes catenatum* na represa Rio Grande (Complexo Billings, Wengrat 2011) foi associada à sua capacidade colonizadora (rápido crescimento) e à sua provável tolerância ao cobre (aplicação de algicidas), ou seja, como resposta a distúrbios químicos. Nascimento (2012) também associou a abundância pontualmente destacada desta espécie a algum tipo de distúrbio em represa oligotrófica. Salienta-se, ainda, que em perfis sedimentares de represas eutróficas, a espécie foi indicadora do início da eutrofização do Lago das Garças (Costa-Böddeker *et al.* 2012) e reportada na zona de maior eutrofização da represa Guarapiranga, no perfil 1 - fase 3b (1988-2010) (Fontana 2013). Observa-se, assim, a grande ocorrência desta espécie em represas da RMSP ou próximas a esta região, com diferentes estados tróficos (oligo a hipereutrófico). É provável que *A. catenatum* esteja mais associada a algum tipo de mudança do meio (distúrbio físico ou químico) devido à sua estratégia oportunista.

Achnanthes minutissimum vem sendo documentada em ambientes com ampla faixa de tolerância trófica, oligotrófica a eutrófica (Lowe 1996, Lange-Bertalot 1979, van Damet *et al.* 1994, Soininen & Kononen 2004, Torrisi *et al.* 2006). Além disso, independentemente do suprimento de nutrientes, essa espécie vem sendo registrada em numerosos habitats altamente perturbados (Biggs *et al.* 1988, Peterson & Hoagland 1990, Peterson & Stevenson 1992, Jöbgen *et al.* 2004, Szabó *et al.* 2008), além de ser indicadora da ocorrência de distúrbios naturais (Stenger-Kovacs 2007). Nas represas do Estado de São Paulo, foi encontrada em ambientes oligotróficos, represa Jaguari-Jacareí (Nascimento

2012) e mesotróficos, represa Rio Grande (Wengrat 2011) e reservatório Paraitinga (Rocha 2012), porém não foi associada às condições de trofia.

Gomphonema gracile e *Gomphonema lagenula* são espécies bentônicas, encontradas em corpos d'água alcalinos, em ambientes com ampla faixa de tolerância trófica, de oligotrófica a eutrófica, sendo consideradas oligossapróbias (van Dam *et al.* 1994, Hofmann 1994, Moro & Fürstenberger 1997, Krammer 2000). Nas represas do Estado de São Paulo, as espécies foram encontradas em ambientes hipereutróficos (Represa do Rasgão, Rocha 2012), na zona mesotrófica do perfil sedimentar da jusante da represa Guarapiranga e na zona oligotrófica do perfil de montante (Fontana 2013), bem como em perfil sedimentar de represa eutrófica (Lago das Garças, Costa-Böddeker *et al.* 2012), porém não foi associada à trofia do sistema.

Ainda, três outras espécies apresentaram associação com uma estação de montante (GUA03). Assim, *Achnantheidium pseudolineare*, *Achnantheidium* cf. *caledonicum* e *Gomphonema brasiliense* são encontradas em ambientes com ampla faixa de pH, baixa condutividade, baixas concentrações de nitrogênio e fósforo total e com preferência para ambientes oligotróficos a oligo-mesotróficos (Lange-Bertalot & Krammer 1989, Krammer & Lange-Bertalot 1991, Lange-Bertalot 1999, van Dam *et al.* 1994, Hofmann 1994, Moro & Fürstenberger 1997, Krammer 2000, Krammer & Lange-Bertalot 2004).

Nove espécies apresentaram associação (PCoA e CCA) com a região mais degradada (corpo central e região de jusante) da represa: *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *A. ambigua*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. atomus*, *Discostella stelligera*, *D. pseudostelligera*, *Fragilaria crotonensis*, *F. fragilarioides* e *Nitzschia palea* var. *debilis*.

Aulacoseira granulata var. *granulata* e *A. ambigua* são reportadas em ambientes com diferentes trofias. A primeira espécie, em lagos desde oligotróficos a altamente produtivos (Yang *et al.* 2008, Cruces *et al.* 2001, Stoof-Leichsenring *et al.* 2011) e a segunda, em ambientes mesotróficos a eutróficos (Caballero *et al.* 2006). Entretanto, tais espécies também foram associadas a alterações físicas do ambiente como variação de profundidade e turbulência pela mistura da coluna da água, alteração na área de drenagem (Zalat 2000, Caballero *et al.* 2006, Dong *et al.* 2008). Para represas do Estado de São Paulo (BAT e bacias vizinhas), *Aulacoseira ambigua* foi associada a ambientes oligotróficos (represas Ponte Nova e Jaguari-Jacarei, Rocha 2012, Nascimento 2012) e eutróficos a supereutróficos (complexo Billings, Wengrat 2011). No perfil sedimentar da jusante da represa Guarapiranga, distribuiu-se na fase mesotrófica a eutrófica, desaparecendo após ocorrência de severa eutrofização, bem como nas fases oligotrófica (base) e de transição meso a eutrófica (topo) do perfil amostrado à montante (Fontana 2013). Por sua vez, *A.*

granulata var. *granulata*, apesar de ter sido reportada em represas oligotróficas (Nascimento 2012) e mesotróficas (Rocha 2012), foi fortemente associada a condições eutróficas a supereutróficas no Complexo Billings (Wengrat 2011). Ainda, esta espécie teve grande representação no perfil sedimentar da represa Guarapiranga nas zonas eutróficas a supereutróficas (Fontana 2013). Em particular, *A. granulata* var. *granulata* apresenta baixa sensibilidade ao cobre (Viana & Rocha 2005), sendo muito provavelmente favorecida em condições de aplicação de algicidas. Desta forma, apesar de poder estar associada a eventos de alteração física (Costa-Böddeker *et al.* 2012), nas represas Guarapiranga e Billings esta espécie foi fortemente associada à eutrofização.

Cyclotella meneghiniana é comumente associada a elevadas concentrações de fósforo (Yang 2008), além de ser tolerante a efluentes domésticos e à poluição industrial (Sabater & Sabater 1988). Em estudo paleolimnológico realizado em represa urbana de São Paulo (Lago das Garças, Costa-Böddeker *et al.* 2012), esta espécie marcou a mudança do sistema de eutrófico para hipereutrófico. Apesar de ter sido reportada para represa oligotrófica (Jaguari-Jacareí, Nascimento 2012), foi fortemente associada a condições eutróficas a supereutróficas no Complexo Billings (Wengrat 2011), bem como à zona eutrófica e de maior eutrofização cultural no testemunho da represa Guarapiranga (Fontana 2013). Em relação à *Cyclotella atomus*, há poucos dados ecológicos para as represas do estado, dificultando a interpretação de sua preferência ecológica. Até o momento, esta espécie foi associada a condições eutróficas nas represas Taiaçupeba e Jundiá (Rocha 2012).

Discostella stelligera e *Discostella pseudostelligera* são documentadas com amplitude ecológica bastante ampla, sendo encontradas no plâncton, no perifíton e em sedimentos de ambientes que variam de oligotrófico a supereutrófico (Moro & Furstemberger 1997, Guerrero & Echenique 2006, Wengrat 2011, Wetzel 2011, Nascimento 2012, Rocha 2012). Em estudos paleolimnológicos realizados na BAT, foi associada a alterações físicas como desmatamento, seguido de erosão e diminuição da disponibilidade de luz (Costa-Böddeker *et al.* 2012), conforme também reportado em outros trabalhos (*e.g.* Köster *et al.* 2005). Para o perfil sedimentar da represa Guarapiranga, foi encontrada nas fases mesotrófica a supereutrófica no perfil de jusante e em todo o perfil localizado à montante da represa (Fontana 2013), de forma que as distribuições das espécies de *Discostella* não estão particularmente associadas ao enriquecimento.

Fragilaria crotonensis foi descrita para ambientes com elevado pH e vem sendo reportada em sistemas mesotróficos a eutróficos (Moro & Furstemberger 1997). Foi fortemente associada aos locais supereutróficos do Complexo Billings (Wengrat 2011),

bem como às zonas eutrófica a supereutrófica em estudo paleolimnológico da represa Guarapiranga (Fontana 2013). Por sua vez, *Nitzschia palea* var. *debilis*, provável espécie nova e portanto pouco conhecida, foi abundantemente encontrada no topo do perfil sedimentar da represa Guarapiranga associada ao período de severa eutrofização (Fontana 2013), bem como em sedimentos superficiais das regiões mais degradadas do Complexo Billings (Wengrat 2011). Ao que tudo indica, esta provável espécie nova está associada a ambientes com severa eutrofização.

Com base neste estudo e na revisão de literatura, principalmente sobre as represas da BAT e bacias vizinhas, consideramos que quatro espécies destacam-se como indicadoras de ambientes oligotróficos a mesotróficos (*Aulacoseira tenella*, *Brachysira microcephala*, *Eunotia veneris* e *Frustulia saxonica*). Outras quatro destacam-se como indicadoras de ambientes eutróficos a supereutróficos (*Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria crotonensis* e a *Nitzschia palea* var. *debilis*).

Considerando as alterações da estrutura da comunidade de diatomáceas categorizadas pelas suas preferências ecológicas, as diferenças entre a região de montante e as demais regiões da represa acentuaram-se ainda mais. Na montante, a comunidade apresentou maior riqueza e diversidade, bem como maior contribuição de espécies bentônicas, acidófilas, oligotróficas e mesotróficas. Conforme discutido anteriormente, esta região caracteriza-se pela menor influência antrópica (menor ocupação urbana), maior área florestada (Whately & Cunha 2006) e com grande disponibilidade de habitats promovidos por extensos bancos de macrófitas flutuantes (Pompêo 2009). Representantes de *Achnantheidium* e *Eunotia* foram comuns nesta região, ambos predominantemente de hábito perifítico. *Eunotia* apresenta espécies reconhecidamente acidófilas, oligotróficas e pouco tolerantes à eutrofização (Round *et al.* 1990, van Dam *et al.* 1994; Moro & Fürstenberger 1997, Hamilton 2010). Nas águas ácidas, oligotróficas e com grande concentração de compostos húmicos do rio Negro, este gênero foi o mais rico em espécies, bem como abundante (Wetzel *et al.* 2010). Estudos paleolimnológicos já reportaram enriquecimento de espécies de diatomáceas perifíticas pela presença de macrófitas flutuantes em represas urbanas situadas na Região Metropolitana de São Paulo (Costa-Böddeker *et al.* 2012, Fontana 2013). Ainda, aumento da diversidade de diatomáceas em associação ao aumento da diversidade de macrófitas aquáticas já foi encontrado em outros locais, como nos lagos rasos e eutróficos da Austrália (Sayer *et al.* 1999, Davidson *et al.* 2013).

Nas regiões do corpo central e de jusante da represa, a comunidade caracterizou-se pela maior dominância, menor riqueza e, portanto, menor diversidade, sendo

predominantemente composta por espécies planctônicas, alcalinófilas e eutróficas, conforme já discutido anteriormente.

Os resultados obtidos refletem o papel integrador e acumulador dos sedimentos, destacando a resposta sensível das diatomáceas frente às condições limnológicas e à heterogeneidade longitudinal da represa Guarapiranga, tais como presença de macrófitas, influência de tributários e da eutrofização, bem como de alterações físicas.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da variabilidade espacial limnológica e biogeoquímica dos sedimentos superficiais da represa Guarapiranga permitiu atingir as seguintes conclusões e considerações:

- O índice de estado trófico da represa Guarapiranga variou de mesotrófico a supereutrófico, demonstrando a heterogeneidade espacial do sistema, da montante para a jusante. O IET foi influenciado por uma complexidade de fatores interligados, como o aporte de córregos e tributários degradados, o uso e a ocupação desordenada do solo, o aporte de esgoto, o manejo do reservatório (aplicação de algicidas), bem como pelo período climático.
- A região de montante e duas estações do início do corpo central (GUA01 a GUA05) foram classificadas como mesotróficas. Após estas regiões, o corpo central torna-se eutrófico (GUA06 a GUA11) e a região de jusante varia de eutrófica (GUA13 e GUA 14) a supereutrófica (GUA12). Este gradiente longitudinal reflete a interferência de alguns tributários degradados, com destaque para a várzea do rio Parelheiros (GUA06), o córrego São José (GUA07), o rio Embu-Mirim (GUA10) e, principalmente, os córregos Guavirutuva e Itupu (GUA12).
- Como tendência geral, acentua-se, no período de inverno, a perda da qualidade ecológica da represa devido à maior disponibilidade de nitrogênio e fósforo, muito provavelmente associada ao efeito concentrador pela diminuição do regime de precipitação nesse período. Apenas a estação mais degradada (GUA12) apresentou marcado enriquecimento por fósforo no período de verão.
- Embora haja heterogeneidade espacial do estado trófico, praticamente toda a represa Guarapiranga encontra-se em avançado estágio de eutrofização, exceto a região de montante. Todavia, esta região já apresenta sinais de eutrofização, demandando atenção.
- As características geoquímicas dos sedimentos superficiais da represa corroboram a heterogeneidade longitudinal de produtividade da represa e indicam melhor qualidade ambiental apenas na região de montante (GUA01 a GUA03). Nesta região, a fonte de

matéria orgânica advinda da produtividade autóctone (algas) é menor, todavia os teores de fósforo registrados nos sedimentos denotam a influência de impacto antropogênico.

- As diatomáceas dos sedimentos superficiais foram representadas por 98 táxons específicos e infraespecíficos, distribuídos em 38 gêneros, com destaque para *Achnantheidium* (11 espécies), *Eunotia*, (10 espécies) *Nitzschia* (8 espécies), *Fragilaria* e *Gomphonema* (6 espécies cada), que conjuntamente contribuíram com 41% dos táxons encontrados.
- A estrutura da comunidade de diatomáceas apresentou nítidas alterações ao longo do eixo longitudinal da represa, corroborando a heterogeneidade espacial demonstrada pelas características limnológicas e geoquímicas dos sedimentos superficiais. As análises integradas dos dados indicaram que a distribuição das diatomáceas foi primordialmente influenciada pela disponibilidade de nutrientes, além da presença de macrófitas aquáticas.
- Na região de montante, a comunidade caracterizou-se pela maior riqueza e diversidade, bem como pela maior contribuição de espécies bentônicas, acidófilas, oligotróficas e mesotróficas. Nas demais regiões (corpo central e jusante), caracterizou-se pela maior dominância, menor riqueza e diversidade, sendo predominantemente constituída por espécies planctônicas, alcalinófilas e eutróficas.
- As análises integradas indicaram que, principalmente, as nove espécies seguintes associaram-se à região menos impactada (montante e início do corpo central): *Achnantheidium macrocephalum*, *A. catenatum*, *A. minutissimum*, *Aulacoseira tenella*, *Brachysira microcephala*, *Eunotia veneris*, *Frustulia saxonica*, *Gomphonema gracile* e *G. lagenula*. Contrapondo, nove espécies apresentaram associação com a região mais degradada (corpo central e região de jusante) da represa, quais sejam: *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *A. ambigua*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. atomus*, *Discostella stelligera*, *D. pseudostelligera*, *Fragilaria crotonensis*, *F. fragilarioides* e *Nitzschia palea* var. *debilis*.
- Com base neste estudo e na revisão de literatura com ênfase para as represas da Bacia do Alto Tietê e bacias circunvizinhas, consideramos duas associações de espécies bioindicadoras:

- ❖ Quatro espécies destacaram-se na bioindicação de ambientes oligotróficos a mesotróficos: *Aulacoseira tenella*, *Brachysira microcephala*, *Eunotia veneris* e *Frustulia saxonica*.
 - ❖ Quatro espécies destacam-se na bioindicação de ambientes eutróficos a supereutróficos: *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria crotonensis* e *Nitzschia palea* var. *debilis*.
- Outras espécies associadas às regiões menos degradadas da represa Guarapiranga não foram consideradas boas indicadoras. As espécies de *Achnantheidium* muito provavelmente sejam mais associadas a algum tipo de distúrbio (físico e químico) devido a sua estratégia oportunista, de rápido crescimento. As duas espécies de *Gomphonema* (*G.gracile* e *G. lagenula*) estão distribuídas em represas da BAT com ampla variação de estado trófico (oligotrófico a hipereutrófico).
- Algumas espécies associadas às regiões mais degradadas da represa Guarapiranga não foram consideradas boas indicadoras. As espécies de *Discostella* (*D.stelligera* e *D. pseudostelligera*) e *Aulacoseira ambigua* estão distribuídas em represas da BAT e da bacia do PCJ com ampla variação trófica (oligotróficas a supereutróficas). Muito provavelmente, estejam mais associadas a outros fatores como alterações físicas (desmatamento, erosão e alteração no regime de luz) do ambiente. Finalmente, *Cyclotella atomus* foi reportada apenas em duas represas eutróficas da BAT, necessitando mais informação.
- Ressalta-se a necessidade de estudos taxonômicos criteriosos e de mais informação ecológica sobre as espécies de diatomáceas de ambientes tropicais, a fim de avançar na caracterização dos táxons e na sua utilização na bioindicação, na elaboração de modelos inferenciais (diatomáceas-fósforo), contribuindo para o gerenciamento de represas.
- Finalmente, destaca-se o papel integrador dos sedimentos (no espaço e tempo) e do uso das diatomáceas associadas à geoquímica orgânica como ferramenta para caracterização da qualidade ecológica de represas.

8. Referências Bibliográficas

- Abraham, J., Allen, P.M., Dunbar, J.A., Dworkin, S.I. 1999. Sediment type distribution in reservoirs: sediment source versus morphometry. *Environmental Geology* 38 (2).
- Acquased. 2012. 2º Relatório Temático da Fapesp, Instituto de Botânica, São Paulo, 262p.
- Alefs, J. & Müller, J. 1999. Differences in the eutrophication dynamics of Ammersee and Starnberger See (Southern Germany), reflected by the diatom succession in varve-dated sediments. *Journal of Paleolimnology* 21: 395-407.
- Andersen, J.M. 1976. An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. *Water Research*. 10: 329-331.
- Andrade, A.A.S. 2005. Análise da eficiência da Várzea do Ribeirão Parelheiros na melhoria da qualidade das águas que afluem à Represa do Guarapiranga, São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Carlos. 105p.
- Battarbee, R.W. 1986. Diatoms analysis. In: Berglund, B.E. (ed.) *Handbook of Holocene Palaeohydrology*. New York: John Wiley & Sons, p.527-570.
- Battarbee, R.W.; Jones, V.; Flower, R.J; Cameron, N.; Bennion, H.; Carvalho, L. & Juggins, S. 2001. Diatoms. In: Smol, J.P; Birks, H.J.B.; Last, W.M. (ed.). *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments*. London: Kluwer Academic Publishers.v.3, .p.155-203.
- Battarbee, R.W.; Anderson, N.J.; Jeppensen, E.& Leavitt, P.R. 2005. Combining paleolimnological and limnological approaches in assessing lake ecosystem response to nutrient reduction. *Freshwater Biology* 50: 1772-1780.
- Belling, B.; Cocqut, C. & O'Reilly, C.M. 2006. Benthic diatoms as indicators of eutrophication in tropical streams. *Hydrobiologia* 573: 75-87b.
- Bennion, H. 1995. Surface-sediment diatom assemblages in shallow, artificial, enriched ponds and implications for reconstructing trophic status. *Diatom Research* 10:1-19.
- Bennion, H.; Appleby, P.G. & Phillips, G.L. 2001. Reconstructing nutrient histories in the Norfolk Broads, UK: implications for the role of diatom-total phosphorus transfer functions in shallow lakes management. *Journal of Paleolimnology* 26: 181-204.
- Bennion, H., Battarbee, R.W., Sayer, C D., Simpson, G.L. & Davidson, T.A. 2011. Defining reference conditions and restoration targets for lake ecosystems using Paleolimnology: a synthesis. *J Paleolimnol.* 45: 533-544
- Bere, T. & Tundisis, J.G. 2011a. Applicability of borrowed diatom-based water quality assessment indices in streams around São Carlos-SP, Brazil. *Hydrobiologia* 673: 179-192

- Bere, T. & Tundisi, J.G. 2011b. The effects of substrate type on diatom-based multivariate water quality assessment in a tropical river (Monjolinho), São Carlos, SP, Brazil. *Water, Air & Soil Pollution* 216: 391-409
- Besse-Lototskaya, A., Verdonchot, P.F.M., Coste, M., Van de Vijver, B. 2010. Evaluation of European diatom trophic indices. *Ecol. Indic.* doi:10.1016/j.ecolind.2010.06.017.
- Beyruth, Z. 1996. A Comunidade Fitoplânctônica da Represa de Guarapiranga : 1991-92. Tese de Doutorado, HSA-FSP. Universidade de São Paulo. 167p.
- Beyruth, Z. 2000. Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacteria growth in Guarapiranga Reservoir, São Paulo State, Brazil. *Hydrobiologia*: 424:51-65.
- Bicudo, C.E.M. & Bicudo, D.C. 2008. Mudanças climáticas globais: efeitos sobre as águas continentais superficiais. In: Buckeridge, M. (org.) *Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil*. São Carlos: RiMa Editora, p. 151-165.
- Bicudo, D.C. 1990. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton. *Acta Limnol. Brasil.*, v.3, p.459-475.
- Biggs, B.J.F., Goring, D.G. & Nikora, V.I. 1998. Subsidy and stress responses of stream periphyton to gradients in water velocity as a function of community growth form. *Journal of Phycology* 34: 598-607.
- Bigler, C., Hall, R.I. & Renberg, I. 2000. A diatom-training set for paleoclimatic inferences from lakes in northern Sweden. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 27: 1-9.
- Birks, H.H. & Birks, H.J.B. 2006. Multi-proxy studies in palaeolimnology. *Veget. Hist. Archaeobot.* 15: 235-251.
- Blinn, D.W. & Bailey, P.C.E. 2001. Land-use influence on stream water quality and diatom communities in Victoria, Australia: a response to secondary salinization. *Hydrobiologia*. 466: 231-244.
- Braga, B.P.F., Flecha, R., Pena, D.S. & Kelman, J. 2008. Pacto federativo e gestão de águas, *Estudos Avançados* 22 (63): 17-42.
- Caballero, M., Vasquez, G., Lozano-García, S., Rodríguez, A., Sosa-Nájera, S., Ruiz-Fernandez, A.C. & Ortega, B. 2006. Present limnological conditions and recent (Ca. 340 yr) paleolimnological of a tropical lake in the Sierra de Los Tuxtlas, eastern Mexico. *Journal of Paleolimnology* 35: 83-97.
- Caleffi, S. 1994. A Represa de Guarapiranga: estudo da comunidade zooplânctônica e aspectos de eutrofização. Dissertação de Mestrado. HSA-FSP. Universidade de São Paulo.
- California Academy of Sciences. Diatom Collection
<http://research.calacademy.org/izg/research/diatom> [Acessado 10 Junho 2013].
- Callegaro, V.L.M. 1988. Diatomáceas da turfeira de Águas Claras, planície costeira do Rio Grande do Sul: taxonomia, aspectos ecológicos e subsídios à Paleolimnologia. Tese de doutoramento, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 299 p.

- Camburn, K.E. & Charles, D.F. 2000. Diatoms of Low-Alkalinity Lakes in the Northeastern United States. Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Special Publication 18. 152p.
- Canani LGC, Menezes M, Torgan, L.C. 2011. Diatomáceas epilíticas de águas oligotróficas e ácidas do Sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 25: 130-140.
- Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22: 361-369.
- Carpenter S.R. 2005. Eutrophication of aquatic ecosystems: Bistability and soil phosphorous. *Proceedings of the National Academic of Sciences of the United States of America*, 102: 10002–10005.
- Carvalho, M. C. 2003. Comunidade fitoplânctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Carvalho, L.R. de; Sant’Anna, C.L.; Gemelgo, M.C.P & Azevedo, M.T.P. 2007. Cyanobacteria occurrence and detection of microcystin by planar chromatography in surface water of Billings and Guarapiranga Reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.30, n.1, p.141-148.
- CETESB. 2002. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 2001. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.
- CETESB. 2007. Relatório de qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.
- CETESB. 2010. Relatório de qualidade das águas superficiais do Estado de São Paulo: 2009. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). São Paulo: 310p.
- CETESB. 2011. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2010. 289 p.
- Cobrape. 1994. Projeto Guarapiranga: Relatório Consolidado dos Estudos Complementares relacionados à qualidade da água – análise e proposições. São Paulo.
- Costa-Böddeker, S., Bennion, H., Jesus, T.A., Albuquerque, A.L.S., Rubens C.L. Figueira & Bicudo, D.C. 2012. Paleolimnologically inferred eutrophication of a shallow tropical urban reservoir, southeast Brazil. *Journal of Paleolimnology* 48: 751-776.
- Coste, M. Ector, L. (2000). Diatomées invasives exotiques ou rares en France: principales observations effectuées au cours des dernières décennies. *Syst Geogr. Plants* 70: 373-400 (Invasive exotic or rare diatoms in France: main observations during the last decades).
- Cruces F, Urrutia R, Araneda A, Torres L, Cisternas M, Vyverman W (2001) Evolución trófica de Laguna Grande de San Pedro (VIII región, Chile) durante el último siglo, mediante análisis de registros sedimentarios. *Rev Chil His Nat* 74 (2): 407-418.
- Dalton, C.; Birks, H.J.B.; Brooks, S.J.; Camerons, R.P.E.; Peglar, S.M.; Scott, J.A. & Thompson, R. 2005. A multi-proxy study of lake-development in response to

- catchment changes during the Holocene at Lochnagar, north-east Scotland. *Paleoclimatology, Paleoecology* 221: 175-201.
- Das, S.K., Routh, J., Roychoudhury, A.N. & Klump, J.V. 2008. Elemental ratios (C/H, H/C) and stable isotope ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$) signatures in sediments from Zeekoewlei, South Africa-A record of human intervention into the lake. *Journal of Paleolimnology* 39: 349-360
- Davidson T, Reid M, Sayer C, Chilcott S. 2013. Palaeolimnological records of shallow lake biodiversity change: exploring the merits of single versus multi-proxy approaches. *Journal of Paleolimnology* 49: 431-446.
- Dennys, L. 1991. A check-list of the diatoms in the Holocene deposits of the western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements, I: introduction, ecological code and complete list. Service Geologique de Belgique, Professional Paper, 246, 1-41.
- Digby, P.G.N. & Kempton, R.A. 1987. Multivariate analysis of ecological communities. London and New York: Chapman and Hall, 206 p.
- Dong, X., Bennion, H., Battarbee, R.W., Yang, X., Yang, H., Liu, E. 2008. Tracking eutrophication in Taihu Lake using the diatom record: potential and problems. *Journal of Paleolimnology* 40(1): 413-429.
- Dumont, H.J. & Tundisi, J.G. 1997. Preliminary data on the paleolimnology of four lakes. In: Tundisi, J.G.; Saijo, Y. (eds.). *Limnological studies on the Rio Doce valley lakes, Brazil*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências & USP, 528 p.
- Düpont, A.; Lobo, E.A.; Costa, A.B. & Schuch, M. 2007. Avaliação da qualidade da água do Arroio do Couto, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. *Caderno de Pesquisa. Série Biologia (UNISC)* 9: 20-31.
- Eskinazi-Leça, E., Cunha, M.G.G.S., Santiago, M.F., Borges, G.C.P., Lima, J.C., Silva, M.H., Lima, E.P. & Menezes, M. . 2010. Bacillariophyceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).
- Esteves, F.A. 2011. Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência, 3ª ed., 790 p.
- Fagel, N., Bertrand, S., Mattielli, N., Gilson, D., Chirinos, L., Lepoint, G., Urrutia, R. 2010. Geochemical evidence (C, N and Pb isotopes) of recent anthropogenic impact in south-central Chile from two environmentally distinct lake sediment records. *Journal of Quaternary Science* 25 (7) 1100-1112.
- Ferrari, F. 2010. Estrutura e dinâmica da comunidade de algas planctônicas e perifíticas (com ênfase nas diatomáceas) em reservatórios oligotrófico e hipertrófico (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo). Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 343 p.
- Fontana, L.S. 2013. Reconstrução Paleolimnológica da eutrofização na represa Guarapiranga com base em abordagem multirproxy. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Rio Claro. 225p.

- França E. 2000. Guarapiranga: recuperação urbana e ambiental do Município de São Paulo. M. Carrilho Arquitetos, 256p.
- Fürstenberger, C.B. 2001. Interpretações paleolimnológicas do quaternário recente a partir da análise da comunidade de diatomáceas (Bacillariophyceae) no sedimento do Rio Icatu, Município de Xique-Xique, Estado da Bahia, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 128 p.
- Gaiser, E.E. & Johansen, J. 2000. Freshwater diatoms from Carolina Bays and other isolated wetlands on the Atlantic Coastal Plain of South Carolina, U.S.A., with descriptions of seven taxa new to science. *Diatom Research* 15: 75-130.
- Gemelgo, M.C.P. 2008. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica dos reservatórios Billings e Guarapiranga, SP, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Gianini, C.E. 2002. Diatomáceas como indicadoras de acidificação em lagos da Amazônia Central. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, INPA, 63 p.
- Golterman, H.L. & Clymo, R.S. 1971. Methods for chemical analysis of freshwaters. Ed. Oxford and Edinburg, Blackwell Scientific Publications. International Biological Programme. 166 p.
- Golterman, H.L.; Clymo, R.S. & Ohmstad, M.A.A. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. Blackwell Scientific Publications. International Biological Programme, Oxford. (Handbook, 8). 213 p. 2ª edição.
- Gomes, D.F. 2007. Elaboração de funções de transferência para a reconstituição de paleoprodutividade na Lagoa do Boqueirão, RN, com base em diatomáceas. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense.
- Guerrero, J.M. & Echenique, R.O. 2006. *Discostellata* (Bacillariophyta) from the Río Limay basin (northwestern Patagonia, Argentina). *European Journal of Phycology* 41: 83-96.
- Guimarães, G.M. 2011. Avaliação da concentração de metais e elementos traço em amostras de sedimento do reservatório Guarapiranga, São Paulo - SP, Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto de Pesquisas energéticas e Nucleares. 151p.
- Håkanson, L. 1984. On the relationship between lake trophic level and lake sediments. *Water Research*. 18: 303 -314
- Hamilton P. 2010. *Brachysira microcephala*. In: Diatoms of the United States. from http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/brachysira_microcephala [Acessado em junho 21, 2013].
- Hermany, G.; Lobo, E.A.; Schwarzbald, A. & Oliveira, M.A. 2006. Ecology of the epilithic diatom community in a low-order stream system of the Guaíba hydrographical region: subsidies to the environmental monitoring of southern Brazilian aquatic system. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 8: 9-27.
- Hirata, R.T. 2011. Relação da distribuição espacial de *Egeria densa* com as variáveis do ambiente na represa Guarapiranga-SP. Tese de doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.

- Hlubikova, D. , Ector, L. & Hoffmann, L. 2011. Examination of the type material of some diatom species related to *Achnantheidium minutissimum* (Kutz.) Czarn.(Bacillariophyceae). *Algological Studies* 136/137. 19-43.
- Hoagland, K.D. & Peterson, C.G. 1990. Effects of light and wave disturbance on vertical zonation of attached microalgae in a large reservoir. *Journal of Phycology* 26: 450-457.
- Hoffman, G. 1994. Aufwuchs-Diatomeen in Seed und ihreEignungalsIndikatoren der Trophie. *BilbliothecaDiatomologica*30: 1-241.
- Jobgen, A.M., Palm, A. &Melkonian, M. 2004. Phosphorus removal from eutrophic lakes using periphyton on submerged artificial substrata. *Hydrobiologia* 528: 123-142.
- Kalf, J. 2002. *Limnology*.Prencitice Hall, New Jersey.
- Kleerekoper, C.J. 1939. Estudo Limnológico da Represa de Santo Amaro em São Paulo. *Bol. Fac. Phil. Sci. Letras das USP VII*, 2:11-151.
- Kolwitz, R. & Marsson, M. 1909. Ökologie der tierischen Saprobien. Beiträge zur Lehre von des biologischen Gewasserbeuteilung. *Int. Rev. Hydrobio.*, 2: 126-152.
- Korneva, L.G. & Mineeva, N.M. 1996. Phytoplankton composition and pigment concentrations as indicators of water quality in the Rybinsk Reservoir. *Hidrobiologia* 332: 255-259.
- Köster, D., Pienitz, R., Wolfe, B.B., Barry, S., Foster, D.R. & Dixit, S.S. 2005. Paleolimnological assessment of human-induced impacts on Walden Pond (Massachusetts USA) using diatoms and stable isotopes. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 8 (2): 117-131.
- Krammer K. 2000. The genus *Pinnularia*. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats* 1: 1-703.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991. Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Sübwas. Mitteleuropa (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer). G. Fischer, Stuttgart & Jena, 576p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 2004. Bacillariophyceae .4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Achnanthes*. 1, *Naviculas*. str., *Gomphonema*. - In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds): *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2 (2): 1-468.
- Lamparelli, M. C. 2004. Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo: São Paulo. 207p.
- Lange-Bertalot, H. 1979. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia Beiheft* 64: 285-304.
- Lange-Bertalot, H. 1999. Neue Kombinationen von Taxa aus *Achnanthes* Bory (sensu lato) - *Iconographia Diatomologica*. 6: 276-289

- Lange-Bertalot & Krammer 1989, graphie der Gattung mit Definition der Gattung *Cocconeis* und Nachträgen zu den Naviculaceae. – Bibliotheca Diatomologica. 18: 1-393
- Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. 1996. Indicators of Oligotrophy. *Iconographia Diatomologica*. 2390p.
- Lange-Bertalot, H. & Moser, G. 1994. *Brachysira*. Monographie der Gattung. *Bibliotheca Diatomologica*. 212p.
- Lange-Bertalot, H. & Steindorf, A. 1996. Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schriften Vegetationskunde* 28: 633-677 (Red list of freshwater diatoms (Bacillariophyceae) in Deutschland).
- Lecointe, C.; Coste, M. & Prygiel, J. 1993. "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom.
- Lobo, E.A. & Torgan, L.C. 1988. Análise da estrutura da comunidade de diatomáceas (Bacillariophyceae) em duas estações do sistema Guaíba, RS, Brasil. *Acta Bot. Brás.*, 1(2): 103-119.
- Lobo, E.A.; Kirst, A.; Costa, A.B. & Oliveira, M.A. 1995. Estudo na qualidade da água do Arroio Boa Vista, Município de Carlos Barbosa, Rio Grande do Sul. *Biociências*, Porto Alegre 3 (1): 43-63.
- Lobo, E.A., Callegaro, V.L.M., Bender, E.P. 2002. Utilização das algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica de Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul: Edunisc. 127p.
- Lobo, E. A.; Bes, D.; Tudesque, L. & Ector, L. 2004. Water quality assessment of the Pardiniho River, RS, Brasil using epilithic diatom assemblages and faecal coliforms as biological indicators. *Vie et Milieu-Life and Environment*, França 53: 46-53.
- Lobo, E. A.; Salomoni, S.; Rocha, O. & Callegaro, V. L. 2006. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Hydrobiologia* (The Hague), Hague 559: 233-246.
- Lopes, R.I. 2005. Biodiversidade e Estrutura da Comunidade Fitoplanctônica dos reservatórios da região do Alto Tietê, SP, com ênfase nos sistemas Billings e Guarapiranga: avaliação de três anos de estudo. 25 p.
- Lopes, R.I. 2007. Comunidade Fitoplanctônica (exceto diatomáceas) de uma estação de amostragem da represa Guarapiranga, de 2005 e 2006. 11p.
- Lorenzi, A.S. 2004. Abordagens moleculares para detectar cianobactérias e seus genótipos produtores de microcistinas presentes nas represas Billings e Guarapiranga, São Paulo, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo: Piracicaba. 92p.
- Lowe, R.L. 1996. Periphyton patterns in lakes. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L. & Lowe, R.L. (eds), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*, Academic Press, San Diego: 57-76.

- Mackereth, F.J.H.; Heron, J. & Talling, J.F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Kendall: Titus Wilson & Son Ltd. Freshwater Biological Association Scientific Publication, 36:117.
- Marengo, J.A. 2008. Águas e mudanças climáticas. Estudos Avançados (Dossiê Água) 22(63): 83-96.
- Margurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. United Kingdom: Blackwell Publishing. 256p.
- Mateus, R.S. 2006. Modelo Hidrológico da Bacia Hidrográfica da represa da Guarapiranga – São Paulo (SP). Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-graduação em Geografia Física. 154p.
- Matsuzaki, M. 2007. Transposição das águas do braço Taquacetuba da Represa Billings para a Represa Guarapiranga: aspectos relacionados à qualidade de água para abastecimento. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 183p.
- McCune, B.M.J. & Mefford, M.J. 2006. PC-ORD Multivariate analysis of ecological data. Version 3.0. M.J.M. Software design, Oregon. 47 p.
- Medlin, L.K. & Kaczmarek, I. 2004. Evolution of the diatoms V. Morphological and cytological support for the major clades and taxonomic revision. *Phycologia*: 43: 245-270.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. 1998. Tropical diatoms of South America I. About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of neotropical flora. *Iconographia Diatomologica* 5. 695p.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. & Garcia-Rodrigues, F. 2005. Diatoms of Uruguay. *Iconographia Diatomologica* 13: 1-736.
- Meyers, P.A. 1994. Preservation of Elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. *Chem Geol.* 114:289-302.
- Meyers, P.A. 2003. Applications of organic geochemistry to paleolimnological reconstructions: a summary of examples from the Laurentian Great Lakes. *Org Geochem* 34:261-289.
- Moro, R.S. 1998. Interpretações paleolimnológicas do quaternário a partir da análise da comunidade de diatomáceas (Bacillariophyceae) nos sedimentos da Lagoa Dourada, Ponta Grossa, Paraná. Tese de Doutorado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista. 330 p.
- Moro, R.S. & Fürstenberger, C.B. 1997. Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas. Ponta Grossa: Editora da Universidade Estadual de Ponta Grossa, 282 p.
- Moschini-Carlos, V., Freitas, L.G. & Pompêo, M. 2010. Limnological evaluation of water in the Rio Grande and Taquacetuba branches of the Billings Complex (São Paulo, Brazil) and management implications. *Ambi-Água*, 5: 47-59.

- Mozeto, A.A. 2004. Sedimentos e particulados lacustres: amostragem e análises biogeoquímicas. In: Bicudo, C.E.M. & Bicudo, D.C (orgs). Amostragem em Limnologia. São Carlos: RIMA Editora: 295-341.
- Mozeto, A.A.; Silvério, P.F. & Soares, A. 2001. Estimates of benthic fluxes of nutrients across the sediment-water interface (Guarapiranga reservoir, São Paulo, Brazil). *The Science of the Total Environment* 266: 135-142.
- Nascimento, M.N. 2012. Biodiversidade e distribuição das diatomáceas planctônicas e de sedimento superficial em represa profunda oligotrófica (Sistema Cantareira, Represa Jaguari-Jacareí). Dissertação de Mestrado. Instituto de Botânica, São Paulo, SP. 40 p.
- Negro, A.I. & Hoyos, C. 2005. Relationships between diatoms and the environment in Spanish reservoirs. *Limnetica*, 24 (1-2): 133-144.
- Nierner, E. 1989. Climatologia do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro. 421p.
- Padial, P.R. 2008. Qualidade, heterogeneidade espacial e biodisponibilidade de metais no sedimento de um reservatório tropical urbano eutrofizado (Reservatório Guarapiranga, SP). Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 109p.
- Palmer, C.M. 1960. Algas e Suprimento de Água na Área de São Paulo. *Revista do Departamento de Água e Esgoto* 21:11-15.
- Pappas, J. L. & Stoermer, E. F. 1996. Quantitative method for determining a representative algal sample count. *J. Phycol.* 32, 393-696.
- Patrick, J.L. & Stoermer, E.F. 1996. The diatoms of the United States. Academy of Natural Sciences, Philadelphia. Vol. 2. 688p.
- Pérez, L., Bugja, R., Massaferró, J. Steeb, P., van Geldern, R., Frenze, P., Brenner, M., Scharf, B., Schwalb. 2010. A Post-Columbian environmental history of Lago Petén Itzá, Guatemala. *Revista Mexicana de Ciências Geológicas*, v.27, núm. 3, p. 490-507.
- Peterson, C.G. & Hoagland, K.D. 1990. Effects of wind-induced turbulence and algal mat development on epilithic diatom succession in a large reservoir. *Archiv für Hydrobiologie* 118: 47-68.
- Peterson, C.G. & Stevenson, R.J. 1992. Resistance and resilience of lotic algal communities: importance of disturbance timing and current. *Ecology* 73: 1445-1461.
- Pielou, E.C. 1984. The interpretation of Ecological Data. New York: John Wiley and Sons. 263 p.
- Pompêo M. 2009. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. *Oecologia Australis* 12: 406-424.
- Potapova, M. & Charles, D.F. 2007. Diatom metrics for monitoring eutrophication in Rivers of the United States. *Ecological Indicators* 7:48-70.
- Potapova, M. & Hamilton, P.B. 2007. Morphological and ecological variation within the *Achnanthes minutissimum* (Bacillariophyceae) species complex ¹. *Journal of Phycology*. 43: 561-575.

- Poulickova, A., Duchoslav, M. & Dokulil, M. 2004. Littoral diatom assemblages as bioindicators of lake trophic status: a case study from perialpine lakes in Austria. *Eur. J. Phycol.*, 39:143-152.
- PROAM (Instituto Brasileiro de Proteção Ambiental) 2006. Billings 81 anos: impactos ambientais. 42p.
- Räsänen, M. 1986. Recent sedimentation in a freshwater reservoir in SW-Finland: the diatomological and chemical evidence of sediments on the development of the water body. *Hydrobiologia* 143: 361-369.
- Raupp, S.V., Torgan, L.C. & Baptista, L.R.M. 2006. Composição e variação temporal de diatomáceas (Bacillariophyta) no plâncton da represa de Canastra, sul do Brasil. *IHERINGIA, Sér. Bot.*, Porto Alegre, 61 (1-2): 105-134.
- Rebouças, A.C. 1999. Água doce no mundo e no Brasil. In: Rebouças, A.C., Braga, B. & Tundisi, J.G. (orgs.). *Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras Editora. p. 1-37.
- Ribeiro, W.C. 2008. *Geografia Política da Água*. São Paulo: Annablume, 162p.
- Richter, E.M.; Fornaro, A. & Agnes, C.L.L. 2007. Avaliação da composição química de águas do Sistema Guarapiranga: Estudo de caso nos anos de 2002 e 2003. *Química Nova*, 30: 1147-1152.
- Rocha, A.A. 1984. A ecologia, os aspectos sanitários e de saúde pública da represa Billings na região metropolitana de São Paulo: uma contribuição a sua recuperação. Tese de livre docência. Universidade de São Paulo: São Paulo. 132 p.
- Rocha, A.C.R. 2012. Influência do habitat e do estado trófico na biodiversidade e distribuição das diatomáceas (Bacillariophyta) em reservatórios da sub-bacia do Alto Rio Tiête, São Paulo. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 316p.
- Rocha, S.M. 1999. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de poluição na represa do Guarapiranga – SP. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 185p.
- Rodrigues, L.L. 2008. Biodiversidade de cianobactérias e algas das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo: São Paulo. 189p.
- Rodrigues, L.L., Sant'Anna, C.L., Tucci, A. 2010. Chlorophyceae das Represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. *Revista Brasileira Bot.* 33(2): 247-264.
- Rodrigues, L.M.; Lobo, E. A. 2000. Análise da estrutura de comunidades de diatomáceas epilíticas no arroio Sampaio, município de Mato Leitão, RS, Brasil. *Caderno de Pesquisas, Ser. Bot.*, Santa Cruz do Sul, 12(2): 5-27.
- Rodrigues, M.E.F. 2011. Levantamento florístico e distribuição de macrófitas aquáticas na Represa Guarapiranga, São Paulo, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 202p.

- Rosén, P. & Hammarlund, D. 2007. Effects of climate, fire and vegetation development on Holocene changes in total organic carbon concentration in three boreal Forest lakes in northern Sweden. *Biogeosciences*, 4, 975-984.
- Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1990. The diatoms. Biology & morphology of the genera. New York, Cambridge University Press. p. 1-129.
- Rumrich U, Lange-Bertalot H, Rumrich M. 2000. Diatomeen der Anden Von Venezuela bis Patagonien/Feurland. *Iconographia Diatomologica*. Verlag ARG Gantner Verlag.
- Sabater, S., Sabater, F. 1988. Diatom assemblages in the River Ter. *Arch. Hydrobiol.* 111: 397-408
- Salomoni, S.E.; Rocha, O.; Callegaro, V.L. M. & Lobo, E.A. 2005. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Hydrobiologia*: 1-14.
- Sant'Anna, C.L.; Azevedo, M.T.P.; Senna, P.A.C.; Komárek, J. & Komárková, J. 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasileira de Botânica* 27:213-227.
- Sartory, D.P. & Grobbelaar, J.E. 1984. Extraction of chlorophyll a from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis. *Hydrobiologia* 114: 177-187.
- Sayer, C.D. & Roberts, N. 2001. Establishing realistic restoration targets for nutrient-enriched shallow lakes: linking diatom ecology and paleoecology at the Attenborough Ponds, U.K. *Hydrobiologia* 448: 117-142.
- Sayer C.D., Roberts N, Sadler J, David C, Wade P. 1999. Biodiversity changes in a shallow lake ecosystem: a multi-proxy palaeolimnological analysis. *J Biogeogr* 26: 97-114.
- Schindler, D.W., Hecky, R.E., Findlay, D.L., Stainton, M.P., Parker, B.R., Paterson, M.J., Beaty, K.G., Lyng, M., Kasian, E.M. 2008. Eutrophication of lakes cannot be controlled by reducing nitrogen input: Results of 37-year whole-ecosystem experiment. *Pnas*, Vol. 105, n.32.
- Shepherd, G.J. 1996. *Fitopac 1: manual do usuário*. Departamento de Botânica, Unicamp. 95p.
- Silva, L.F. 2008. Distribuição longitudinal da comunidade de diatomáceas de sedimentos superficiais nos reservatórios em cascata do rio Paranapanema. Dissertação de mestrado. São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo. 137 p.
- Silva, P.D.A. 2012. Biodiversidade e distribuição das diatomáceas planctônicas e de sedimento superficial nas represas de abastecimento do Sistema Alto Cotia (SP). Dissertação de mestrado. São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo. 98 p.
- Siver, P. & Kling, H. 1997. Morphological observations of *Aulacoseira* using scanning electron microscopy. *Can. J. Bot.* 75: 1807-1835.
- Siver, P.A. & Camfield, L. 2007. Studies on the diatom genus *Stenopterobia* (Bacillariophyceae) including descriptions of two new species. *Canadian Journal of Botany*, 85 (9): 822-849.

- Siver, P.A. & Hamilton, P.B. 2011. Diatoms of North America: The Freshwater Flora of Waterbodies on the Atlantic Coastal Plain. *Iconographia Diatomologica* 22.
- Siver, P.A., Hamilton, P.B., Stachura-Suchoples, K. & Kociolek, J.P. 2005. Diatoms of North America. The freshwater flora of Cape Cod. In: *Iconographia Diatomologica* (Ed. By H. Lange-Bertalot) Vol. 14, Königstein. 463 pp.
- Smol, J.P. 2008. Pollution of lakes and rivers: A Paleoenvironmental Perspective: Blackwell, 2ed. 383 p.
- Smol, J.P. & Stoermer, E.F. 2010. The Diatoms: Applications for the environmental and Earth Sciences. 2ed. 667 p.
- Soares, A. 2003. Qualidade da água e fluxos de nutrientes na interface sedimento-água nas represas do Rio Tietê. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 86p.
- Soininen, J. 2004. Determinants of benthic communities structure in boreal streams: the role of environmental and spatial factors at different scales. *International Review of Hydrobiology* 89: 139-150.
- Soininen, J. & Kononen, K. 2004. Comparative study of monitoring South-Finnish Rivers and streams using macroinvertebrate and benthic diatom community structure. *Aquatic Ecology* 38: 63-75.
- Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. *Limnol. & Oceanogr.*, 14: 799-80.
- Souza, G.S.; Koenig, M.L.; Leça, E.E. & Coelho, M.P.C.A. 2007. Diatomáceas indicadoras de paleoambientes do Quaternário de Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 21(3): 521-529.
- Souza, M.G.M. 2002. Variação da comunidade de diatomáceas epilíticas ao longo de um rio impactado no município de São Carlos – SP e sua relação com variáveis físicas e químicas. Tese de Doutorado. São Carlos: Universidade de São Carlos. 168p.
- Stenger-Kovács, C. 2007. Application of diatoms in ecological classification of surface waters in Hungary. Phd Thesis. Pannonia (Hungary): University of Pannonia. 11p.
- Stoof-Leichsenring, K.R., Junginger, A., Olaka, L.A., Tiedemann, R. & Trauth, M.H. 2011. Environmental variability in Lake Naivasha, Kenya, over the last two centuries. *Journal of Paleolimnology* 45: 353-367.
- Straub, F. 2002. Apparition envahissante de la diatomée *Achnanthes catenata* Bily & Marvan (Heterokontophyta, Bacillariophyceae) dans de Le Lac de Neuchâtel (Suisse). *Bull Soc. Neuc. Sci Nat* 125:59-65 (Occurrence of the invasive diatom *Achnanthes catenata* Bily & Marvan (Heterokontophyta, Bacillariophyceae) in Lake Neuchâtel, Switzerland).
- Strickland, J.D. & Parsons, T.R. 1960. A manual of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bel. Can.*, 125: 1-185.
- Suguio, K. 1992. Dicionário de geologia marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol/ Kenitiro Suguio. São Paulo. 171p.

- Szabo, K.E., Makk, J., Kiss, K.T., Eiler, A., Acs, E., Toth, B., Kiss, A.K. & Bertilsson, S. 2008. Sequential colonization by river periphyton analysed by microscopy and molecular fingerprinting. *Freshwater Biology* 53: 1359-1371.
- Ter-Braak, C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179.
- Thomaz, S.M., Esteves, F.A., Murphy, K.J., dos Santos, A.M., Caliman, A. & Guariento, R.D. 2008. Aquatic macrophytes in the tropics: Ecology or populations and communities, impacts of invasions and human use, in International Commission on Tropical Biology and Natural Resources. [Eds. Kleber Del Claro, Paulo S. Oliveira, Victor Rico-Gray, Ana Angelica Almeida Barbosa, Arturo Bonet, Fabio Rubio Scarano, Francisco Jose Morales Garzon, Gloria Carrion Villarnovo, Lisias Coelho, Marcus Vinicius Sampaio, Mauricio Quesada, Molly R. Morris, Nelson Ramirez, Oswaldo Marcal Junior, Regina Helena Ferraz Macedo, Robert J. Marquis, Rogerio Parentoni Martins, Silvio Carlos Rodrigues, Ulrich Luttge], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the Unesco, Eolss Publishers. Oxford. UK. [<http://www.eolss.net>].
- Thorton, K.W., Kimmel, B.L. and Payne, F.E. 1990. Perspectives on Reservoir Limnology. In: Thorton, K.W., Kimmel, B.L. and Payne, F.E. (ed.) Reservoir limnology: ecological perspectives. Wiley-Interscience, New York, New York, USA.
- Torgan, L.C. & Aguiar, L.W. 1974. Nota preliminar sobre a flora diatomológica do Guaíba RS. In: XXV Congresso Nacional de Botânica, Mossoró, Rio Grande do Norte. Anais da Sociedade Botânica do Brasil.
- Torrise, M.C. & Dell'Uomo, A. 2006. Biological monitoring of some Apennine Rivers (central Italy) using the diatom-based Eutrophication/Pollution Index (EPI-D) compared to other diatom indices. *Diatom Research* 21: 159-174.
- Tundisi, J.G. 2005. A água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa. 248p. (2ª edição).
- Tundisi, J.G. 2008. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos Avançados (Dossiê Água)* 22(63): 7-16.
- Tundisi, J.G. & Matsumura-Tundisi, T.M. 2008. Limnologia. Oficina de textos, São Paulo.
- Valderrama, G.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.* 10: 109-122.
- Van Dam, H.; Mertens, A. & Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28(1): 117-133.
- Veselá, J. & Johansen, J.R. 2009. The Diatom Flora of ephemeral headwater streams in the Elbsandsteinberbirge region of the Czech Republic. *Diatom Research* 24(2): 443-477.

- Viana, S.M. & Rocha, O. 2005. The toxicity of copper sulphate and atrazine to the diatom *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simmons. *Acta Limnol. Bras.*, v.17, n.3, p. 291-300.
- Watson, S., Mccauley, E. & Downing, J.A. 1992. Sigmoid relationships between phosphorus, algal biomass, and algal community structure, *Can, J, Fish, Aquat, Sci*, 49: 2605-2610.
- Wengrat, S. 2011. Biodiversidade e distribuição das diatomáceas na Represa Billings, São Paulo: influência do hábitat e da compartimentalização do sistema. Dissertação de mestrado. São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo. 106 p.
- Wengrat, S. & Bicudo, D.C. 2011. Spatial evaluation of water quality in a urban reservoir (Billings Complex, southeastern Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*. Vol. 23, n 2., p. 200-216.
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology. USA*, v.30.
- Wetzel, C.E. 2011. Biodiversidade e distribuição de diatomáceas (Ochrophyta, Bacillariophyceae) na bacia hidrográfica do Rio Negro, Amazonas, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo. 1876 p.
- Wetzel, C.E., Ector, L., Hoffmann, L. & Bicudo, D.C. 2010. Colonial planktonic Eunotia (Bacillariophyceae) from Brazilian Amazon: Taxonomy and biogeographical considerations on the E. asterionelloides species complex. *Nova Hedwigia* 91: 49-86.
- Wetzel, R.G. & Likens, G.E. 1991. *Limnological analysis*. New York: Springer Verlag. 331 p.
- Wetzel, R.G. 2000. *Limnology – Lake and River Ecosystem* (3th ed.), Academic Press, California. 1006p.
- Whately, M. & Cunha, P.M. 2006. Guarapiranga 2005 Como e por que São Paulo está perdendo este manancial: resultados do diagnóstico socioambiental participativo da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga. ISA – Instituto Socioambiental, 51 p.
- Yang, X., Anderson, N.J., Dong, X. & Shen, J.I. 2008. Surface sediment diatom assemblages and epilimnetic total phosphorus in large, shallow lakes of the Yangtze floodplain: their relationships and implications for assessing long-term eutrophication. *Freshwater Biology* 53: 1273-1290.
- Yu Ge; Xue Bin; Lay Geyng; GuiFeng & Liu Xiaomei. 2007. A 200-year historical modeling of catchment nutrient changes in Taihu basin, China. *Hydrobiologia* 581: 79-87.
- Zalat, A. & Vildary, S.S. 2007. Environmental change in Northern Egyptian Delta lakes during the late Holocene, based on diatom analysis. *J. Paleolimnol* 37: 273-299.
- Zalat, A.A. 2000. Distribution and paleoecological significance of fossil diatom assemblages

ANEXO 1

FLORA DAS DIATOMÁCEAS DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA REPRESA GUARAPIRANGA

FLORA DAS DIATOMÁCEAS DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA REPRESA GUARAPIRANGA

Abaixo segue a relação dos táxons encontrados no sedimento superficial da represa Guarapiranga, seguindo a classificação de Medlin & Kaczmarska (2004) para táxons supra-ordinais e de Round *et al.* (1990) para táxons subordinais, exceto para os gêneros posteriores a estas obras como Cantonati *et al.* (2010), Compère (2001), Diaz & Maidana (2006), Håkansson (2002) Houk & Klee (2004) Krammer (1997 e 1999). São fornecidas: citação da obra original, abreviação do nome do táxon conforme o programa OMNIDIA, ilustrações, medidas, comentário quando necessário e ocorrência no local de estudo.

Bacillariophyta

Coscinodiscophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Coscinodiscophyceae Round & Crawford in Round *et al.* 1990 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

Coscinodiscales F.E. Round & R. Crawford 1990

Aulacoseirales R. Crawford 1990

Aulacoseiraceae Crawford 1990

Aulacoseira G.H.K. Thwaites 1848

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen. *Bacillaria*, 2: 9-71, p.56. 1979.

(AAMB) Prancha 1, Figs. 1-3

Frústulas cilíndricas em vista conectival, unidas por espinhos de ligação curtos e marginais; manto ornamentado por aréolas delicadas organizadas em estrias oblíquas em relação ao eixo longitudinal; sulco e pseudo-sulco em forma de “U”. **Medidas:** compr. 7,1-9,6 µm; diâmetro 4,3-6,2 µm; estrias 10-13 em 10 µm

Difere de *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen pela presença de sulco em forma de “U”, pelas aréolas mais delicadas e pelo formato circular em *A. ambigua*, além da presença de espinhos longos na primeira. Os espécimes observados assemelham-se às ilustrações do material-tipo, e as características métricas estão de acordo com as comumente descritas na literatura (Houk & Klee 2004).

Esta espécie apresenta hábito planctônico, colonial (Potapova & English 2010) e tem sido classificada como alcalinófila, comum em ambientes com alta disponibilidade de sílica e elevada condutividade (Moro & Fürstenberger 1997). Em estudo paleolimnológico de represa urbana no Brasil (Lago das Garças, São Paulo), esta espécie apresentou elevada abundância (19%) na fase de menor impacto antrópico (condições iniciais da represa) (Costa-Böddeker *et al.* 2012).

Distribuição: A espécie apresentou contribuição de até 37%, ocorrendo na maioria das estações de amostragem: GUA02, GUA03, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09, GUA10, GUA11, GUA12 e GUA13.

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen var. *granulata*. *Bacillaria*, 2: 9-71, p. 58. 1979.

(AUGR) Prancha 1, Figs. 4-6

Frústulas cilíndricas em vista conectival, unidas por espinhos de ligação curtos e longos (um ou dois); manto ornamentado por aréolas grosseiras, quase quadradas, organizadas em estrias paralelas a levemente oblíquas em relação ao eixo longitudinal; sulco e pseudo-sulco em forma de “V”. **Medidas:** compr. 15,6-18,1 µm; diâm. 10,6-11,2 µm; estrias 8-10 em 10 µm.

A principal característica taxonômica de *Aulacoseira granulata* var. *granulata* é a presença de aréolas grosseiras e de espinhos longos terminais. Apresenta variação morfológica amplamente conhecida em literatura, sendo possível observar tanto na população analisada quanto em literatura (ex. Krammer & Lange-Bertalot 1991, Wetzel 2011). Esta espécie vem sendo reportada como planctônica, sem motilidade e de hábito colonial (Potapova & English 2010), comum em ecossistemas impactados (Metzeltin & Lange-Bertalot 2007; Costa-Böddeker *et al.* 2012). Ocorre em amplo espectro de pH da água e trata-se de uma espécie resistente ao cobre (Moro & Fürstenberger 1997, Vianna & Rocha 2005).

Distribuição: A espécie apresentou contribuição de até 18%, ocorrendo na maioria das estações de amostragem: GUA03, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09, GUA10, GUA11, GUA12, GUA13 e GUA14.

Aulacoseira tenella (Nygaard) Simonsen. *Bacillaria*, 2:9-71. 1979

(AUTL) Prancha 1, Figs. 7-10

Valvas cilíndricas formando cadeias curtas; presença de estrias conspícuas, aréolas arredondadas na face valvar; anel valvar ausente ou raso.

Difere de *A. pusilla* (Meiser) Tuji & Houk, *A. alpigena* (Grunow) Krammer e *A. laevissima* (Grunow) Krammer por apresentar anel de espessamento (*ringleist*) raso ou ausente (Houk & Klee 2007, Potapova *et al.* 2008). **Medidas:** altura do manto: 6,2-6,8 μm ; diâmetro 3,7-6,2 μm

Trata-se de espécie planctônica, sem motilidade e comum em águas doces (Potapova *et al.* 2008). De acordo com Fontana *et al.* 2014 a espécie ocorre em águas oligo-mesotróficas.

Distribuição: A espécie apresentou contribuição de até 4%, ocorrendo na maioria das estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA03, GUA04, GUA05, GUA10, GUA11, GUA13 e GUA14.

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Mediophyceae (Jousé & Proshkina-Lavrenko) Medlin & Kaczmarska 2004

Thalassiosirophyceidae F.E. Round & R. Crawford 1990

Thalassiosirales Glezer & Makarova 1986

Cyclotella (Kützing) Brébisson 1838

Cyclotella atomus Hustedt. *Archiv für Hydrobiologie*, Supplement, p. 12, pl. 9, figs 1-4, 1937

(CATO) Prancha 1, Fig. 11-13

Valvas circulares; área central plana a levemente ondulada, de aspecto levemente rugoso; uma fultopórtula próxima ao centro da valva e uma fileira de fultopórtulas marginais conspícua; estrias marginais radiadas; rimopórtula marginal de difícil visualização, oposta à fultopórtula central. **Medidas:** diâmetro 6,2-8,7 μm ; 10-12 estrias em 10 μm .

Os indivíduos são pequenos e diferem de *C. meneghiniana* Kützing, pela disposição das estrias, sendo mais curtas do que nesta segunda espécie. Os indivíduos podem ser confundidos com *C. choctawhatcheeana* (syn. *C. hakanssoniae*). Todavia, de acordo com Håkansson (2002), *C. choctawhatcheeana* apresenta superfície valvar coberta com pequenas saliências composta de sílica na zona central e mais plana na zona linear.

Trata-se de uma espécie de hábito planctônico, acidófila a alcalinófila e eutrófica (van Dam *et al.* 1994; Moro & Fürstenberger 1997).

Distribuição: A espécie foi bastante abundante com contribuição de até 30%, ocorrendo na maioria das estações de amostragem: GUA03, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA09, GUA10, GUA11, GUA12, GUA13 e GUA14.

Cyclotella meneghiniana Kützing. *Bacillarien oder Diatomeen*, p. 50, pl. 30, fig. 68, 1844.

(CMEN) Prancha 1, Fig. 14-16

Valvas circulares; área central valvar plana a levemente ondulada, com linhas radiais delicadas; uma a duas fultopórtulas em uma das metades da área central; fultopórtulas e rimopórtula marginais inconspícuas; estrias marginais grosseiras, radiadas. **Medidas:** diâm: 9,3-17,5 µm; 8-10 estrias em 10 µm.

Os indivíduos com menor dimensão poderiam ser confundidos com *C. kuetzingiana* Thwaites. Todavia, ao analisar o material-tipo desta espécie, Håkansson (2002) mostra que as duas espécies são iguais e, portanto, sinônimos.

Esta espécie possui hábito planctônico, é amplamente tolerante a ambientes com baixa disponibilidade de oxigênio e eutrofizados (van Dam *et al.* 1994; Costa-Böddecker *et al.* 2012). Trata-se de espécie alcalinófila, eutrófica, de alta mobilidade e resistente ao cobre (Moro & Fürstenberger 1997).

Distribuição: A espécie foi bastante abundante com contribuição de até 15%, ocorrendo na maioria das estações de amostragem: GUA02, GUA03, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09, GUA10, GUA11, GUA12, GUA13 e GUA14.

Discostella Houk & Klee 2004

Discostella pseudostelligera (Hustedt) Houk & Klee. *Diatom Research*, Vol. 19(2), p.223, 2004.

(DPST) Prancha 1, Figs 17-19.

Valvas circulares; área central ornamentada por alvéolos alongados dispostos em forma de roseta; estrias marginais radiadas, separadas da área central por espaço hialino; fultopórtulas do anel marginal conspícuas. **Medidas:** diâm: 7,5-9,3 µm; 18-19 estrias em 10 µm; fultopórtulas marginais 7-12 em 10 µm.

Difere de *D. stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee pela presença de fultopórtulas marginais evidentes e pelo diâmetro valvar usualmente menor.

Trata-se de uma espécie de hábito planctônico (Spaulding & Edlund 2009), neutrófila (preferência por pH ao redor de 7), comum em ambientes eutróficos, com disponibilidade moderada de oxigênio (acima de 50%) (van Dam *et al.* 1994).

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 5%, ocorrendo na maioria das estações de amostragem: GUA03, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09, GUA10, GUA12, GUA13 e GUA14.

Discostella stelligera (Cleve e Grunow) Houk & Klee. *Diatom Research*, Vol. 19 (2), p. 208, 2004.

(DSTE) Prancha 1, Figs 20-22.

Valvas circulares; área central ornamentada por alvéolos alongados dispostos em forma de roseta; estrias marginais radiadas, separadas da área central por espaço hialino; fultopórtulas do anel marginal inconspícuas. A espécie caracteriza-se pela roseta na área central, formada por estrias alveoladas; além de fultopórtulas marginais pouco evidentes.

Medidas: diâm. valvar: 10,6-16,2 µm; 12-13 estrias em 10 µm.

Difere de *D. pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee por apresentar maior diâmetro, fultopórtulas marginais pouco evidentes e ausência de estrias mais curtas entre as estrias longas.

Discostella stelligera tem sido amplamente reportada em águas eutróficas (Stoof-Leichsering *et al.* 2011; Costa-Böddecker *et al.* 2012), possui hábito planctônico (Spaulding & Edlund 2009) e preferência por ambientes com pH alcalino (Moro & Fürstenberger 1997).

Distribuição: A espécie foi bastante abundante com contribuição de até 26%, ocorrendo em todas as estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA03, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09, GUA10, GUA11, GUA12, GUA13 e GUA14.

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarek 2004

Fragilariophycidae F.E. Round 1990

Fragilariales P. Silva 1962

Fragilariaceae R.K Greville 1833

Fragilaria H.C. Lyngbye 1819

Fragilaria fragilarioides (Grunow) Cholnoky. *Nova Hedwigia* 5: 168. 1963.

(FFRA) Prancha 1, Figs.23-31.

Valvas lineares a linear-lanceoladas; extremidades subrostradas a rostradas; área axial estreita, linear a linear-lanceolada; área central quadrada, bilateralmente intumescida, limitada por duas constrições em ambas as margens valvares; estrias transapicais indistintamente areoladas, levemente paralelas, interrompidas na região mediana. **Medidas:** compr. 30.0-48.2 μm ; larg. 1.7-3.1 μm , 12-16 estrias em 10 μm .

Patrick & Reimer (1966) distinguem *Synedra rumpens* var. *fragilarioides* (basiônimo) por apresentar área central com margens valvares intumescidas na região mediana e presença de 10-12 estrias em 10 μm . Porém, no presente estudo, foi observada igual a maior densidade de estrias.

Esta espécie foi encontrada no fitoplâncton do Rio Negro por Wetzel (2011) e por Nardelli *et al.* (2014) para o Rio Iguaçu. Informações ecológicas sobre a espécie não foram encontradas. No presente estudo foi reportada em condições mesotróficas a supereutróficas, sugerindo um amplo espectro de distribuição da espécie.

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 5%, ocorrendo em todas as estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA03, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09, GUA10, GUA11, GUA12, GUA13 e GUA14.

Fragilaria crotonensis Kitton. *Hardwicke's Science-Gossip* 5: 109-110, fig.3. 1869. (FCRO) Prancha 1, Figs. 32-35.

Valvas lineares; extremidades levemente capitadas; área axial estreita, conspícua; estrias conspícuas; área central levemente expandida; comum formação de cadeias valvares unidas pelo centro valvar e desconectadas nas extremidades. **Medidas:** compr. 33,1-36,2 μm ; larg. 2,4-2,5 μm ; 17-19 estrias em 10 μm .

Difere de *F. tenera* devido à presença de colônias longas semelhantes a fitas (Morales *et al.* 2013). Trata-se de espécie considerada abundante em ambientes alterados por atividades antrópicas (Bailey-Watts 1986; Spaulding & Edlund 2009), sobretudo, indicadora de processos erosivos na bacia (Moro & Fürstenberger 1997). Trata-se de espécie alcaliófila e tolerante a elevadas concentrações de nitrogênio orgânico (van Dam *et al.* 1994).

Distribuição: A espécie foi bastante abundante com contribuição de até 32%, ocorrendo na maioria das estações de amostragem: GUA03, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09, GUA10, GUA11, GUA12, GUA13 e GUA14.

***Fragilaria* sp. 2**

Prancha 1, Figs. 36-38

Valvas estreitas, lanceoladas; extremidades levemente capitadas; área central indistinta, levemente intumescida bilateralmente. C: 53-56 μm ; L: 2,0-2,2 μm ; estrias inconspícuas.

Difere de *Fragilaria capucina* var. *capucina* Desmazières por esta apresentar valvas linear a linear-lanceoladas; área central fortemente intumescida bilateralmente e menor comprimento valvar (Patrick & Reimer 1966).

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em algumas estações: GUA04, GUA09 e GUA10.

Eunotiophycideae D.G. Mann 1990

Eunotiales Silva 1962

Eunotiaceae F.T. Kützing 1844

Actinella F.W. Lewis 1864

Actinella lange-bertalotii Kociolek in Kociolek, Lyon & Spaulding. *Studies on Diatoms*, p.148, Figs 46-50, 99-103.2001.

(ALBT) Prancha 1; Fig. 39-41

Valvas heteropolares, pouco arqueadas; margem dorsal convexa e margem ventral côncava; polo apical levemente fletido para a margem dorsal; polo basal estreitamente arredondado; estrias paralelas a levemente radiadas nas extremidades. **Medidas:** compr. 36,8-45,6 μm , larg. 2,5-3,1 μm , estrias 17-19 em 10 μm .

A população de *A. lange-bertalotii* apresentou largura menor e densidade de estrias maior do que a descrita por Kociolek *et al.* (2001) ao propor a espécie (L: 3,5-4,5; E: 15-16 em 10 μm). Entretanto, as demais características morfológicas coincidem com a descrição original. Kociolek *et al.* (2001) afirmam que *A. lange-bertalotii* é semelhante a *A. leontopithecus-rosalia* Costa quanto à forma da valva, entretanto, a primeira é ligeiramente menor em comprimento e largura e possui menor densidade de estrias em 10 μm .

No Brasil, o táxon foi registrado por Mello *et al.* (2010) e Wetzel (2011) no fitoplâncton de um lago de inundação na bacia do rio Amazonas e no rio Negro, respectivamente, ambos com águas negras e tipicamente acidificadas devido a presença de ácidos húmicos.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas em três estações de amostragem: GUA01, GUA02 e GUA03.

Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Souza in Souza & Moreira-Filho. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*, 67, p.265, Fig. 13. 1999

(EBIL) Prancha 1; Figs 42-44

Valvas arqueadas; margem ventral côncava a quase reta; margem dorsal convexa; extremidades arredondadas, estreitando-se gradualmente e não diferenciadas do corpo valvar; nódulos terminais pequenos e evidentes nas extremidades; rafe indistinta. **Medidas:** compr. 41,2- 48,1 μm ; larg. 2,5-3,1 μm ; estrias 17-18 em 10 μm .

Difere de *E. naegelii* Migula por esta apresentar valvas menos arqueadas; ápices arredondados; fletidos dorsalmente Krammer & Lange-Bertalot (1991). Difere de *E. subarcuatoides* Alles, Norpel & Lange-Bertalot por esta apresentar maior densidade de estrias (18-22/10 μm) e distribuição desigual das mesmas, além de menores comprimentos (4-30 μm) e ápices podendo ser fletidos dorsalmente. Finalmente, difere de *E. paludosa* Grunow por esta apresentar ápices variáveis e maior densidade de estrias (19-25/10 μm).

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas três estações de amostragem: GUA01, GUA02 e GUA03.

Eunotia camelus Ehrenberg. *Abh. König. Akad. Wiss. Berl.* p. 413, pl. 2 (1), fig. 1. 1843.

(ECAM) Prancha 2, Figs 4-6.

Valvas arqueadas; margens não paralelas entre si; margem ventral côncava, margem dorsal convexa, com quatro ondulações simétricas; extremidades da valva arredondadas; estrias areoladas, paralelas entre si. **Medidas:** compr. 40,6-53,7 μm ; larg. 6,2-7,5 μm ; estrias 10-11 em 10 μm .

No presente estudo foram encontrados apenas exemplares com duas ou mais ondulações e que se assemelham às populações encontradas em ambientes lacustres na região Sul (Tremarin *et al.* 2008, Bicca *et al.* 2011) e em represas da região sudeste do Brasil (Fontana & Bicudo 2012, Fontana 2013).

Trata-se de espécie bentônica, comum no perifíton e metafiton (van Dam *et al.* 1994; Moro & Fürstenberger 1997).

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas duas estações de amostragem: GUA01 e GUA03.

Eunotia rhomboidea Hustedt. *Arch. Hydrobiol*, 43: 435, pl. XXXVI: figs. 34-41, pl. XXXIV, fig. 28. 1950.

(EBOT) Prancha 2; Figs. 1-3

Valvas heteropolares a levemente heteropolares; margem dorsal convexa, margem ventral reta a levemente côncava; extremidades arredondadas, nódulos terminais nas extremidades ventrais; estrias paralelas. **Medidas:** compr. 13,1-13,7 µm; larg. 3,1-3,7 µm; estrias 13-15 em 10 µm

A população examinada concorda plenamente com a circunscrição original do tipo em Hustedt (1950) e assemelha-se ao material ilustrado por Furey (2011), que também apresentou população com grande variação morfológica em relação à margem dorsal (desde reta à fortemente côncava) e em relação à heteropolaridade.

Trata-se de espécie de motilidade baixa e hábito bentônico (Furey 2011).

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas três estações de amostragem: GUA01, GUA02 e GUA03.

Eunotia tukanorum Wetzel & Bicudo. *Nova Hedwigia*, v. 91, 1-2, p. 58, pls. 173-234 & 253. 2010.

(ETUK) Prancha 2; Figs. 7-10.

Valvas com margem dorsal convexa, margem ventral côncava; extremidades levemente capitadas, arredondadas a retas, nódulos terminais inconspícuos de difícil visualização, estrias paralelas, inconspícuas de difícil visualização. **Medidas:** compr. 16,2-20,6 µm, larg. 2,1-2,5 µm, estrias 21-25 em 10 µm.

E. tukanorum foi descrita por Wetzel *et al.* (2010) para o rio Negro (região Norte do Brasil), cujas águas são geralmente oligotróficas e caracterizadas pela presença de ácidos húmicos provenientes da decomposição da floresta inundada durante os períodos de cheia. Em outras regiões do país, o táxon foi reportado para o plâncton de rios oligotróficos e ligeiramente ácidos (Laux & Torgan 2011) e para plâncton e perifíton de uma lagoa da região Sul como *E. asterionelloides* Hustedt (Bicca *et al.* 2011). Além disso, o táxon foi documentado por Fontana *et al.* (2014) na represa Guarapiranga na base do testemunho sedimentar (1909-1932), que corresponde ao período subsequente à formação da represa e alagamento da vegetação, provavelmente propiciando um ambiente rico em compostos húmicos e levemente ácido. Assim, até o momento, a ocorrência desta espécie está restrita para as regiões tropicais e subtropicais brasileiras e parece estar relacionada a ambientes oligotróficos e com pH ácido.

Distribuição: A espécie foi abundante com contribuição de até 6%, ocorrendo em algumas estações de amostragem: GUA02, GUA03, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA11, GUA13 e GUA14.

Eunotia veneris (Kützinger) De Toni. *Bacillarien oder Diatomeen*, p.40, pl. 30, fig. 7. 1844

(EVEN) Prancha 2; Figs. 11-14.

Valvas com margem dorsal convexa, margem ventral reta a levemente côncava. A espécie caracteriza-se pelo nódulo terminal da rafe mais próximo da extremidade assim como pelos ápices destacados do corpo valvar. **Medidas:** compr. 30,6-43,1 μm , larg. 5,0-6,2 μm , estrias 10-15 em 10 μm .

Diferencia-se de *E. sudetica* pelo padrão de estriação, sendo menos denso em *E. sudetica* (Reis 2007).

Registrada para o plâncton e perifíton (Tavares & Valente-Moreira 2000; Tremarin *et al.* 2008; Bicca *et al.* 2011) e associada a condições oligo-mesotróficas da água (van Dam *et al.* 1994).

Distribuição: A espécie foi abundante com contribuição de até 15%, ocorrendo em algumas estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA03, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09 e GUA12.

Bacillariophycidae D.G. Mann in Round *et al.* 1990

Cymbellales D.G. Mann in Round *et al.* 1990

Cymbellaceae Greville 1833

Cymbopleura (Krammer) Krammer 1999

Cymbopleura naviculiformis (Auerswald) Krammer. *Diatoms of Europe*, pl. 4, fig. 56.2003

(CBNL) Prancha 2; Figs. 15-17.

Valvas assimétricas, margem dorsal e ventral, levemente arqueadas, área axial estreita, linear ou alargando-se através de uma área central relativamente grande. **Medidas:** compr. 31,2-36,8 μm ; larg. 8,1-9,3 μm ; estrias 11-13 em 10 μm .

Difere de *C. gokyensis* Jüttner & van de Vijver por possuir ápices capitados, valvas mais amplas (8-13 μm larg. contra 6,5-8,5 μm) e densidade mais baixa de estrias dorsais (12-14 contra 15-17 em 10 μm).

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas duas estações de amostragem: GUA02 e GUA03.

***Encyonema* Kützinger 1833**

Encyonema minutum (Hilse) D.G. Mann. *In* Round *et al.*, *Diatoms* 667.1990 (ENMT) Prancha 2; Figs. 18-20.

Valvas dorsiventrais; margem dorsal convexa e margem ventral reta a levemente convexa; ápices arredondados; área axial estreita e linear; área central ausente; terminação proximal da rafe fletida dorsalmente e terminação distal curvada para o lado ventral, estrias radiadas. **Medidas:** compr. 16,2-19,3 μm ; larg. 8,1-4,6 μm ; estrias 9-13 em 10 μm .

Difere de *E. silesiacum* (Bleisch) Krammer pelo contorno valvar semielíptico, pequenas dimensões de suas valvas e areolação delicada (Krammer 1982, Krammer & Lange-Bertalot 1986).

Segundo van Dam *et al.* (1994), o táxon ocorre em águas oligotróficas a mesotróficas.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas duas estações de amostragem: GUA06 e GUA07.

Encyonema silesiacum (Bleisch) Mann *in* Round, Crawford & Mann. *The Diatoms*. p.667. 1990. (ESLE) Prancha 2, Figs. 21-24

Valvas dorsiventrais; margem dorsal amplamente convexa e margem ventral reta a ligeiramente intumescida na região mediana; ápices arredondados; área axial linear deslocada em direção à margem ventral; estigmóide dorsal; rafe lateral, terminação proximal dilatada e levemente fletida dorsalmente e terminação distal fletida ventralmente; estrias radiadas em direção ao centro na margem dorsal, radiadas na região mediana e convergente junto às extremidades na margem ventral. **Medidas:** compr. 29,3-36,8 μm ; larg.: 8,7-9,0 μm ; estrias 9-11 em 10 μm .

Conforme Marquardt (2012), o padrão das aréolas é a característica que mais separa os exemplares menores de *E. silesiacum* (Bleisch) Mann de *E. minutum* (Hilse) D.G. Mann, em *E. silesiacum* (Bleisch) Mann as areolações são bem mais definidas do que em *E. minutum*. Os exemplares maiores da espécie também podem ser confundidos com *E. neomesianum* Krammer, diferindo desta pela margem ventral mais intumescida

e pelas extremidades atenuadas e não arredondadas como ocorre em *E. silesiacum* (Bleisch) Mann (Marquardt 2012).

Trata-se de um táxon que ocorre preferencialmente em ambientes impactados (Metzeltin & Lange-Bertalot 2007).

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em algumas estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA03, GUA04, GUA05, GUA07, GUA09, GUA11, GUA12 e GUA13.

Gomphonemataceae Kützing 1844

Gomphonema Ehrenberg 1832

Gomphonema brasiliense Grunow. *Naturwissen Beiträge zur Kenntinis der Kaukasusländer* p110, pl.3-4.1878.

(GBRA) Prancha 2, Figs. 25-26

Valvas lanceoladas com ápices cuneados; estrias paralelas a ligeiramente radiadas nas extremidades; aréolas inconspícuas. **Medidas:** compr. 25-22 μm ; larg. 6,0 μm ; estrias 15-16 em 10 μm .

Gomphonema brasiliense difere de *G. brasiliensoide* Grunow, pois o primeiro apresenta dimensões menores (C: 22-44 μm vs 24-60 μm .; L: 5,5-6,7 μm VS.6,6-9,0 μm) e maior densidade de estrias (14-15 em 10 μm vs. 10-12 em 10 μm). Além disso, sob microscopia eletrônica, *Gomphonema brasiliense* apresenta estrias unisseriadas enquanto que *G. brasiliensoide* apresenta estrias bisseriadas (Lange-Bertalot 2005).

Segundo van Dam *et al.* (1994), o táxon ocorre no fitoplâncton em águas eutróficas.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas em duas estações de amostragem: GUA03 e GUA04.

Gomphonema curvipedatum Kobayase ex Osada. *Atlas of Japanese Diatoms based on electron microscopy* 1: p. 10, PL. 122, fig. 1-13. 2006

(GCUV) Prancha 2, Figs. 27-29

Valvas lanceoladas; ápices cuneados a levemente curvados; extremidade basal atenuado-arredondada; área axial ampla e lanceolada; estrias paralelas a levemente radiadas; estigma punctiforme. **Medidas:** compr. 24,3-31,8 μm , larg. 4,3-5,3 μm ; estrias 13-14 em 10 μm .

O táxon caracteriza-se por apresentar ápices cuneados e levemente curvados, diferindo de *Gomphonema hawaiiense* Reichardt que apresenta ápices atenuados. Os materiais examinados concordam com os de Kobayasi *et al.* (2006).

Informações sobre a ecologia da espécie não foram encontradas na literatura.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas em duas estações de amostragem: GUA03 e GUA04.

Gomphonema gracile Ehrenberg. In *Die Infus. Vollk. Organ. Ein. Tief. organis. Leben de Natur*. p. 217, pl. 18, fig. 3. 1838.

(GGRA) Prancha 2, Figs. 30-32

Valvas lanceoladas a rombo-lanceoladas; ápices atenuados; área axial linear e estreita; área central formada pelo encurtamento de uma estria mediana; presença de estigma; rafe levemente sinuosa; estrias paralelas a levemente radiadas. **Medidas:** compr. 53,7-61,2 μm , larg. 9,3-11,8 μm ; estrias 9-10 em 10 μm .

Os materiais examinados concordam com Krammer & Lange-Bertalot (1986), bem como com Tremarin *et al.* (2009) e Wetzel (2011).

Segundo van Dam *et al.* (1994), o táxon ocorre em águas mesotróficas a eutróficas.

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 5%, ocorrendo em apenas em quatro estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA03 e GUA08.

Gomphonema lagenula Kützing. In *Bacill. Nordh. oder Diat.* p. 85, pl. 30, fig. 60. 1844.

(GLGN) Prancha 2; Figs. 33-36.

Valvas heteropolares, lanceoladas, extremidades rostradas a subcapitadas, extremidade basal mais alongada do que a apical, área axial linear, área central limitada pelo encurtamento de estrias, estrias curvado-radiadas, interestria maior do que estria na região mediana da valva, estigma presente na região central da valva, de difícil visualização, rafe filiforme. **Medidas:** compr. 16,2-22,5 μm , larg. 5,3-5,6 μm ; estrias 15-18 em 10 μm .

Gomphonema lagenula é uma espécie com morfologia bastante variável, cujo contorno mais elíptico e distintamente capitado-rostrado é usado para diferenciá-la de *G. parvulum* (Kützing) Kützing que, por sua vez, é típica pelas valvas clavado-lanceoladas e extremidades estreitas, capitado-rostradas (Patrick & Reimer 1975). Em função da variabilidade morfológica foi identificada como *Gomphonema parvulum*

(Kützing) Kützing por Tavares & Valente-Moreira (2000), Moura & Bittencourt-Oliveira (2004), Ludwig *et al.* (2005).

Mais recentemente, o táxon foi registrado no perifíton (Tremarin *et al.* 2009; Faria *et al.* 2010; Moresco *et al.* 2011).

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 4%, ocorrendo em algumas estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA04, GUA06, GUA07 e GUA08.

Achnanthales Silva 1962

Cocconeidaceae Kützing 1844

Cocconeis Ehrenberg 1837

Cocconeis lineata Ehrenberg. *Abhandlungen der Königlichten Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1847, p. 301, pl. 5, part 2, fig. 44, 1849.

(CPLI) Prancha 2; Figs. 37-38 valvas rafídeas, Figs. 39-40 valvas arrafídeas

Valvas elípticas; extremidades valvares arredondadas ou levemente obtusas. Valva com rafe: estrias delicadas, estrias paralelas a radiadas em direção às extremidades, interrompidas por uma linha hialina submarginal; área central reduzida; esterno linear, estreito. Valva sem rafe: estrias delicadas, paralelas na região mediana, curvo-radiadas nas extremidades; aréolas alongadas, delicadas, interrompidas por linhas hialinas longitudinais irregulares; área central ausente. **Medidas:** compr. 22,3-28,2; larg. 12,9-17,0; estrias: 21-23 em 10 µm; aréolas: 14-16 em 10 µm.

A espécie *Cocconeis lineata* foi descrita por Ehrenberg (1843b). Posteriormente, baseada na semelhança entre *C. placentula* var. *placentula* e *C. lineata*, Van Heurck (1885) propôs a combinação *C. placentula* var. *lineata*. Entretanto, Romero & Jahn (2013), analisando o material tipo de Ehrenberg (1843b) e amostras complementares de cultura, concluíram que as diferenças na morfometria das valvas suportam a separação do táxon *C. lineata*.

O táxon é amplamente reportado em literatura (como *C. placentula* var. *lineata*), sugerindo que esta é uma espécie cosmopolita. Hofmann (1994) e van Dam *et al.* (1994) afirmam que a espécie ocorre em ambientes eutróficos.

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 3%, ocorrendo em algumas estações de amostragem: GUA03, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA09, GUA10, GUA11 e GUA13.

Achnanthidiaceae D.G. Mann

***Achnanthidium* Kützing 1844**

Achnanthidium catenatum (Bily & Marvan) Lange-Bertlot. *Iconographia Diatomologica*. Vol 6, p. 277. 1999.

(ADCT) Prancha 2, Figs. 41-45

Valvas lineares; extremidades rostradas; levemente direcionadas para lados opostos; leve intumescência na região mediana da valva; valva com rafe: área axial linear, de difícil visualização; estrias inconspícuas; valva sem rafe: área axial linear, área central elíptica, estrias inconspícuas, de difícil visualização; valva em vista lateral com formato de “C”, convexa, formando cadeias. **Medidas:** compr. 17,6-18,2 µm; larg. 3,0-3,5 µm; estrias inconspícuas.

Achnanthidium catenatum (Bily e Marvan) Lange-Bertalot é facilmente reconhecida em vista lateral (ou conectival) pela presença de valvas arqueadas em forma de “C”. Em vista valvar aproxima-se de *Achnanthidium minutissimum* Kützing, diferindo desta, mais facilmente, pela vista lateral.

Trata-se de espécie de mobilidade alta (Spaulding & Edlund 2009), indicadora de poluição orgânica (Berthon *et al.* 2011) e de mudança de estado trófico, conforme indicado em trabalho paleolimnológico de reconstrução da eutrofização (Costa-Böddeker *et al.* 2012).

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 29%, ocorrendo em algumas estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA03, GUA09, GUA10, GUA11, GUA13 e GUA14.

Achnanthidium cf. caledonicum (Lange-Bert.) Lange-Bertalot *In* Intended new combination of *Achnanthes caledonica* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot and Moser 1994, p. 277, 1999.

(ADCA) Prancha 3, Figs. 1-3

Valvas lineares a linear-lanceoladas com ápices capitados; área axial linear, tornando-se levemente lanceolada em direção à área central; área central da valva rafídea rômbica; estrias radiadas na porção mediana da valva rafídea, e fortemente radiadas ou curvadas na área apical. **Medidas:** compr. 19,3-21,2 µm; L: 2,9-3,1 µm; estrias inconspícuas.

Achanthidium cf. *caledonicum* deixou dúvidas quanto a sua identificação, pois *A. caledonicum* apresenta extremidades valvares mais capitadas do que as verificadas para os espécimes da represa Guarapiranga. Morales *et al.* (2011) encontraram indivíduos semelhantes e os identificaram como *Achnanthidium* sp. 2 ROCHA, porém com dimensões valvares inferiores (C: 16,8 µm; L: 3,7 µm).

Trata-se de uma espécie associada a condições oligotróficas, comum em águas com pH neutro, baixa condutividade e baixos teores de nutrientes (Krammer & Lange-Bertalot 1991; Lange-Bertalot 2004).

Trata-se de primeira citação para o Estado de São Paulo e para a represa Guarapiranga.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas duas estações de amostragem: GUA01 e GUA03.

Achnanthidium jackii Rabenh. *Die Algen Europas, Fortsetzung der Algen Sachsens, resp. Mittel-Europas. Decades I-CIX*, n. 1003.

(ADJK) Prancha 3, Figs. 4-7

Valvas linear-lanceoladas, com ápices subrostrados a arredondados; área axial linear-lanceolada; estrias moderadamente radiadas em ambas as valvas. **Medidas:** compr. 11,8-14,3 µm; larg. 2,8-3,7 µm; estrias inconspícuas.

Apesar das estrias não terem sido visualizadas, segundo Ponader & Potapova (2007), *A. jackii* apresenta menor densidade de estrias, principalmente na valva arafídea (21-23 em 10 µm, na região mediana, e 35-36 em 10 µm, próximo aos ápices) em relação *A. minutissimum* (26-28 em 10 µm na região mediana e 32-33 em 10 µm próximo aos ápices). Porém pode haver sobreposição de medidas na valva rafídea, o que pode dificultar a distinção das duas espécies.

De acordo com van Dam *et al.* (1994) e Lange-Bertalot (2004) a espécie é comum principalmente no epilítion de águas correntes levemente alcalinas, com pH neutro.

Trata-se de primeira citação para o Estado de São Paulo e para a represa Guarapiranga.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas três estações de amostragem: GUA03, GUA06, GUA07 e GUA09.

Achnanthidium macrocephalum (Hustedt) Hustedt Round and Bukhtiyarova *In* Four new genera based on *Achnanthes* (*Achnanthidium*) together with a re-definition of *Achnanthidium*. Diatom Research 11 (2): 349, pl. 13. 1996.

(ADMA) Prancha 3, Fig. 8

Valvas lanceoladas; extremidades subcapitadas a capitadas; rafe filiforme; estrias encurtadas na região mediana. **Medidas:** compr. 10,4 µm; larg. 2,3 µm; estrias inconspícuas.

Round & Bukhtiyarova (1996a) mencionam a similaridade entre *A. microcephalum* Kützing e *A. macrocephalum* considerando este como um morfotipo intermediário entre *A. minutissimum* e *A. microcephalum*. Difere de *A. microcephalum* por esta apresentar valvas linear-lanceoladas e extremidades nitidamente capitadas (Krammer & Lange-Bertalot 1991).

Este táxon é geralmente encontrado em águas ácidas, tolerante a eutrofização (Hofmann 1994) e indiferente (van Dam *et al.* 1994).

Trata-se de primeira citação para o Estado de São Paulo e para a represa Guarapiranga.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas duas estações de amostragem: GUA01 e GUA03.

Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki. *Proceedings of the 11th International Diatom Symposium, Memoirs of the California Academy of Sciences* 17p. 157. 1994

(ADMI) Prancha 3, Figs. 9-11

Valvas linear-lanceoladas; ápices rostrados a levemente subcapitados; estrias levemente radiadas de difícil contagem. Valva rafídea: área axial linear-lanceolada; área central irregular; rafe reta. Valva arrafídea: área axial linear; estreita; área central circular. **Medidas:** compr. 11,7-12,9 µm; larg. 1,4-1,7 µm; estrias inconspícuas.

Difere de *A. eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot por apresentar valvas mais estreitas. Concorde plenamente com os materiais de Taylor *et al.* (2007) e Wojtal *et al.* (2011).

Segundo Moro & Fürstenberger (1997) o táxon ocorre em águas oligotróficas a eutróficas.

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 12%, ocorrendo em algumas estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA03, GUA04, GUA05, GUA07, GUA08, GUA09 e GUA12.

Achnanthidium pseudolineare Van de Vijver, Novais et Ector. *Proceedings of the 11th International Diatom Symposium, Memoirs of the California Academy of Sciences* 17, p. 157. 1994
(ADPL) Prancha 3, Figs. 12-14

Valvas lineares a estreitamente lanceoladas; ápices amplamente arredondados a levemente rostrados; área axial próxima aos ápices é estreita, linear, tornando-se ampla e lanceolada em direção à área central; área central irregular, formando uma fásia estreita, às vezes ausente devido à presença de estrias centrais mais espaçadas; lanceolada; estrias radiadas na região central da valva, e fortemente radiadas próximo aos ápices. **Medidas:** compr. 9,4-11,1 µm; larg. 1,7-2,0 µm; estrias inconspícuas.

Pertence ao gênero *Achnanthidium* devido à estrutura da rafe, aréolas unisseriadas, formato da valva e curvatura típica da frústula (Round & Bukhtiyarova 1996).

Espécie comum em águas com pH neutro, com baixa condutividade e baixos níveis de nitrogênio e fósforo (Van de Vijver *et al.* 2011).

Trata-se de primeira citação para o Estado de São Paulo e para a represa Guarapiranga.

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 18%, ocorrendo em apenas duas estações de amostragem: GUA03 e GUA04.

Achnanthidium saprophilum (Kobayasi & Mayama) Round & Bukhtiyarova. *Diatom Research* 11(2), p. 349. 1996
(ADSA) Prancha 3, Figs. 15-17

Valvas lineares; ápices arredondados a subcapitados a arredondados; estrias radiadas na valva rafídea, tornando-se mais espaçadas e densas em direção aos ápices; área axial lanceolada com estrias radiadas na valva arrafídea. **Medidas:** compr. 7,6-9,4 µm; larg. 2,3-2,9 µm; estrias inconspícuas.

Segundo Hlubickova *et al.* (2011), as características mais utilizadas na identificação desta espécie em microscopia óptica são os ápices amplamente arredondados. A separação de *A. tepidaricola* Van de Vijver e Haan é feita pela presença de margens mais convexas e ápices menos capitados em *A. saprophilum*.

Espécie com alta tolerância a poluição orgânica, ocorrendo em águas hipereutróficas (van Dam *et al.* 1994; Taylor *et al.* 2007).

Trata-se de primeira citação para o Estado de São Paulo e para a represa Guarapiranga.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em algumas estações de amostragem: GUA01, GUA03, GUA04, GUA06, GUA07 e GUA08.

Naviculales Bessey 1907 emend. D.G. Mann in Round *et al.* 1990

Diadesmidaceae D.G. Mann in Round *et al.* 1990

Diadesmis Kützinger 1844

Diadesmis confervacea Kützinger. *Bacillarien oder Diatomeen*, p. 109, pl. 30, fig. 8. 1844

(DCOF) Prancha 3, Figs. 18-21

Valvas lanceoladas, extremidade subrostradas; área axial linear-lanceolada; área central ampla com nódulo central arredondado; estrias radiadas e delicadas. A espécie caracteriza-se pelas pequenas valvas lanceoladas e área central ampla. **Medidas:** compr. 14,3-16,8 μm , larg. 5,6-6,2 μm , estrias 22-29 em 10 μm .

Segundo Torgan & Santos (2008), muitas variedades e formas taxonômicas criadas na década de oitenta foram sinonimizadas, não havendo confusão entre os táxons afins. A circunscrição da espécie concorda com a literatura (Patrick & Reimer 1966; Torgan & Santos 2008).

O táxon pode ser encontrado no plâncton, perifíton, sedimento e biótopo aéreo (Torgan & Santos 2008). Lobo *et al.* (1996) afirmam que *D. confervacea* é menos tolerante a poluição, enquanto que outros autores afirmam que é uma espécie saprófita, resistente a poluição orgânica e que seu desenvolvimento é maior entre 25 e 31°C (Coste 1975). Segundo van Dam *et al.* (1994), o táxon ocorre em águas eutróficas.

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 2%, ocorrendo em algumas estações de amostragem: GUA02, GUA06, GUA07, GUA08, GUA12 e GUA13.

Luticola D.G. Mann in Round *et al.* 1990

Luticola goeppertiana (Bleisch in Rabenhorst) Mann *ex* Round *et al.* *The Diatoms*, p. 670, 1990.

(LGOE) Prancha 3; Fig. 22-23

Valvas rômbico-lanceoladas; extremidades arredondadas; área axial linear a linear-lanceolada; área central expandida, não alcançando as margens da valva, estigma localizado próximo à área central; de difícil visualização; rafe filiforme; estrias radiadas
Medidas: compr. 25,6-26,56 µm, larg. 6,8-7,0 µm, estrias 13-23 em 10 µm.

A espécie apresenta grande variabilidade morfológica, de forma que as características diagnósticas não são claras, necessitando análises ultraestruturais, morfométricas e ecológicas para uma diferenciação mais precisa em nível específico (Pavlov et al. 2009).

O táxon foi registrado por Schneck *et al.* (2008) para o epilítion de um rio de altitude e por Torgan *et al.* (2009) associado a conchas de moluscos. Ocorre em águas eutróficas (van Dam *et al.* 1994) e saprófitas (Hofmann 1994).

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas uma estação de amostragem: GUA07.

Amphipleuraceae A. Grunow 1862

Frustulia L. Rabenhorst 1853

Frustulia saxonica Rabenhorst. *Diatom. Freund. Mikrosk*, p. 50, pl. 7, fig. 1.1853.

(FSAX) Prancha 3; Figs. 24-26

Valvas em formato rombóide com extremidades pequenas; ápices ligeiramente contraídos e pouco arredondados; nervuras longitudinais ligeiramente curvas; estrias longitudinais presentes, mas podem ser desorganizadas no centro da valva
Medidas: compr. 55,6-64,3 µm; larg. 13,4-13,7 µm; estrias inconspícuas.

Lange-Bertalot & Jahn (2000), ao avaliarem o material-tipo de *F. saxonica* Rabenhorst, observaram variações morfométricas, que foram reconhecidas como dois morfotipos (I e II). Na literatura, o morfotipo I tem sido identificado como *F. rhomboides* (Ehrenberg) De Toni var. *rhomboides* e o morfotipo II, como *F. rhomboides* (Ehrenberg) De Toni var. *saxonica* (Laux & Torgan 2011, Soares *et al.* 2011). Existe, ainda, certa confusão sobre os atributos morfológicos que diferenciam *F. saxonica* de *F. crassinervia* (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer. A principal característica distintiva de *F. saxonica* reside no contorno valvar destituído de ondulações (Brassac & Ludwig 2005), cuja característica também a separa de *F. rhomboides* (Soares *et al.* 2011).

Trata-se de espécie bentônica e acidófila (van Dam *et al.* 1994).

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 6%, ocorrendo em apenas três estações de amostragem: GUA01, GUA02 e GUA05.

Brachysiraceae D.G. Mann 1990

Brachysira Kützing 1836

Brachysira microcephala (Grunow) Compère. *Bulletin du Jardin botanique national de Belgique*, p. 26-28, fig. 94, 1986.

(BMIC) Prancha 3, Figs. 27-32

Valvas lanceoladas a linear-lanceoladas; extremidades protraídas capitadas a subcapitadas; área axial estreita e reta; área central arredondada e assimétrica; rafe reta; estrias pontuadas formando ondulações; delicadas e de difícil contagem. **Medidas:** compr. 20,0-26,8 μm ; larg. 4,3-4,6 μm ; estrias inconspícuas.

Wolfe & Kling (2001) comentam a confusão na nomenclatura de *Brachysira microcephala* e *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot, causada principalmente por Lange-Bertalot & Moser (1994) publicarem a mesma espécie de Compère (1988) como *B. neoexilis*. O material examinado concorda com Hamilton (2010) e Wolfe & Kling (2001).

Trata-se de espécie comumente encontrada no perifíton e metafíton de ecossistemas aquáticos em todo o mundo (Czarnecki *et al.* 1995; Potapova & Charles 2003; Ibarra *et al.* 2009), em águas ácidas (Denys & Straaten 1992), bem como em ambientes de referência reportados em trabalhos paleolimnológicos (Grenier *et al.* 2006). Foi previamente registrada para a represa Guarapiranga por Fontana *et al.* (2014) em estudo paleoambiental no trecho do testemunho que corresponde ao período em que a represa, embora com entorno pouco urbanizado, sofreu importantes mudanças hidrológicas como canalização do rio Pinheiros e desvio parcial para a represa Guarapiranga para abastecimento público.

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 9%, ocorrendo em apenas quatro estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA06 e GUA08.

Sellaphorineae D.G. Mann in Round *et al.* 1990

Sellaphoraceae Mereschowsky 1902

Eolimna Lange-Bertalot & W. Schiller 1997

Eolimna minima (Grunow in Van Heurck) Lange-Bertalot. *Bibliotheca Diatomologica* 38, p. 153. 1998.

(EOMI) Prancha 3, Fig. 33-34

Valvas elípticas; extremidades amplamente arredondadas; área axial estreita e linear; área central ampla com estrias espaçadas e encurtadas irregularmente e de difícil visualização. A espécie caracteriza-se pelas valvas elípticas pequenas, com presença de área central ampla com estrias encurtadas e espaçadas. **Medidas:** compr. 8,9-10,3 µm; larg. 3,6 µm, estrias inconspícuas.

É muito semelhante à *Sellaphora seminulum* (Grunow) Mann que, conforme Krammer & Lange-Bertalot (1986), apresenta menor densidade de estrias (18-22 em 10 µm) do que *E. minima* (20-25 em 10 µm), havendo, porém, sobreposição de medidas. Patrick & Reimer (1966) consideram, ainda, a forma não inflada na região mediana de *E. minima* como característica distintiva entre desses dois táxons.

Segundo van Dam *et al.* (1994) o táxon ocorre em águas eutróficas.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas três estações de amostragem: GUA03, GUA04, GUA06, GUA07, GUA08 e GUA14.

Sellaphora Mereschowsky 1902

Sellaphora capitata Mann and McDonald. *In Phycol.* 43(4): 477, figs 4j-l, figs 38-42, 2004.

(SECA) Prancha 3, Fig. 35

Valvas linear-elípticas; extremidades subcapitadas; esterno da rafe linear, estreito; área central expandida lateralmente, limitada pelo encurtamento das estrias medianas; rafe filiforme, extremidades proximais sutilmente fletidas para um dos lados; estrias curvo-radiadas, delicadas, mais espaçadas e retas na região mediana da valva; aréolas inconspícuas. **Medidas:** compr. 31,1 µm; larg. 7,2 µm; estrias 22 em 10 µm.

De acordo com Mann *et al.* (2004), *S. capitata* difere de *S. pupula* (Kützinger) Mereschowsky por apresentar extremidades subcapitadas, rafe sinuosa, menor densidade de estrias (16-22 em 10 µm), sendo estas fortemente radiadas em toda a superfície valvar.

Sellaphora capitata foi registrada para o perifíton por Santos *et al.* (2011). Informações ecológicas sobre a espécie não foram encontradas na literatura.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas três estações de amostragem: GUA01, GUA02 e GUA10.

Sellaphora ventraloconfusa Lange-Bertalot. *Bibliotheca Diatomologica* Vol 18, p. 165, fig. 79: 37,38. 1989.

(SVTC) Prancha 3, Fig. 36

Valvas lanceoladas; extremidades largamente capitadas; área central lateralmente expandida, limitada pelo encurtamento irregular das estrias medianas; estrias delicadas, mais espaçadas na região mediana, dispostas radialmente em toda superfície valvar. **Medidas:** compr. 19,9 μm ; larg. 5,9 μm ; estrias inconspícuas.

Mann *et al.* (2004), em revisão de diversos táxons de *Sellaphora*, afirmam que *S. ventraloconfusa* poderia ser agrupada no grupo de *Sellaphora seminulum*, porém os dados disponíveis até o momento ainda são insuficientes para isso.

Até o momento, o único registro de *S. ventraloconfusa* para o Brasil parece ser o de Santos *et al.* (2011) para o perifíton na região Sul do país. Informações ecológicas da espécie não foram encontradas.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas duas estações de amostragem: GUA01 e GUA02.

Pinnulariaceae D.G. Mann in Round *et al.* 1990

Pinnularia C.G. Ehrenberg 1843

Pinnularia brauniana (Grunow) F.W.Mills. *Index of Genera and species of Diatomaceae and their synonyms*. P. 1273. 1934

(PBRN) Prancha 3, Fig. 37-39

Valvas linear-lanceoladas, extremidades capitadas, esterno da rafe formando com a área central um espaço lanceolado, amplo a pouco expandido, área central lateralmente expandida. **Medidas:** compr. 29,0-34,0 μm ; larg. 6,4-6,5 μm ; estrias 7-8 em 10 μm .

Pinnularia subanglica Krammer diferencia-se de *P. brauniana* (Grunow) Mills por apresentar valvas lineares, muito levemente convexas e extremidades menos alongadas (Krammer 2000).

Segundo van Dam *et al.* (1994) o táxon ocorre em águas oligotróficas.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas duas estações de amostragem: GUA01 e GUA11.

Chamaepinnularia Lange-Bertalot & K. Krammer 1996

Chamaepinnularia submuscicula (Krasske) Lange-Bertalot In Moser, Lange-Bertalot e Metzeltin, p. 27; pl. 3, fig. 1-4, 1998.

(CSMU) Prancha 3, Fig. 40-41

Valvas lanceoladas; extremidades arredondadas a atenuado-arredondadas; esterno da rafe filiforme, estreito; rafe reta; área central levemente lanceolada; estrias radiadas em toda extensão valvar. C: 10,1-10,8 µm; L: 2,6-2,8 µm; estrias inconspícuas.

Difere de *Chamaepinnularia mediocris* (Krasske) Lange-Bertalot por esta ser levemente intumescida na região mediana da valva (Lange-Bertalot 1996).

Não foram encontradas informações sobre a ecologia da espécie. Trata-se de primeira citação para o Estado de São Paulo e para a represa Guarapiranga.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas duas estação de amostragem: GUA01.

Naviculineae Hendey 1937

Naviculaceae Kützing 1844 emend. D.G. Mann in Round et al. 1990

Navicula Bory 1822

Navicula cryptocephala Kützing. *Bacillarien order Diatomeen*, p. 95, pl. 3, figs. 20, 26, 1844.

(NCRY) Prancha 3, Figs. 42-46

Valvas lanceoladas, extremidades levemente rostradas protraídas a ligeiramente subcapitadas, área axial estreita, área central arredondada, rafe reta e filiforme, estrias encurtadas regularmente na região mediana da valva e estrias fortemente radiadas na região mediana da valva e convergente nas extremidades. **Medidas:** 25,6-36,8 µm; larg. 4,3-5,6 µm; estrias 16-18 em 10 µm.

Aproxima-se mais de *N. cryptotenella* Lange-Bertalot, da qual se separa pelo encurtamento regular das estrias na área central e irregular na segunda espécie (Krammer & Lange-Bertalot 1986). Ainda, diferencia-se pelas suas valvas mais estreitas e ápices subcapitados, enquanto que em *N. cryptotenella* os ápices são arredondados e levemente protraídos (Poulickova et al. 2010).

Segundo van Dam et al. (1994) o táxon é encontrado em águas eutróficas.

Distribuição: A espécie teve contribuição de até 7%, ocorrendo em todas as estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA03, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09, GUA10, GUA11, GUA12, GUA13 e GUA14.

Hippodonta Lange-Bertalot

Hippodonta avittata Lange-Bertalot, Metzeltin, & Witkowski. *Iconographia Diatomologica* 4: 253, pl. 1: 30-34. 1996.

(HAVT) Prancha 3, Fig. 47

Valvas lanceoladas; extremidades atenuado-arredondadas; área central oblíqua limitada pelo encurtamento de uma estria mediana; rafe filiforme; estrias dispostas radialmente em toda superfície valvar. **Medidas:** compr. 19,1 µm, larg. 4,5 µm, estrias 11 em 10 µm.

Segundo van Dam *et al.* (1994) o táxon é encontrado em águas mesotróficas a eutróficas.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas duas estações de amostragem: GUA02 e GUA04.

Naviculadicta H. Lange-Bertalot 1994

Naviculadicta sassiana Metzeltin & Lange-Bertalot. *Iconographia Diatomologica*, vol. 9. p. 144-145, pl. 75, figs. 9-12. 1998

(NDSA) Prancha 3, Fig. 48-49

Valvas elíptico-lanceoladas, extremidades capitadas, área axial estreita, reta, rafe filiforme, retilínea, área central pequena, irregular, estrias encurtadas irregularmente no centro, estrias radiadas. **Medidas:** 12,5-14,0 µm; larg. 3,7-4,3 µm; estrias inconspícuas.

Difere de outras espécies de *Naviculadicta* por apresentar valvas amplamente elípticas e extremidades marcadamente capitadas (Lange-Bertalot 1998).

Registrada para o epilítion por Souza & Oliveira (2007). Informações ecológicas não foram encontradas.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas uma estação de amostragem: GUA02.

Bacillariales Hendey 1937 emend. D.G. Mann in Round *et al.* 1990

Bacillariaceae Ehrenberg 1831

Nitzschia Hassall 1845

Nitzschia gracilis Hantzsch ex Rabenhorst. *Hedwigia* 2: p. 40, pl. 6, fig. 8. 1860.

(NIGR) Prancha 3, Fig. 50-51

Valvas linear-lanceoladas, ápices afilados e atenuados, fíbulas equidistantes, estrias inconspícuas. **Medidas:** 51,2-52,5 µm; larg. 2,8-3,1 µm; 9-12 fíbulas em 10µm.

Bes & Torgan (2010) diferem o táxon de *Nitzschia paleaceae* Grunow pela distribuição das fíbulas, ou seja, pelo maior espaçamento na região central da valva, sendo equidistantes em *N. gracilis*.

Segundo van Dam *et al.* (1994), o táxon ocorre em águas mesotróficas a eutróficas.

Distribuição: A espécie não foi considerada abundante ($\leq 2\%$), ocorrendo em apenas quatro estações de amostragem: GUA07, GUA08, GUA10, GUA12 e GUA14.

Nitzschia palea var. *debilis* (Kützing) Grunow In Cleve and Grunow 1880

(NPAD) Prancha 3, Fig. 52-54

Valvas lanceoladas e ápices arredondados estrias não são visíveis em MO. *Nitzschia palea* var. *debilis* é proporcionalmente mais fina e tem mais fíbulas, dentre as demais espécies do gênero *Nitzschia*. **Medidas:** 23,7-28,7 µm; larg. 2,5-3,4 µm; 9-11 fíbulas em 10 µm.

Difere de *N. palea* var. *palea* e *N. palea* var. *tenuirostris* pela presença de polos mais arredondados, sendo subcapitados nas outras duas espécies (Kociolek 2011).

Não foram encontradas informações ecológicas da espécie

Distribuição: A espécie apresentou contribuição de até 21%, ocorrendo na maioria das estações de amostragem: GUA01, GUA02, GUA04, GUA05, GUA06, GUA07, GUA08, GUA09, GUA09, GUA10, GUA11, GUA12, GUA13 e GUA14.

Prancha 1

Escala MO: 10 µm

Figs. 1-3. *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen

Figs. 4-6. *Aulacoseira granulata* var. *granulata* (Ehrenberg) Simonsen

Figs. 7-10. *Aulacoseira tenella* (Nygaard) Simonsen. Figs. 7-8 Vista lateral. Figs. 9-10. Vista valvar.

Figs. 11-13. *Cyclotella atomus* Hustedt

Figs. 14-16. *Cyclotella meneghiniana* Kützing

Figs. 17-19. *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee

Figs. 20-22. *Discostella stelligera* (Cleve & Grun.) Houk & Klee

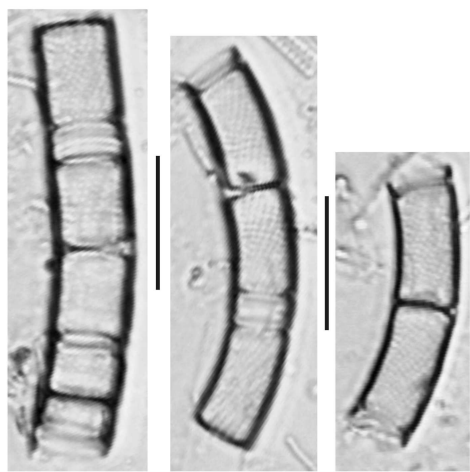
Figs. 23-31. *Fragilaria fragilarioides* (Grunow in Van Heurck) Cholnoky

Figs. 32-35. *Fragilaria crotonensis* Kitton. Figs. 32-34. Vista valvar. Figs. 35. Cadeia em vista lateral.

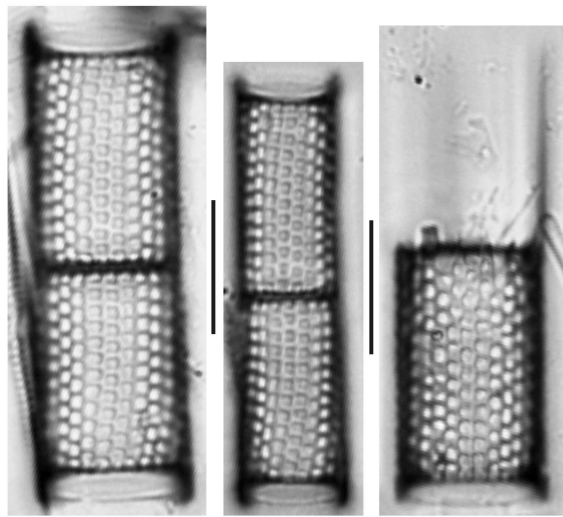
Figs. 36-38. *Fragilaria* sp.2

Fig. 39-41. *Actinella lange-bertalotii* Kociolek in Kociolek, Lyon & Spaulding

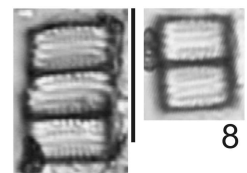
Figs. 42-44. *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Souza in Souza & Moreira-Filho



1-3

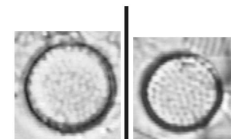


4-6

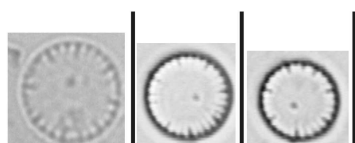


7

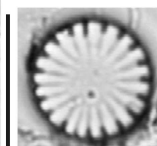
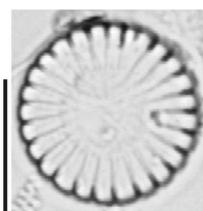
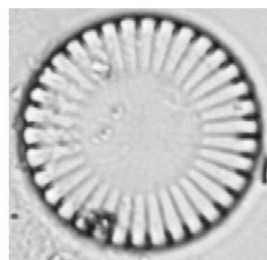
8



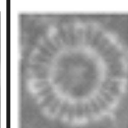
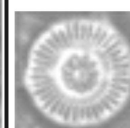
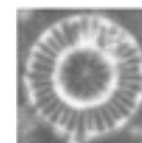
9-10



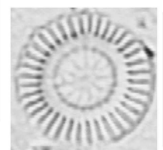
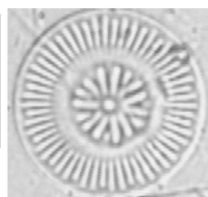
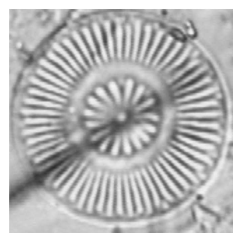
11-13



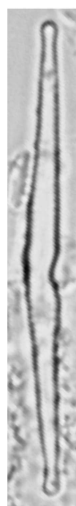
14-16



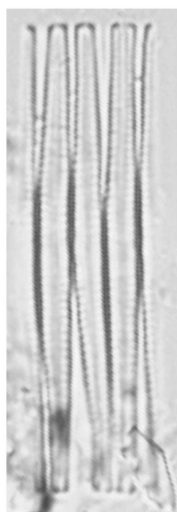
17-19



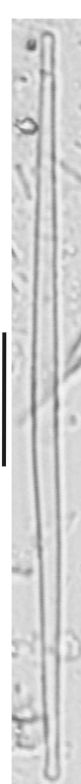
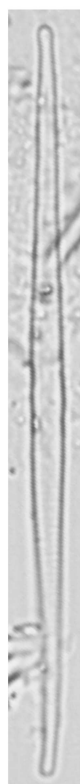
20-22



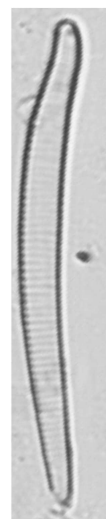
32-34



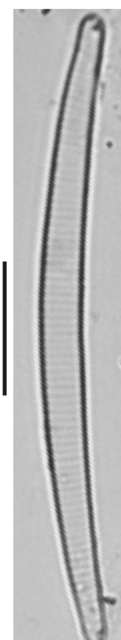
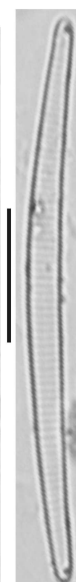
35



36-38



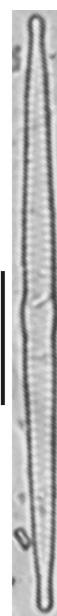
39-41



42-44



23



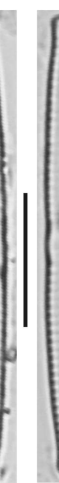
24



25



26



27



28



29



30



31

Prancha 2

Escala MO: 10 µm

Figs. 1-3. *Eunotia rhomboidea* Hustedt

Figs. 4-6. *Eunotia camelus* Ehrenberg

Figs. 7-10. *Eunotia tukanorum* Wetzel & Bicudo.

Figs. 11-14. *Eunotia veneris* (Kützing) De Toni.

Figs. 15-17. *Cymbopleura naviculiformis* (Auerswald) Krammer

Figs. 18-20. *Encyonema minutum* (Hilse) Mann

Figs. 21-24. *Encyonema silesiacum* (Bleisch) Mann in Round *et al.*

Figs. 25-26. *Gomphonema brasiliense* Grunow

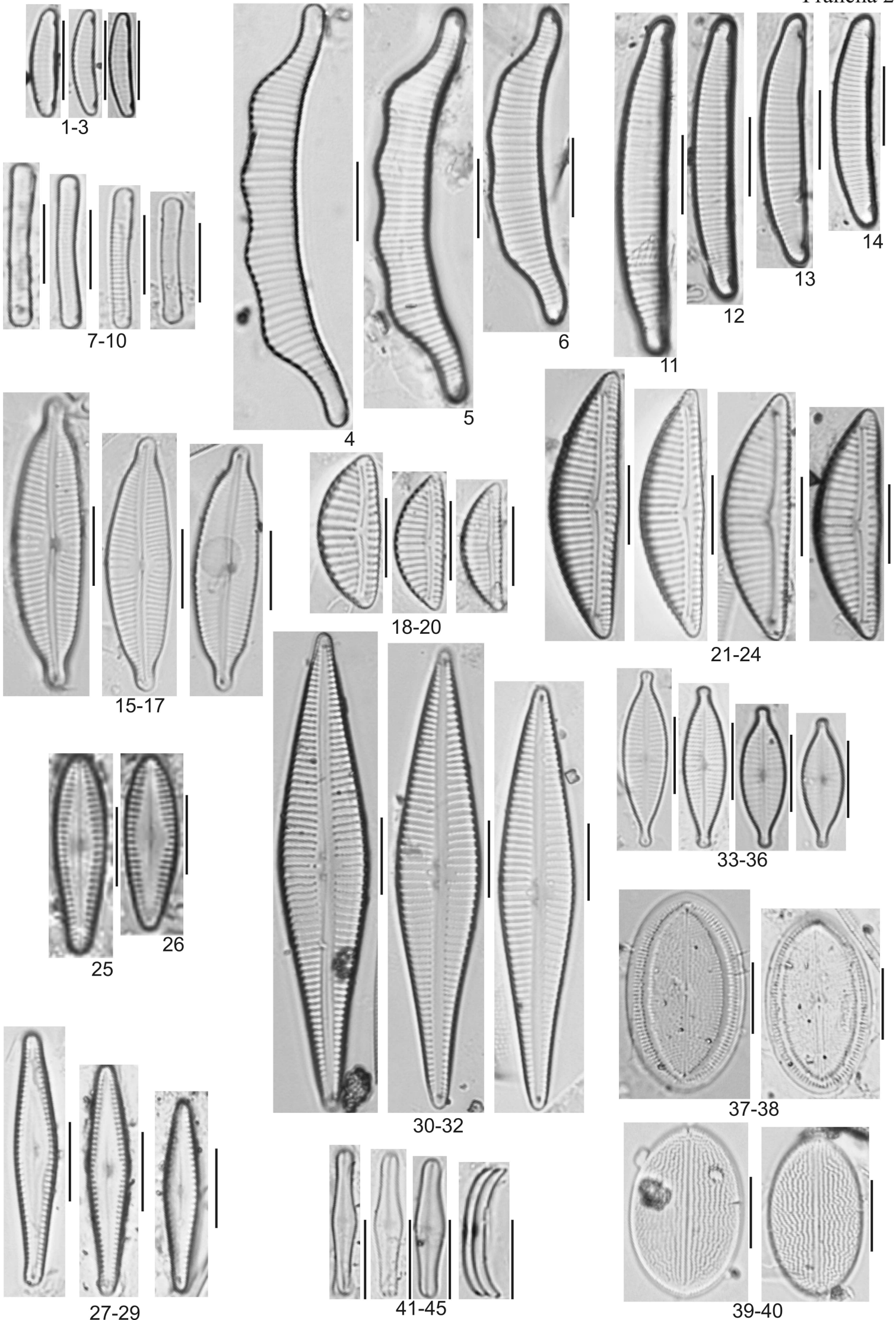
Figs. 27-29. *Gomphonema curvipedatum* Kobayase ex Osada.

Figs. 30-32. *Gomphonema gracile* Ehrenberg.

Figs. 33-36. *Gomphonema lagenula* Kützing.

Figs. 37-40. *Cocconeis lineata* Ehrenberg. Figs. 37-38. Valvas rafideas. Figs. 39-40. Valvas arrafideas.

Figs. 41-45. *Achnanthidium catenatum* (Bily & Marvan) Lange-Bertalot. Figs. 41-43. valvas rafideas; Figs. 44-45. vista conectival.



Prancha 3

Escala MO: 10 µm

Figs. 1-3. *Achnantheidium* cf. *caledonicum* (Lange-Bert.) Lange-Bertalot

Figs. 4-7. *Achnantheidium jackii* Rabenhorst

Fig. 8. *Achnantheidium macrocephalum* (Hustedt) Round et Bukhtiyarova

Figs. 9-11. *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki

Figs. 12-14. *Achantheidium pseudolineare* Van de Vijver, Novais et Ector

Figs. 15-17. *Achantheidium saprophilum* (Kobayasi & Mayama) Round & Bukhtiyarova

Figs. 18-21. *Diadesmis confervacea* Kützing

Figs. 22-23. *Luticola goeppertiana* (Bleisch in Rabenhorst) Mann ex Round *et al.*

Figs. 24-26. *Frustulia saxonica* Rabenhorst

Figs. 27-32. *Brachysira microcephala* (Grunow) Compère

Figs. 33-34. *Eolimna minima* (Grunow in Van Heurck) Lange-Bertalot.

Fig. 35. *Sellaphora capitata* Mann & McDonald.

Fig. 36. *Sellaphora ventraloconfusa* Lange-Bertalot.

Figs. 37-39. *Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills.

Figs. 40-41. *Chamaepinnularia submiscicula* (Krasske) Lange-Bertalot.

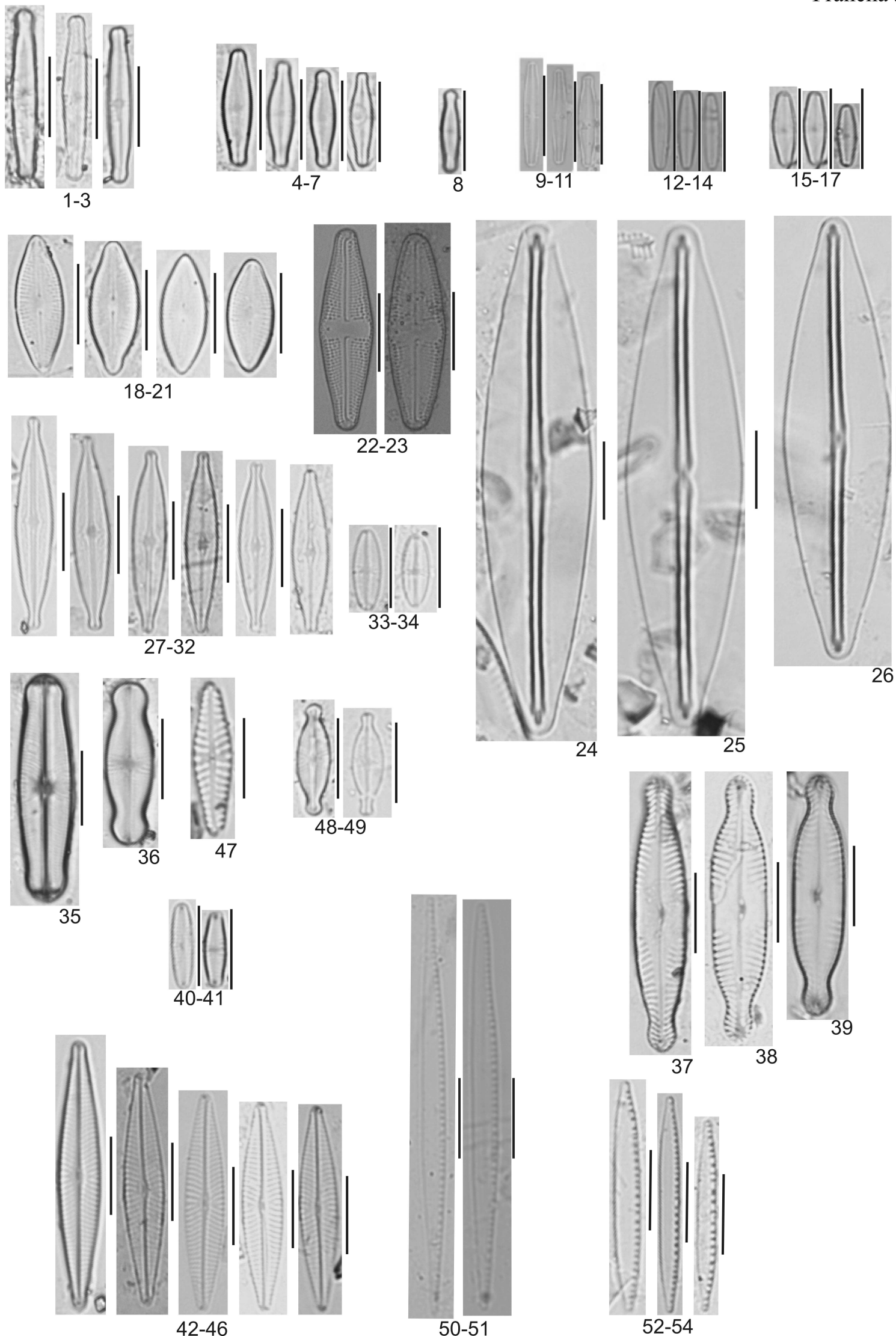
Figs. 42-46. *Navicula cryptocephala* Kützing

Fig. 47. *Hippodonta avittata* Lange-Bertalot, Metzeltin, & Witkowski.

Figs. 48-49. *Naviculadicta sassiana* Metzeltin & Lange-Bertalot.

Figs. 50-51. *Nitzschia gracilis* Hantzsch ex Rabenhorst

Figs. 52-54. *Nitzschia palea* var. *debilis* (Kützing) Grunow In Cleve and Grunow.



Referências Bibliográficas

- Bartozek, E.C.R.; Bueno, N.C.; Ludwig, T.A.V.; Tremarin, P.I.; Nardelli, M.S. & Rocha, A.C.R. 2013. Diatoms (Bacillariophyceae) of Iguaçu National Park, Foz do Iguaçu, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 27(1), p. 108-123. 2013.
- Berthon, V.; Bouchez, A. & Rimet, F. 2011. Using diatom life-forms and ecological guilds to assess organic pollution and trophic level in rivers: a case study of rivers in south-eastern France. *Hydrobiologia* 673: 259-271.
- Bes, D., Torgan, L.C. 2010. O gênero *Nitzschia* (Bacillariaceae) em ambientes lacustres na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro. V.61, n.3, p. 359-382.
- Bes, D.; Ector, L.; Torgan, L.C. & Lobo, E.A. 2012. Composition of the epilithic diatom flora from a subtropical river, Southern Brazil. *Iheringia* 67(1), p. 93-125.
- Bicca A, Torgan L, Santos C. 2011. Eunotiaceae (Eunotiales, Bacillariophyta) in lacustrine environments in the Coastal Plain from South Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 34: 1-19.
- Brassac, N.M. e Ludwig, T.A.V. 2003. Fragilariaceae (Bacillariophyceae) de rios da bacia do Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3), p. 311-318.
- Brassac N.M., Ludwig T.A.V. 2005. Amphipleuraceae and Diploneidaceae (Bacillariophyceae) from Iguaçu basin river, PR, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 359-368.
- Compère, P. 2001. *Ulnaria* (Kützinger) Compère, a new genus name for *Fragilariasubgen.Alterasynedra* Lange-Bertalot with comments on the typification of *Synedra* Ehrenberg. In: Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A., Comère, P. (Eds), *Lange-Bertalot Festschrift: Studies on Diatoms*. Ruggell: Gantner Verlag, 2011, p.97-101.
- Costa-Böddeker, S., Bennion, H., Jesus, T.A., Albuquerque, A.L.S., Rubens C.L. Figueira & Bicudo, D.C. 2012. Paleolimnologically inferred eutrophication of a shallow tropical urban reservoir, Southeast Brazil. *Journal of Paleolimnology* 48, 751-766.

- Coste, M. 1975. Sur La profilération dans La Seine d'une diatomée benthique tropicale: *Navicula confervacea* (Kützinger) Grunow. Annales de Limnologie, v. 11, p. 111-123.
- Czarnecki, D.B.; Kociolek, J. & Sullivan, M. 1995. Additions and confirmations to the algal flora of Lake Itasca (MN) State Park. III. The intramucilaginous diatom flora of the colonial peritrich ciliate, *Ophrydium versatile* (Ophrydiidae). A Century of Diatom Research in North America: A Tribute to the Distinguished Careers of Charles W. Reimer and Ruth Patrick: 183-194.
- Denys, L. & Straaten, D. 1992. A survey of the acid water diatom assemblages of two heathland relics in the Belgian northern Campine (Groot & Klein Schietveld, Brasschaat) with an assessment of their conservational value. Diatom Research 7: 1-13.
- Ehrenberg C.G. 1843b. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1841: 291–446.
- Faria, D.M.; Tremarin, P.I. e Ludwig, T.A.V. 2010. Diatomáceas perifíticas da represa Itaquí, São José dos Pinhais, Paraná: Fragilariales, Eunotiales, Achnanthales e *Gomphonema* Ehrenberg. Biota Neotropica 10(3), p. 415-427.
- Ferrari, F. & Ludwig, T.A.V. 2007. Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae (Achnanthales) dos rios Ivaí, São João e dos Patos, bacia hidrográfica do
- Fontana, L. 2013. Reconstrução Paleolimnológica da eutrofização na represa Guarapiranga com base em abordagem de multitraçadores biogeoquímicos. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Rio Claro. 225p.
- Fontana L. & Bicudo D C. 2012. Biodiversidade e distribuição das diatomáceas (Bacillariophyceae) de sedimentos superficiais nos reservatórios em cascata do rio Paranapanema, SP/PR, Brasil. Hoehnea 39, 4: 587-614.
- Fontana, L.; Albuquerque, A.L.S.; Brenner, M.; Bonotto, D.M.; Sabaris, T.P.P.; Pires, M.A.F.; Cotrim, M.E.B e Bicudo, D.C. 2014. The eutrophication history of a tropical water supply reservoir in Brazil. Journal of Paleolimnology 51, p. 29-43.
- Grenier M., Campeau S., Lavoie I., Park Y.S., Lek S. 2006. Diatom reference communities in Quebec (Canada) streams based on Kohonen self-organizing maps

- and multivariate analyses. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 63: 2087-2106.
- Håkansson, H.A. 2002. Compilation and evaluation of species in the genera *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family Stephanodiscaceae. Diatom Research, Florence, v.17, p. 1-139.
- Hamilton, P. *Brachysira brebissonii*. In: Diatoms of the United States. 2010. Disponível em: <http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/brachysira_brebissonii> Acesso em: 04 jun. de 2013.
- Hlúbíková, D., Ector, L., Hoffmann, L. 2011. Examination of the type material of some diatom Armoricais & des contrées voisines d'Europe occidentale. Paris: Société Nouvelle des Editions Boubée. 444p.
- Hofmann, G. 1994. Aufwuchs diatoms in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. Bibliotheca Diatomologica, 30, 1-241. J. Cramer, Berlin-Stuttgart.
- Houk, V. 1993. Some morphotypes in the "*Orthoseira roseana*" complex. Diatom Research, v. 8, n. 2, p. 385-402.
- Houk, V., Klee, R. 2004. The stelligeroid taxa of the genus *Cyclotella* (Kützing) Brébisson (Bacillariophyceae) and their transfer into the new genus *Discostella* gen. nov. Diatom Research, Florence, v.19, p. 203-228.
- Houk, V. & Klee, R. 2007. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions Part II. Melosiraceae and Aulacoseiraceae (Supplemente to Part I). Fottea, Olomouc, 7(2): 85-255.
- Ibarra, C.; Tavera, R. & Novelo, E. 2009. Diversidad y estructura de las comunidades de diatomeas del perifiton y el metafiton en un humedal tropical en México. Revista mexicana de biodiversidad 80: 763-769.
- Kobayasi, H., Idei, M., Mayama, S., Nagumo, T., Osada, K. 2006. Atlas of Japanese Diatoms based on electron microscopy. Tokyo: Uchida Rokakuho Publishing Co. Ltd. 531p.
- Kociolek, P. *Encyonopsis subminuta*. In: Diatoms of the United States. 2011. Disponível em: <http://waterndiatoms.colorado.edu/taxa/species/encyonopsis_subminuta> Acesso em: 23 de jun. 2013.
- Kociolek, J.P., Lyon, D. & Spaulding, S. 2001. Revision of the South American species of *Actinella*. Studies on Diatoms, p. 131-165.

- Krammer, K. 1982. Valve morphology in the genus *Cymbella* C.A.Agardh. In: Helmcke, J.G., Krammer, K. Micromorphology of diatoms valves. Vaduz: J. Cramer, v.2. 299p.
- Krammer, K. 2000. The genus *Pinnularia*. In: H. Lange-Bertalot (ed.). Diatoms of Europe, v. 1. A.R.G. Gantner, Ruggell.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1986. Bacillariophyceae 2/1. Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. Die Sübwasserflora Von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag. 876p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991: Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa 2 (3). G. Fischer, Stuttgart & Jena.
- Landucci, M. & Ludwig, T.A.V. 2005. Diatomáceas de rios da bacia hidrográfica Litorânea, PR, Brasil: Coscinodiscophyceae e Fragilariophyceae. Acta Botanica Brasilica 19(2), p. 345-357.
- Lange-Bertalot, H. 1980. Zur systematischen Bewertung der bandförmigen Kolonien von *Navicula* und *Fragilaria*. Kriterien für die Vereinigung von *Synedra* (subgen. *Synedra*) Ehrenberg mit *Fragilaria* Lyngbye. Nova Hedwigia 33: 723-787.
- Lange-Bertalot, H. 1996. Iconographia Diatomologica vol. 4. Annotated Diatom Monographs. 1-287.
- Lange-Bertalot, H. 1998. Iconografia Diatomologica vol. 5. Tropical diatoms of the South America I. 1-695.
- Lange-Bertalot, H. 2004. Iconographia Diatomologica vol. 13. Annotated Diatom Monographs. 1-480.
- Lange-Bertalot, H. 2005. Iconographia Diatomologica vol. 15. Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere. 1-736.
- Lange-Bertalot H, Jahn R. 2000. On the identity of *Navicula* (Frustulia) rhomboides and *Frustulia saxonica* (Bacillariophyceae). Systematics and Geography of Plants: 255-261.
- Lange-Bertalot, H. & Moser, G. 1994. *Brachysira*. Monographie der Gattung. Bibliotheca Diatomológica. 212p.

- Laux M, Torgan L.C. 2011. Diatomáceas com plastídeos no plâncton da foz dos rios do Delta do Jacuí, sul do Brasil: um complemento à taxonomia tradicional¹. Iheringia, Sér. Bot 66: 109-132.
- Lobo, E.A.; Callegaro, V.L.M.; Oliveira, M.A.O.; Salomoni, S. E.; Schuler, S.; Asai, K. 1996. Pollution Tolerant Diatoms from Lotic Systems the Jacuí Basin, Rio Grande do Sul, Brazil. Iheringia. Série Botânica, n. 47, p. 45-72.
- Ludwig, T.A.V. & Flôres, T.L. 1997. Diatomoflórula dos rios da região a ser inundada para a construção da usina hidrelétrica de Segredo, PR. Fragilariophyceae (Fragilaria e Synedra). Hohenaea 24(1), p. 55-65.
- Ludwig, T.A.V.; Bigunas, P.I.T.; Neiva, T.F.; Coquemala, V. & Piccinini, C. 2005. Diatomáceas (Ochromyza) dos lagos do Jardim Botânico. Revista do Museu Nacional do Rio de Janeiro 10: 301-323.
- Mann, D.G.; McDonald, S.M.; Bayeri, M.M.; Droop, S.M.; Chepurnovi, V.A.; Loke, R.E.; Ciobanu, A. e Du Buf, J.M.H. 2004. The *Sellaphora pupula* species complex (Bacillariophyceae): morphometric analysis, ultrastructure and mating data provide evidence for five new species. Phycologia 43(4), p. 459-482.
- Marquardt, G.C. 2012. A Ordem Cymbellales (Bacillariophyceae) no Estado de São Paulo: levantamento florístico. Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica. 270p.
- Medlin LK, Kaczmarska I. 2004. Evolution of the diatoms V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. Phycologia 43: 245-270.
- Mello, S.; Torgan, L.C. & Raupp, S.V. 2010. *Actinella* species (Bacillariophyta) from an Amazon black water floodplain lake (Amazonas - Brazil). Acta Amazonica 40(2), 269-274.
- Monnier, O., Lange-Bertalot, H., Hoffmann, L., Ector, L. 2007. The genera *Achnantheidium*Kützinger and *Psammothidium*Bukhtiyarova& Round in the family *Achnanthidiaceae* (Bacillariophyceae): a reappraisal of the differential criteria. Cryptogamie Algologie, Paris, v.28, n.2, p.141-158.
- Morales, E., Rosen, B., and Spaulding, S. 2013. *Fragilaria crotonensis*. In Diatoms of the United States. Retrieved December 02, 2013, from http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/fragilaria_crotonensis

- Morales, E.; Ector, L.; Fenández, E.; Novais, M.H.; Hlúbíková, D.; Hamilton, P.B.; Blaco, S.; Vis, M.L. e Kociolek, P.J. 2011. The genus *Achnantheidium* Kütz. (Achnanthales, Bacillariophyceae) in Bolivian streams: a report of taxa found in recent investigations. *Algological Studies* 136/137, p. 89-130.
- Moresco, C.; Tremarin, P.I.; Ludwig, T.A.V. & Rodrigues, L. 2011. Diatomáceas perifíticas abundantes em três córregos com diferentes ações antrópicas em Maringá, PR, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 34(3), p. 359-373.
- Moro, R.S. & Fürstenberger, C.B. 1997. Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas. Ponta Grossa: Editora da Universidade Estadual de Ponta Grossa, 282 p.
- Moura, A.N. & Bittencourt-Oliveira, M.C. 2004. Diatoms (Bacillariophyceae) of the Tibagi River, Southern Brazil. *Algological Studies* 112, p. 73-87.
- Nardelli, M.S.; Bueno, N.C.; Ludwig, T.A.V.; Tremarin, P.I. e Bartozek, E.C.R. 2014. Coscinodiscophyceae and Fragilariophyceae (Diatomeae) in the Iguaçu River, Paraná, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 28(1), p. 127-140.
- Patrick R, Reimer CW. 1966. The Diatoms of United States. Monographs of the Academy of Natural Sciences-Philadelphia 1: 1-688.
- Patrick, R., & C.W. Reimer. 1975. *Diatoms of the United States. Volume II, Part 1. Monograph 13*, Acad. Nat. Sci. Philadelphia.
- Ponader, K.C. & Potapova, M.G. 2007. Diatoms from the genus *Achnantheidium* in flowing waters of the Appalachian Mountains (North America): Ecology, distribution and taxonomic notes. – *Limnologia* 37: 227-241.
- Potapova, M. e Charles, D.F. 2003. Distribution of benthic diatoms in US rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biology* 48: 1311-1328.
- Potapova, M., Bixby, R.J., Charles, D.F., Edlund, M.B., Enache, M.E., Furey, P., Hamilton, P.B., Lowe, R.L., Manoylov, K.M., Ognjanova-rumenova, N., Ponader, K.C., Ren, L., Siver, P.A., Spaulding, S.A., Zalack, J. 2008. Eighteenth NAWQA Workshop on Harmonization of Algal Taxonomy: Representatives of the genus *Aulacoseira* Thwaites in NAWQA samples. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 53pp.
- Poulicková, A., Neustupab, J.J. & Kaloudb, P.S. 2010. Pseudocryptic Diversity versus Cosmopolitanism in Diatoms: a Case Study on *Navicula cryptocephala* Kütz. (Bacillariophyceae) and morphologically Similar Taxa. *Protist*. Vol. 161. 353-369.

- Romero, O.E. & Jahn, R. 2013. Typification of *Cocconeis lineata* and *Cocconeis euglypta* (Bacillariophyta). *Diatom Research* 28(2), p. 175-184.
- Round FE, Crawford RM, Mann DG. 1990. *Diatoms: biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press 744pp.
- Round, F.E. & Bukhtiyarova, L. 1996. Four new genera based on *Achnanthes* (*Achnanthidium*) together with a re-definition of *Achnanthidium*. *Diatom Res.* 11.345-361.
- Santos, E.M.; Tremarin, P.I. & Ludwig, T.A.V. 2011. Diatomáceas perifíticas em *Potamogeton polygonus* Cham. & Schltdl.: citações pioneiras para o estado do Paraná. *Biota Neotropica* 11(3), p. 303-315.
- Schneck, F.; Torgan, L.C. e Schwarzbald, A. 2008. Diatomáceas epilíticas em riacho de altitude no Sul do Brasil. *Rodriguésia* 59(2), 325-338.
- Silva, A.M.; Ludwig, T.A.V.; Tremarin, P.I. & Vercellino, I.S. 2010. Diatomáceas perifíticas em um sistema eutrófico brasileiro (Reservatório do Iraí, estado do Paraná). *Acta Botanica Brasilica* 24(4), p. 997-1016.
- Simonsen, R. 1987. *Atlas and Catalogue of the diatoms types of Friedrich Hustedt*. J. Cramer: Berlin. Vol 1-3. pp. 1-525.
- Soares F.S, Konoplya, B.I.B., Silva J.F.M. da, Andrade S.G.T.J. 2011. Amphipleuraceae (Bacillariophyceae) do alto da bacia do Ribeirão Cambé, Londrina, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 34: 39-49.
- Souza, M.G.M. & Oliveira, R.I.R. 2007. Levantamento da diatomoflórula epilítica da bacia do rioParaná, Goiás, Brasil. In: MARTINS-SILVA, M. J. (Org). *Inventário da biota aquática com vistas a conservação e utilização sustentável do bioma Cerrado (Serra e Vale do rio Paraná)*. Brasília: MMA. v.1, p. 72-92.
- Spaulding, S. & Edlund, M. 2009. Aulacoseira. In: *Diatoms of the United States*. Acesso em Fevereiro, 2013: <<http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/genus/Aulacoseira>>.
- Stoof-Leichsenring, K.R., Junginger, A., Olaka, L.A., Tiedemann, R. & Trauth, M.H. 2011. Environmental variability in Lake Naivasha, Kenya, over the last two centuries. *Journal of Paleolimnology* 45: 353-367.
- Tavares, B. & Valente-Moreira, I.M. 2000. Diatomoflórula do lago de Cascavel, município de Cascavel, estado do Paraná, Brasil. *Hoehnea* 27: 1-24.

- Taylor, J.C., Harding, W.R. & Archibald, G.M. 2007. An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa. WRC Report TT, V. 282, N.7. 1-224p.
- Torgan, L.C. & Santos, C.B. 2008. *Diadesmis confervacea* (Diadesmiaceae-Bacillariophyta): morfologia externa, distribuição e aspectos ecológicos. Iheringia. Série Botânica, v. 63, n. 1, p. 171-176.
- Torgan, L.C.; Salomoni, S.E. & Bicca, A.B. 2009. Diatomáceas sobre *Limnoperna fortunei* (Dunker), molusco introduzido no Lago Guaíba, Sul do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 32(1), p. 23-31.
- Tremarin P.I., Ludwig T.A.V., Moreira-Filho H. 2008. Eunotia Ehrenberg (Bacillariophyceae) of Guaraguaçu river, littoral of Paraná State, Brazil. Acta Botanica Brasílica 22: 845-862.
- Tremarin, P.I., Ludwig, T.A.V., Bertolli, L.M., Faria, D.M., Costin, J.C. 2009. *Gomphonema* Ehrenberg e *Gomphosphenia* Lange-Bertalot (Bacillariophyceae) do Rio Maurício, Paraná, Brasil. Biota Neotropica, v.9, n.3. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n4/en/abstract?inventory+bn00309042009>> Acesso em 15 jun. 2013
- van Dam, H.; Mertens, A. & Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Netherlands Journal of Aquatic Ecology, 28: 117-133.
- Van de Vijver, B., Jarlman, A., Lange-Bertalot, H., Merten, S.A., De Haan, M. Ector, L. 2011. Morphology and ecology of four new European *Achnantheidium* species (Bacillariophyceae). Algological Studies, Stuttgart, v. 136/137, p. 193-210.
- Van Heurck, H. 1880-1881. Synopsis des Diatomées de Belgique. Atlas. Anvers:Édité par L'Auteur. 135 est.
- Van Heurck H. 1885. Synopsis des diatomées de Belgique. Martin Brouwers & Co., Anvers. 235 pp.
- Viana S, Rocha O. 2005. The toxicity of copper sulphate and atrazine to the diatom *Aulacoseira Granulata* (Ehrenberg) Simmons. Acta Limnol Brasil 17: 291-300
- Wetzel, C.E. 2011. Biodiversidade e distribuição espacial de diatomáceas (Bacillariophyceae) na bacia hidrográfica do rio Negro, Amazonas, Brasil. Instituto de Botânica de São Paulo, tese de doutorado, 1922p.

- Wetzel, C.E., Ector, L, Hoffmann, L. & Bicudo, D.C. 2010. Colonial planktonic *Eunotia* (Bacillariophyceae) from Brazilian Amazon: Taxonomy and biogeographical considerations on the *E. asterionelloides* species complex. *Nova Hedwigia* 91(1-2), 49-86.
- Williams D.M., Round F.E. 1988. *Fragilariforma*, nom. nov., a new generic name for *Neofragilaria* Williams & Round. *Diatom Research* 3: 265-266.
- Wojtal, A.Z., Ector, L. Van de Vijver, B., Morales, E.A., Blanco, S., Piatek, J., Smieja, A. 2011. The *Achnantheidium minutissimum* complex (Bacillariophyceae) in southern Poland. *Algological Studies*, Stuttgart, v. 136-137, p. 211-238.
- Wolfe, A.P. & Kling, H.J. 2001. A consideration of some North American soft-water *Brachysira* taxa and description of *B. arctoborealis* sp.nov. In: Jahn, R., Kociolek, J.P, Witkowski, A., Compère, P. Lange-Bertalot-Festschrift: Studies on Diatoms. Koenigstein: Koeltz. 243-264p.

ANEXO 2

RESULTADOS DAS ANÁLISES QUANTITATIVAS DAS DIATOMÁCEAS.

Tabela 1. Abundância relativa (%) das diatomáceas abundantes presentes no sedimento superficial da represa Guarapiranga.

Código	Estações de amostragem													
	GUA01	GUA02	GUA03	GUA04	GUA05	GUA06	GUA07	GUA08	GUA09	GUA10	GUA11	GUA12	GUA13	GUA14
ADCT	4,1	29,4	4,9	-	-	-	-	-	0,4	-	2,1	-	0,6	0,8
ADCA	0,2		2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADMA	9,2		0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADMI	14,0	1,3	23,7	5,5	1,2		1,3	0,5	0,2	-	-	0,1	-	-
ADPL	-	-	18,6	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AAMB	-	0,2	1,3	14,7	37,2	7,9	4,3	4,5	5,4	13,2	19,6	9,2	2,4	
AUGR	-	-	1,3	19,0	13,3	2,5	7,9	7,6	10,6	7,4	18,6	8,6	3,9	16,1
AUTL	0,2	4,4	1,3	1,2	0,4	-	-	-	-	0,1	1,8	-	0,2	0,6
BMIC	9,9	7,6	-	-	-	0,2	-	0,1	-	-	-	-	-	0,2
CPLI	-	-	3,4	0,2	3,4	0,8	0,9	-	1,0	0,1	0,4	-	0,2	-
CATO	-	-	1,9	4,2	5,9	30,4	6,0	-	10,4	3,0	10,8	16,8	15,0	5,5
CMEN	-	1,3	0,8	3,2	3,9	15,9	3,8	4,6	5,8	9,7	9,2	1,4	7,3	6,7
DCOF	-	0,2	-	-	-	0,6	3,0	0,3	-	-	-	0,3	0,2	-
DPST	-	-	0,9	-	3,0	3,5	5,5	1,0	3,0	3,2	-	1,7	1,0	3,5
DSTE	0,7	5,9	14,5	26,5	8,0	14,1	26,0	22,5	19,1	18,5	14,1	11,0	19,7	28,1
ETUK	-	6,7	6,2	6,1	2,7	4,8	1,1	0,2	2,0	2,6	0,1	0,0	0,3	0,4
EVEN	15,1	7,6	4,1	0,4	0,7	0,8	0,2	0,3	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
FFRA	1,3	1,3	0,9	2,2	3,2	0,8	2,1	2,4	4,0	2,5	2,6	1,9	5,3	5,5
FCRO	-	-	0,8	11,9	12,8	2,1	6,4	32,7	29,3	29,7	14,0	23,5	31,8	21,9
FSAX	6,6	6,1	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GBRA	-	-	2,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GGRA	5,0	4,0	0,4	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
GLGN	4,1	1,9	-	0,4	-	0,2	0,2	0,4	-	-	-	-	-	-
NCRY	7,9	6,9	1,1	0,4	0,2	2,3	2,3	3,4	0,6	1,0	1,2	0,9	2,3	2,0
NPAD	2,7	0,2	-	0,4	0,5	7,2	16,4	16,4	7,8	6,3	4,0	21,9	8,2	6,3

Tabela 2. Número total de valvas por estação de amostragem presentes nos sedimentos superficiais (valvas gMS⁻¹) na represa Guarapiranga.

Estação de amostragem	Sedimento superficial (valvas gMS-1)
GUA01	557
GUA02	476
GUA03	531
GUA04	495
GUA05	562
GUA06	483
GUA07	469
GUA08	934
GUA09	502
GUA10	888
GUA11	731
GUA12	885
GUA13	619
GUA14	508