



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
Fundação Instituída nos termos da Lei 5.152 de 21/10/1966 – São Luís – Maranhão
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
COORDENADORIA DO CURSO DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS BACHAREL E LICENCIATURA

**COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO DO FITOPLÂNCTON NO BAIXO CURSO DO RIO
ITAPECURU, MARANHÃO - BRASIL.**

SAMIRA SANTOS MARTINS

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Federal do
Maranhão como requisito para obtenção da
graduação em Biologia Licenciatura/
Bacharelado.

SÃO LUIS

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
Fundação Instituída nos termos da Lei 5.152 de 21/10/1966 – São Luís – Maranhão
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
COORDENADORIA DO CURSO DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS BACHAREL E LICENCIATURA

MONOGRAFIA

**COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO DO FITOPLÂNCTON NO BAIXO CURSO DO RIO
ITAPECURU, MARANHÃO - BRASIL.**

SAMIRA SANTOS MARTINS

Orientador: MARCO VALÉRIO JANSEN CUTRIM

Monografia apresentada ao Curso
de Ciências Biológicas da
Universidade Federal do Maranhão
como requisito para obtenção da
graduação em Biologia
Licenciatura/ Bacharelado.

SÃO LUIS

2017

Samira Santos Martins

**COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO DO FITOPLÂNCTON NO BAIXO CURSO DO RIO
ITAPECURU, MARANHÃO - BRASIL**

Monografia submetida para avaliação

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marco Valério Jansen Cutrim- Orientador

Me. Ana Karoline Duarte dos Santos - Titular

Profa. Dr. Key Albert Azevedo Fontes - Titular

Me. Francinara Ferreira Costa- 1º Suplente

Dr. Leonardo Teixeira Dall Agnol – 2º Suplente

Dedico este trabalho a Deus, a Nossa Senhora das Graças, aos meus familiares, amigos e ao meu eterno futuro marido.

À Deus e a Nossa das Graças por me proporcionar a vida, a minha família e amigos pela força me dada nas horas mais difíceis da minha vida. E ao meu amado por me incentivar e viver o início desse sonho junto comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço Meu Deus, pelo dom da vida mesmo em muitos momentos pensar em desistir dela ou mesmo me questionar por que eu tinha nascido. Por mesmo sendo testada em minha fé, ele não ter desistido de mim. Ao amparo e proteção de Nossa Senhora das Graças. A minha família, em especial meus queridos pais, Antônia Santos Martins e José Maria Martins Filho pelo amor incondicional que possuem por mim e pelos ensinamentos eternos. A minha irmã, Geanne Fernanda Santos, que trouxe um grande milagre para nossa família, a Júlia Vitória. A toda minha família, que me proporcionou toda oportunidade possível de concluir essa etapa da minha vida.

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Marco Valério Jansen Cutrim, pela paciência e todos seus ensinamentos acadêmicos e musicais, que contribuíram para que eu não desistisse dessa caminhada. Às amigas de 2009.2, Maria da Conceição Bandeira, Julianna Robattini, Bethânia Araújo, Eunice Kéthure, Carla Raielli e Adriane Penha, por todos esses anos que passamos juntas dividindo vários desafios e alegrias.

Aos amigos que de alguma forma torceram por mim e me ajudaram em algum momento ou em muitos momentos, Tércia Christina Lopes Freitas, Júnior Ramos, Maycon, Lennon, Padre Flavio Colins, a psiquiatra Sâmia Jamile Duailibe e ao Jailson Moreira.

A minha mãe de coração que tanto torce por mim, Maria do Socorro Oliveira Alencar, minha mamãe Help, que já chorou os meus choros e também já riu os meus risos.

A minha amiga irmã, Monielle Alencar Machado, que vem me amando e aturando por 20 anos, me ensinando lições de vida e da ABNT (risos).

Ao meu grande amor, Alexsandro do Rosário Costa por ter me ajudado no meu amadurecimento, por ter acreditado em mim mais do que eu mesma, por ter tido tanto orgulho de mim mesmo sem um diploma na mão, ter amado meu ser e não o ter. Meu eterno amor e gratidão por ti.

A todos que de forma direta ou indireta me ajudaram a chegar até aqui. Meus sinceros agradecimentos.

*“AME A REALIDADE QUE CONSTRÓIS
E NADA DETERÁ O TEU VÔO!!!*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de localização da área de estudo, no baixo curso do rio Itapecuru, Maranhão, nas proximidades de Santa Rita (P1), proximidades de Rosário (P2), proximidades de Bacabeira (P3). Adaptado por Moreira, J. F	17
Figura 2	Variação da Transparência da água (cm) nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.	24
Figura 3	Variação de Turbidez nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.	24
Figura 4	Variação de temperatura da água (°C) nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.	25
Figura 5	Variação de OD (mg/L) nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.	26
Figura 6	Variação de pH nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru	27
Figura 7	Valores de condutividade (ms.cm^{-1}) nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.	28
Figura 8	Distribuição total do percentual do número de táxons identificados na área do baixo curso do rio Itapecuru	31
Figura 9	Distribuição de táxons identificados por divisão na área do Baixo curso do rio Itapecuru.	32
Figura 10a	Distribuição total do percentual do número de táxons identificados correspondente ao período chuvoso na área do baixo curso do rio Itapecuru.	33
Figura 10b	Distribuição total do percentual do número de táxons identificados correspondente ao período de estiagem na área do baixo curso do rio Itapecuru.	34
Figura 11	Distribuição do número de táxons identificados na área do baixo curso do rio itapecuru.	35
Figura 12	Frequência de ocorrência das espécies identificadas na área do baixo curso do rio Itapecuru.	36
Figura 13	Relação das espécies abundantes e número de táxons identificados registradas na área do baixo curso do rio Itapecuru.	37
Figura 14	Distribuição ecológica das espécies identificadas na área do baixo curso do rio Itapecuru, Maranhão, Brasil.	38
Figura 15	Valores de densidade, diversidade, equitabilidade e riqueza do fitoplâncton, durante o período chuvoso do baixo curso do rio Itapecuru.	40
Figura 16	Valores de densidade, diversidade, equitabilidade e riqueza do fitoplâncton, durante o período de estiagem do baixo curso do rio Itapecuru.	41

Figura 17	Valores de densidade, diversidade, equitabilidade e riqueza do fitoplâncton, durante o período de estiagem do baixo curso do rio Itapecuru.	43
-----------	---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Afluentes do Rio Itapecuru	14
Tabela 2	Dados da pluviometria da área estudada nos períodos de coleta	23
Tabela 3	Dados físico-químicos obtidos do baixo curso do rio Itapecuru – MA, durante do período chuvoso (Maio/2012 a Abril/2014) e de estiagem (Julho/2012 a Outubro/2014)	29
Tabela 4	Tabelas de frequência de ocorrência (FO) do período chuvoso e estiagem no baixo curso do rio Itapecuru, Ma, Brasil. E (esporádica) ; PF (pouco frequente) ; F (frequente) e MF (muito frequente) .	61

Sumário

1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Geral	13
2.2. Específicos.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Caracterização da Bacia do Rio Itapecuru.....	14
3.2 Localização e Caracterização da Área de Estudo	15
3.3 Parâmetros Hidrológicos	18
3.4 Comunidade Fitoplanctônica	18
3.5 Análise das Amostras	19
3.6 Índices Ecológicos	21
3.6.1 Índices de Diversidade Específica de Shannon (H').....	21
3.6.2 Índice de Equitabilidade ou Uniformidade de Pielou (J).....	21
3.6.3 Riqueza de Espécies (Índice S de Margalef).....	22
3.7 Tratamento Estatístico	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Dados Meteorológicos.....	22
4.2 Variáveis Ambientais	23
4.2.1 Transparência da água e Turbidez.....	23
4.2.2. Nutrientes	30
4.3. Composição Microfitoplanctônica	30
4.3.1 Composição Fitoplanctônica	30
4.3.2. Distribuição Temporal.....	33
4.3.3. Número de Táxons Identificados	34
4.4.4. Frequência de Ocorrência.....	35
4.4.5. Abundância Relativa	37
4.4.6 Distribuição Ecológica	38
4.4.7 Densidade Fitoplanctônica	39
4.4.8. Índices Ecológicos.....	43
4.4.9. Bioindicadoras.....	44
5. CONCLUSÕES.....	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
APÊNDICES	57
A N E X O.....	60

RESUMO

O conhecimento sobre o fitoplâncton, tanto em relação aos aspectos de composição de espécies quanto em relação à ocorrência, densidades populacionais, sucessão temporal ou padrões de distribuição nos sistemas aquáticos naturais é de enorme relevância para o entendimento das interações bióticas ou daquelas com o sistema abiótico, e contribuem preponderantemente para a compreensão do funcionamento do sistema como um todo. A importância do estudo do fitoplâncton dá-se pelo fato deste, juntamente com outros organismos autotróficos, constituir a base da teia trófica em ambientes aquáticos. Esses organismos são ainda responsáveis pela produtividade primária desses ambientes, atuando assim como “(re)cicladores” da matéria em ecossistemas aquáticos. Desta forma, o objetivo desse estudo foi analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica no baixo curso do rio Itapecuru relacionando com os períodos sazonais e as variações dos parâmetros físico-químicos e ainda identificar espécies ou grupos funcionais relevantes que possivelmente possam indicar a qualidade da água. As amostras foram obtidas em onze campanhas, nos períodos compreendidos entre Maio/2012 a Outubro/2014, considerando a sazonalidade da região, isto é, período chuvoso (Janeiro a Julho) e de estiagem (Agosto a Dezembro). Em três pontos pré-estabelecidos, localizados no Baixo Curso do Rio Itapecuru, Maranhão Nordeste, Brasil. Para obtenção de dados qualitativos da comunidade fitoplanctônica foi utilizada uma rede fitoplanctônica com malha de 20 µm, com o tempo de arrasto de 3 minutos, enquanto que os dados quantitativos (densidade) foram obtidos por meio de uma garrafa de *van Dorn*, lançada na camada subsuperficial da água. Após as coletas as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno fosco e fixadas com solução de formol a 4%. O cenário atual da comunidade fitoplanctônica na área do baixo Itapecuru é constituído predominantemente por diatomáceas, seguida das clorofíceas, com algas que apresentam o hábitat ecológico dulcícola e que ocorrem esporadicamente no estuário. Quanto às espécies consideradas como bioindicadoras, a *Kichneriella* sp. se destaca em quantidade de células por litro, principalmente no ponto P2, elevando a densidade e proporcionando a alteração do equilíbrio da comunidade, inferindo numa baixa riqueza e diversidade de espécies, exceto no ponto P3. Outra espécie que merece destaque é o grupo de cianobactérias composta por *Microcystis wesenbergii* que juntamente com *Microcystis aeruginosa* e *Microcystis viridis* apresentam potencialidades em produzir cianotoxinas do tipo microcistinas, que provocam deficiência hepática levando os organismos a morte. O monitoramento nessa região por meio da comunidade fitoplanctônica deve ser matido, merecendo um acompanhamento principalmente no que se refere ao grupo espécies de cianobactérias identificadas, como *Microcystis* e *Anabaena*, que embora suas representações tenham sido insignificantes, podem gerar danos severos quanto sua toxicidade e comprometer a qualidade da água local, mediante as possíveis alterações ambientais. Outra espécie que merece destaque é o grupo de cianobactérias composta por *Microcystis wesenbergii* que juntamente com *Microcystis aeruginosa* e *Microcystis viridis* apresentam potencialidades em produzir cianotoxinas do tipo microcistinas, que provocam deficiência hepática levando os organismos a morte. O monitoramento nessa região por meio da comunidade fitoplanctônica deve ser matido, merecendo um acompanhamento principalmente no que se refere ao grupo espécies de cianobactérias identificadas, como *Microcystis* e *Anabaena*, que embora suas representações tenham sido insignificantes, podem gerar danos severos quanto sua toxicidade e comprometer a local, mediante as possíveis alterações ambientais.

Palavras-Chave: Fitoplâncton, Ambientes lóticos, Qualidade de água

ABSTRACT

The knowledge about phytoplankton, both in relation to the composition aspects of the species and in relation to the occurrence, population density, temporal succession or distribution patterns in natural aquatic systems is of enormous relevance for the understanding of the biotic interactions or of those with the abiotic system and contribute to the predominance to understand the function of the system as a whole. The importance of phytoplankton study is given by the fact that, along with other autotrophic organisms, constitute the basis of the trophic web in aquatic environments. These organisms are still responsible for the primary productivity of these environments, acting as well as “(re)cyclers of matter in aquatic ecosystems. This way the goal of this study was to analyze the structure of the phytoplankton community in the lower course of the Itapecuru river relating with seasonality and physical-chemical variations and still identify species or relevant functional groups that may indicate water quality. The samples were obtained in eleven campaigns between May/2012 to October 2014, considering the seasonal nature of the region that is rainy period (January to July) and drought (August to December). In three pre-established points located in the low course of the Itapecuru River Maranhão Northeast Brazil. For obtaining of qualitative data of the phytoplanktonic community, a phytoplankton net with a mesh of 20µm was used, with a drag time of 3 minutes, while quantitative data (density) were obtained through a bottle of Van Dorn, launched in water subsurface. After the collections the samples were conditioned in frosted polyethylene bottles and fixed with 4% formalin solution. The current scenario of the phytoplankton community in the area of the lower Itapecuru river consists predominantly of diatoms, followed by the chlorophytes, with algae that exhibit the ecological habitat freshwater and that they occur sporadically in the estuary. As for the species considered as indicators, the *Kochneriella* sp. stands out in quantity of cells per litre, mainly in point P2, raising the density and providing the amendment of the community balance, inferring in a low wealth and diversity of species, except at the point P3. Another species that deserves attention is the cyanobacteria group composed by *Microcystis wesenbergii* that jointly with *Microcystis aeruginosa* and *Microcystis viridis* show potentialities in producing cyanotoxins of the microcystins type, which cause liver failure leading to death. Monitoring in this region through the phytoplankton community should be held, deserving follow up particularly important for the group of cyanobacteria identified, like *Microcystis* and *Anabaena*, that although their representations have been insignificant, can cause severe damages as to their toxicity and compromise local water through possible environmental changes.

Key-Words: Phytoplankton, Lotic environments, Water quality

1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

O conhecimento sobre o fitoplâncton, tanto em relação aos aspectos de composição de espécies quanto em relação à ocorrência, densidades populacionais, sucessão temporal ou padrões de distribuição nos sistemas aquáticos naturais é de enorme relevância para o entendimento das interações bióticas ou daquelas com o meio abiótico, e contribuem preponderantemente para a compreensão do funcionamento do sistema como um todo.

A importância do estudo do fitoplâncton dá-se pelo fato deste, juntamente com outros organismos autotróficos, constituir a base da teia trófica em ambientes aquáticos. Esses organismos são ainda responsáveis pela produtividade primária desses ambientes, atuando assim como “(re)cicladores” da matéria em ecossistemas aquáticos. Além disso, a comunidade fitoplanctônica é amplamente utilizada em estudos de biomonitoramento de corpos hídricos (CARVALHO, 2003) em função da sua capacidade ecológica em responder rapidamente a qualquer estímulo externo, como por exemplo, aos processos de poluição e contaminação do meio aquático. Estes organismos são muito utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental (AQUINO et al., 2011; LOPES, 2007; PEREIRA, 2007).

Devido ao curto tempo de geração, as espécies fitoplanctônicas funcionam como apurado sensor das mudanças ambientais, servindo assim, como poderosa ferramenta na avaliação de alterações antrópicas ou naturais (MARGALEF, 1983).

Apesar dessa importância, historicamente, o fitoplâncton de ambientes lóticos tem recebido menos atenção em estudos limnológicos (RODRIGUES et al., 2007). Características inerentes a esses sistemas, como a turbulência, o baixo tempo de residência da água e, conseqüentemente, o contínuo transporte da comunidade fitoplanctônica a jusante, levam a concluir, a princípio, que dificilmente haveria resposta biológica significativa ao incremento de nutrientes e que, portanto, a eutrofização nesses ambientes é incomum. Entretanto, algumas pesquisas recentes têm demonstrado que o aporte de nutrientes aos ecossistemas lóticos pode ocasionar mudança drástica na biomassa, conduzindo à eutrofização (DODDS et al., 1998; SMITH et al., 1999; SMITH, 2003; SILVEIRA, 2004; DODDS, 2006; HILTON et al., 2006; BILLEN et al., 2007).

O estudo das populações fitoplanctônicas em ambientes lóticos no Brasil é, portanto, escasso (BICUDO et al., 1992; ROLLA et al. 1992; BITTENCOURT-OLIVEIRA, 1993a; 1993b; 1997; 2002; BITTENCOURT-OLIVEIRA; MECENAS, 1994; OLIVEIRA; CALIJURI, 1995; TRAIN; RODRIGUES, 1997; 1998; MUSARRA et al., 1998; SANTOS;

ROCHA, 1998; SOUZA, 1998; CÂMARA et al., 2002; BORGES et al., 2003) tendo início no século XIX nos rios tropicais da bacia do Amazonas (DICKIE, 1881; MÖBIUS, 1892; THOMASSON, 1971; SCHMIDT; UHERKOVICH, 1973; UHERKOVICH, 1976; 1981; UHERKOVICH; RAI, 1979). No Maranhão, a variação sazonal/temporal e a ecologia do fitoplâncton de águas interiores nos ambientes lóticos foi estudada por alguns pesquisadores, dentre eles encontram-se trabalhos de Barbieri et al. (1989), Araujo et al. (1998), Pompeo et al. (1998), Moschini-Carlos; Pompeo (2001), Dellamano-Oliveira; Senna e Taniguchi (2003), Almeida et al. (2005), Nogueira et al. (2005), Moschini- Carlos et al. (2008).

No Maranhão, a bacia do Rio Itapecuru é considerada uma das mais importantes por ter o principal rio de abastecimento da capital, São Luís. Limnologicamente foi caracterizada por Aranha (1992).

A poluição das águas é principalmente fruto de um conjunto de atividades humanas. Os poluentes alcançam águas superficiais e subterrâneas de formas bastante diversas. Este aporte é arbitrariamente classificado como pontual ou difuso, principalmente para efeitos de legislação. Fontes pontuais compreendem a descarga de efluentes a partir de indústrias e estações de tratamento de esgoto, dentre outras. Estas fontes são de identificação bastante fácil e, portanto, podem ser facilmente monitoradas e regulamentadas. Tão ou mais importante que a questão envolvendo a quantidade de água disponível, apresenta-se também a questão da qualidade da água disponível (BUNCE, 1994).

O conhecimento da biodiversidade em ambientes lóticos, acompanhado das condições físicas e químicas da água, torna-se cada vez mais necessário como base para o monitoramento da qualidade da água, pois são sistemas que vêm sendo afetados por um crescente impacto antrópico (RODRIGUES et al., 2007).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- Analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica no baixo curso do rio Itapecuru.

2.2. Específicos

- Determinar a composição e densidade da comunidade fitoplanctônica no ambiente estudado relacionando com a sazonalidade;

- Correlacionar os valores de densidade com os parâmetros físico-químicos;
- Identificar espécies ou grupos funcionais relevantes que possivelmente possam indicar a qualidade da água.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Bacia do Rio Itapecuru

Dentro do Estado do Maranhão a posição geográfica do Itapecuru corresponde os paralelos 2° 36' 7" latitude sul e meridianos de 43° e 46° longitude Oeste. Apresentando uma forma geométrica de uma foice com a concavidade voltada para a bacia do Rio Mearim, limitando-se com as bacias do Parnaíba pelo Leste, Mearim pelo Oeste, Munim pelo Nordeste e Baía do Arraial pelo Norte. (MEDEIROS, 2001). Considerado o mais extenso rio maranhense, este tem sua bacia estendida a leste do Estado do Maranhão, ocupando área considerável de sul a norte em terrenos relativamente baixos e de suaves ondulações, de drenagem banhando os municípios de Mirador, Colinas, Caxias, Codó, Timbira, Coroatá, Pirapemas, Cantanhede, Itapecuru – Mirim e Rosário. Além de o mesmo ser o manancial abastecedor da cidade de São Luís, através do projeto ITALUÍS (BARRADAS, 1996). Ainda segundo o mesmo autor, seus principais afluentes conforme Tabela 1.

Tabela 1: Afluentes do Rio Itapecuru

Margem Direita	Margem Esquerda
Itapecuruzinho	Rio Alpercatas
Rio Correntes	Rio Peritoró
Santo Amaro	Amaro Rio Pacumã
Pacumã Rio Gameleira	Rio Codozinho
Rio Pirapemas	

Fonte: Barradas (1996)

Assim, Barradas (1996) caracteriza fisicamente cada parte do rio da seguinte forma:

Alto Itapecuru: Compreende o trecho que vai da nascente até o município de Colinas, com predominância de chapadões, chapadas e cuestras, apresentando um relevo forte ondulado com as partes mais elevadas (350m) da bacia com serras de Itapecuru, Alpercatas, Croeira

e Boa Vista, sendo a navegabilidade difícil, é apenas em pequena canoas, até o encontro com o rio Alpercatas. Como pode ser observado, este curso do Itapecuru é caracterizado pela dificuldade de navegabilidade, devido esse trecho se encontrar em uma região de altitude elevada. Quanto aos aspectos pedológicos ressalta-se: Nas áreas de chapadas há uma predominância de solos do tipo latossolos amarelos e latossolos vermelho-amarelos profundos, bem drenados de textura média e argilosa, originária de sedimentos areno-argiloso do grupo Barreiras de terciário, da formação Itapecuru do Cretáceo e da formação da Pedra do Fogo do Permiano. Nas encostas são encontrados solos litólicos com presença ou não de cascalhos e/ou calhaus (SILVA, 1992 apud BARRADAS, 1996).

Médio Itapecuru: Trecho que vai do município de Colinas à Caxias, com predomínio de chapadas baixas e uma superfície suave ondulada a forte ondulação, com diferença de altitude de 60m. Os aspectos pedológicos desta região são caracterizados por Silva, Conceição (2011, p. 6) como: predominância de solos arenosos profundos, acentuadamente drenados, permeável e de baixa capacidade de retenção de umidade, especificamente na cidade de Caxias. Existem ainda, os solos medianamente profundos a profundos moderadamente a bem drenados (podozólico vermelho – amarelo + latossolo vermelho – amarelo). Ocorrem também solos alagados pouco profundos, mal drenados, denominados de solos hidromórficos.

Baixo Itapecuru: Estende de Caxias até a foz na baía de São José, essa área apresenta superfície com morros testemunhos e na sua foz pelo Golfão um relevo suavemente ondulado, com solos classe dos plintosolos sujeitos a excesso de umidade durante um período de tempo devido a diferenças textuais entre horizontes arenosos e argilosos. São originados de materiais principalmente da formação Itapecuru cretáceo. Esse curso final do rio a composição do solo é marcada pela forte umidade, pois é um terreno baixo favorecendo assim a formação de solos arenosos e argilosos.

3.2 Localização e Caracterização da Área de Estudo

O baixo curso do Itapecuru vai do Município de Caxias até a foz, na Baía de São José. Essa área possui uma geomorfologia caracterizada pela presença da superfície maranhense com testemunho e na sua foz pelo Golfão Maranhense, com um relevo de superfície suave ondulado.

Compreende o trecho de maior navegabilidade. Contudo, esta é prejudicada pela baixa declividade do terreno que propicia a formação de bancos de areia a partir de Itapecuru Mirim

até a foz, e pela Cachoeira de Vera Cruz que interrompe o tráfego por ocasião da baixa-mar (Bezerra, 1984).

Nessa área há uma predominância de solos da classe dos plintossolos, sujeitos a um excesso de umidade durante um período de tempo, devido a diferenças textuais entre horizontes arenosos e argilosos. Situa-se em áreas de relevo plano ou suave ondulado e são originários de materiais principalmente da Formação Itapecuru do cretáceo.

Estes solos estão sendo utilizados quase que predominantemente com pastagens implantadas, onde se verificam grandes derrubadas de babaçu e em menor escala, culturas de arroz, feijão, milho e mandioca (SILVA, 1992). Uma vez que o rio Itapecuru atravessa diferentes gradientes de topografia, apresenta conseqüentemente diferentes regiões climáticas. Ele nasce e desemboca em clima quente e semiúmido, passando por uma interface, no seu curso médio, de clima quente semiárido, classificando-se, portanto como rio dirreico (ARANHA, 1992).

O clima subúmido ocupa uma estreita faixa no início do baixo curso, chegando até a altura de Coroatá. As precipitações anuais variam de 1.400 a 1.600 mm ao longo dos meses de novembro a maio, sendo o período menos chuvoso de junho a outubro. As precipitações anuais são consideradas altas, porém a distribuição é irregular principalmente na faixa que vai de Caxias às proximidades de Itapecuru Mirim, onde o impacto pluvial é mais agressivo. A temperatura média anual varia de 26° C a 27° C, sendo o período mais quente de outubro a novembro e o mais frio de junho a agosto. O clima úmido se estende pelo baixo curso até a foz do rio Itapecuru.

Apresenta as mais altas precipitações, variando de 1.600 a mais de 2.000mm durante seis meses (de dezembro a junho) e os meses menos chuvosos de julho a novembro. Ocorrem também, na área a leste de Cantanhede, chuvas intensas e concentradas, de grande impacto. A temperatura média anual situa-se entre 26° C a 27°C, crescendo em direção ao litoral pelo fator maritimidade, sendo o período mais quente de setembro a novembro e o mais frio de fevereiro a março, devido à nebulosidade alta. Segundo a classificação climática de Koeppen, a bacia do Itapecuru se enquadra no tipo Aw'- clima tropical úmido, com temperaturas elevadas, médias acima de 20° C, e precipitação entre 1000 e 1500 mm/ ano, com duas estações bem distintas, uma chuvosa e outra seca (LEMOS, 2002).

Os afluentes mais importantes neste trecho são os rios: Pirapemas, Peritoró, Seco, da Limpeza e Codozinho. A largura média do rio aumenta para cerca de 75 m em Codó e para 80 em Pirapemas, porém o aumento de largura mais notável ocorre próximo a São Miguel (12 Km

a montante de Rosário) quando o rio Itapecuru assume uma largura próxima dos 180 m. Neste trechos da baixa bacia ocorre notável influência marinha notada já em Itapecuru-Mirim, onde foram observadas oscilações diárias no nível das águas e influência de correntes. Neste trecho também o rio passa a ser mais piscoso. Próximo a Rosário já ocorre à mistura água doce/salgada, influenciando a fauna e a flora. A influência das marés se faz sentir poucos quilômetros à jusante de Itapecuru-Mirim. A presença de manguezais se faz sentir a partir de Rosário.

A partir das características geomorfológicas, das regiões pelas quais o rio Itapecuru atravessa pode-se dividi-lo em três partes distintas, segundo as coordenadas $3^{\circ}03'46.2''\text{S}$ $44^{\circ}15'15.1''\text{W}$ (P01), $3^{\circ}00'31.6''\text{S}$ $44^{\circ}15'55.3''\text{W}$ (P02), $2^{\circ}57'13.6''\text{S}$ $44^{\circ}14'14.2''\text{W}$ (P03), conforme Figura 1.

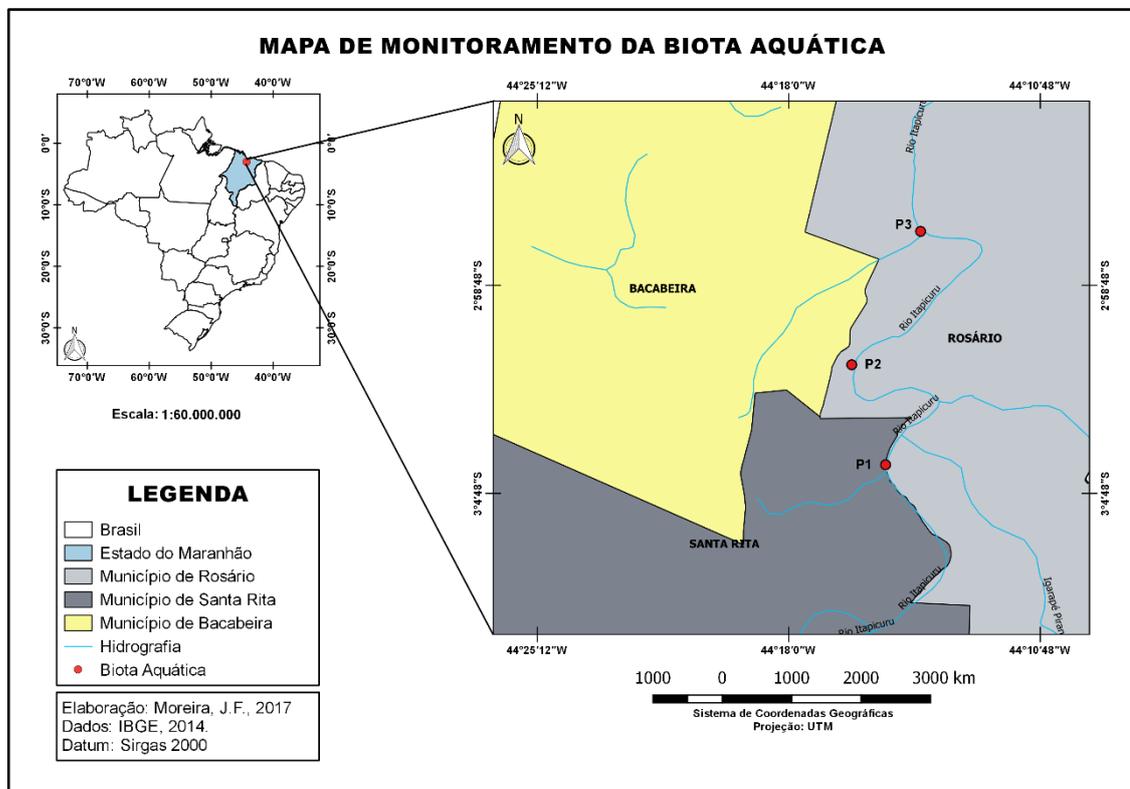


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, no baixo curso do rio Itapecuru, Maranhão, nas proximidades de Santa Rita (P1), proximidades de Rosário (P2), proximidades de Bacabeira (P3). Adaptado por Moreira, J. F.

3.3 Parâmetros Hidrológicos

Durante as coletas foram mensurados *in situ* alguns parâmetros físico-químicos como: temperatura da água, condutividade elétrica, salinidade, potencial hidrogeniônico (pH) e sólidos totais dissolvidos (TDS) com o auxílio do multiparâmetro (HI-9828); profundidade- ecossonda digital (SPEEDTECH); transparência da água - disco de Secchi; turbidez - turbidímetro 2020 (TURBIDIMETER).

No laboratório o oxigênio dissolvido foi determinado pelo método químico de Winkler modificado por Golterman et al. (1978), ou seja, encheu-se cuidadosamente frascos de DBO (Demanda Biológica de Oxigênio), de maneira que o fluxo de água fosse através de um tubo de borracha, alcançando o fundo do frasco. Evitando assim a entrada de bolhas de ar. Introduziu-se cuidadosamente a tampa, evitando sempre o aprisionamento de bolhas. Após alguns minutos, removeu-se a tampa e foi adicionado: 1mL de Sulfato manganoso e 1mL de Azida sódica (para frascos de 200 ml).

Recolocou-se a tampa firmemente evitando a formação de bolhas de ar. Misturou-se bem até formar um precipitado de hidróxido manganoso, que é oxidado a Hidróxido Oxidomangônico, na presença de O₂ na atmosfera. Posteriormente foi acondicionado no escuro até o momento da análise, imersos em água com gelo. A taxa de saturação permitiu classificar as zonas conforme Macêdo e Costa (1978) em zona poluída (<25%), zona semi-poluída (≥ 25 a < 50%), zona de baixa saturação (≥ 50 a < 100%) e zona saturada (≥ 100%). As concentrações de fósforo total (PT) e amônia (NH₄⁺/NH₃) foram determinadas de acordo com a metodologia descrita por Koroleff (1983); nitrato (NO₃⁻) e nitrito (NO₂⁻) por Strickland e Parsons (1972); silicato e ortofosfato por Grasshoff et al. (1983).

3.4 Comunidade Fitoplanctônica

Para obtenção de dados qualitativos da comunidade fitoplanctônica foi utilizada uma rede fitoplanctônica com malha de 20 µm, com um tempo de arrasto de 3 minutos, enquanto que os dados quantitativos (densidade e valores de clorofila *a*) foram obtidos por meio de uma garrafa de *van Dorn*, lançada na camada sub superficial da água.

Após a coleta as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno fosco e fixadas com solução de formol a 4%.

3.5 Análise das Amostras

No laboratório as amostras qualitativas foram identificadas com auxílio de microscópio binocular por intermédio da literatura especializada, enquanto que densidade foi obtida por meio de um microscópio invertido marca Zeiss.

Para frequência de ocorrência (Fo) foi utilizada a seguinte fórmula:

$$Fo = (Ta \times 100) / TA.$$

Onde: Ta é o número de amostras onde o taxa ocorreu e TA é o total de amostras. Para interpretação do resultado da frequência de ocorrência foi utilizada a seguinte escala: $\geq 75\%$: muito frequente; $75\% \mid 50\%$: frequente; $50\% \mid 25\%$: pouco frequente e $\leq 25\%$: esporádica.

Para o cálculo de densidade do fitoplâncton, as amostras foram coletadas na superfície da água e imediatamente preservadas com solução de lugol. As amostras foram colocadas em câmaras de 10 ml ou 25 ml, dependendo da quantidade de material em suspensão, e colocadas para sedimentar durante 24 horas. Para distinguir as microalgas dos detritos e partículas de sedimentos, foi adicionado à amostra o corante rosa de bengala.

A contagem foi realizada em microscópio invertido, marca Zeiss, com aumento de 400x, segundo o método de Utermohl (1958), empregando-se a técnica de contagem por campos iluminados, sistematizados em cruz. Para todas as amostras, foram contados 100 a 120 campos. Os resultados da contagem foram utilizados na fórmula abaixo:

$$Ncub = (Nind / Ncamp) \cdot (A2 / a2), \text{ onde:}$$

Ncub = Número total de indivíduos observados na cubeta;

Nind = Número de indivíduos observados nos campos aleatórios;

Ncamp = Número de campos iluminados contados (100 a 120 campos);

A = Área da cubeta;

a = Área do campo iluminado no aumento de 400x;

$$(A2 / a2) = 2.406,62.$$

O número de indivíduos por volume da amostra foi estimado usando regra de três simples e os resultados serão expressos em células.L⁻¹.

Para o estudo da clorofila *a* foram filtradas alíquotas de cada amostra que variaram de 200 a 350 ml de água, através de filtro de fibra de vidro “Whatman” GFC, com 1,2 µm de porosidade e 47 mm de diâmetro. %. Para cada ponto, também foi realizada uma filtragem fracionada, utilizando tela de fracionamento com abertura de malha de 20µm. Os organismos que passaram por esta malha ficam retidos em filtro de fibra de vidro “Whatman” GFC, com 1,2 µm de porosidade e 47 mm de diâmetro, obtendo assim organismos com dimensões entre 1,2 e 20µm, denominados nano/picofitoplâncton.

Para extração dos pigmentos clorofilianos, os filtros foram colocados em tubos de ensaio com 10 ml com acetona a 90% e em seguida submetidos à temperatura de aproximadamente -5°C durante 24h. Após este período o material foi centrifugado durante dez minutos e o líquido sobrenadante foi colocado em cubetas retangulares com 10 mm de caminho óptico. Utilizando-se um espectrofotômetro VARIAN (UV – Vis 634 – s), foram realizadas as leituras de absorvância nos comprimentos de onda de 630; 645; 665; e 750 nm.

O cálculo da concentração de clorofila *a* total foi obtido utilizando a equação:

$$CL_{\infty} = [11,6 \times D_{665} - (1,31 \times D_{645} + 0,14 \times D_{630} + D_{750}) \cdot v] \cdot V^{-1} L^{-1}$$

Onde:

CL_∞ = concentração de Clorofila *a* total expressa em mg CL_∞ m⁻³;

v = volume de acetona a uma concentração de 90%;

V = volume de amostra filtrada;

L = comprimento óptico da cubeta (1,00cm).

D= representa as leituras da absorvância nos respectivos comprimentos de onda a que se referem os seus índices.

3.6 Índices Ecológicos

3.6.1 Índices de Diversidade Específica de Shannon (H')

O índice de Shannon mede a diversidade com base na abundância das espécies componentes da comunidade. Por usar uma logaritimização, esse índice é sensível também as espécies com abundância pequena, que são comuns em comunidades fitoplanctônicas, amortecendo o efeito da presença de tais espécies (BAUMGARTNER, 2004).

$$H' = - \sum (P_i \cdot \ln P_i)$$

$$P_i = N_i/N, \text{ onde:}$$

P_i = Probabilidade de coleta da espécie i na população

N_i = Número de indivíduos de cada espécie;

N = Número total de indivíduos;

H' = Índice de diversidade de Shannon, em nits.cel⁻¹ (1 nits.cel⁻¹=0,693 bits.cel⁻¹)

Sendo os valores:

$\geq 2,1$ nits.cel⁻¹ representando uma alta diversidade;

$\geq 1,4$ a $< 2,1$ nits.cel⁻¹ representando uma média diversidade;

$\geq 0,7$ a $< 1,4$ nits.cel⁻¹ representando uma baixa diversidade;

$< 0,7$ nits.cel⁻¹ representando diversidade muito baixa;

3.6.2 Índice de Equitabilidade ou Uniformidade de Pielou (J)

$$J = H' / \ln S, \text{ onde:}$$

H' = Índice de Shannon (em nits.cel⁻¹);

S = Número total de espécies.

Os valores variam de 0 a 1, sendo que aqueles abaixo de 0,5 representam uma baixa equitabilidade e os maiores que 0,5 indicam uma alta equitabilidade (VALENTIN et al., 1991).

3.6.3 Riqueza de Espécies (Índice S de Margalef)

$$S = (s-1)/ \ln N, \text{ onde:}$$

s= Número total de espécie;

N= Número total de indivíduos.

Valores maiores que 5,0 significam grande riqueza de espécies (VALENTIN et al., 1991).

3.7 Tratamento Estatístico

a) Análise de Variância Bifatorial (Two-Way ANOVA), foi utilizada para comparar as diferenças entre as três estações de coleta e entre os dois períodos sazonais (chuvoso e de estiagem);

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados Meteorológicos

A média de chuvas foi de 143,58 mm, que mostrou um ciclo sazonal bem definido, variando entre 0 mm (out/12) período de estiagem a 423 mm (abr/13) período chuvoso.(Tabela 2)

Tabela 2. Dados da pluviometria da área estudada nos períodos de coleta

MESES	PLUVIOMETRIA (mm)
mai/12	86,4
jul/12	60,5
out/12	0
jan/13	89,8
abr/13	423
jul/13	324,6
out/13	2,4
jan/14	237,8
abr/14	275,7
jul/14	76,4
out/14	2,8
média	143,58

4.2 Variáveis Ambientais

4.2.1 Transparência da água e Turbidez

Com relação à transparência da água, por meio do disco de Secchi a variação verificada foi de 17 cm (maio/12) a 65cm (out/13), respectivamente em P1e em P2 com média de 41 cm. Foi notável que o menor valor tenha ocorrido na campanha de maio/12, mês de período chuvoso (Tabela 3). A turbidez variou de 137 UNT em P2 (maio/2012) a 0 UNT em P2 (jul/2014) com média de 68,5 UNT. Destaca-se que P3 não apresentou variáveis significativas durante o período, obtendo seus maiores valores durante o período chuvoso e menores na estiagem (Figuras 2 e 3). Este fator pode estar relacionado ao período chuvoso, onde há maior suspensão de material, ocasionando a redução da transparência, cooperando para queda dos valores de densidade do fitoplâncton. Esses parâmetros são importantes na manutenção do equilíbrio ecológico do fitoplâncton (RODRIGUES et al. 2015). Para Horne (1994), os fatores limitantes do crescimento do fitoplâncton são os nutrientes e a luz que podem influenciar diretamente em sua ecologia.

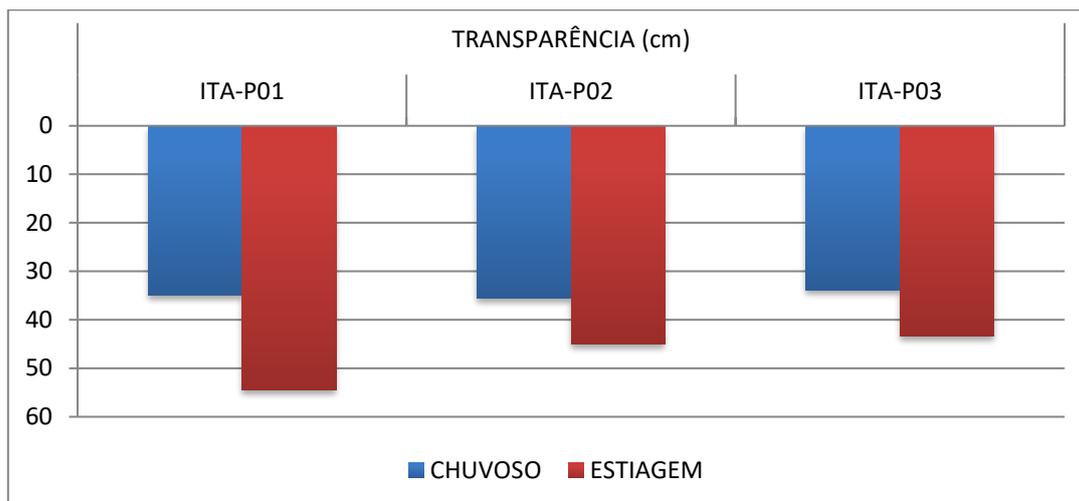


Figura 2: Variação da Transparência da água (cm) nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.

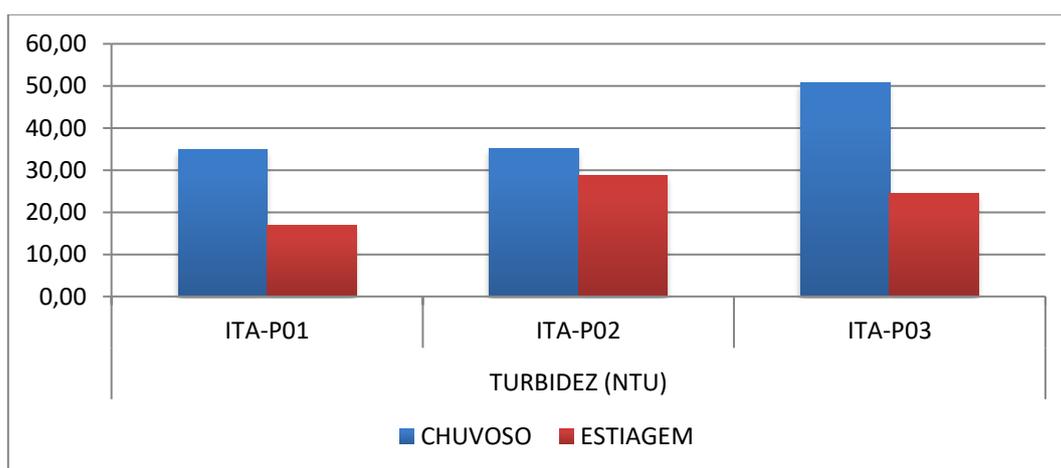


Figura 3: Variação de Turbidez nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.

A temperatura d'água variou de 31,5°C P2 (jan/13) a 27,4° C em P2 (abr/14), com média de 29,45°C. O oxigênio dissolvido (OD) apresentou uma variação de 10 mg.L⁻¹ em P3 (jul/12) a 4,02 mg.L⁻¹ em P3 (out/13) com média de 7,1 mg.L⁻¹ (Tabela 3). De acordo com a classificação de Macedo & Costa (1978), os valores de saturação foram considerados como zona semi-poluído (e de baixa saturação durante a estiagem, e durante o chuvoso não houve um padrão apresentando variações de semi-poluído, baixa saturação a saturado (Figura 4).

O regime térmico dos corpos d'água na natureza tem grande importância ecológica devido às interações entre a temperatura e a vida aquática. Segundo Nova (2005), a temperatura da água provavelmente tem maior influência sobre a vida e os sistemas aquáticos do que qualquer outra variável tomada isoladamente. Pelo fato da temperatura afetar a solubilidade dos gases na água, o aquecimento desta empobrece em oxigênio, influenciando assim a decomposição de matéria orgânica, com consequente efeito sobre a qualidade da água e sobre a vida de organismos aeróbios aquáticos (BRANCO, 1986). A temperatura afeta, também, o crescimento e o desenvolvimento dos seres vivos, devido a sua influência sobre as reações químicas, em graus e formas dependentes da espécie.

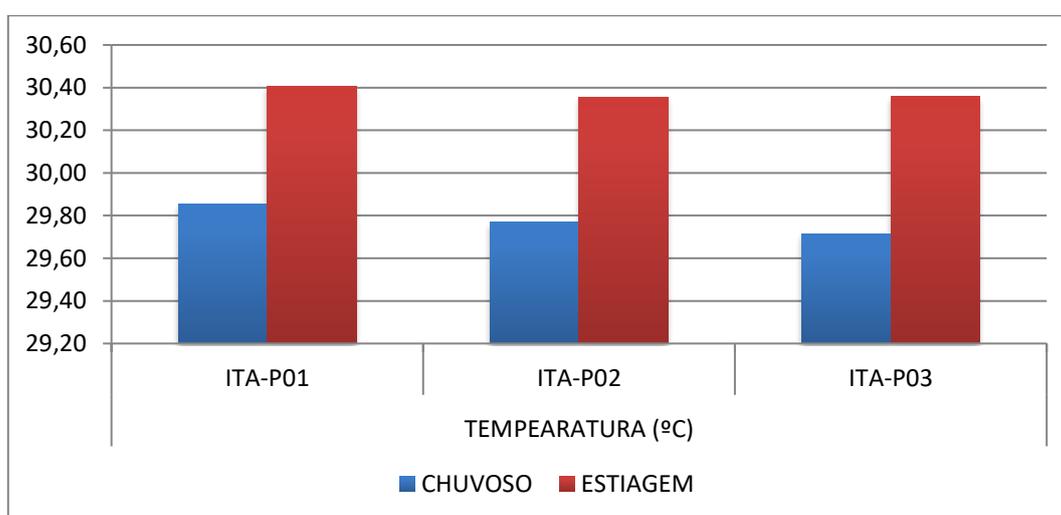


Figura 4: Variação de temperatura da água (°C) nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.

Foram encontrados o mínimo $4,02 \text{ mg.L}^{-1}$ (Out/2013) em P2 e máxima de 10 mg.L^{-1} (Jul/2012) em P3, ambos no período de estiagem. Os valores de OD deveriam ser menores durante o período de estiagem, devido a elevadas temperaturas, proporcionando uma menor solubilidade (Figura 5). Os picos de OD podem estar relacionados com a adição de nutrientes inorgânicos proporcionando o aumento da fotossíntese ou ainda pelo fato de que esses pontos serem mais próximos da entrada da água salina no rio, mais sujeitos a turbulências das águas o que é capaz de ocasionar a dissolução do OD na água (TUNDISI;TUNDISI-MATSUMURA, 2008).

Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente, o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe

grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico. Os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água são decompostos por microorganismos que se utilizam do oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio (BEZERRA-NETO; PINTO-COELHO, 2001)

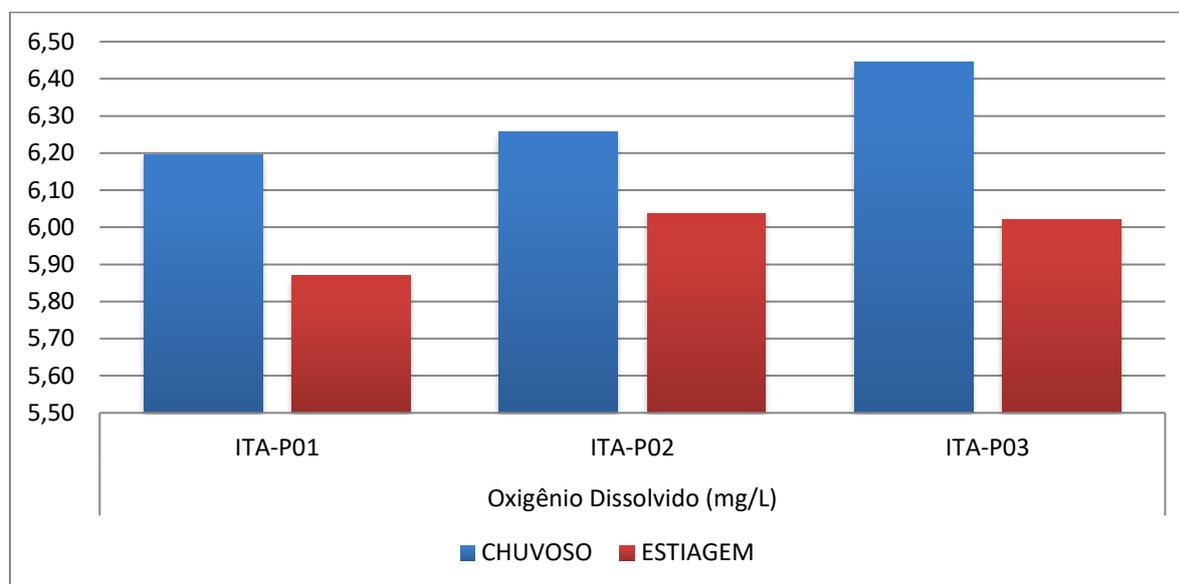


Figura 5: Variação de OD (mg/L) nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.

A salinidade obteve variação de 0 em vários pontos a 0,88 em P1 (jul./2013) com média de 0,44 (Tabela 3) com os valores mais elevados durante a estiagem e os menores durante o período de chuvoso, pois devido à elevada precipitação, os sais tornam-se bastante diluídos.

O pH variou entre 5,03 em (jul/14) em P3 e 7,98 em P1 (out./2012) com média de 6,64 (Tabela 3). Apresentando dessa forma, um perfil ácido. Os valores de pH apresentaram uma considerável relação com a pluviosidade, obtendo seu maior valor durante o período de estiagem, o que já fora notado em estudo realizado por Rodrigues et al. (2015), onde foi possível observar que no período chuvoso os valores de acidez da água variam entre 5,6 e 5,9 e no período de estiagem a média registrada nos valores de pH foi de 6,9, esse fato pode explicar o “pulso” na ocorrência de algumas espécies das diatomáceas, por exemplo as pertencentes a família Eunotiaceae, que são organismos comuns em ambientes ácidos (FERRARI, 2007; ALVIAL, 2008).

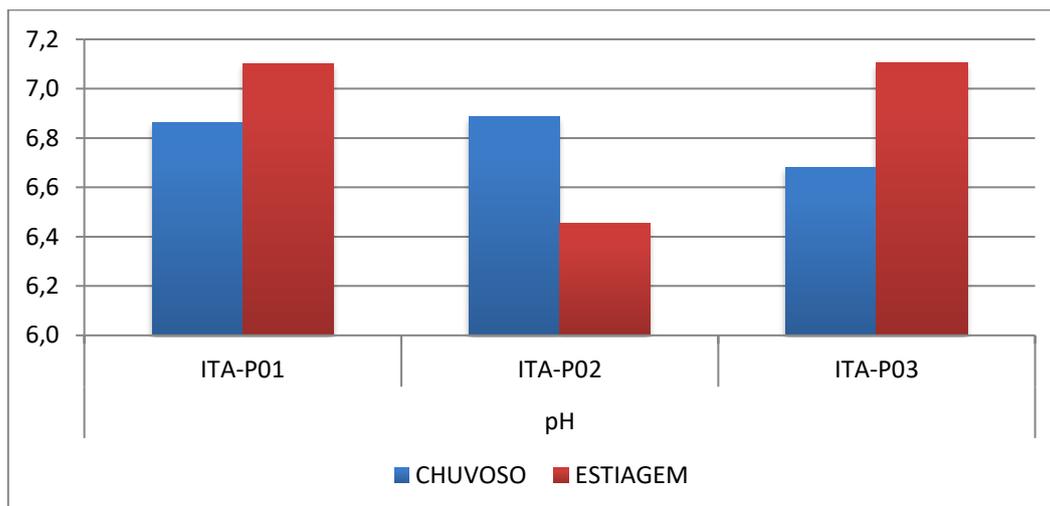


Figura 6: Variação de pH nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.

Conforme mostra a tabela 3 o valor mínimo de condutividade elétrica foi de 0,0052 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ e o valor máximo de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, sendo que para o mínimo foi registrado o valor Máximo em P3. O valor máximo obtido para condutividade no ponto 3 (out/12) pode estar relacionado com a maior concentração de sólidos totais dissolvidos, podendo ter em sua constituição material orgânico, o qual sofre decomposição e libera íons na água, aumentando assim a condutividade. (Figura 7).

As águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. Em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BRASIL, 2006).

Conforme observado, os baixos valores encontrados para condutividade elétrica no rio Itapecuru indicam que o despejo de esgotos não foi significativo para que ocorressem altas concentrações de sais na água. Sendo que a variação da condutividade elétrica foi também observada por Aranha et al. (1997) para o rio Itapecuru, com taxas variando de 10 ms/cm^{-1} na cabeceira, 30-60 ms/cm^{-1} na porção média e de 70-100 ms/cm^{-1} no baixo curso. O presente trabalho apresenta valores bem inferiores ao da época realizado pelo pesquisador acima citado.

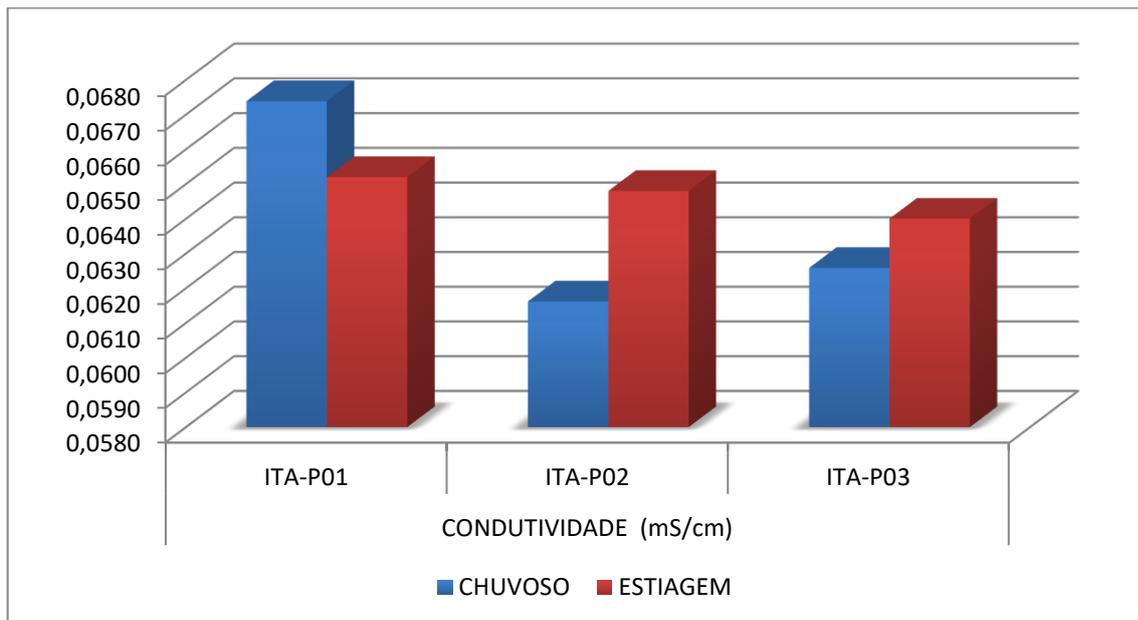


Figura 7: Valores de condutividade ($\text{ms}\cdot\text{cm}^{-1}$) nos períodos chuvoso e de estiagem nos três pontos coletados (P01, P02, P03) no baixo curso do Rio Itapecuru.

Tabela 3: Dados físico-químicos obtidos do baixo curso do rio Itapecuru – MA, durante do período chuvoso (Maio/2012 a Abril/2014) e de estiagem (Julho/2012 a Outubro/2014)

	Temp.água (°C)	pH	Condutividade (ms.cm ⁻¹)	Salinidade (UPS)	OD (mg.L ⁻¹)	Transparência (cm)	PT (mg.L ⁻¹)	Turbidez (NTU)	Nitrato (mg.L ⁻¹)	Nitrito (mg.L ⁻¹)
mai/12	30,5	6,76	0,094	0	6,76	46	0,06	4	0,09	0,019
jul/12	30,72	6,58	0,06	0,03	6,7	50	0,1	33,1	0,09	0,019
out/12	30,3	7,07	49	0	7,51	50	0,05	14	0,09	0,019
jan/13	31,5	7,55	0,087	0	5,44	34	0,1	38	0,09	0,019
abr/13	29,2	6,98	0,0569	0	6,06	18	0,09	57	0,09	0,019
jul/13	30,04	6,86	0,078	0,04	5,26	50	0,1	25	0,02	0,004
out/13	30,9	6,5	0,052	0,02	5,3	65	0,2	19	0,9	0,19
jan/14	29,8	6,7	0,0344	0	6,59	38	0,09	25,74	0,29	0,019
abr/14	27,4	6,6	0,072	0,03	5,6	24	0,01	21,2	-	-
jul/14	30,2	7,9	0,092	0,04	6,2	62	0,14	16,06	-	-
out/14	30,6	7,18	0,055	0,02	5,08	45	0,08	18,88	0,34	-
mai/12	30,7	6,59	0,0665	0	6,7	36	0,09	20	0,09	0,019
jul/12	30,58	6,25	0,059	0,03	8,8	35	0,09	42,2	0,09	0,019
out/12	30,3	6,98	49	0	7,91	35	0,11	11	0,6	0,019
jan/13	31,1	7,1	0,075	0	5,4	30	0,08	58	0,09	0,019
abr/13	28,6	6,95	0,0545	0	6,09	25	0,13	65	0,09	0,019
jul/13	30,16	7,35	0,075	0,03	6,68	31	0,11	34	0,019	0,004
out/13	30,9	5,6	0,053	0,02	4,02	51	0,08	31	0,9	0,19
jan/14	29,6	6,8	0,0412	0	6,48	35	0,06	42,42	0,29	0,019
abr/14	27,5	6,6	0,0735	0,03	5,54	30	0	24,7	0	0
jul/14	30	5,3	0,092	0,04	6,62	50	0,07	21,53	0,00	0
out/14	30,4	7,72	0,0052	0,02	5,7	44	0,09	21,6	0	0
mai/12	30,3	7,21	0,072	0	8,29	17	0,21	137	0,09	0,019
jul/12	30,23	6,43	0,059	0,03	10	32	0,23	62,2	0,09	0,019
out/12	30,3	7,98	50	0	6,86	18	0,25	44	0,2	0,019
jan/13	31,04	7,8	0,078	0	7,8	22	0,12	77	0,09	0,019
abr/13	28,6	6,79	0,0491	0	5,9	19	0,1	75	0,09	0,019
jul/13	29,78	7,77	0,071	0,88	5,19	33	0,17	105	0,19	0,004
out/13	30,8	5,6	0,052	0,03	4,1	25	0,08	79	0,9	0,19
jan/14	30,1	7,5	0,0424	0	7,4	20	0,09	97,5	0,29	0,019
abr/14	27,7	6,4	0,075	0,03	5,2	27	0,08	37,3	0	0
jul/14	30,04	7,7	0,092	0,04	5,6	54	0,11	23,37	0	0
out/14	30,4	7,9	0,056	0,02	5,9	46	0,08	22,9	0	0

4.2.2. Nutrientes

Os resultados das análises de nitrato são apresentados na tabela 3. Os valores de nitrito e nitrato não apresentaram variação com relação aos períodos estacionais variaram de 0 a 0,9 no caso do nitrato mg.L^{-1} e o nitrito de 0 a 0,19 mg.L^{-1} .

Segundo Matos (2006), em águas superficiais, a concentração de nitrato não ultrapassa 5 mg/L , a menos que ocorra poluição excessiva, e condições plenas de aeração da água. Vale ressaltar, que todos os valores encontrados estão dentro do permitido para classe 2 da Resolução CONAMA 357/05 que é 10 mg/L .

Os valores máximos encontrados para o fósforo total foi de 0,25 mg/L no ponto 3 (out/12) e o mínimo foi 0 mg/L no ponto 1 (abril/14), como mostra a tabela 3. Segundo Brasil (2006), em águas de rios não poluídos, as concentrações de fósforo situam-se na faixa de 0,01 mg/L a 0,05 mg/L .

Observa-se que a descarga de esgotos domésticos em estado bruto, influência diretamente no estado trófico do rio conduzindo-o a eutrofização e esta interferência pode causar além de problemas estéticos, uma série de danos as comunidades aquáticas ali presentes, inviabilizando a sua sobrevivência. Segundo Philippi Junior (2005) vários são os efeitos indesejáveis da eutrofização, entre eles: odores desagradáveis, mortalidade de peixes, mudanças na biodiversidade aquática, redução na navegação e capacidade de transporte, modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial e contaminação da água destinada ao abastecimento público

4.3. Composição Microfitoplanctônica

4.3.1 Composição Fitoplanctônica

A comunidade fitoplanctônica da área do estuário do rio Itapecuru esteve composta no total por 237 táxons identificados a nível genérico e específico, os quais estiveram distribuídos em cinco divisões: Bacillariophyta constituída por 102 táxons (43,04%), Chlorophyta com 89 (37,55%), Cianobactérias com 29 (12,24%), Euglenophyta com 14 (5,90%) e Dinophyta com apenas três (1,27%) (Figura 8).

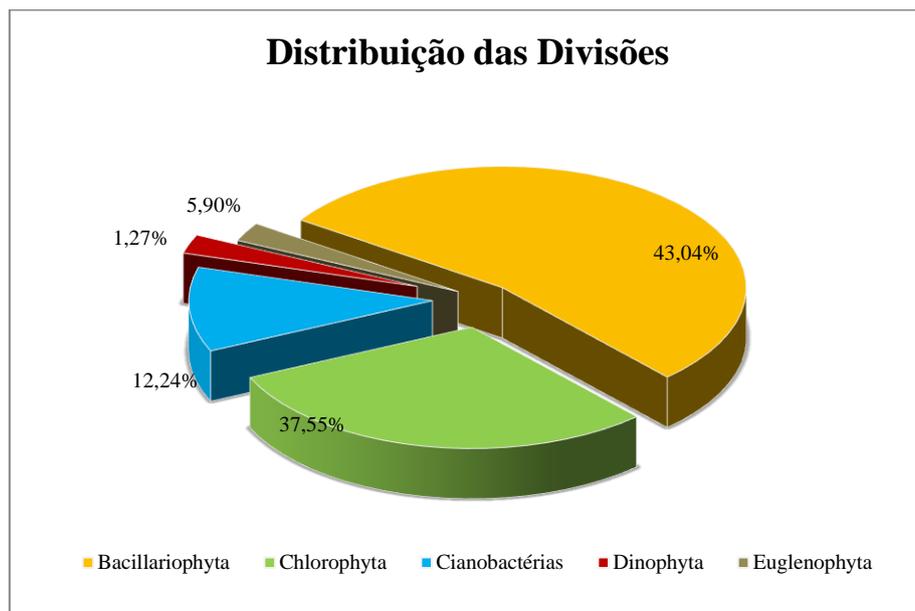


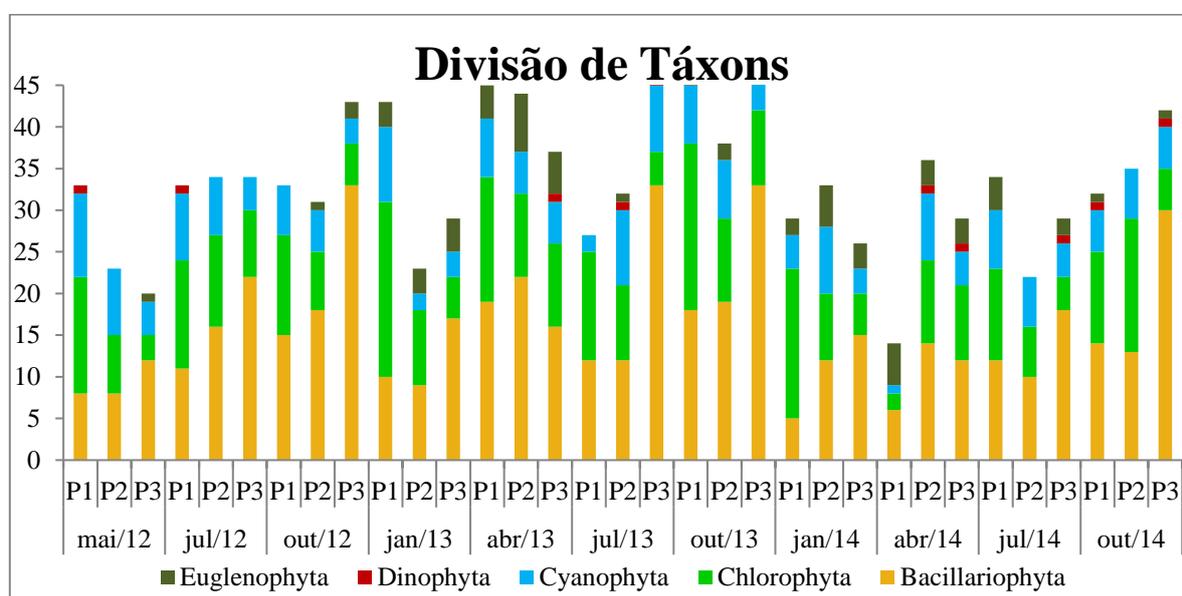
Figura 8. Distribuição total do percentual do número de táxons identificados na área do baixo curso do rio Itapecuru

No período de estiagem, essa configuração se estabelece com 80 espécies identificadas, distribuídas em 43 diatomáceas, 24 clorofíceas, 9 cianobactérias. As euglenofíceas e os dinoflagelados apresentaram apenas duas espécies cada, com registros nos pontos P1 e P3.

Essa caracterização da composição fitoplanctônica, define um ambiente com características de eurihalidade que favorece o predomínio das diatomáceas e a influência de águas continentais constituem as clorofíceas como o segundo grupo mais representativo. Resultados equivalentes foram encontrados em estudos realizados em outros rios (POMPEO et al. 1998; ALMEIDA et al. 2005; MENEZES; BUENO; RODRIGUES, 2013). Esse panorama muito se assemelha ao registrado por Araújo et al. (1998) para essa mesma região.

Quando se considera essa distribuição espacial, verificou-se que as diatomáceas são mais expressivas no ponto P3, com máxima representação durante o período de estiagem (Out/2012, Out/13 e Out/14) com 77,00%. Essa maior contribuição está relacionada a localização do P3 na foz do rio Itapecuru, isto é, presença de massas de águas com salinidade. Enquanto que as clorofíceas, dominaram os pontos P1 e P2 com 62% em Janeiro de 2014 (período chuvoso) e 46% em Outubro de 2014 (período de estiagem), respectivamente. Ressalta-se que esse predomínio de clorofíceas está relacionado diretamente aos pontos de coleta com salinidade bastante reduzida ou não registrada.

O grupo das cianobactérias revela-se estável quanto à distribuição espacial com maior percentual durante o período chuvoso (Maio de 2012) 30% e 35% nos pontos P1 e P2. Os dinoflagelados ocorrem esporadicamente apresentando 4% de representação nos pontos P2 e P3 para Abril de 2014 (período chuvoso), cada. As euglenófitas se distribuem de forma homogênea ao longo do baixo curso do rio obtendo maior representação em P1 com 19,00% em Abril de 2014 (período chuvoso). Essa baixa representatividade dos grupos de cianobactérias, euglenófitas e de dinoflagelados torna-se importante para a definição do estado de qualidade do estuário, pois conforme Leão (2004) a alta ocorrência desses grupos retratam locais poluídos e eutrofizados, que em conjunto com as baixas concentrações de oxigênio dissolvido, costuma caracterizar o ambiente como zona poluída ou semi-poluída (Figura 9).



produtivas. Essa predominância das diatomáceas é marcada pela sua característica ecológica de eurihalidade, que de acordo com Cruz et al. (1994) deve-se provavelmente ao bom sucesso dessa comunidade às condições de maior turbulência da água e à tolerância das variações ambientais. Para Gessner; Simonsen (1967) esse grupo é bastante resistente, devido suas frústulas silicosas que favorecem o transporte de locais distantes da desembocadura estuarina mascarando, assim, a real composição florística local. Estas carapaças vazias chegam a áreas distantes devido à alta turbulência da água o que explica o fato de registros de diatomáceas na montante do rio Itapecuru.

4.3.2. Distribuição Temporal

Em relação à sazonalidade, o período chuvoso (Figura 10a) foram identificadas 156 espécies distribuídas em 53 diatomáceas, 67 clorofíceas, 21 cianobactérias, 13 euglenofíceas e apenas dois dinoflagelados. Em relação ao período de estiagem conferiu maior número de espécies identificadas, contabilizando 161 táxons distribuídos em 81 diatomáceas, 53 clorofíceas, 21 cianobactérias, cinco euglenofíceas e apenas um dinoflagelado (Figura 10b).

Quando se observa o panorama geral, verificou-se uma representação dos principais grupos bem distinta aos períodos sazonais, com predomínio das microalgas pertencentes ao grupo das clorofíceas, registrando 42,95%. Em contra partida, as diatomáceas foram mais expressivas durante a estiagem contribuindo com 50,31%. Outra característica marcante foi a distribuição dos táxons pertencentes à divisão das cianobactérias que se manteve homogênea durante os dois períodos estacionais (Figuras 10a e 10b).

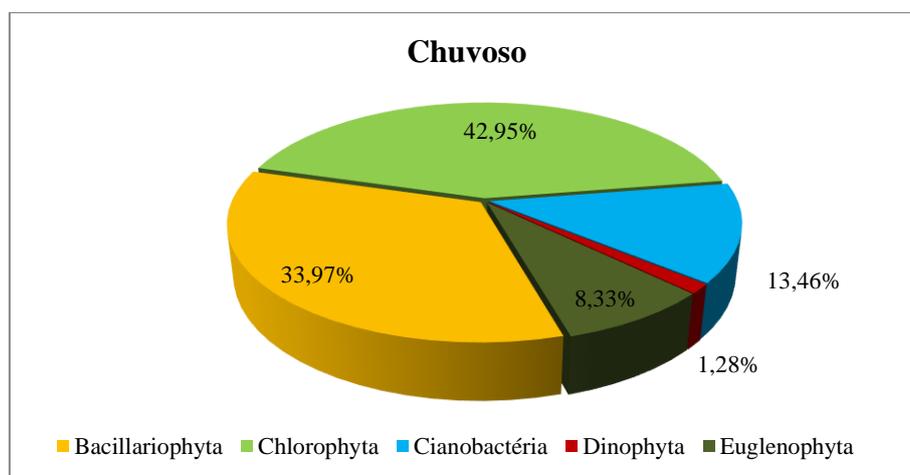


Figura 10. Distribuição total do percentual do número de táxons identificados correspondente ao período chuvoso, na área do baixo curso do rio Itapecuru.

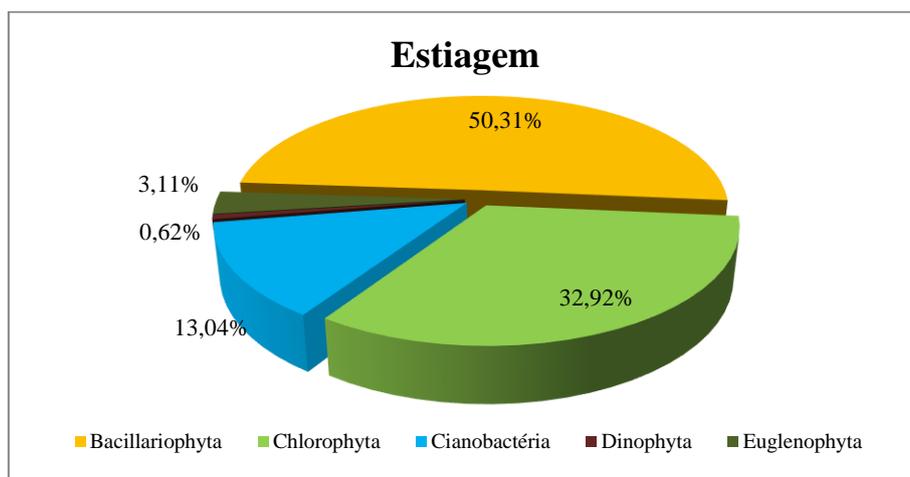


Figura 10b. Distribuição total do percentual do número de táxons identificados correspondente ao período de estiagem, na área do baixo curso do rio Itapecuru.

Não foi evidenciada grande variação temporal entre o grupo dos dinoflagelados. Em relação às euglenofíceas, vale ressaltar que dos 10,95% táxons registrados ao longo do estudo, 8,33% são característicos do período chuvoso. Esse cenário é comum a ambientes estuarinos, em que as euglenofíceas costumam ocorrer em ambientes ricos em nutrientes que tem suas concentrações aumentadas principalmente no período chuvoso, devidas ao maior aporte continental para o interior dos estuários (LIMA et al., 2013).

Essa predominância de clorofíceas durante o período chuvoso, no qual promove baixos valores de salinidade, propõe a preferência do grupo por águas com salinidades bem reduzidas e maior influência da descarga do rio Itapecuru no estuário. Entretanto, para Smayda (1983), em ambientes estuarinos essa configuração está muito mais relacionada à predominância do fluxo limnético que da própria influência sazonal.

Moschini-Carlos; Pômpeo (2001) apontam que tanto fatores externos (regime de precipitação e vento) quanto internos (predação e a competição das espécies fitoplanctônicas por recursos) são determinantes para a variação espaço-temporal do fitoplâncton nestes ambientes.

4.3.3. Número de Táxons Identificados

Quanto ao número de táxons identificados foram registrados 33 táxons por ponto, sendo o ponto P1 mais expressivo com média de 32 espécies identificadas destacando-se em

outubro de 2013, campanha com 50 táxons em P3. O ponto P1 contabilizou média de 35 obtendo máxima de 45 espécies em abril de 2013 e em P1 conferiu-se média de 42 obtendo maior valor em outubro de 2013 com 50 espécies identificadas (Figura 11).

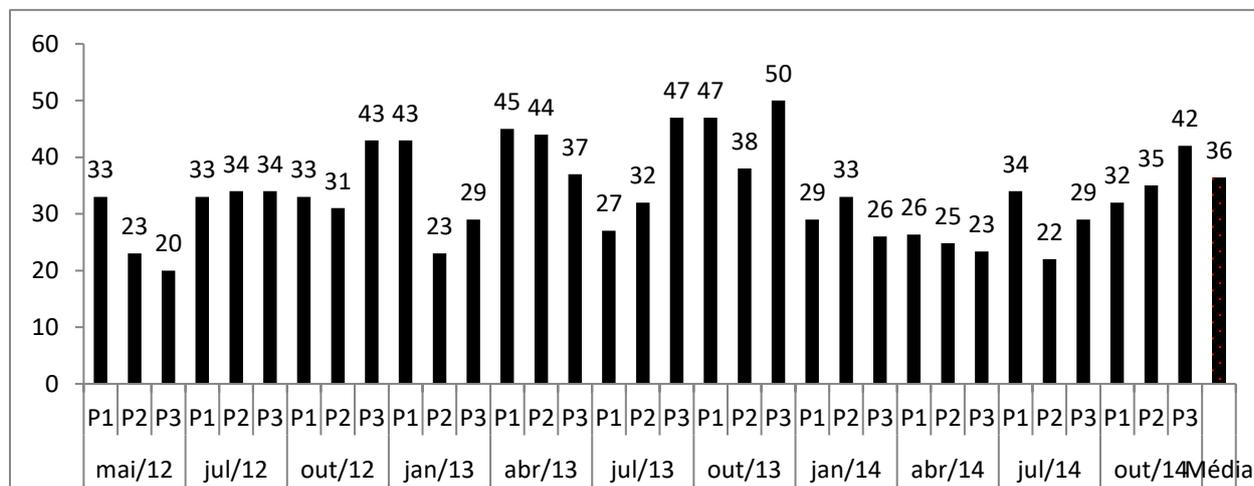


Figura 11. Distribuição do número de táxons identificados na área do baixo curso do rio itapecuru.

No período estudado de outubro de 2014, verificou-se um gradiente crescente de riqueza de espécies identificadas, obtendo média de 36 táxons por ponto, sendo o P3 mais significativo com 42 espécies, seguido de P2 com 35 e P1 conferindo apenas 32 táxons. Essa configuração delimita um cenário dinâmico na distribuição de espécies ao longo dos pontos amostrais, diferindo ao observado na campanha anterior (jul/14).

4.4.4. Frequência de Ocorrência

Quanto à frequência geral de ocorrência dos táxons registrados, a comunidade fitoplanctônica apresentou o mesmo padrão de distribuição de todas as campanhas, onde quem predomina são as espécies consideradas esporádicas. Sendo que, das 237 espécies identificadas, 196 foram enquadradas nessa categoria, ocorrendo em menos de 25% das amostras, o que corresponde a 82,70% (Figura 12).

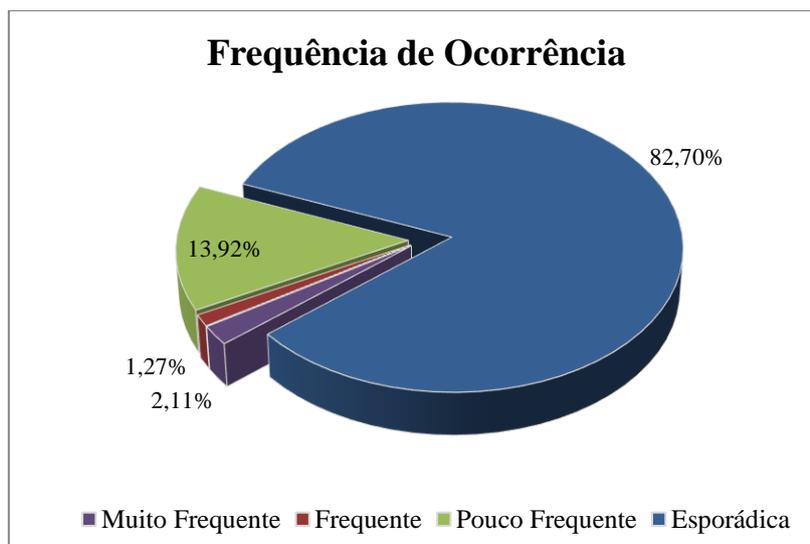


Figura 12. Frequência de ocorrência das espécies identificadas na área do baixo curso do rio Itapecuru.

As pouco frequentes foram o segundo grupo mais representativo contabilizando 33 espécies que compuseram 13,92% da comunidade fitoplanctônica. Das espécies classificadas como frequentes, as que ocorrem acima de 50% das amostras, apenas três estão enquadradas nessa categoria contribuindo com 1,27%, sendo estas: *Anabaena affinis*, *Amphora* sp₁ e *Planktothrix agardhii*.

Em relação à categoria muito frequente, apenas cinco espécies estiveram presentes em mais de 75% das amostras contribuindo com 2,11%, das quais: *Actinoptychus* sp. ocorreram em 100%, seguida de *Surirella angustata* com 96,97%, *Aulacoseira granulata* var. *granulata* com 93,94%, *Synedra ulna* com 84,85% e *Microcystis weissenbergii* com 78,79%. Estas espécies destacam-se durante todo o monitoramento, uma vez que, foram classificadas como muito frequentes em todas as campanhas até o presente estudo.

No período chuvoso, as espécies enquadradas na categoria Muito Frequente (MF) correspondem a 4% da comunidade fitoplauquitônica, com 04 representantes das diatomáceas (*Actinophthychus* sp., *Amphora* sp., *A. granulata*, *Surirella angusta* e *S. ulna*, 01 cianobacteria (*M. weswmborgii* e uma microalga do grupo das Euglenófitas(*Sytobomona verrucosa*). A categoria Frequente correspondeu a 4% do total com as seguintes espécies (*Pleurosigma* sp., *S. capronil*, *Staurastrum* sp. e *Volvox* sp.).

4.4.5. Abundância Relativa

Em relação à abundância relativa dos táxons, das 237 espécies registradas, *Actinoptychus* sp. continua revelando ser a espécie mais representativa do estuário com média geral de 66,71% de abundância, na contagem qualitativa dos 100 primeiros indivíduos observados, merecendo maior atenção (Figura 12)(Prancha 1).

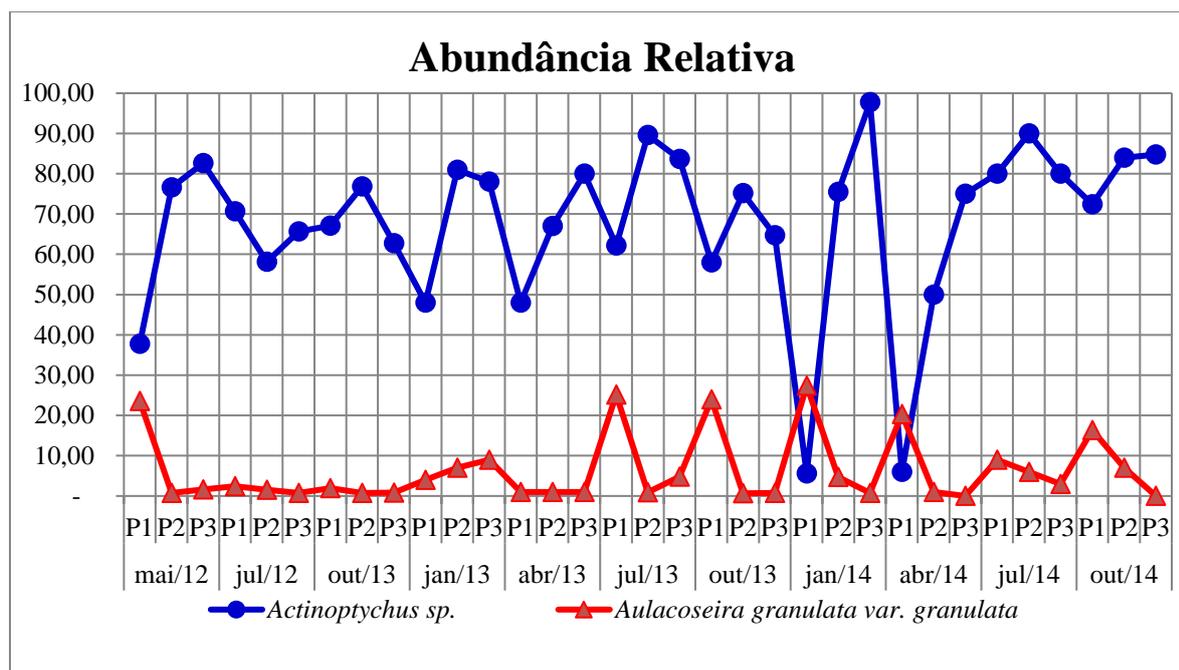


Figura 13. Relação das espécies abundantes e número de táxons identificados registradas na área do baixo curso do rio Itapecuru.

Quando se leva em consideração a avaliação temporal, o *Actinoptychus* sp. apresentou-se como espécie dominante em todas as campanhas principalmente em maio de 2012, julho de 2013 e janeiro de 2014 campanhas com 82,64%, 89,62% e 97,74%, respectivamente. Especialmente, P3 foi o ponto com maior registro de dominância da espécie *Actinoptychus* sp. revelando média de 77,01%, seguido de P2 com 73,99. Essa representação deve a própria euri-alinidade local que se torna mais favorável ao desenvolvimento da espécie nestes pontos amostrais, uma vez que, esse táxon é típico de águas estuarinas.

Ao comparar a coexistência dessa microalga com a *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, pode-se observar uma relação inversa à ocorrência de *Actinoptychus* sp. Esse

panorama torna-se mais expressivo no ponto P2. No ponto P1 essa relação torna-se menos evidente em maio de 2012, julho de 2013, outubro de 2013 e janeiro de 2014 (Figura 13).

Durante o último mês de estudo (out/14) constatou-se que a abundância relativa da espécie *Actinoptychus* sp. foi bastante expressiva em todos os pontos, conferindo maiores valores em P3 com 84,75%, seguido de P2 com 84,00% e P1 com menor representação de 72,41%. O ponto P1 revelou a espécie *Aulacoseira granulata* var. *granulata* como pouco abundante com apenas 16,38% e não definindo abundância em P3, ponto onde foi observada maior dominância de *Actinoptychus* sp.

4.4.6 Distribuição Ecológica

Para a distribuição ecológica das espécies identificadas na área do baixo curso do rio Itapecuru foram enquadradas 66,24% das 237 espécies identificadas, dos quais 10,97% corresponderam às microalgas marinhas planctônicas, constituídos por espécies próprias de regiões costeiras, distribuídas em 11 neríticas (4,64%) e 15 oceânicas (6,33%) (Figura 14).

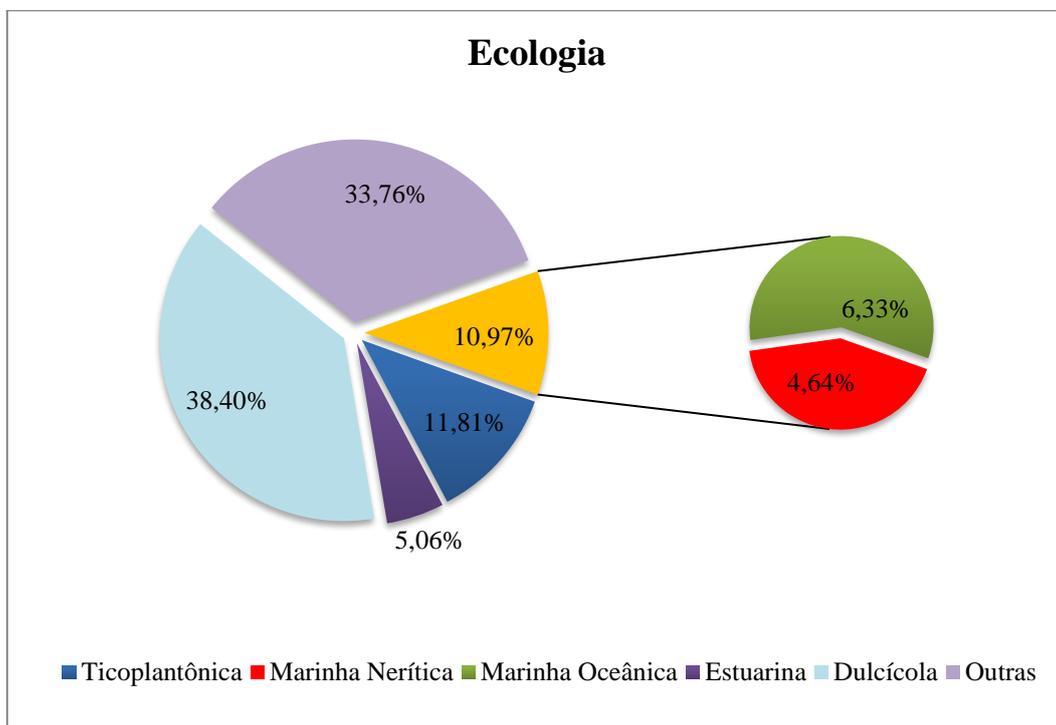


Figura 14. Distribuição ecológica das espécies na área do baixo Itapecuru, Maranhão, Brasil.

Como ticoplanctônica foram registradas 28 espécies com 11,81% de contribuição para esse cenário. Esse grupo é constituído de espécies ocasionais do plâncton que em sua maioria são epífitas ou sedimentadas, mas podem conservar-se, por algum tempo, no meio planctônico, e em seguida, têm-se as estuarinas com 12 espécies (5,06%).

As dulcícolas aparecem em maior número com 91 espécies identificadas (38,40%), sendo este, o grupo mais representativo, haja vista que, os pontos P2 e P3 apresentam maior influência das águas continentais e conseqüentemente maior composição de espécies de água doce (Figura 14). As demais espécies que não foram identificadas a nível específico não apresentam categorias definida para este parâmetro, correspondendo a 33,00% do total de táxons.

Essa representação difere ao registrado na maioria dos estuários maranhenses como trabalhos relatados por Azevedo-Cutrim (2008) e Duarte-dos-Santos (2010) que apresentam as espécies planctônicas como mais expressivas, seguida das ticoplanctônicas. De acordo com Leão et al. (2008), a pluviosidade permite através da redução da salinidade, carreamento de material e ressuspensão do sedimento, condições que favorecem a dominância ecológica de espécies dulcícolas e o transporte das ticoplanctônicas para a coluna d'água.

4.4.7 Densidade Fitoplanctônica

Quanto à análise quantitativa, no período chuvoso, o maior valor de densidade ocorreu em Jan/2014 representada pelo valor de 57.638.549 céls. L⁻¹ em P3. Quanto a menor densidade foi registrada em Abril/2014 também em P3 com o valor de 33.695 céls. L⁻¹.

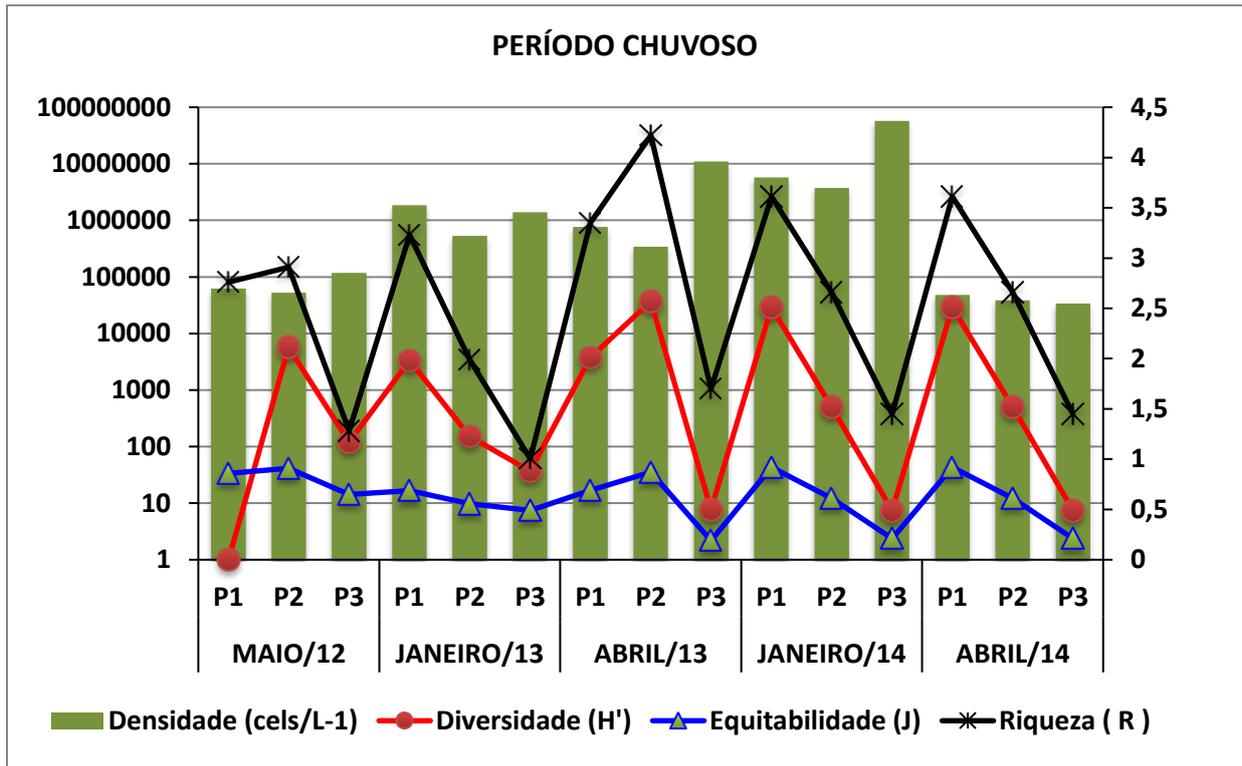


Figura 15. Valores de densidade, diversidade, equitabilidade e riqueza do fitoplâncton, durante o período chuvoso do baixo curso do rio Itapecuru.

No período de estiagem, os maiores valores registrados foram em Julho/2013, Outubro/2013 e Outubro/2014, ambos com o mesmo valor de 1.054.099 céls. L⁻¹ e no mesmo ponto, P2. Quanto a menor densidade, em Outubro/2014 foi registrada em P3 com 139.583 céls. L⁻¹.

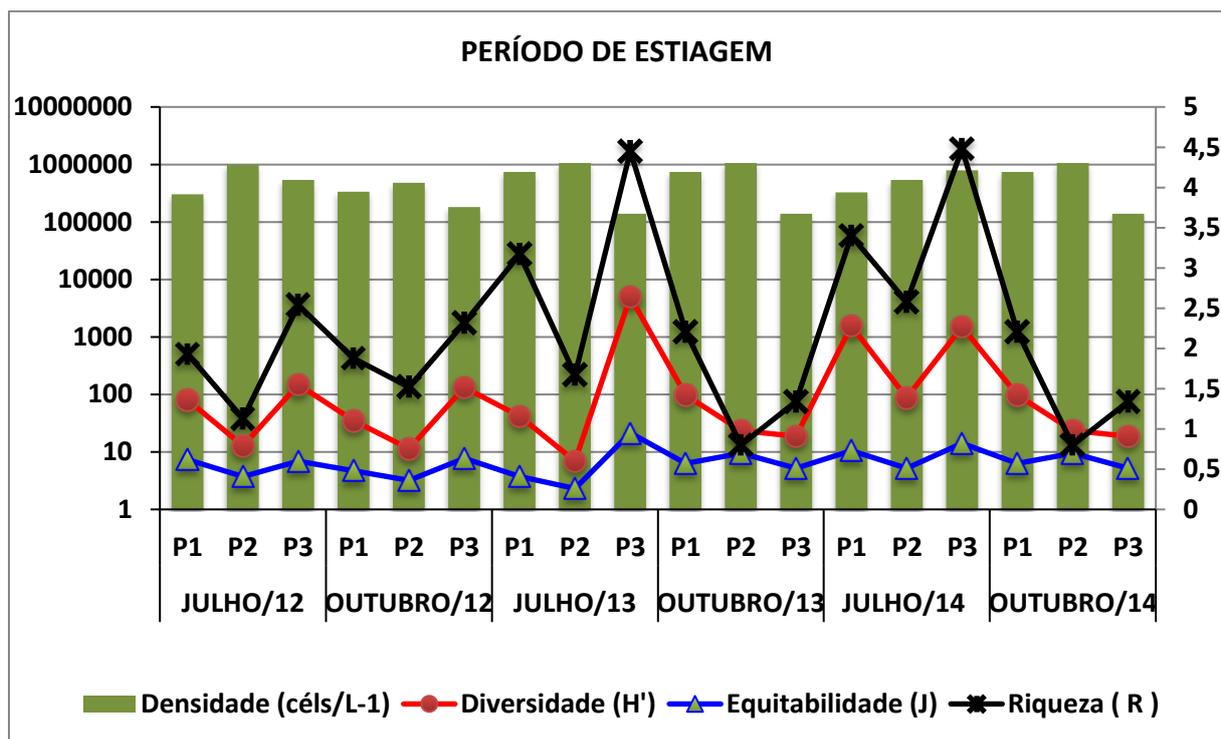


Figura 16. Valores de densidade, diversidade, equitabilidade e riqueza do fitoplâncton, durante o período de estiagem do baixo curso do rio Itapecuru.

Para a distribuição temporal, maio/2012 não registrou nenhuma espécie dominante, apresentando densidade variando entre 52.945 a 117.924 cels.L^{-1} nos pontos P2 e P3, respectivamente. No entanto, a partir de julho/2012, verificou-se que a espécie *Actinoptychus* sp. foi a que mais contribuiu para a determinação da densidade fitoplanctônica, registrando valores entre 303.234 cels.L^{-1} em P1 e 977.087 cels.L^{-1} em P2, corroborando com os dados de abundância relativa.

Para outubro de 2012 observou-se um decréscimo nos valores de densidade, com mínima de 180.496 cels.L^{-1} em P3 e máxima de 481.324 cels.L^{-1} em P2. Esse padrão também se estabelece, quando se considera a distribuição da espécie *Actinoptychus* sp. Quanto à janeiro de 2013 verificou-se variação entre 529.456 a 1.857.910 cels.L^{-1} em P2 e P1, respectivamente e durante esse período, em termos de contribuição destacaram-se as espécies *Actinoptychus* sp. e *Nitzschia sigma* nos pontos (P2 e P3) e P1, respectivamente.

Entretanto, merece maior destaque abril/ 2013, podendo ser considerada como a mais representativa para esse parâmetro, com maior densidade registrada em comparação às campanhas anteriores, conferindo valores que estiveram entre 341.740 a 10.993.440 cels.L^{-1} nos pontos P2 e P3, concomitantemente. Dentre as espécies mais expressivas tem-se o

complexo *Pinnularia* que em P3 chega a contabilizar 1.039.600 cels.L⁻¹ e a *Synedra ulna* com 9.616.800 cels.L⁻¹, ambas as espécies são identificadas como diatomáceas típicas de águas continentais (Prancha 1 e 2).

De acordo com Graça (2007), o complexo *Pinnularia* costuma ser dominante em ambientes continentais e raramente ocorre em ambientes marinhos e a *Synedra ulna* é considerada como espécie com moderada tolerância, ou seja, de poluição mesossapróbia. Essa espécie, segundo Werner (1977) se estabelece em condições onde existem altos teores de nitrogênio.

Para julho de 2013, a densidade fitoplanctônica variou entre 139.583 cels.L⁻¹ em P3 a 1.054.099 cels.L⁻¹ em P2, densidade estabelecida pelo *Actinoptychus* sp. com 558.335 cels.L⁻¹ em P1, 928.955 cels.L⁻¹ em P2 e 19.252 cels.L⁻¹ em P3. A partir desse quadro, observa-se uma predominância da espécie no baixo curso do rio, correspondendo a 88,12% de contribuição na composição da comunidade fitoplanctônica.

Em outubro/2013 foi marcado por uma densidade fitoplanctônica decrescente em direção à foz do rio Itapecuru como maiores valores em P1 com 693.106 céls.L⁻¹ e menores em P3 com 98.671 céls.L⁻¹. Essa densidade foi definida pela dominância do pelo *Actinoptychus* sp. com 332.113 céls.L⁻¹ em P1, 62.572 céls.L⁻¹ em P2 e 74.605 céls.L⁻¹ em P3. Nessa campanha, verifica-se a predominância dessa espécie no alto curso do rio contribuindo 75,61% composição fitoplanctônica.

Em janeiro de 2014 registrou um crescimento populacional da comunidade fitoplanctônica diferenciando de todo o período de monitoramento, conferindo estado de floração algal no ponto P3 com 50.298.350 cels.L⁻¹. Os demais pontos como P1 e P2 contabilizaram densidade de 1 cels.L⁻¹ e 2.286.289 cels.L⁻¹ em P3. Durante abril/ 2014 marca o restabelecimento da comunidade fitoplanctônica após um *bloom algal*, conferindo maiores valores de 48.132 (P1) a 33.693 cels.L⁻¹ (P3). Pela primeira vez, a espécie *Actinoptychus* sp. não obteve a representatividade verificada nas campanhas anteriores.

Já em julho de 2014 apresentou variação entre 324.894 em P1 a 789.371 cels.L⁻¹ em P3 com média de 551.116 cels.L⁻¹. Essa configuração é semelhante ao observado na campanha anterior, entretanto a espécie *Actinoptychus* sp. torna a ser a principal contribuinte para a determinação da densidade, registrando 162.447 cels.L⁻¹ em P1, 269.541 cels.L⁻¹ em P2 e 394.685 cels.L⁻¹ em P3. Quando comparado aos resultados de todo o período de monitoramento,

observou-se que a comunidade voltou a apresentar o mesmo padrão de distribuição após a floração ocorrida em janeiro de 2014.

Quanto a última campanha (out/14), essa variação se estabelece entre 101.078 cels.L⁻¹ em P1 a 12.216.003 cels.L⁻¹ em P2 com média de 4.171.475 céls.L⁻¹. Essa configuração difere ao analisado na campanha anterior, em que a espécie *Kirchiriella* sp. foi a responsável pela maior número de células no ponto P2, conferindo 10.425.478 cels.L⁻¹. Contudo, a espécie *Actinoptycus* sp. obteve maior densidade em P1 com 157.024 cels.L⁻¹.

4.4.8. Índices Ecológicos

Ao considerar os índices ecológicos, foi observado que o estuário do rio Itapecuru é caracterizado por baixa diversidade de microalgas obtendo média geral de 1,52 bits.cel⁻¹, variando entre diversidade muito baixa, principalmente no ponto P3 com 0,49 bits.cel⁻¹ na nona campanha a média diversidade em P3 com 2,64 bits.cel⁻¹ na sexta campanha (Figura 17).

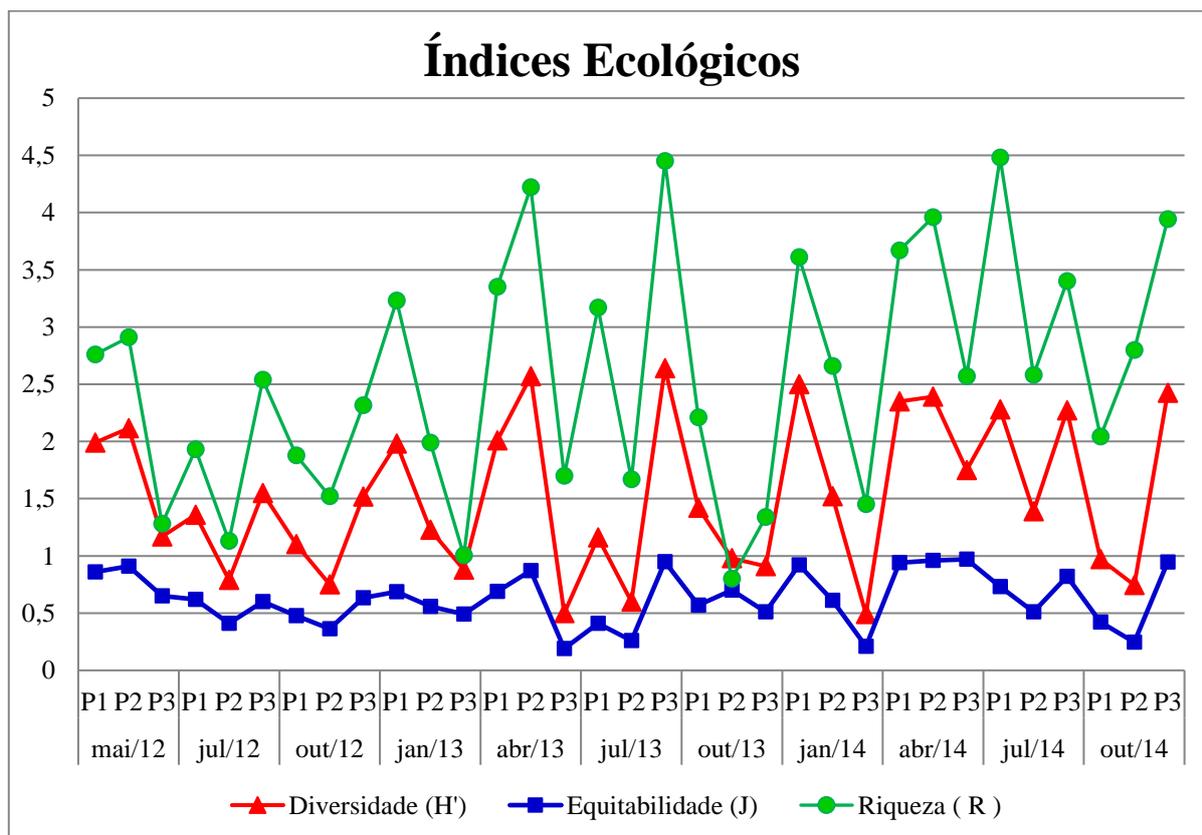


Figura 17. Índices ecológicos registrados na área do baixo curso do rio Itapecuru.

A equitabilidade ou homogeneidade da distribuição das espécies revelou que o fitoplâncton dessa região é caracterizado por uma distribuição relativamente uniforme com média de 0,63, variando entre elevada homogeneidade em P3 (abril de 2014) com 0,97 e baixíssima em P3 (abril de 2013) com 0,19, marcada pela predominância de *Synedra ulna* neste ponto (Figura 17).

Em relação à riqueza, esse ambiente define-se como de baixa riqueza de espécies com média geral de 2,56. Os menores valores foram registrados em P2 (outubro de 2013) com 0,80 e em P1 (julho de 2014) com 4,48, considerando este ponto como o de maior riqueza durante todo o período de monitoramento, próximo ao ideal (Figura 17). Segundo Valentin *et al.* (1991), valores de riqueza maiores que 5,0 significam grande riqueza de espécies no local de estudo.

Esse padrão permanece estável durante todo o estuário, já para outubro de 2014 observa-se um desequilíbrio entre as populações fitoplanctônicas com menor equitabilidade em P2 com 0,24 e maior homogeneidade em P3 com 0,94. Esse cenário aponta para uma diversidade muito baixa em P2 com 0,74 bits.cel⁻¹ e média diversidade em P3 com 2,42 bits.cel⁻¹, o que atribuiu maior riqueza com 3,94 (Figura 17).

4.4.9. Bioindicadoras

Quanto ao grupo das espécies bioindicadoras tem-se: *Actinoptychus* sp., *Surirella angustata*, *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *Synedra ulna* e *Microcystis weisenbergii* que se revelam expressivas na estrutura da comunidade fitoplanctônica ao longo de todo o período estudado (PRANCHA 1).

A espécie *Actinoptychus* sp. pode ser considerada como espécie-chave neste estudo, sendo considerada em muitos estuários como dominante, indicadora de águas salobras da região amazônica, chegando a representar mais de 50% do microfitoplâncton do Pará, segundo Paiva *et al.* (2006).

Outra espécie que merece destaque é o grupo de cianobactérias composta por *Microcystis weisenbergii* que em conjunto com *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis viridis* apresentam potencialidades em produzir cianotoxinas do tipo microcistinas, que provocam deficiência hepática levando os organismos a morte. Uma das causas que podem evidenciar o florescimento dessas espécies é o lançamento não controlado de efluentes que atuam como fonte direta de nutrientes para o crescimento deste grupo. (Feitosa et al., 2015)

5. CONCLUSÕES

O cenário atual da comunidade fitoplanctônica na área do baixo Itapecuru é constituído por algas que apresentam o hábitat ecológico dulcícola e que ocorrem esporadicamente no estuário. O que permitiu que fossem estabelecidas as seguintes conclusões:

I – Foi possível observar que a equitabilidade ou homogeneidade da distribuição das espécies revelou que o fitoplâncton dessa região é caracterizado por uma distribuição relativamente uniforme, ocorrendo menor transparência no período chuvoso, onde possivelmente há maior suspensão de material ocasionando a redução da mesma, cooperando para queda dos valores de densidade do fitoplâncton;

II – A condutividade elétrica foi considerada baixa e deve estar relacionado com a falta de uma maior concentração de sólidos totais dissolvidos. Conforme observado, os baixos valores encontrados para condutividade elétrica no rio Itapecuru indicam que o despejo de esgotos não foi significativo para que ocorressem altas concentrações de sais na água. O presente trabalho apresenta valores bem inferiores há trabalhos realizados anteriormente;

III – A comunidade fitoplânctonica da áreas do baixo curso do rio Itapecuru é constituído predominantemente por diatomáceas seguidas por clorofíceas. Essa predominância das diatomáceas é marcada pela sua característica ecológica de eurihalidade e devido suas frustulas silicosas que favorecem o transporte de locais distantes da desembocadura estuária. Não foi evidenciada grande variação temporal entre o grupo dos dinoflagelados. Em relação às euglenofíceas, vale ressaltar que dos táxons registrados ao longo do estudo são característicos do período chuvoso. Possivelmente pelo maior aporte continental para o interior dos estuários que costuma deixar os ambientes estuarinos com concentração dos seus nutrientes aumentados nesse período;

IV - A predominância das clorofíceas ocorreu no período chuvoso, no qual, geralmente ocorre baixos valores na salinidade. Isso implica na preferência deste grupo por salinidade reduzida. Porém também pode está relacionada com o fluxo limnético do que da propria influência sazonal. Outro fator bem relevante são os fatores externos como o regime de

precipitação e ventos quanto aos internos, predação e a competição são determinantes para a variação espaço-temporal do fitoplâncton nestes ambientes;

V- A influência do lançamento de efluentes pode ter atuado para os períodos de floração algal, evidenciado no período de estiagem com a presença do complexo *Pinnularia* e a *Synedra ulna*. Além de espécies que tem potencial em produzir cianotoxinas do tipo microcistinas que causam deficiência hepática levando os organismos a morte, como por exemplo do grupo das cianobactérias (*Microcystis wesenbergii* que em conjunto com *M. aeruginosa* e *M. viridis*);

Com base neste prognóstico, propomos a continuidade deste monitoramento por meio da utilização das microalgas, uma vez que, a construção e definição dos cenários ecológicos dessa comunidade tornam-se extremamente relevante para o gerenciamento dos recursos hídricos locais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I.C.S.; FERREIRA-CORREIA, M.M.; DOURADO, E.C.S.; CARIDADE, E.O. Comunidade fitoplanctônica do lago Cajari, Baixada Maranhense, no período de cheia. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia** v. 18, n. 1, p. 1-9, 2005.

ALVIAL, I. E. et al. Estructura comunitaria de diatomeas presentes en los sedimentos superficiales de ocho lagos andinos de Chile central. **Revista Chilena de Historia Natural** v. 81, n. 1, p. 83-94, 2008.

AQUINO, E. P.; OLIVEIRA, E.C.C.; FENANDES, U.L.; LACERDA, S.R. Fitoplâncton de uma lagoa de estabilização no nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**. v. 15, n. 1, p. 71-77, 2011.

ARANHA, F. J. Caracterização sócio-econômica e ambiental da bacia do rio Itapecuru no pico da seca, Maranhão. **Relatório Técnico**. Instituto do Homem, 1992.

ARANHA, F.J. IBAÑEZ, M.S.R. CORREIA, M.M.F. CARVALHO, I.S. & MARTINS, F.J.G. 1997. Limnology, geomorphology and aspects of the ciliar vegetation of the Itapecuru River basin (Maranhão - Brazil). *Verh. Internat. Ver. Limnol.*, 26: 857-859.

ARAÚJO, A. de; PESSOA, C. R. D.; FERREIRA-CORREIA, M. M.; IBAÑEZ, M. do S.R. Fitoplâncton do rio Itapecuru, Maranhão, Brasil: uma contribuição ao conhecimento. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia** v. 11, n.1, p. 25-35, 1998.

AZEVEDO-CUTRIM, A.C.G. de; Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica no Golfão Maranhense – Brasil. Recife, 2008. 146f. Tese (Doutorado) – Departamento de Oceanografia Universidade Federal de Pernambuco. 2008.

AZEVEDO, A.C.G. de; FEITOSA, F.A.N. & Koenig, M.L. 2008. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.22, n.3, p. 870-877.

BARBIERI, R.; IBAÑEZ, M. do S.; ARANHA, F. de J.; CORREIA, M.M.F.; REID, J. W.; TURNER, P. Plâncton, produção primária e alguns fatores físico-químicos de dois lagos da Baixada Maranhense. **Revista Brasileira de Biologia** v. 49, n. 2, p. 399-408, 1989.

BARRADAS, Manuel do Nascimento. **Rio Itapecuru: uma proposta de preservação**. Caxias, MA. COMEPI, 1996.

BAUMGARTNER, D.; DELARIVA, R. L. Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. **Neotropical Ichthyology**, v.8, n.2, p. 341-349, 2010.

BEZERRA, A. S. Contribuição à geomorfologia da bacia do Itapecuru, Maranhão. 1984. Dissertação de Mestrado, Unesp. Rio Claro, SP, 1984.

BEZERRA-NETO, J. E.; PINTO-COELHO, R. M. O déficit de oxigênio em um reservatório urbano: Lagoa do Nado, Belo Horizonte – MG. **Acta Limnol. Bras.**, v. 13, n. 1, p. 107-116, 2001.

BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C.; CASTRO, A.A.J.; PICELLI VICENTIM, M.M. Fitoplâncton do trecho a represar do rio Paranapanema (Usina Hidrelétrica de Rosana), Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** v. 52, p. 293-310, 1992.

BILLEN, G.; GARVIER, J.; SEBILO, M.; SFERRATORE, A.; BARLES, S. et al. A long-term view of nutrient transfers through the Seine River Continuum. **The Science of Total Environment** v. 375, p. 80-97, 2007.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. 1. Ficoflórula do rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil.: I. Desmídeas, filamentosas e gêneros *Gonatozygon*, *Penium*, *Pleurotaenium* e *Tetmemorus* (Zygnemaphyceae). Semina. **Ciências Biológicas e da Saúde** v. 14, p. 61-73, 1993a.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Ficoflórula do rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil.: III. *Actinotaenium*, *Cosmarium* e *Staurodesmus* (Zygnemaphyceae). Semina. **Ciências Biológicas e da Saúde** v. 14, p. 86-95, 1993b.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Fitoplâncton do rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil.: Nostocophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae, e Tribophyceae. **Hoehnea** v. 24, p.1-20, 1997.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. **A comunidade fitoplanctônica do rio Tibagi: uma abordagem preliminar de sua diversidade**. In: MEDRI, M.M.; BIANCHINI, E.; Shibatta, O.A.; Pimenta J.A. (orgs.). A bacia do rio Tibagi. Londrina, FUEL. p. 373-402. 2002.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MECENAS, P.R. Ficoflórula do rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil.: IV. *Staurostrum*, *Micrasterias* e *Xanthidium* (Zygnemaphyceae). Semina, **Ciências Biológicas e da Saúde** v. 15, p.133-152, 1994.

BORGES, P.A.F.; RODRIGUES, C.L.; PAGIORO, T.A.; TRAIN, S. Spatial variation of phytoplankton and some abiotic variables in the Pirapó River - PR (Brazil) in August 1999: a preliminary study. **Acta Scientiarum** v. 25, p.1-8, 2003.

BUNCE, N. **Environmental Chemistry**. 2. ed. Winnipeg: Wuerz Publishing Ltd, 1994.

BRANCO, S.M. **Hidrobiología aplicada à engenharia sanitária**. CETESB/ASCETESB, 1986. 616p.

BRANCO, C. W. C.; CAVALCANTI, C.G. B. Ecologia de comunidades planctônicas no Lago Paranoá. In: Henry, R. (orgs). **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e Aspectos Sociais**. p.575-595. 1999.

BRASIL, 2006. Ministério das Cidades. Disponível em: [http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas - urbanos / agenda / reabilitacao-de-areasurbanas-centrais /](http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/agenda/reabilitacao-de-areasurbanas-centrais/) 2006. Acesso em: Dezembro de 2016.

BRASIL, 2006. Resolução CONAMA nº 371, de 05 de abril de 2006. Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc). Disponível em www.mma.gov.br/conama. Acesso em 11 de dezembro de 2016.

CÂMARA, F.M.M.; MOURA, A.N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Ficoflórula planctônica do rio Parnaíba, estado do Piauí-Brasil. **Revista Nordestina de Biologia** v. 16, p. 3-21, 2002.

CARVALHO, M.C. **Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo**. 2003. 83f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DELLAMANO-OLIVEIRA, M. J.; SENNA, P. A. C.; TANIGUCHI, G. M. Limnological characteristics and seasonal changes in density and diversity of the phytoplanktonic community at the Caçó pond, Maranhão State, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 46, n. 4, p. 641-651, 2003.

DICKIE, G. Notes on the algae from the Amazons and its tributaries. **Journal Limnology Society**, Series Botany v.18, p. 123-132, 1881.

DODDS, W.K.; JONES, J.R.; WELCH, E.B. Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen and phosphorus. **Water Research**, v.32, p.1455-1462, 1998.

DODDS, W.K. Eutrophication and trophic state in rivers and streams. **Limnology and Oceanography**, v.51, p. 671-680, 2006.

ESTEVEZ, F. A. Consideration on the ecology of wetlands, with emphasis on brazilian floodplains ecosystems. **In**: SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C. *Oecologia Brasiliensis*. v. 4 Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, p. 111-135, 1998.

FEITOSA, I.B; MOURA, A. DO N.; SOUZA, A. C. R. de. 2015. Microalgas de dois ambientes lóticos amazônico, Rondônia, Brasil. **Ambiência**, v.11 n.1 p.49 – 64. DOI: 10.5935/ambiencia.2015.01.03

FERRARI, F. et al. Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil. **Acta Amazonica** v. 37, n. 1, p. 1–16, 2007.

GESSNER, F.S.R, SIMONSEN. Marine Diatoms in the Amazon? **Limnol. Oceanogra**, v. 12, p. 709 – 711, 1967.

GOLTERMAN, H.L.; CLYNO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. 2nd ed. Blackwell, Oxford. 31p.

GRASSHOFF, K.; ENRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of Seawater Analysis**. 2nd ed. New York, Verlag Chemie, 1983.

GRAÇA, S. Flora diatomácea moderna do Lago Estância das Águas Claras, Garulhos, São Paulo: Avaliação da qualidade da água. 2007. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental). Universidade Garulhos, Garulhos, 2007.

HILTON, J.; O'HARE, M.; BOWES, M.J.; JONES, J.I. How green is my river A new paradigm of eutrophication in rivers. **Science of The Total Environment**, v.365, 2006, p. 66-83.

HORNE, A.J. Limnology/ Alexander J. Horne, Charles R. Goldman- 2nd Ed Library of Congress Catalogin-in-Publication Data 576p, 1994

HORNE, A. J.; ALEXANDER, J., HORNE, CHARLES R. GOLDMAN, Limnology. - 2nd Ed Library of Congress Catalogin-in-Publication Data 576p, 1994.

KOROLEFF, F. **Determination of phosphorus. Chemistry of the element in seawater.** In: GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. (orgs). Methods of seawater analysis. (2nd ed.). Verlag Chemie, 1983b. p. 125- 139.

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. Tese de Doutorado (Doutorado em Ecologia) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LEÃO, B.M.; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G. Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. Acta Botânica Brasilica, v. 22, n.3, p. 711-722. 2008.

LEMOS, D. C. Levantamento da problemática ambiental nas nascentes do rio Itapecuru. Parque Estadual do Mirador - MA. Degeo, UFMA. 2002. PERSPECTIVA DE CONTINUIDADE OU DESDOBRAMENTO DO PROJETO.

LIMA, P. L. S. C.; PESSOA, E. K. R.; CHELLAPPA, S. & CHELLAPPA, N.T. Phytoplankton diversity and physical-chemical aspects of water quality of Lake Jiqui, Rio Grande do Norte, Brazil. Biota Amazônia. Macapá, 2013, v. 3, n. 3, 97-112 p. (ISSN 2179- 5746). Disponível em: Acesso em: Junho de 2016.

LOPES, A. G. D. **Estudo da comunidade fitoplanctônica como bioindicador de poluição em três reservatórios em série do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP.** 2007 116 p (Dissertação de Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental Universidade de São Paulo, São Paulo; 2007.

MACÊDO, S.J.; COSTA, K.M.P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco -Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura.** São Paulo, v. 30, n. 7, p. 368, 1978.

MARGALEF, R. **Limnologia.** Editora Omega, Barcelona, 1983, 1100p.

MATOS, A.T. Qualidade do meio físico ambiental. Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais. (Série Caderno Didático n 33), Viçosa-MG. 2006. 54p.

MEDEIROS, Raimundo. Itapecuru: águas que correm entre pedras. São Luís/MA, 2001

MENEZES, V. C.; BUENO, N. C; RODRIGUES, L. C.; Spatial and temporal variation of the phytoplankton community in a section of the Iguaçu River, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** [online], v. 73, n. 2, p. 279-290, 2013.

MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, MLM. Dinâmica do fitoplâncton de uma lagoa de duna (Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, MA, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 13, n. 2, p. 53-68, 2001.

MOSCHINI-CARLOS, V.; PERREIRA, D.; WISNIEWSKI M.J.S.; POMPÊO, M.I.L.M. The planktonic community in tropical interdunal ponds (Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão State, Brazil), **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 20, n. 2, p. 99-110, 2008.

MÖBIUS, M. Über einige brasilianische algen. Berich der deutschen botanischen gesellschaft v.10, p.17-26, 1892.

MOESTRUP. Taxonomic Reference List of Toxic Plankton Algae, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. 2010. Disponível em: www.bi.ku.dk/ioc/default.asp. Acesso em: 21/04/2016.

MUSARRA, M.L.; MONTEIRO, A.J.; BEYRUTH, Z. NOVELLI, J.L.; VIANA, N.C. Limnological characterization of lentic and lotic habitats of the Upper Paraná River system prior to the inundation of Porto Primavera Reservoir. **Verhandlungen der Internationale Vereinigung Limnologie** v. 26, p.1072-1079, 1998.

NOGUEIRA, N.M.C. et al. Composition and temporal changes of phytoplankton community in Lake Quebra-Pote, MA, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 17, n. 4, p. 419-431, 2005.

OLIVEIRA, M.D.; CALIJURI, M.C. Structure of the phytoplanktonic community in the Lobo Reservoir (SP); a comparison among the different compartments of the reservoir: rivers, transition areas and reservoir. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** v. 67, p. 369-379, 1995.

PAIVA, R.S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J.Z. de O.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; MELO, N.F.A.C. Considerações ecológicas sobre a fitoplâncton da Baía do Guajará e Foz do Rio Guamá (Pará, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais**, v.1, p.133-146. 2006.

PEREIRA, A. C. A. **Bioindicadores fitoplanctônicos da qualidade da água no estuário do rio Catu, Aquiraz, Ceará**. 2007. 77f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007

PHILIPPI JUNIOR, A. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005, 842p.

POMPEO, M. L. M., et al. Heterogeneidade espacial do fitoplâncton no reservatório de Boa Esperança (Maranhão – Piauí, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia** v. 10, n. 2, p 101-103, 1998.

RODRIGUES, S.C.; TORGAN, L.; SCHWARZBOLD, A. Composição e variação sazonal da riqueza do fitoplâncton na foz de rios do delta do Jacuí, RS, Brasil. **Acta Botânica Brasileira** v.21, p.707-721, 2007.

RODRIGUES, E.H.C.; BARRETO, L.N.; FERREIRA-CORREIA, M.M.; SILVA, R.C.S. Variação temporal do fitoplâncton em um rio tropical pré-amazônico (Rio Pindaré, Maranhão, Brasil). **Ciência e Natura**, v.37, n.2, 2015.

ROLLA, M.E.; DABÉS, M.B.G.S.; FRANÇA, R.; FERREIRA, E.M.V.M. Inventário limnológico do Rio Grande na área de influência da futura usina hidrelétrica (UHE) de Garipava. **Acta Limnologica Brasiliensia** v. 4, p.139-162, 1992.

SANTOS, M.J.; ROCHA, O. Plankton community structure and its relation to water quality in streams under urban impacts. **Verhandlungen der Internationale Vereinigung Limnologie** v. 26, p. 1266-1270, 1998.

SANTOS, A.K.D.; OLIVEIRA, A.L.L.; FURTADO, J.A.; et al. Spatial and seasonal variation of microphytoplankton community and the correlation with environmental parameters in a hypereutrophic tropical estuary – Maranhão – Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 65, n.3, p. 352-372, 2017.

SILVA, D. de J.; CONCEIÇÃO, G. M. da. Rio Itapecuru: Caracterização Geoambiental e Socioambiental, Município de Caxias, Maranhão, Brasil. **Scientia Plena**, v. 7, n. 1, p. 1-26, 2011.

SILVEIRA, M.P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004, 68p.

SMAYDA, T. J. The phytoplankton of estuaries. In: KETCHUM, B. H. (orgs.). **Estuaries and Enclosed Seas**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publ. p. 65-101. 1983.

SMAYDA, T.J. Harmful algae blooms: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnology and Oceanography*, v. 42. p. 1137 – 1153, 1997.

SMITH, V.H.; TILMAN, G.D; NEKOLA, G.D. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**, v.100, p. 179-196, 1999.

SMITH, V.H. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems: a global problem. **Environmental Science & Pollution Research**, v.10, p.126-139, 2003.

SOUZA, D. The Lobo river basin and reservoir: ecological bases for regional planning, management and conservation. **Verhandlungen der Internationale Vereinigung Limnologie** v. 26, p.1281-1283, 1998.

SCHMIDT, G.W.; UHERKOVICH, G. Zur Artenfülle des Phytoplanktons in Amazonien. **Amazoniana** v. 4, p. 243-252, 1973.

STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R.A. Practical handbook of sea water analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada, Ottawa**, v. 167, p. 207-211, 1972.

TANIGUCHI, G.M., PERES, A.C., SENNA, P.A.C. & COMPÈRE, P. The desmid genera *Cosmarium*, *Actinotaenium*, and *Cosmocladium* from an oxbow lake, Jataí Ecological Station (Southeastern Brazil). **Systematics and Geography of Plants** v. 73, p.133-159, 2003.

TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C. Distribuição espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica. In: A.E.A.M. Vazzoler; A.A. Agostinho & N.S. Hahn (orgs.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, EDUEM. 1997. p. 105-116.

TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C. Temporal fluctuations of the phytoplankton community of the Baía river in the upper Paraná river floodplain, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Hydrobiologia** v. 361, p.125-134, 1998.

THOMASSON, K. Amazonian algae. **Mémoires de l'Institute Royal des Sciences Naturelles de Belgique** v. 86, p.1-57, 1971.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI-MATSUMURA, T. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.

UHERKOVICH, G. Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajós. **Amazoniana** v. 5, p. 465-515, 1976.

UHERKOVICH, G. Algen aus einigen Gewässern Amazoniens. **Amazoniana** v. 7, p. 191-219, 1981.

UHERKOVICH, G.; RAI, H. Algen aus den Rio Negro und seinen Nebenflüssen. **Amazoniana** v. 6, p. 611-638, 1979.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton. Methodic. Mitt. **Int.Verein.theor.Limnoly** v. 9, p. 1-39, 1958.

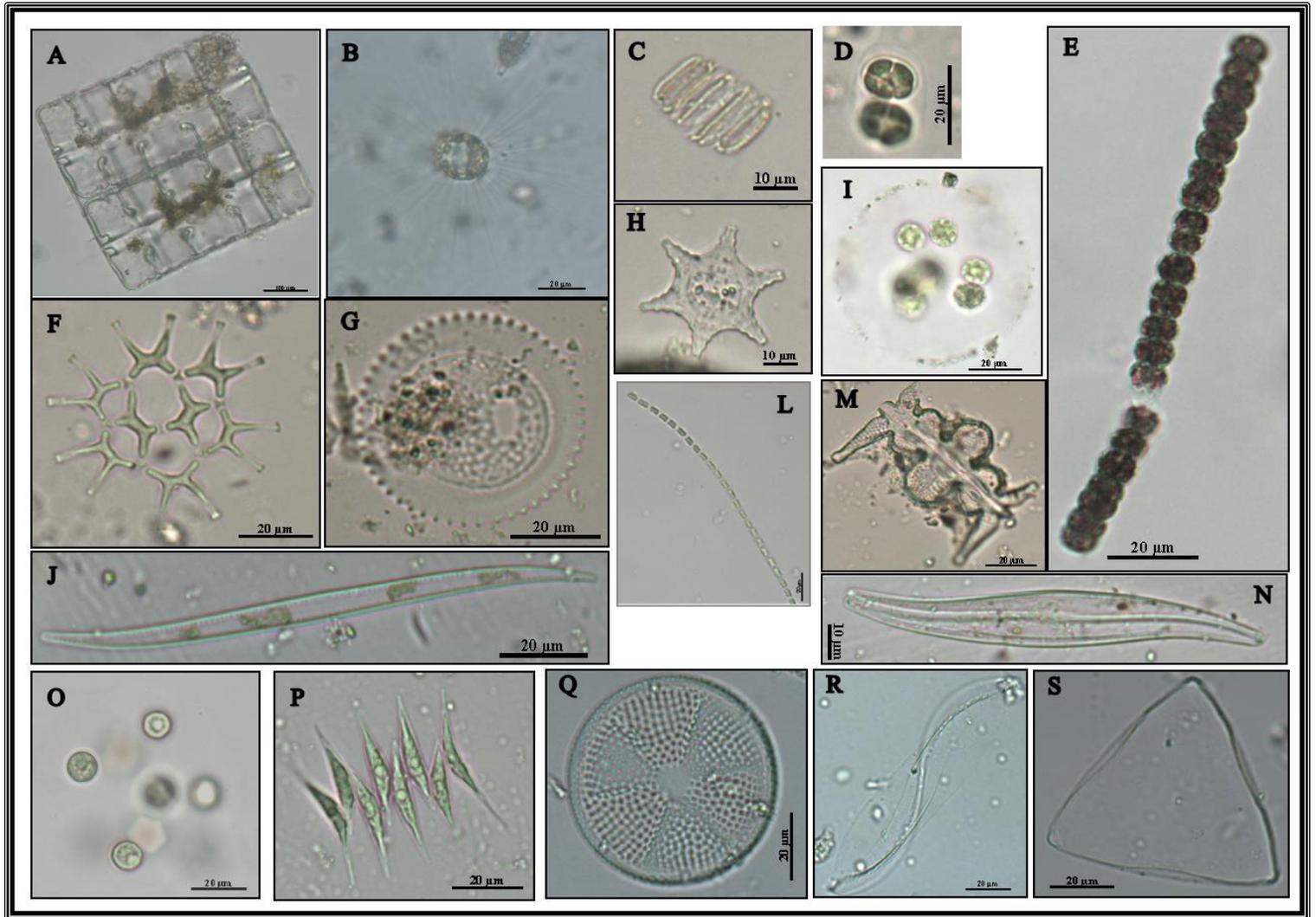
VALENTIN, J. L.; MACEDO-SAIDAH, F. E.; TENENBAUM, D.R.; SEIVA, N. L. A. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicações ao ecossistema de ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Nerítica**. Pontal do Sul v.6, n. ½, p. 7-26, 1991.

WARNER, R. M.; FOX, R. L. Nitrogen and potassium nutrition of Giant Cavendish banana in Hawi, Journal of American Society of Horticultural Science. v.102, n.6, p.739-743, 1977.

APÊNDICES



PRANCHA 1. **A** – *Actinoptychus* sp.; **B** – *Mougotia* sp.; **C** – *Dictyosphaerium pulchellum*; **D** - *Actinoptychus* sp. (pleural); **E** – *Aulacoseira granulata* var. *granulata*; **F** – *Microcystis wesenbergii*; **G** – *Oscillatoria limosa*; **H** – *Aphanocapsa* sp.; **I** - *Staurastrum asterias*; **J** - *Eutetramorus fothii*; **L** – *Cyclotella meneghiniana*; **M** - *Staurastrum leptocladum*; **N** – *Amphora* sp.; **O** – *Anabaena spiroides*; **P** – *Pediastrum duplex* var. *duplex* e **Q** – *Surirella angustata*.



PRANCHA 2 - **A** – *Terpsinoe musica*, **B** – *Golenkinia paucispina*, **C** – *Scenedesmus* sp.; **D** – *Oocystis* sp., **E** – *Anabaena* sp.; **F** – *Pediastrum duplex* var. *duplex*; **G** – *Cyclotella striata*, **H** – *Staurastrum* sp.₂; **I** – *Oocystis* sp. cf.; **J** – *Nitzschia sigma*; **L** – *Phormidium* sp.; **M** – *Biddulphia tridens*; **N** – *Pleurosigma* sp.₁; **O** – *Eutetramorus fothii*; **P** – *Scenedesmus javanensis*; **Q** – *Actinoptychus senarius*; **R** – *Entomoneis alata* e **S** – *Lithodesmium undulatum*.

ANEXO

Tabelas de frequência de ocorrência (FO) do período estiagem e chuvoso no baixo curso do rio Itapecuru, Ma, Brasil. **E (esporádica)**; **PF (pouco frequente)**; **F (frequente)** e **MF (muito frequente)**.

TÁXONS	PERÍODO ESTIAGEM															
	JULHO/12			OUTUBRO/12			JULHO/13			OUTUBRO/13			JULHO/14			
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
BACILLARIOPHYTA																
<i>Actinocyclus</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	PF
<i>A.otonarius</i> var. <i>oatonarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Actinoptchys adriacticus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Actinoptchys annulatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	PF
<i>Actinoptchys campanulifer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Actinoptchys senarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	PF
<i>Actinoptychus</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MF
<i>Actinoptychus splendens</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	PF
<i>Amphora</i> sp.	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	MF
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	F
<i>A. granulata</i> var. <i>granulata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MF
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Bellerochea maleus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	E
<i>Biddulphia tridens</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Biddulphia laevis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Caloneis permagna</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E

<i>Coscinodiscus gigas</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Coscinodiscus granii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	E
<i>Coscinodiscus janischii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Coscinodiscus oculusiridis</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	MF
<i>Coscinodiscus rothii</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	F
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	PF
<i>Coscinodiscus sp.</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	PF
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	PF
<i>Cyclotella striata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	PF
<i>Cyclotella stlorum</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	F
<i>Diploneis ovalis</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	PF
<i>Entomoneis alata</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	PF
<i>Frustulia interposita</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	PF
<i>Gramatophora marina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Gyrosigma balticum</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	PF
<i>G. fasciola</i> var. <i>fasciola</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Gyrosigma macrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Hantzchia amphioxys</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Lithodesmium undulatum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Melosira distans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Melosira varians</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Navicula</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Nitzschia fasciculata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Nitzschia longa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>N.longissima</i> var. <i>closterium</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E

<i>N. longissima</i> var. <i>longissima</i>	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Nitzschia obtusa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	PF
<i>N.obtusa</i> var. <i>scalpeliformes</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Nitzschia sigma</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	MF
<i>Nitzschia subcaptata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	E
<i>Nitzschia palea</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Nitzschia triblyonella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Nitzschia longa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	PF
<i>Odontella aurita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Odontella longiscruris</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Odontella mobiliensis</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	PF
<i>Odontella regia</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Odontella rhombus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	PF
<i>Paralia sulcata</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	PF
<i>Pinnularia nobilis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Pinnularia viridis</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	PF
<i>Pinnularia</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Plagiotropsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	PF
<i>Pleurosigma</i> sp1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Rhaphoneis amphicerus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Skeletonema costatum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Surirella angusta</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	MF
<i>Surirella capronii</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	PF
<i>Surirella gemma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Surirella febigerii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	E

<i>Synedra tabulata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Synedra ulna</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	MF
<i>Terpsinoe americana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Terpsinoe musica</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	PF
<i>Thallassionema nitzschioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	PF
<i>Thalassiosira leptopus</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	PF
<i>Thalassiosira nanolineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Thalassiosira sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Tracneis aspera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Triceratium favus</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	PF
<i>Triceratium robertisianum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Tryblionella granulata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	PF
<i>Triblyoptychus cocconeiformis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
CHLOROPHYTA																
<i>Actinastrum sp</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Actinotaenium wollei</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	PF
<i>Acanthrophaera zachariasi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Botryococcus braunii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Botryococcus sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Clavariopsis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Closteriopsis acicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	PF
<i>Closteriopsis longissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	PF

<i>Closteriopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Closterium acerosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	E
<i>Closterium Kützingerii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Closterium navicula</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Closterium setaceum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Closterium</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	PF
<i>Coelastrum indicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Coelastrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	PF
<i>Coelosphaerium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Cosmarium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Desmidium</i> sp.	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	PF
<i>Desmodesmus denticulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Desmodesmus spinosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Desmodesmus</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>D. protuberans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Dictiosphaerium pulchellum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Dictiosphaerium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	PF
<i>Dinobryon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Euastrum laticeps</i> cf.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Eudorina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Eutetramorus fothii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Eutetramorus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Gloecystis ampla</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	PF
<i>Gloecystis gigas</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	F
<i>Golenkinia paucispina</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	F
<i>Gonatozygon pilosum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Gonatozygon</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E

<i>Kichneriella obesa</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Kichneriella</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Micratinium bornheimiensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	PF
<i>Micratinium pusilum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Mougotia</i> sp.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	PF
<i>Oedogonium</i> sp2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	PF
<i>Oocystis lacustris</i>	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Oocystis hunanensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Oocystis solitaria</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Pandorina morum</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Pediastrum boryanum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>P. duplex</i> var. <i>reticulatum</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	PF
<i>P. duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>P. duplex</i> var. <i>duplex</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	PF
<i>Pleudorina</i> sp.	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Pleurotaenium trabecula</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Quadrigula pfitzeri</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Radiocystis</i> sp.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Scenedesmus javanensis</i>	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Scenedesmus obliquus</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Sphaerocystis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Spirogyra</i> sp.	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	MF
<i>Spirotaenia setigera</i> cf.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Spondylosium moniliforme</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	PF
<i>Spondylosium</i> sp2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Staurastrum asterias</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	PF

<i>Staurastrum inversenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	PF
<i>Staurastrum boergesenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Staurastrum leptocladum</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	PF
<i>Staurastrum polumorphum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	PF
<i>Staurastrum royi</i>	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MF
<i>Staurastrum</i> sp ₁	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Staurastrum</i> sp ₂	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Tetraedron gracile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Volvox</i> sp.	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	PF
<i>Xantidium</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
CYANOPHYTA																
<i>Anabaena affinis</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	PF
<i>Anabaena</i> sp.	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	PF
<i>Aphanocapsa</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	MF
<i>Lyngbya</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	PF
<i>Microcystis</i> sp	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Microcystis wesenbergii</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	PF
<i>Oscillatoria princeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Oscillatoria</i> sp ₁	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	PF
<i>Oscillatoria</i> sp ₂	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	PF
<i>Phormidium tenue</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Raphydiopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Spirulina</i> sp ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Spirulina</i> sp ₂	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Spirulina</i> sp ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Trichodesmium</i> sp.	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF

DINOPHYTA																
<i>Protoperidinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Pyrophacus steineii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	E
EUGLENOPHYTA																
<i>Chlamydomonas</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Euglena acus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Euglena oxyurus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	MF
<i>Euglena proxima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Euglena</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	MF
<i>Leptocinclis salina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Phacus acuminatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Phacus longicauda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Phacus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Phacus tortus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Strobomona verrucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Strobomona</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Trachelomonas armata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E

TÁXONS	PERIODO CHUVOSO															
	MAIO/2012			JANEIRO/2013			ABRIL/2013			JANEIRO/2014			ABRIL/2014			
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
BACILLARIOPHYTA																
<i>Actinoptchys annulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Actinoptchys senarius</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Actinoptychus</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MF
<i>Actinoptychus splendens</i>	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	PF
<i>Amphora</i> sp.	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	MF
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>A. granulata</i> var. <i>granulata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	MF
<i>Biddulphia laevis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	PF
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	E
<i>C. janischii</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>C. oculusiridis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	PF
<i>C. radiatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Cyclotella</i> <i>meneghiniana</i>	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	PF
<i>Cyclotella stylonum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	E
<i>Cymbella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Diploneis ovalis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Encyonema silesiacum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Encyonema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	E
<i>Eupodiscus antiquus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Fragilaria capucina</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Frustulia interposita</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E

<i>Gramatophora marina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Gyrosigma balticum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>G. fasciola</i> var. <i>fasciola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Hantzchia amphioxys</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Lyrela lyra</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Melosira distans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	PF
<i>Nitzschia fasciculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>N. longa</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>N. obtusa</i> var. <i>scalpeliformes</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>N. sigma</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>N. palea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>N. triblyonella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Odontella mobiliensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>O. rhombus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Paralia sulcata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Pinnularia nobilis</i>	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	PF
<i>Pinnularia viridis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	PF
<i>Pinnularia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Pleurosigma</i> sp ₁	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	F
<i>Pleurosigma</i> sp ₂	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Pleurosigma</i> sp ₃	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Proboscia alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Skeletonema costatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Surirella angusta</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MF

<i>Surirella capronii</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	F
<i>Surirella ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Surirella robusta</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Synedra tabulata</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Synedra ulna</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	MF
<i>Tabellaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Terpsinoe americana</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Thalassiosira leptopus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Trachneis aspera</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Triceratium favus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	PF
CHLOROPHYTA																
<i>Actinastrum</i> sp	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Actinotaenium wollei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Acantrosphaera zachariasi</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	E
<i>Botryococcus braunii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Clavariopsis</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Closteriopsis acicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Closteriopsis longissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Closteriopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Closterium acerosum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Closterium kützingii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Closterium malmei</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E

<i>Closterium setaceum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Closterium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	PF
<i>Coelastrum microsporum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Coelastrum reticulatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Coelastrum indicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	E
<i>Coelosphaerium</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Cosmarium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Desmidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	E
<i>Desmodesmus quadricauda</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	PF
<i>Desmodesmus spinosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Desmodesmus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Desmodesmus perforatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Desmodesmus protuberans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Dictiosphaerium pulchellum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Dictiosphaerium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Dinobryon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Euastrum laticeps</i> cf.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Eudorina</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Eutetramorus fothii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Eutetramorus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Gloecystis ampla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	E
<i>Gloecystis gigas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Golenkinia paucispina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	E
<i>Golenkinia radiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	E

<i>Gonatozygon pilosum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	PF
<i>Gonatozygon</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Kichneriella obesa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Kichneriella</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Oedogonium</i> sp ₁	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	PF
<i>Oedogonium</i> sp ₂	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Oocystis lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Pandorina morum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	PF
<i>Pediastrum boryanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>P. duplex</i> var. <i>reticulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>P. duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>P. duplex</i> var. <i>duplex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	E
<i>Pediastrum simplex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	E
<i>Pediastrum tetras</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Pleudorina</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	E
<i>Quadrigula pfitzeri</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Radiocystis</i> sp.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Scenedesmus javanensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Scenedesmus obliquus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	PF
<i>Spirogyra</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Spirotaenia setigera</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Spondylosium moniliforme</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Spondylosium planum</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	PF

<i>Spondylosium</i> sp ₁	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Spondylosium</i> sp ₂	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Staurastrum asterias</i>	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	F
<i>Staurastrum inversenii</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Staurastrum boergesenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Staurastrum leptocladum</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>S. polumorphum</i>	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Staurastrum royi</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Staurastrum</i> sp ₁	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	F
<i>Staurastrum</i> sp ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Tetraedron gracile</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	PF
<i>Volvox</i> sp.	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	F
<i>Xantidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	PF
CYANOPHYTA																
<i>Anabaena affinis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	PF
<i>Anabaena</i> sp.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Aphanocapsa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	PF
<i>Borzia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	E
<i>Chroococcus limneticum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	E
<i>Lyngbya</i> sp.	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	PF
<i>Microcystis aeruginosa</i>	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Microcystis</i> sp ₁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Microcystis</i> sp ₂	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Microcystis viridis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Microcystis weissflogii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	PF
<i>Microcystis wesenbergii</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	MF

<i>Oscillatoria princeps</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Oscillatoria</i> sp ₁	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Oscillatoria</i> sp ₂	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Oscillatoria</i> sp ₃	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Oscillatoria tenuis</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Phormidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	PF
<i>Phormidium tenue</i>	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Planktothrix agardhii</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	F
<i>Pseudoanabaena</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Raphydiopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	E
<i>Spirulina</i> sp ₁	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	F
<i>Spirulina</i> sp ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Spirulina</i> sp ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
DINOPHYTA																
<i>Protoperidinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		1	1	PF
<i>Pyrophacus steineii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
EUGLENOPHYTA																
<i>Chlamydomonas</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Euglena acus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	E
<i>Euglena oxyurus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	PF
<i>Euglena proxima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	E
<i>Euglena</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	PF
<i>Leptocinclis salina</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Phacus acuminatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	E
<i>Phacus longicauda</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	PF
<i>Phacus</i> sp.	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PF

<i>Phacus tortus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E
<i>Strobomona verrucosa</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	MF
<i>Strobomona</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	PF
<i>Trachelomonas armata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	PF
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	PF