

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
URBANA**

**THAIS HELENA PRADO CORRÊA**

**AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DO FITOPLÂNCTON  
PRESENTE EM RESERVATÓRIO DE SISTEMA DE  
APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA IRRIGAÇÃO**

**São Carlos**

**2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**AVALIAÇÃO QUALI – QUANTITATIVA DO FITOPLÂNCTON  
PRESENTE EM RESERVATÓRIO DE SISTEMA DE  
APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA IRRIGAÇÃO**

**THAIS HELENA PRADO CORRÊA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Rodrigo Braga Moruzzi

São Carlos

2012

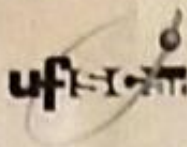
**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

C824aq Corrêa, Thais Helena Prado.  
Avaliação quali-quantitativa do fitoplâncton presente em reservatório de sistema de aproveitamento de água pluvial para irrigação / Thais Helena Prado Corrêa. -- São Carlos : UFSCar, 2014.  
116 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Águas pluviais. 2. Reservatórios. 3. Fitoplâncton. 4. Irrigação agrícola. I. Título.

CDD: 628.72 (20ª)



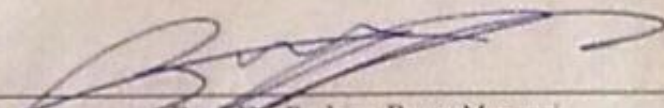
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana  
C. P. 678 - 13.560-970 - São Carlos - SP  
Fone/FAX: (16) 3351-8293  
e-mail: [ppgeu@ufscar.br](mailto:ppgeu@ufscar.br) home-page: [www.ppgeu.ufscar.br](http://www.ppgeu.ufscar.br)



## FOLHA DE APROVAÇÃO

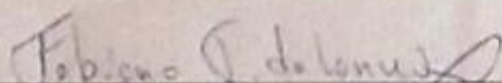
THAIS HELENA PRADO CORRÊA

Dissertação defendida e aprovada em 24/08 /2012  
pela Comissão Julgadora



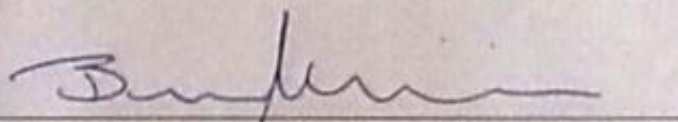
---

Prof. Dr. Rodrigo Braga Moruzzi  
Orientador (PPGEU/UFSCar)



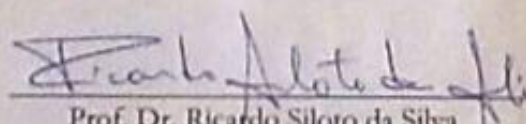
---

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição  
(DEPLAN/UNESP)



---

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira  
(DECiv/UFSCar)



---

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva  
Coordenador do CPGEU

Dedico este trabalho ao meu avô Bernardo Prado (em memória) que foi o maior exemplo de ensinamento e conduta da minha vida. Aos meus amados pais Edna Aparecida Prado e Waldemar Corrêa, meus irmãos Thiago e Carolina e minha querida Elisabete Zanni Corrêa pelo apoio, carinho, compreensão e pelas palavras de encorajamento durante todo esse tempo de estudo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo amparo e cuidado em todos os momentos da minha vida.

A minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Braga Moruzzi, pela orientação, dedicação, pelos conhecimentos adquiridos e pela oportunidade de realizar este trabalho. Obrigada por ter me incentivado nesta jornada de conhecimentos, compartilhando suas idéias e reflexões e possibilitando assim o aperfeiçoamento técnico-especializado.

Ao Prof. Dr. José Galizia Tundisi pela amizade, compreensão e incentivo durante todos esses anos no Instituto Internacional de Ecologia-IIE. Pela inspiração para o amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me auxiliaram na execução deste projeto.

Ao Centro de Pesquisa em Ipeúna-SP, ao grupo científico e aos técnicos por acreditar nesse trabalho.

Ao Instituto Internacional de Ecologia-IIE pelo suporte e infraestrutura concedida.

A todos os professores funcionários e amigos do Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos- UFSCar.

A toda equipe técnico-científica, colegas e amigos do IIE (Prof. Dr<sup>a</sup> Takako Matsumura Tundisi, diretor Dr. José Eduardo Tundisi, doutores, diretores, gerentes,

técnicos, departamento administrativo, departamento comercial, recepcionista, secretaria). Obrigada pela amizade e aprendizado.

A querida Dra. Corina Sidagis Galli, pela amizade, pelas dúvidas sanadas e pelos conselhos.

Aos meus queridos amigos, Karyna Pereira e José Jesuel da Silva, pela ajuda nas coletas e pelo carinho.

As minhas melhores e inestimáveis amigas, Daniele Oliveira e Josiane Zucolotto amizade e carinho.

Enfim, meu muito obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

*O conhecimento torna a alma jovem e diminui a amargura da velhice. Colhe, pois, a sabedoria. Armazena suavidade para o amanhã.*

*Leonardo da Vinci*

*E, se algum de vocês tem falta de sabedoria, peça a Deus, que a todos dá livremente, de boa vontade; e lhe será concedida. Peça-a, porém, com fé, sem duvidar, pois aquele que duvida é semelhante à onda do mar, levada e agitada pelo vento.*

*Tiago 1: 5-6 (Bíblia Sagrada)*



## RESUMO

O aproveitamento de água pluvial pode ser uma alternativa eficiente para minimizar o uso de mananciais. Dentro dessa ótica, as águas pluviais têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas, irrigação, usos residenciais como rega de canteiro e jardim, limpeza de pisos, calçadas e *playground* e lavagem de carros. A agricultura é o grande usuário de água no mundo, segundo a World Resources Institute, ONU a agricultura utiliza 70% da água potável existente. No Brasil, 88% da água potável é utilizada pela agricultura sendo que 5% das lavouras brasileiras são irrigadas e que 55% dos agricultores usam métodos arcaicos que perdem mais da metade da água usada. Deste modo, técnicas alternativas de manejo de água para irrigação devem ser propostas e aplicadas para mitigar os conflitos gerados pela deficiência de água considerando o aproveitamento de água pluvial como parte de uma atividade mais abrangente, referente à ampliação da oferta de água. Portanto, deve-se considerar a água pluvial como fonte alternativa as fontes convencionais e para isso deve-se investigar o potencial qualitativo e quantitativo de acordo com os usos pretendidos. Neste trabalho o uso pretendido é a irrigação de culturas de vegetais para fins de pesquisas sobre técnicas de manejo agrícola sustentável, assim, foram pesquisadas a existência de espécies de fitoplanctônicas e realizadas análises físicas e químicas no reservatório construído em Centro de Pesquisa na cidade de-Ipeuna-SP.

Palavras-chave: Água Pluvial. Reservatórios. Fitoplâncton. Agricultura irrigada.

## **ABSTRACT**

The use of rainwater can be an effective alternative to minimize the use of water sources. Within this perspective, stormwater play a key role in planning and sustainable management of water resources as a substitute for the use of water for agricultural purposes, irrigation, residential uses such as watering flowerbed and garden, cleaning floors, sidewalks and playground and car wash. Agriculture is the major user of water in the world, according to the World Resources Institute, UN agriculture uses 70% of existing drinking water. In Brazil, 88% of drinking water is used by agriculture and 5% of Brazilian crops are irrigated and 55% of farmers use archaic methods that lose more than half of the water used. Thus, alternative techniques of water management for irrigation must be proposed and implemented to mitigate the conflicts generated by the deficiency of water considering the use of rainwater as part of a broader activity, related to the expansion of water supply. Therefore, one should consider rainwater as an alternative source to conventional sources and it should investigate the potential qualitative and quantitative agreement with the intended uses. In this work the intended use is irrigation of vegetable crops for research on sustainable agricultural management techniques were therefore investigated the existence of species of phytoplankton and physical and chemical analyzes made reservoir built in the Research Center of the city-Ipeúna-SP.

**Keywords:** Rain Water. Reservoirs. Phytoplankton. Irrigated agriculture.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Esquema da área de coleta composta pela superfície dos telhados das estufas, coletores horizontais, caixas de passagem e de descarte de primeira chuva, recalque e extravasor.....	23
<b>FIGURA 2.</b> Dados temperatura da água para a Cidade de Ipeúna no ano de 2011.....	33
<b>FIGURA 3.</b> Dados temperatura do ar para a Cidade de Ipeúna no ano de 2011.....	34
<b>FIGURA 4.</b> Dados de precipitação mensal para a Cidade de Ipeúna no ano de 2011.....	35
<b>FIGURA 5.</b> Média e Desvio Padrão das concentrações de Fósforo Total (mg /L) nos pontos durante os meses de coleta.....	37
<b>FIGURA 6.</b> Média e Desvio Padrão das variações do Material em suspensão total nos pontos, 1,2,3 4 nos períodos de coleta .....	38
<b>FIGURA 7.</b> Média e Desvio Padrão das variações do Material Orgânico nos pontos, 1,,2,3 e 4 nos períodos de coleta .....	39
<b>FIGURA 8.</b> Média e Desvio Padrão das variações do Material Inorgânico nos pontos, 1,,2,3 e 4 nos períodos de coleta .....	40
<b>FIGURA 9.</b> Média e Desvio Padrão da concentração de Clorofila <i>a</i> para os quatro meses de coleta .....	41
<b>FIGURA 10.</b> Média e Desvio Padrão da concentração de Feofitina para os quatro meses de coleta.....	42
<b>FIGURA 11.</b> Abundância relativa das classes fitoplanctônicas no mês de junho .....	44

<b>FIGURA 12.</b> Abundância relativa das classes fitoplanctônicas no mês de agosto .....	45
<b>FIGURA 13.</b> Abundância relativa das classes fitoplanctônicas no mês de outubro .....	45
<b>FIGURA 14.</b> Abundância relativa das classes fitoplanctônicas no mês de novembro .....	45
<b>FIGURA 15.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Bacillariophyceae (org/L).....	46
<b>FIGURA 16.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Chlorophyceae (org/L).....	47
<b>FIGURA 17.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Cyanophyceae (org/L).....	48
<b>FIGURA 18.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Dinophyceae (org/L).....	48
<b>FIGURA 19.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Euglenophyceae (org/L).....	49
<b>FIGURA 20.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Zygnematophyceae (org/L).....	50
<b>FIGURA 21.</b> Média e Desvio Padrão da Espécie 1 (org/L).....	50
<b>FIGURA 22.</b> Riqueza de Gêneros de fitoplâncton nos pontos de coleta.....	51
<b>FIGURA 23.</b> Variação do índice de riqueza específica de Margalef (D) nos pontos de coleta.....	52
<b>FIGURA 24.</b> Representação gráfica dos valores estimados do índice de diversidade de Shannon-Weaner.....	53

**FIGURA 25.** Representação gráfica da similaridade de Bray-Curtis entre os pontos de coleta de organismos fitoplanctônicos para os diferentes meses de coleta.....54

**FIGURA 26.** Tamanho do fitoplâncton.....59

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Dados gerais do tanque de captação de água de chuva.....	22
<b>TABELA 2.</b> Valores médios de temperatura da água medidas no reservatório de água pluvial em amostras coletadas durante o período da manhã entre 10h:00 e 12h:00 localizada na área rural do município de Ipeúno no ano de 2011 .....	33
<b>TABELA 3.</b> Valores médios de temperatura do ar coletadas entre o horário das 9h:00 e 21h:00 pela estação meteorológica D4112M do CEAPLA localizada no Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP/ Rio Claro .....	34
<b>TABELA 4.</b> Dados de precipitação mensal para a Cidade de Ipeúna no ano de 2011.....	35
<b>TABELA 5.</b> Estados tróficos em lagos e reservatórios, em função das concentrações de fósforo total .....	36
<b>TABELA 6.</b> Média e Desvio Padrão das concentrações de Fósforo Total ( $\mu\text{g/L}$ ) nos pontos durante os meses de coleta .....	37
<b>TABELA 7.</b> Média e Desvio Padrão das variações do Material em suspensão total nos pontos 1, 2, 3 e 4 no períodos de coleta .....	38
<b>TABELA 8.</b> Média e Desvio Padrão das variações do Material Orgânico nos pontos nos pontos 1, 2, 3 e 4 no períodos de coleta .....	39
<b>TABELA 9.</b> Média e Desvio Padrão das variações do Material Inorgânico em suspensão total nos pontos nos pontos 1, 2, 3 e 4 no períodos de coleta .....	39
<b>TABELA 10.</b> Média e Desvio Padrão da concentração de Clorofila <i>a</i> para os quatro meses de coleta .....	41

<b>TABELA 11.</b> Média e Desvio Padrão Padrão da concentração de Feofitina a para os quatro meses de coleta .....	42
<b>TEBLA 12.</b> Divisão, Classes e Gêneros de fitoplâncton encontrados na água do reservatório e do lago artificial, conforme o sistema van-de Hoek et al (1995) .....	43
<b>TABELA 13.</b> Média e Desvio Padrão Padrão da Classe Bacillariophycea.....	46
<b>TABELA 14.</b> Média e Desvio Padrão Padrão da Classe Chlorophycea.....	47
<b>TABELA 15.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Cyanophyce .....	47
<b>TABELA 16.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Dinophyce.....	48
<b>TABELA 17.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Euglenophyce.....	49
<b>TABELA 18.</b> Média e Desvio Padrão da Classe Zygnematophyce .....	49
<b>TABELA 19.</b> Média e Desvio Padrão Espécie 1 (org/L).....	50
<b>TEBLA 20.</b> Número de indivíduos (n) e número total de Gêneros (S) de fitoplâncto encontrados nos diferentes pontos de coleta nos meses de junho, agosto, outubro e novembro .....	52
<b>TEBLA 21.</b> Correspondência entre as variáveis Físico-químicas e fitoplâncton.....	57
<b>TABELA 22.</b> Classificação dos grupos fitoplanctônicos encontrados no reservatório e na lagoa artificial do Centro de Pesquisa .....	58
<b>TABELA 23.</b> Presença de especializações nas classes do fitoplâncton .....	60

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. JUSTIFICATIVA .....	2
3. OBJETIVOS .....	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
4.1 Qualidade das águas pluviais .....	7
4.2. Aproveitamentos de água de pluvial para fins de irrigação .....	8
4.3. Aproveitamentos de água pluvial na agricultura .....	9
4.4. Riscos para o consumo .....	10
4.5. Fitoplanctôn e Cianobactéria .....	11
4.6. Clorofila <i>a</i> .....	14
4.7 Legislações e normas .....	15
5. MATERIAL E MÉTODO .....	19
5.1. Caracterização do objeto de estudo .....	22
5.2. Variáveis físicas e químicas da água .....	25
5.3. Fósforo total .....	25
5.4. Material em suspensão .....	26
5.5. Variáveis biológicas da água .....	28
5.5.1. Clorofila <i>a</i> .....	28
5.5.2. Cianobactérias e fitoplâncton .....	28
5.6. Análises dos Resultados .....	30
5.6.1 Análise estatística: Média e Desvio padrão .....	30
5.6.2 Abundância relativa das classes fitoplanctônicas .....	30
5.6.3 Índice de riqueza de Margalef .....	30
5.6.4 Diversidade .....	31
5.6.5 Análise de Similaridade .....	31
5.6.6. Correspondência entre as variáveis Físico-químicas e fitoplâncton .....	32



6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
6.1 Variáveis físicas e químicas da água .....	33
6.1.1. Variáveis físicas e químicas <i>in situ</i> .....	33
Temperatura da água e do ar .....	33
Precipitação .....	34
6.1.2. Fósforo Total .....	36
6.1.3. Material em Suspensão .....	38
6.2. Variáveis biológicas da água .....	40
6.2.1 Clorofila <i>a</i> .....	40
6.2.2. Fitoplâncton .....	43
6.2.2.1. Abundância relativa das classes fitoplanctônicas .....	43
6.2.2.2. Média e Desvio Padrão das Classes fitoplanctônicas .....	46
6.2.2.3. Riqueza e diversidade .....	51
6.2.2.4. Índice de riqueza de Margalef .....	52
6.2.2.5. Diversidade e similaridade ecológica .....	53
Diversidade .....	53
Análise de Similaridade .....	53
6.2.2.6. Correspondência entre as variáveis Físicas, químicas e fitoplâncton .....	55
7. ATLAS FITOPLANCTÔNICO .....	58
7.1. Características gerais dos Gêneros.....	58
7.2. Tamanho e forma .....	59
7.3. Especializações .....	59
7.4. Características gerais .....	60
Bacillariophyceae.....	61
Aulacoseira .....	61
Diatomacea sp .....	61
Fragilaria .....	62
Gonphonema .....	63
Pinnularia .....	63
Synedra .....	64
Chlorophyceae .....	64
Asterococcus .....	64

Coelastrum .....	65
Golenkinia .....	66
Oocystis.....	66
Pediastrum .....	67
Scenedesmus .....	68
Selenastrum .....	68
Micractinium .....	69
Tetraedron.....	70
Treubaria .....	71
<i>Cyanophyceae</i> .....	71
Anabaena.....	72
Merismopedia .....	73
Oscillatoria .....	73
<i>Dinophyceae</i> .....	74
Peridinium .....	74
<i>Euglenophyceae</i> .....	74
Euglena .....	75
Phacus .....	75
<i>Zygnematophyceae</i> .....	76
Closterium .....	76
Cosmarium .....	77
Euastrum .....	78
Staurastrum .....	78
Espécie 1 - não identificada .....	79
8. CONCLUSÕES .....	80
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	82
10. ANEXOS .....	108
10.1. Dados em triplica da concentração de Fósforo Total na água .....	108
10.2. Dados em triplica da concentração de Material em suspensão Total na água.....	108

10.3. Dados em triplica da concentração Material em suspensão Orgânico na água .....	109
10.4. Dados em triplica da concentração Material em suspensão Inorgânico na água .....	109
10.5. Dados em triplica da concentração de Clorofila a e Feofitina na água .....	110
10.6. Dados em triplica das análises biológicas .....	111
10.7. Tabelas de abundância relativa das classes nos meses de junho, outubro, novembro e dezembro de 2011 .....	115
10.8. Tabelas precipitação diária e temperatura do ar do ano de 2011.....	116

# 1. INTRODUÇÃO

---

Essa dissertação trata da investigação de aproveitamento de água pluvial para a irrigação de culturas de vegetais para fins de pesquisas sobre técnicas de manejo agrícola sustentável. Tal prática justifica-se pela diminuição da pressão sobre os mananciais decorrentes do uso como fontes de abastecimento.

Atualmente o aproveitamento de água da pluvial é praticado em países como Estados Unidos, Alemanha e Japão. No Brasil, o sistema é muito utilizado em algumas cidades do Nordeste como fonte de suprimento de água.

Três grandes benefícios são frequentemente associados a aproveitamento da água pluvial: a) diminui a demanda de água potável; b) diminui o pico de inundações quando aplicada em larga escala, de forma planejada, em uma bacia hidrográfica; c) pode reduzir as despesas com água para irrigação, lavagens de calçadas e automóveis, entre outros (TUNDISI, 2009).

Deste modo o aproveitamento de água pluvial pode ser uma alternativa eficiente para minimizar o uso de mananciais. Dentro dessa ótica, as águas pluviais têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas, irrigação, usos residenciais como rega de canteiro e jardim, limpeza de pisos, calçadas e *playground* e lavagem de carros.

A agricultura irrigada tornou-se nos últimos anos uma das atividades econômicas mais importantes no Brasil (BERNARDI, 2003), permitindo compensar os efeitos negativos da má distribuição, espacial e temporal, das águas de precipitação.

Portanto, deve-se considerar a água pluvial como fonte alternativa as fontes convencionais e para isso deve-se investigar o potencial qualitativo e quantitativo de acordo com os usos pretendidos.

Neste trabalho o uso pretendido é a irrigação, assim, serão pesquisadas a existência de espécies fitoplanctônicas e a ocorrência de metais no reservatório construído em um Centro de Pesquisa e que tem por finalidade irrigação de culturas vegetais para consumo humano.

## 2. JUSTIFICATIVA

---

A poluição do ambiente aquático e a deterioração da qualidade de água denotam a introdução direta ou indiretamente pelo homem de substâncias ou elementos que resulta em efeitos deletérios sobre: I) a biota aquática; II) saúde humana; III) o comprometimento das atividades incluindo a pesca; IV) a deterioração da qualidade de água aos usos dos recursos hídricos para abastecimento público, atividades industriais e comprometendo a economia regional, de países ou continentes, V) redução da capacidade de uso em recreação, lazer e turismo dos sistemas aquáticos.

A escassez de água e as crescentes exigências em relação à quantidade e qualidade dos efluentes, visando preservar o meio ambiente, vêm aumentando significativamente os custos, tanto no seu suprimento como no seu descarte, deste modo, o reaproveitamento de água pluvial surge como uma opção, buscando uma solução para a utilização mínima de água em um processo produtivo e a máxima proteção ambiental com o menor custo possível.

Segundo Bonelli et al. (2005), boa parte das águas pluviais que atinge a superfície do solo escoam rumo aos lagos e mares, e outra parte atravessa a superfície e penetra no solo e no subsolo. Avaliando esses dados, fica evidente a importância de reaproveitar as águas pluviais, resultando em economia de água e também contribuir com a preservação da água.

Com o crescimento populacional, a humanidade se vê compelida a usar a maior quantidade possível de solo agriculturável, o que vem impulsionando o uso da irrigação, não só para complementar as necessidades hídricas das regiões úmidas, como para tornar produtivas as áreas áridas e semiáridas do globo, que constituem cerca de 55% de sua área continental total. Atualmente, mais de 50% da população mundial depende de produtos irrigados.

Embora ostentando uma posição privilegiada perante a maioria dos países, com 8% da água doce disponível no mundo, o Brasil por muito tempo permaneceu sem dar a devida importância ao uso e à preservação de seus recursos hídricos e, conseqüentemente, muitas providências deixaram de ser tomadas, deste modo, busca-se agora recuperar as perdas e aproveitar de forma racional as enormes potencialidades hídricas de que o país dispõe (LIMA et al. 1999).

A agricultura é o grande usuário de água no mundo, segundo a World Resources Institute, ONU a agricultura utiliza 70% da água potável existente. No Brasil, 88% da água potável é utilizada pela agricultura sendo que 5% das lavouras brasileiras são irrigadas e que 55% dos agricultores usam métodos arcaicos que perdem mais da metade da água usada (MACHADO et al. 2004).

De uma forma geral, a água pluvial pode fornecer água limpa e segura, desde que os sistemas de coleta sejam construídos e mantidos de forma adequada e a água seja tratada apropriadamente, conforme ela seja destinada a usos potáveis ou não potáveis. Segundo Soares et al. (1997), o aproveitamento de água de pluvial traz numerosas vantagens, tais como simplicidade e facilidade de manutenção e controle, além de baixos custos iniciais. Várias técnicas estão sendo utilizadas com sucesso na prática do aproveitamento de água pluvial. Na China, o Governo implantou um Projeto de captação de água pluvial, fornecendo um lote para coletar a água e dois tanques para armazenamento e outro lote para o cultivo resolvendo o abastecimento de água de 1,3 milhões de pessoas e 1,18 milhões de animais, enquanto que no Nordeste do Brasil, foram desenvolvidas técnicas de aproveitamento por cisternas subterrâneas, superficiais em áreas rurais.

É necessário, portanto, criar mecanismos que diminuam a pressão das fontes convencionais de água minimizando os impactos sobre a mesma. Neste sentido, o aproveitamento pode ser empregado como uma maneira de minimizar esses impactos gerando benefícios ambientais e sociais.

Deste modo, técnicas alternativas de manejo de água para irrigação devem ser propostas e aplicadas para mitigar os conflitos gerados pela deficiência de água considerando o aproveitamento de água pluvial como parte de uma atividade mais abrangente, referente à ampliação da oferta de água.

Embora os sistemas de aproveitamento de água pluvial configurem uma boa alternativa para a conservação e valorização do uso da água, seu uso está diretamente associado à qualidade, assim, é necessário avaliar sua qualidade por meio de parâmetros biológicos, químicos e físicos.

As avaliações destes parâmetros têm sido frequentes em estudos de impactos ambientais, pois produzem informações que não só indicam a presença de poluentes, mas como estes interagem com o meio ambiente, proporcionando uma melhor indicação na qualidade dos ecossistemas.

Além destas avaliações é importante relacionar o comportamento ecológico do fitoplâncton com a qualidade da água, pois o entendimento da composição e da ecologia do

fitoplâncton pode ser um indicador eficiente das alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos e seu crescimento exagerado pode trazer graves consequências ambientais e a saúde humana.

Os inúmeros relatos de intoxicação humana e animal causado por toxinas de cianofíceas, assim como o aumento da demanda pelos recursos hídricos, revelam a necessidade de medidas que reduzam o desenvolvimento desses organismos, diminuindo os riscos à saúde com o manejo adequado desses sistemas e o desenvolvimento de métodos para a remoção e destruição das toxinas no tratamento de água.

As florações de algas tóxicas em lagos, rios e reservatórios são responsáveis, frequentemente, pelo envenenamento e morte de animais silvestres, domésticos e gado em vários países (BEYRUTH et al,1992;PORFIRIO et al,1999). Entende-se por algas tóxicas aquelas que produzem toxinas prejudiciais aos animais e ao homem. As cianofíceas, ou algas azuis, são grupos característicos de algas tóxicas (MATSUZAKI, 2004).

A exposição humana às cianotoxinas, em geral, pode ocorrer de diferentes maneiras, tais como: o contato primário com as águas contendo as toxinas, por inalação, ingestão oral e intravenosa (no tratamento por hemodiálise) e ingestão de animais, como peixes e moluscos, que se alimentaram continuamente de cianofíceas acumulando as toxinas em seus tecidos(MAGALHÃES et al, 2001). Existe a suspeita de que o longo contato de seres humanos com essas toxinas possa promover o desenvolvimento de câncer, sendo as microcistinas, entre outras, promotoras de tumores, segundo Carmichael (1994). Esse autor atribui as altas taxas de câncer de fígado e desordens crônicas do trato gastrointestinal à presença e exposição contínua a níveis sub-letais de hepatotoxinas.

Assim sendo, a intoxicação humana via alimentos deve ser monitorada, assim como o controle de qualidade da água com florações de cianofíceas. Existe, ainda, a necessidade de controle da eutrofização para minimizar o crescimento de cianofíceas tóxicas e reduzir a exposição e os riscos potenciais à saúde. Recomenda-se ainda o monitoramento e controle contínuo da água, por meio de análises físicas, químicas e biológicas, do pesqueiro estudado, evitando possíveis florações das cianofíceas tóxicas encontradas (MATSUZAKI, 2004).

### **3. OBJETIVOS**

---

Esse trabalho tem os seguintes objetivos:

- 1- Avaliar quantitativamente e qualitativamente a ocorrência de espécies fitoplanctônicas em águas pluviais reservadas para fins de irrigação;
- 2- Caracterizar e avaliar a qualidade físico-química da água do reservatório.



## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

Define-se qualidade da água como “um conjunto de especiações, componentes orgânicos e inorgânicos e a composição e estado da biota aquática” (CHAPMAN, 1992). A água em condições naturais contém muitas substâncias dissolvidas e material particulado, sais dissolvidos e substâncias minerais. Estes são componentes de água de boa qualidade em condições prístinas e que mantém a vitalidade dos organismos e processos nos sistemas aquáticos para fins de consumo humano.

A conferência Mundial das Nações Unidas sobre Água e Meio Ambiente, realizada em Dublin, Escócia, em janeiro de 1992 (ICWe, 1992) formulou quatro princípios, dois dos quais estabeleceram os critérios básicos para a gestão de recursos hídricos no século XXI: “a água é um recurso finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, do desenvolvimento e do meio ambiente” e “a água tem valor econômico para todos os seus usos e deve ser considerada como um bem econômico...” (HESPANHOL, 2010).

A Agenda 21, documento básico produzido pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 (UNCED, 1992) com o objetivo de enfrentar os desafios ambientais do século XXI, também dedicou importância especial à água, recomendando aos países participantes a implementação de políticas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando a proteção da saúde pública de grupos de risco com práticas ambientais adequadas.

A qualidade da água a ser utilizada e o objeto específico do aproveitamento estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital e de operação e manutenção associados.

Estudos realizados na Alemanha e nos Estados Unidos confirmam a tendência mundial para a adoção dessa prática. Em países como a China, onde a escassez de água já causa sérios problemas para boa parte da população, o aproveitamento de águas pluviais é realizado por meio de grandes reservatórios, atendendo às necessidades de consumo de 15 milhões de pessoas (MAIA NETO, 2008).

No Brasil, em estados como São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Paraná, a retenção de água pluvial já é uma realidade e sua regulamentação foi criada no intuito de amenizar os impactos das constantes enchentes nas capitais desses estados. Em geral, as leis permitem três destinos para a água coletada: utilizá-la para fins não potáveis,

liberá-la no lençol freático ou injetá-la nas galerias da rede pública, pelo menos uma hora após o término da chuva (PROSAB, 2009).

Novas tecnologias e políticas públicas voltadas para a concepção de sistemas para o aproveitamento de águas pluviais têm sido estudadas em todo o mundo em busca de soluções para o problema da escassez. Existem muitas ações em andamento e grandes conquistas e avanços podem ser observados, todavia a complexidade do tema traz a clareza de que muito ainda precisa ser feito para que possa ser difundido amplamente (MORUZZI, 2008).

#### **4.1. Qualidade das águas pluviais**

Segundo Jaques (2005) as condições de qualidade, bem como a segurança sanitária, estão diretamente relacionadas com o uso que será dado à água. A água pluvial é geralmente excelente para vários usos, inclusive para beber exceto em locais com forte poluição atmosférica, densamente povoada ou industrializada.

A água pluvial é naturalmente ácida. O gás carbônico, presente na atmosfera, solubiliza-se nas nuvens e na chuva para o ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) que confere a chuva um pH de 5.60, indicando que a pluvial já é ligeiramente ácida (FIGUEIREDO 2001 *apud* SANTOS 2007).

Segundo Neto (2004), estudos que analisaram a qualidade de águas pluviais armazenadas concluíram que estas geralmente atendem aos parâmetros físicos e químicos dos padrões de potabilidade da Organização Mundial da Saúde (OMS), porém frequentemente não atendem aos padrões de potabilidade quanto aos critérios de qualidade microbiológica, o que significa que está geralmente contaminada ou susceptível a contaminação por microrganismos patogênicos e assim colocando em risco aqueles que usarem a água eventualmente para fins potáveis (TOMAZ, 2003).

A composição da água pluvial é modificada com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.), com a presença ou não de vegetação e também com a presença de carga poluidora (Porto et al 1991), assim sendo, conhecer a qualidade das águas pluviais para fins de irrigação é de grande importância uma vez que a mesma deve estar em conformidade com os parâmetros biológicos, físicos e químicos estabelecidos pela norma vigente para consumo humano.

## 4.2. Aproveitamentos de água de pluvial para fins de irrigação

As alterações climáticas tendem a agravar a questão da distribuição de água ao longo do ano e a levantar cada vez mais questões de como deve ser feita a sua gestão. Atualmente, 20% da população mundial sofre com a falta de água e este percentual deve chegar a 30% em 2025. A escassez de água já é um problema para a humanidade, hoje, a água disponível por pessoa representa de 15% a 30% do que ela era nos anos 1950.

Neste sentido, devem-se considerar as tecnologias de aproveitamento de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, bem como minimiza a demanda sobre os mananciais e águas para outros fins gerando benefícios ambientais e sociais.

Uma medida bastante eficaz é a implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, com o intuito de reduzir a demanda de água potável. Segundo Moruzzi (2009), a coleta de água pluvial pode contribuir para a diminuição da pressão pela utilização de mananciais superficiais e subterrâneos, bem como para a minimização dos gastos no tratamento dessas águas, contribuindo assim para a conservação dos recursos hídricos e a economia de energia e insumos.

Para proporcionar o aproveitamento da água pluvial coletada, são imprescindíveis ações corretas de instalação e manutenção do sistema de captação. Adicionalmente, deve-se verificar a necessidade de tratamento simplificado para cada caso em particular. O risco proveniente de práticas de aproveitamento está diretamente relacionado à qualidade requerida para um determinado uso à manipulação e ao grau de exposição.

Para que a água pluvial possa ser utilizada para fins não potáveis sem causar prejuízos de quaisquer naturezas, é importante atentar para os aspectos qualitativos dessa água. De acordo com Gonçalves et al. (2006), deve-se considerar a qualidade da água nos três momentos distintos de um sistema de aproveitamento de água pluvial: na atmosfera, ao passar pela superfície de captação, e no reservatório de armazenamento. As técnicas comumente adotadas para aproveitamento de água pluvial prescindem a etapa de tratamento sob a justificativa de que os usos pretendidos não requerem procedimentos complexos.

Todavia, Santos et al (2007) *apud* Moruzzi (2009) garante que a qualidade requerida é fortemente determinada pelo uso pretendido e cada precipitação apresenta diferentes características com grandes variações em torno dos valores médios.

Posto isso, fica evidente a necessidade da investigação de estratégias simplificadas de tratamento que possam garantir a qualidade da água para cada uso pretendido, diminuindo as incertezas decorrentes da grande variação de qualidade das precipitações e minimizando as vazões descartadas na operação do *first flush*. Desse modo, sob a ótica restrita da quantidade, presume-se que o tratamento possa aumentar o volume aproveitável (MORUZZI et al, 2009).

A captação de água pluvial baseia-se na coleta da precipitação em áreas de interceptação (solo, telhados, rodovias), e seu encaminhamento para áreas menores para uso imediato ou armazenamento em reservatórios ou solo. A quantidade de água coletada depende da área efetiva de coleta, do volume do reservatório e da quantidade e distribuição temporal de chuva. Segundo a Agência Nacional de Água (ANA), a quantidade de água pluvial que cai durante um ano sobre um telhado de cem metros quadrados de área é o suficiente para abastecer uma família de quatro moradores durante seis meses.

Analisando as situações descritas anteriormente, fica evidente que o aproveitamento de água pluvial é essencial para o planejamento e gestão sustentável dos recursos hídricos consistindo em uma medida amenizadora e contribuindo para diminuição da demanda de água potável.

### **4.3. Aproveitamentos de água pluvial na agricultura**

A agricultura depende, atualmente, de suprimento de água em um nível tal que a sustentabilidade da produção de alimentos não poderá ser mantida sem o desenvolvimento de novas fontes de fornecimento e a gestão adequada dos recursos hídricos convencionais.

Esta condição crítica é fundamentada no fato de que o aumento da produção, não pode mais ser efetuado através da mera expansão de terra cultivada. Com poucas exceções, tais como áreas significativas do nordeste brasileiro, que vêm sendo recuperadas para uso agrícola, a terra arável, em nível mundial, se aproxima muito rapidamente de seus limites de expansão (HESPANHOL, 2002).

Deste modo, o aproveitamento das águas pluviais é essencial para a sustentabilidade das atividades agrícolas. Neste sentido, varias ações estão sendo desenvolvidas. Segundo Gnadlinger et al (2005), no Semiárido Brasileiro, existem várias experiências bem sucedidas de captação e manejo de água de águas pluviais para uso humano, para criação de animais e produção de alimentos, na sua maioria desenvolvidas por agricultores familiares, as quais podem ser multiplicadas. Dentre essas tecnologias, podemos

citar as Cisternas adaptadas para a agricultura que são estruturas formadas por uma área de captação (para captar água pluvial que escorre dos desníveis do terreno ou de áreas pavimentadas), um reservatório de água (que deve ser bem maior que a cisterna para o uso humano) e um sistema de irrigação (que pode ser feito à mão ou por gotejamento).

Outro exemplo interessante de aproveitamento de água pluvial ocorre na China, este País tem somente 6% da água doce do mundo, 10 % da terra cultivada, mas 22 % da população do mundo, assim sendo, a China reincentivou a milenar prática da colheita da água pluvial.

Em 1997 foi lançado no norte da China o Programa Providenciando água para uso humano e para animais (Programa 121), esse programa aumentou a economia da agricultura e melhorou o meio ambiente através da inclusão da captação e do uso de água pluvial para amenizar a escassez de água e deslançar o desenvolvimento das áreas semiáridas do país. (GNADLINGER, 2004).

Nessas regiões foram construídas cisternas subterrâneas nas adjacências das plantações, utilizando estradas, encostas e superfícies cimentadas como áreas de captação. Ainda segundo Gnadlinger (2004), a água armazenada das chuvas de outono e inverno é suficiente para uma irrigação de salvação das culturas durante o período crítico que antecede as chuvas de verão. De tal modo, a irrigação suplementar com água pluvial captada através deste sistema permitiu um aumento substancial das colheitas de grãos e frutas e consequentemente auxilia na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

Portanto, por meio dos exemplos anteriormente descritos é evidente que o manejo eficaz de recursos de água requer uma abordagem holística atrelada ao desenvolvimento social e econômico e com a proteção dos ecossistemas naturais, além disso, tais projetos precisam ser fundamentados em uma abordagem participativa envolvendo usuários, governos, pesquisadores, planejadores, e formadores de opinião em todos os níveis.

#### **4.4. Riscos para o consumo**

Sendo a água a principal necessidade na agricultura, é importante destacar que seu uso de forma racional e qualitativa na irrigação é condição essencial para a saúde pública (WHO, 2008). De acordo com Marouelli et al.(2001) muitas vezes essas águas apresentam-se contaminadas por organismos patogênicos e os alimentos, em especial aqueles consumidos na forma crua, quando irrigados com tais águas podem servir de veículo para transmissão de várias doenças aos consumidores.

Evidências epidemiológicas têm demonstrado o papel desempenhado pela água de irrigação na contaminação de frutos, legumes e vegetais frescos, recentemente estes alimentos eram considerados seguros em comparação com os produtos de origem animal. No entanto, nas últimas décadas, devido ao elevado número de surtos ocorridos de doenças com origem nos alimentos, tem aumentado a atenção de cientistas e autoridades sobre o potencial que estes alimentos representam como transmissores de doenças.

Segundo Santos (2007) as fontes de contaminação mais importantes na fase de pré-colheita incluem solo, fertilizantes orgânicos, presença de animais domésticos e selvagens e água de rega.

A produção da maioria dos frutos e vegetais requer um grande consumo de água para irrigação e sua qualidade pode influenciar diretamente a contaminação destes produtos com microrganismos patogênicos. De acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO) a água potável ou água pluvial armazenada são consideradas seguras para a produção de frutos e vegetais desde que os sistemas de distribuição tenham uma manutenção adequada. De um modo geral, o risco de contaminação com microrganismos patogênicos aumenta de acordo com a seguinte escala (do menor risco para o maior):

- Água potável ou pluvial;
- Águas subterrâneas recolhidas em poços profundos;
- Águas subterrâneas recolhidas em poços superficiais, por instalação inadequada ou manutenção incorreta;
- Águas superficiais, sobretudo na proximidade de habitações humanas ou explorações animais e seus resíduos;
- Águas residuais inadequadamente ou não tratadas.

Em decorrência, o uso de água de rega contaminada tem sido objeto de numerosos estudos, diferentes pesquisas têm demonstrado experimentalmente a contaminação de alface e de tomate no campo de cultivo com *E. coli* e *Salmonella*, através de irrigação em *spray* ou superficial com água contaminada (SANTOS 2007).

#### **4.5. Fitoplanctôn e Cianobactéria**

O risco da ocorrência de cianobactérias com a consequente liberação de cianotoxinas em níveis inaceitáveis ronda os mananciais de abastecimento e as estações de tratamento de água de todo o Brasil. Atualmente já se sabe que a presença de cianobactérias

não ocorre apenas em águas poluídas ou eutrofizadas. Há registro de florações importantes em reservatórios considerados de baixo risco.

As cianobactérias fazem parte do grupo denominado plâncton (do grego, errante), é constituído por organismos aquáticos que vivem em suspensão na coluna de água e não possuem movimentos próprios suficientemente fortes para vencer as correntes do ambiente onde vivem (RODRIGUES, 2008). Dentro do grupo de organismos fitoplanctônicos, destacam-se os indivíduos do Phylum *Cyanophyta* ou Cyanobactéria, ou popularmente conhecidas como algas-azuis ou verde-azuladas. Despertam grande interesse por possuírem distribuição cosmopolita (ZOHARI & BREEN, 1989) e elevado número de espécies tóxicas (HALEGRAEF, 1993) com capacidade de formar florações ou explosões populacionais em ambientes eutrofizados (SHAPIRO, 1973), representando um problema para a qualidade da água em todo o mundo (REYNOLDS & WALABY, 1975).

As cianobactérias são microrganismos procarióticos, aeróbios e fotoautotróficos que ocupam posição intermediária entre as bactérias e as micro algas (WERNER, 2002). São semelhantes às bactérias por não possuírem membrana envolvendo o núcleo e ausência de plastos (WERNER, 2002), ausência de mitocôndrias, sistemas de Golgi e retículo endoplasmático, outra semelhança é o acúmulo de grânulos (amido das cianofíceas) como substância de reserva, semelhante ao glicogênio e a ausência de formas de reprodução sexuada (BORGES, 2009). Além disso, a estrutura química da parede celular das cianobactérias é semelhante a das bactérias Gram-negativas, sendo formada por peptídeoglicano, tais como mureína, glicopeptídeos, mucopeptídeos, os quais correspondem a mais de 50% da estrutura seca. A parede celular possui a função de resistência mecânica e seleção de substâncias (LEE, 1999).

Werner (2002) afirma que as cianobactérias são semelhantes as micro algas por realizarem fotossíntese, pois possuem pigmentos hidrossolúveis e lipossolúveis, dispersos em tilacóides, constituindo um sistema de membranas semelhantes ao sistema de micro algas pertencentes ao Phylum *Rhodophyta* e *Glaucophyta*.

A comunidade fitoplanctônica pode ser utilizada como indicadora da qualidade da água, a análise da sua estrutura permite avaliar alguns efeitos decorrentes de alterações ambientais. Esta comunidade é a base da cadeia alimentar e, portanto, a produtividade dos elos seguintes depende da sua biomassa.

A presença de algumas espécies em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições ao seu tratamento e distribuição. Atenção especial é dada às Cianobactérias (grupo das Cianofíceas), que possui espécies potencialmente tóxicas.

A ocorrência destas algas tem sido relacionada a eventos de mortandade de animais e com danos à saúde humana (CHORUS & BARTRAN, 1999).

Os fatores que favorecem o desenvolvimento das cianobactérias segundo Oliver & Ganf (2000) são: temperatura da água acima de 20 °C (entre 15-30°C); águas neutro-alcalinas com ph entre 6-9; toleram ambientes com pouca luminosidade (absorção máxima numa faixa de comprimento de onda da luz); ambientes com baixas razões NT/PT; baixa turbidez; pouca herbívora pelo zooplâncton; necessidade de baixa concentração de CO<sub>2</sub> e capacidade de armazenar fósforo eficientemente. Há outros fatores que favorecem o desenvolvimento dos microrganismos como: estabilidade da coluna d'água com baixa ou ausência de ventos; baixa turbulência e velocidade da água; alta concentração de nutrientes e aspectos morfométricos favoráveis do sistema aquático (SKULBERG et al., 1984; MUR et al., 1999) e quando em condições favoráveis tendem a formar massas visíveis na superfície da água (CHORUS & BARTRAM, 1999).

No Brasil, as florações de cianobactérias vêm aumentando em intensidade e frequência e, atualmente, é possível visualizar um cenário de dominância desses organismos no fitoplâncton de muitos ambientes aquáticos, especialmente durante os períodos de maior biomassa e/ou densidade (AZEVEDO, 2005).

O trabalho de TEIXEIRA et al. (1993) descreve uma evidência de correlação entre a ocorrência de florações de cianobactérias no reservatório de Itaparica (Bahia) e a morte de 88 pessoas entre 200 intoxicadas pelo consumo de água do reservatório, nos meses de Março e Abril de 1988.

Um crescente aumento no número de registros de danos causados a saúde da população e do ambiente devido às florações de cianobactérias tem sido relatado ao longo dos anos, dentre eles, casos graves de intoxicação humana ocorridos no Canadá, Austrália (KUIPER-GOODMAN et al. 1999), China, África do Sul, Inglaterra (FALCONER, 1994).

De acordo com Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011), as toxinas presentes em águas são produzidas por cianobactérias e classificadas como hepatotóxicas, citotoxinas e endotoxinas. As hepatotoxinas são produzidas por espécies e cepas de cianobactérias, incluindo os gêneros: *Anabaena*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Nostoc*, *Oscillatoria* e *Cylindrospermopsis*, e são o tipo mais comum de intoxicações envolvendo cianobactérias e apresentam uma ação mais lenta, causando a morte entre poucas horas e poucos dias, em decorrência de hemorragia intra-hepática e choque hipovolêmico. Os sinais observados após a ingestão dessas hepatotoxinas são prostração, anorexia, vômitos, dor abdominal e diarreia. (CAVALLI et al, 2005). Assim sendo, é evidente a necessidade de se realizar um programa



de monitoramento para os ambientes aquáticos, a fim de se evitar danos à saúde humana, animal, e ao ecossistema como um todo.

#### 4.6. Clorofila *a*

A Clorofila é a denominação de um grupo de pigmentos fotossintéticos existente nos cloroplastos das plantas (em sentido geral, incluindo também as algas, cianofíceas e diversos protistas anteriormente considerados "algas" ou "plantas", como as algas vermelhas ou castanhas). A clorofila é um dos pigmentos, além dos carotenóides e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético.

Pigmentos são compostos químicos que refletem e absorvem comprimentos de onda específicos à luz visível, o que confere coloração ao organismo. As algas possuem alguns tipos de pigmentos principais que diferem por sua composição química e são as clorofilas, carotenóides (carotenos e xantofilas) e ficolilinas (ficocianinas e ficoeritrinas) (GODOY, 2007).

Segundo Godoy (2007), a concentração de pigmentos fotossintéticos é usada extensivamente para estimar a biomassa do fitoplâncton. Todavia a clorofila *a* é a mais universal das clorofilas (*a*, *b*, *c*, *e d*) e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas por isso é o mais usado como indicador da biomassa algal, deste modo, a clorofila *a* é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos.

A detecção prévia da floração de algas pode ser realizada por intermédio do monitoramento de determinadas variáveis e pela observação de alterações nas condições usuais de clorofila *a* e fotossíntese. Tais medidas podem conduzir a diagnósticos e a ações preventivas, evitando-se, por conseguinte, o comprometimento do abastecimento de água potável. Para tanto, são necessárias à compreensão do fenômeno do crescimento algal e principalmente a identificação do período de transição entre as fases iniciais e exponenciais do florescimento algal.

A concentração de clorofila-*a* na água está diretamente relacionada com a quantidade de algas presentes em um reservatório. O estudo do fitoplâncton e da biomassa (Clorofila-*a*), associado aos parâmetros físicos e químicos, pode detectar possíveis alterações na qualidade das águas, bem como avaliar tendências ao longo do tempo, que reflète em modificações no habitat ou no comportamento dos organismos aquáticos. Além disso, a análise dos níveis de clorofila pode estabelecer uma correlação entre a ocorrência das espécies

e a biomassa e, desta forma, buscar indicadores biológicos da qualidade de água.

#### **4.7. Legislações e normas**

Em abril de 2003, a Organização Mundial de Saúde realizou uma conferência internacional em Berlim sobre “Estratégias de Gestão de Riscos em Água para Consumo Humano”, onde foram apresentados e discutidos os pressupostos teóricos e as especificidades de aplicação prática de ferramentas operacionais para a gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água, desenvolvendo o conceito de Plano de Segurança da Água para Consumo Humano, conforme assumido nas recomendações de WHO (2004).

Em 1958 surgiu a primeira publicação da Organização Mundial de Saúde (OMS) dedicada especificamente a esse tema, sob o título *International Standards for Drinking-Water* (com revisões subsequentes em 1963 e em 1971), instituindo-se uma metodologia de verificação da conformidade das características da água de abastecimento com valores numéricos pré-estabelecidos (Normas), através de programas de amostragem do “produto-final” consumido. Na década de 1980 foram publicados os três volumes da primeira edição da *Guidelines for Drinking Water Quality (GDWQ)*: Vol. 1 – Recommendations; Vol. 2 – Health criteria and other supporting information; Vol. 3 – Surveillance and control of community supplies. A segunda edição dos três volumes das GDWQ foi publicada em 1993, 1996 e 1997, respectivamente.

A OMS, através do primeiro volume da terceira edição das GDWQ (WHO, 2004), recomenda que as entidades gestoras de sistemas de abastecimento público de água desenvolvam planos de segurança para garantir a qualidade da água, incorporando metodologias de avaliação e gestão de riscos, bem como práticas de boa operação dos sistemas.

A Agenda 21, em seu capítulo 18 denominado “Proteção da Qualidade e do Abastecimento dos Recursos Hídricos: Aplicação de Critérios Integrados no Desenvolvimento, Manejo e Uso dos Recursos Hídricos”, propõe áreas de programas a serem desenvolvidos para assegurar a sustentabilidade dos recursos hídricos. Cabe salientar a área “Desenvolvimento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos”, que retrata sobre as formas de conservação dos recursos hídricos. Entre as atividades propostas por esta área do programa pode-se citar:

a) Elaboração de planos nacionais de proteção e conservação dos recursos hídricos; b) Aproveitamento, reciclagem e recuperação, tratamento e eliminação

ambientalmente segura de efluentes; c) Promoção do uso de águas servidas devidamente tratadas e purificadas na agricultura, aquicultura, indústria e outros setores; d) Desenvolver fontes novas e alternativas de abastecimento de água, tais como a dessalinização da água do mar, a reposição artificial de águas subterrâneas, o uso de água de pouca qualidade, o aproveitamento de águas residuais e reciclagem de água; e) Minimização do desperdício de água por todos os usuários.

Nos últimos anos observa-se a uma preocupação crescente, a nível mundial, no sentido de se considerar que os sistemas de abastecimento de água, além de satisfazerem aos padrões de qualidade estabelecidos legalmente, devem apresentar níveis de desempenho que mereçam a confiança dos consumidores na qualidade da água que lhes é fornecida.

No Brasil exigências para o monitoramento os padrões de potabilidade eram definidos pelo Ministério da Saúde, na Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004. Em 2011 a Portaria n.º 518 foi revogada pela Portaria n.º 2914, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

A partir da Portaria 518 o Brasil definiu um novo padrão de potabilidade para a água a ser consumida pela população. Desde 2001, as empresas responsáveis pela captação, tratamento e abastecimento passaram a ficar mais atentas aos parâmetros de qualidade exigidos no Brasil, a norma foi revista com base e critérios de qualidade da água estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), além de normas dos órgãos de controle de qualidade da água dos Estados Unidos e Canadá, entre outras contribuições.

Antes mesmo da promulgação da Constituição Federal de 1988, o decreto federal n.º 79.367 de 9/3/1977 atribuía ao Ministério da Saúde competência para elaborar normas sobre o padrão de potabilidade da água, a serem observadas em todo o território nacional. Desde então o Ministério da Saúde sancionou 5 portarias que dispõem sobre potabilidade de água para consumo humano: Portaria 56Bsb/1977, Portaria 36GM/ 1990, Portaria 1469/2000, Portaria MS 2914/2011/2004 (BRASIL, 2004) e a Portaria MS 2914/2011 (BRASIL, 2011).

A legislação que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no Brasil é a Portaria MS 2914/2011, do Ministério da Saúde, esta Portaria trouxe diversos avanços em relação à Portaria 36GM/1990, destacando-se: a incorporação do princípio da descentralização das ações do SUS; visão sistêmica da qualidade da água atribuindo deveres e obrigações para diferentes níveis governamentais, sendo que as secretarias municipais de saúde têm o papel de

exercer a vigilância da qualidade da água. Sendo assim, segundo a Portaria, a secretaria de saúde do município deve verificar continuamente, se a água fornecida à população atende aos padrões de qualidade.

Em 2007, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) formulou a ABNT-NBR-15527 que trata sobre aproveitamento de água pluvial definindo parâmetros de qualidade de água pluvial para usos restritivos não potáveis. Esta Norma se aplica a usos não potáveis em que as águas pluviais podem ser utilizadas após tratamento adequado.

Vale ressaltar que esta é a única normatização nacional específica referente ao aproveitamento da água pluvial, sendo sua importância inquestionável, pois sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais há muito tempo é utilizado em algumas regiões do país e atualmente percebe-se um crescimento de projetos desenvolvidos com sistemas de aproveitamento de água pluvial, dentro do conceito de construção sustentável.

Sua formulação é recente e trata sobre as condições gerais dos usos da água pluvial sobre: concepção do sistema de aproveitamento de águas pluviais, calhas e condutores, reservatórios de descarte (reservatório utilizado para coletar a água de escoamento inicial) e reservatório de águas pluviais (reservatório utilizado para a acumulação das águas pluviais), instalações prediais, qualidade da água, bombeamento e manutenção do sistema.

Apesar da relevância dessa questão, verifica-se ainda uma grande dificuldade na prática das diretrizes da Portaria MS nº2914 pelas companhias de saneamento e pelos responsáveis por sistemas de abastecimento público, tanto para a análise da cianotoxina, quanto para a identificação e quantificação de cianobactérias e fitoplâncton.

A implementação plena da Portaria MS nº 2914 (BRASIL, 2011) ainda representa um desafio, pois requer o envolvimento não apenas dos responsáveis pelo abastecimento de águas para consumo humano, mas também do setor de vigilância em saúde, responsável pela fiscalização desse instrumento legal, e dos gestores públicos em geral (BRASIL, 2005a).

Embora o Brasil seja carente de uma lei que defina plenamente o conceito de todas as técnicas de aproveitamento, os parâmetros a serem seguidos, e quais as restrições de uso, ainda assim, as normas da ABNT, do CONAMA, a própria Constituição, as recomendações da Agenda 21 e os princípios do direito ambiental procuram juntos, “regulamentar” as aplicações de aproveitamento na medida em que tutelam os recursos hídricos. Porém, somente uma lei específica, completa, e que seja capaz de estimular ou de impor a adoção de técnicas de aproveitamento a empreendimentos de médio e de grande porte

trará os benefícios da ampla proteção jurídica aos recursos hídricos, aliada, no entanto, à educação ambiental, uma das diretrizes da Agenda 21, e que constitui o alicerce para a mudança dos hábitos insustentáveis (DANTAS et al. 2009).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

---

O projeto foi desenvolvido na cidade de Ipeúna-SP em um reservatório artificial de água pluvial. A captação da água de chuva é realizada a partir do telhado de diferentes estufas, dependendo do volume da chuva pode completar um reservatório de grande porte. O reservatório está instalado na área experimental de um Centro de Pesquisa e tem por finalidade a irrigação de culturas vegetais para fins de pesquisas sobre técnicas de manejo agrícolas sustentáveis.

O reservatório estudado é impermeabilizado com manta sintética e tem sua superfície desprotegida, ficando exposta ao ar livre. A fim de analisar a ocorrência desses microrganismos, foi realizado um levantamento quantitativo e qualitativo de cianobactéria e fitoplâncton.



**Imagem 1:** Vista Geral do reservatório, dos telhados de captação e dos pontos de coleta. Fonte: Google Earth (2011).

Coordenadas: P1/P2/P3 S 22°23'01.2" W47°40'57.6" P4 S 22°23'59.3" W47°41'15.2".

Em época de poucas chuvas ou escassez é fornecido ao reservatório água do lago artificial da fazenda. Este lago possui, aproximadamente, a profundidade de 6 metros, tem de 3 a 4 hectares de área total e é abastecido pela nascente, nascente Fazenda Lageado e nascente Horto-Camaquã (Imagem 1e 2).



**Imagem 2:** Imagem área do lago artificial. Fonte: Centro de Pesquisa.

Foram monitorados no reservatório e no lago artificial variáveis físicas (precipitação, temperatura da água e temperatura do ar), variáveis químicas analisadas no laboratório (fósforo total e material em suspensão) e variáveis biológicas (fitoplâncton e clorofila *a*), de acordo com o Standard Methods For the Examinations of Water and Wastewater 21<sup>a</sup> edição (2005). Para tal, realizou-se 4 campanhas amostrais e cada campanha teve 4 pontos fixos de coleta sendo o Ponto 1 a entrada do reservatório, o Ponto 2 o meio do reservatório, o Ponto 3 a saída do reservatório e o Ponto 4 o lago artificial.

As campanhas foram realizadas em junho (final do tanque cheio - seca), agosto, outubro e novembro (quando o tanque começa a encher novamente - período de chuvas).

Devido ao formato do tanque (prisma trapezoidal) e a profundidade do lago, os dados para análise física e química da água, clorofila *a* e fitoplâncton foram coletados na superfície com um recipiente de 10L, uma vez que estas características inviabilizaram a coleta

direta da água no corpo hídrico e o arraste horizontal da rede de fitoplâncton. Esse procedimento é utilizado pelo Instituto Internacional de Ecologia-IIE, e segundo a Profa Dra. Takako Matsumura Tundisi não interfere na avaliação dos dados.

Após a coleta, as amostras foram fracionadas e acondicionadas em frascos de polietileno, em seguida os frascos foram identificados e armazenados em caixas térmicas com gelo para posterior análise no laboratório (imagens 3 e 4). As amostras foram coletadas em triplicatas e para a obtenção dos resultados foi realizada a média aritmética com desvio padrão de cada parâmetro.



**Imagem 3:** Coleta de água no reservatório para realização das análises físicas, químicas e biológicas.



**Imagem 4:** Frasco com água do reservatório para análise química no laboratório.



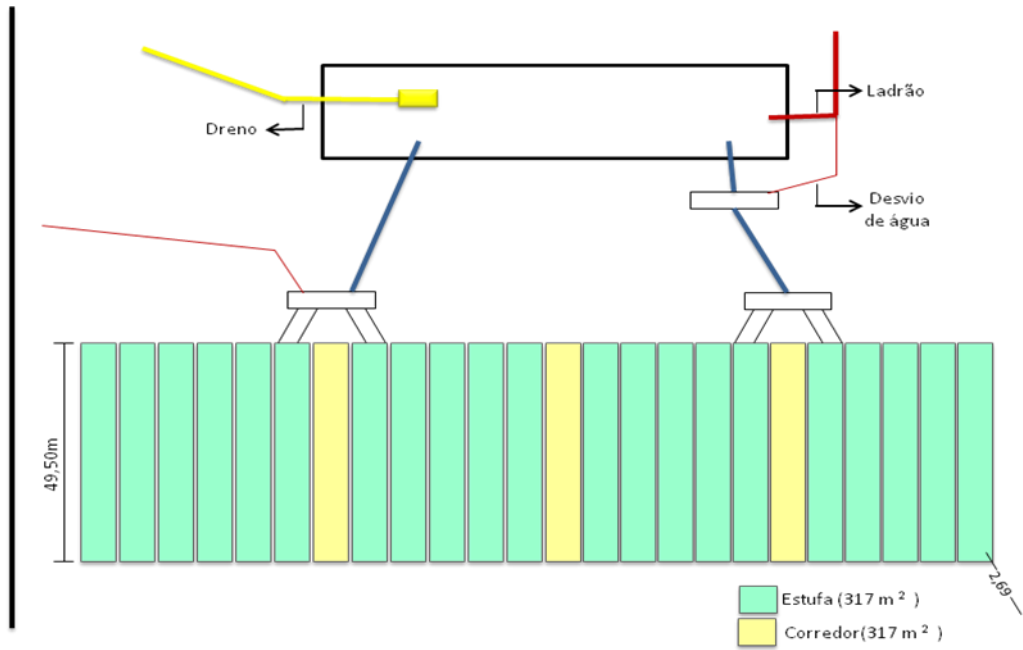
### 5.1. Caracterização do objeto de estudo

Após a realização de incursões ao local, foi constatado que o reservatório de água pluvial tem, de fato, dupla fonte de abastecimento sendo abastecido também por manancial.

Os legumes, vegetais e frutas irrigados 2 vezes por dia (em forma de gotejo e de nebulização) com água do reservatório são: tomate, pimentão abobrinha, alface, beterraba, brócolis, cenoura, salsinha, cebolinha, acelga, rúcula, repolho e abóbora e pepino. As frutas como morango, manga, mamão, banana e maracujá são irrigadas somente nas épocas da seca pelo menos 2 vezes por semana.

**Tabela 1:** Dados gerais do tanque de captação de água de chuva.

<b>Especificações do tanque</b>	
Altura	3,5 m
Comprimento	66,5 m
Largura	26,5 m
Volume	4.352 m <sup>3</sup>
Permeabilização do tanque	geomembrana PEAD
<b>Especificações do filtro da irrigação</b>	
Gotejo	2 filtros de areia e 2 filtros de disco
Nebulização	2 filtros de disco
Aspersão no pomar	2 filtros de disco
<b>Especificações da bomba</b>	
Irrigação por gotejo e nebulização	KW (HP-CV) 3.0 (4.0) - rpm 3450
Irrigação do pomar	KW (HP-CV) 5.5 (7.5) - rpm 3500



**Figura 1:** Esquema da área de coleta composta pela superfície dos telhados das estufas, coletores horizontais, caixas de passagem e de descarte de primeira chuva, recalque e extravasor Modificado de Centro de Pesquisa (2006).



**Imagem 5:** Vista parcial do reservatório de captação de água de pluvial com destaque à entrada no canto direito superior da fotografia.



**Imagem 6:** Vista geral do reservatório e estação elevatória. Fonte: Centro de Pesquisa CPMO (2006).



**Imagem 7:** Vista Geral do lago artificial o qual abastece o reservatório em época de estiagem.



**Imagem 8:** Estufa com os legumes e vegetais que são irrigados pela água do reservatório.

Fonte: Centro de Pesquisa (2011).

## **5.2. Variáveis físicas, químicas da água e transparência.**

### **5.3. Fósforo total (mg/L)**

A análise de fósforo na água foi realizada através da metodologia descrita por Valderrama (1981) que consistiu em adicionar em tubo de ensaio 30 mL da amostra sem filtrar com 4 mL de reagente de oxidação (RO). Depois de agitada a solução, o tubo foi fechado com papel alumínio e autoclavado a 1 atm, 120 ° C, durante 30 minutos. Após esfriar adicionou-se 3,4 mL de reagente misto (solução usada para fósforo total dissolvido) e agitou-se a solução, após 30 minutos realizou-se a leitura pelo Espectrofotômetro UV/visível a 882 nm, em cubeta de 5 cm.



**Imagem 9:** Preparação da amostra para a análise de fósforo.



**Imagem 10:** Espectrofotômetro UV utilizado para a leitura do fósforo total.

#### **5.4. Material em suspensão**

Para a análise do material em suspensão da represa e do lago artificial as amostras foram coletadas em galões, sendo que o volume filtrado foi determinado conforme a quantidade de sólidos suspensos.

Para a realização da análise, os filtros (AP-20) foram calcinados na mufla a  $480^{\circ}$  durante 1 hora e em seguida foram esfriados no dessecador em cadinhos de porcelana.

Após a secagem, pesou-se os filtros em balança analítica, utilizando pinça para manuseá-los. Anotou-se o peso inicial (P1) de cada filtro em envelopes de papel numerados e identificados de acordo com a amostra. Antes da filtração a amostra foi homogeneizada. Depois da filtração, os envelopes foram identificados com os sólidos suspensos, anotando-se o volume filtrado, data e local. Para guardar o filtro no envelope esperou-se o mesmo secar e em seguida foram dobrados e guardados e levados ao dessecador com vácuo e sílica.

Após 15 dias, os filtros foram transferidos para cadinhos de porcelana (identificados com o número do envelope) e levados para a estufa por 24 horas a temperatura de 60<sup>0</sup>C. Em seguida foram levados para o dessecador até esfriarem e pesados novamente (P2). Em seguida, foram realizados os seguintes cálculos:

$$\text{Sólidos totais (mat. Suspensão total - mg/L)} = \frac{(P2 - P1) \times 1000}{V_{\text{amostra}}}$$

Onde,

P1 = peso inicial do filtro

P2= peso do filtro + amostra

Vamostra = volume filtrado

1000 = fator para a transformação de g por mg.

Após o cálculo, os cadinhos foram colocados na mufla por 1h a 480<sup>0</sup>C. A mufla foi aberta somente quando a temperatura ficou menor que 200<sup>0</sup>C. Em seguida os cadinhos foram colocados novamente no dessecador e pesou-se novamente e anotou-se o valor (P3).

$$\frac{(P2 - P3) \times 1000}{V_{\text{amostra}}} = \text{Mat. Suspensão Inorgânico (mg/L)} = P4$$

$$P2 - P4 = \text{Mat. Suspensão Orgânico (mg/L)}$$



**Imagem 11:** Filtragem das amostras.

## **5.5. Variáveis biológicas da água**

### **5.5.1. Clorofila *a***

A metodologia descrita baseou-se em Nush (1980), que consistiu em filtrar as amostras em filtro de Whatman GF/F de 40 mm de diâmetro com 0,7  $\mu\text{m}$  de abertura de poro. A extração do pigmento foi feita com etanol 80% a quente (75°C) por 5 minutos e posterior choque térmico, deixando em repouso por no mínimo 6 horas e no máximo 24 horas a + 4°C no escuro. O extrato resultante foi medido pelo espectrofotômetro da marca VARIAN, modelo Cary 50conc nos comprimentos de onda 665nm e 750 nm. A determinação de feofitina, na qual os valores são necessários para o calculo final da Clorofila *a*, foi feita acidificando o extrato com 0,6mL de ácido clorídrico 37% obtendo um pH em torno de 2,6 a 2,8. Após 30 minutos, as amostras foram novamente lidas nos mesmos comprimentos de onda.

### **5.5.2. Cianobactérias e fitoplâncton (org./mL)**

Para a análise qualitativa e quantitativa de fitoplâncton foram coletados 50L de água e filtrados pela rede e em seguida foram fixadas em formol 8% para posterior identificação (análise qualitativa) e quantificação no microscópio. A identificação e

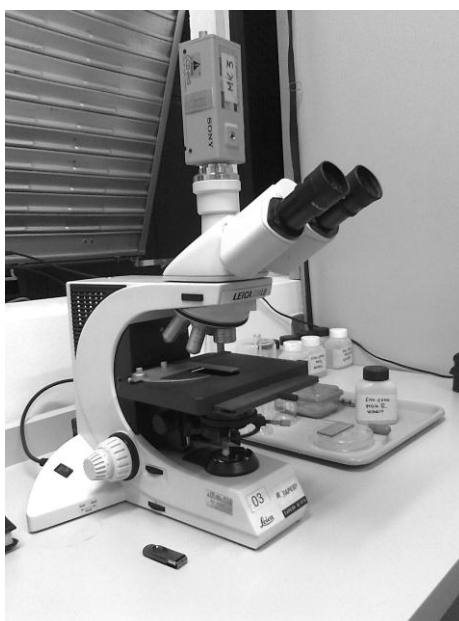
quantificação dos organismos presentes foram obtidas por meio de um microscópio óptico da marca LEICA DMLB utilizando-se o aumento de 20x. As imagens dos organismos foram capturadas por uma câmera digital da marca Sony 8.1 mega com aumento de 4.0x auto foccus e estão no Atlas Fitoplantônico (Item 6.4).

Para as análises quantitativas e qualitativas o frasco de fitoplâncton foi homogeneizado varias vezes para promover a distribuição uniforme, em seguida com uma Pipeta Pasteur colocou-se 1 ml de subamostra em uma proveta. Posteriormente esta subamostra foi depositada na câmara de Sedgwick Rafter de vidro coberto por uma lamínula. Câmara de Sedgwick Rafter tem capacidade de 1mL e apresenta 20mm de largura por 50mm de comprimento e 1mm de profundidade.

A contagem e identificação foram feitas percorrendo-se toda a câmara contando e identificando os organismos presentes em cada quadrado do retículo dentro da grade da câmara.

As classes e gêneros de fitoplâncton encontrados na água do reservatório e do lago artificial foram baseados no sistema van-de Hoek et al (1995), conforme a Tabela 21.

As bibliografias utilizadas para identificação do fitoplâncton foram: Bicudo e Bicudo (1970), Bicudo e Menezes (2006), Bourrely (1968 e 1972), Hino e Tundisi (1984), Huber-Pestalozzi (1968), Husted (1930), Lund e Lund (1995), Mizuno (1964), Prescott (1966) e Streble e Krauter (1987).



**Imagem 12:** Microscópio utilizado para a contagem do fitoplâncton.



## **5.6. Análises dos Resultados**

### **5.6.1. Análise estatística: Média e Desvio padrão**

Foi realizada a análise da estatística descritiva dos dados, com cálculos da média aritmética com medida de tendência central. O grau de dispersão absoluta dos dados foi medido através do desvio padrão (DP).

A análise estatística foi balizada nos parâmetros físico-químicos e biológico em triplicata, com o objetivo de demonstrar a existência de diferenças tipológicas entre os 2 reservatórios estudados. Os gráficos e tabelas foram elaborações através de uma matriz no Excel.

### **5.6.2. Abundância relativa das classes fitoplanctônicas**

Abundância relativa é um conceito estatístico utilizado na ecologia para determinar o tamanho da população de uma espécie em um determinado habitat.

No presente trabalho a Abundância relativa das classes fitoplanctônicas foi calculada através do Excel. Primeiramente calculou-se a Abundância relativa dos gêneros multiplicando-se por 100 o número de organismos por litro (org/L) e dividindo pelo total da soma dos gêneros encontrados, conforme fórmula abaixo:

$$(\text{org/L} * 100) / \text{Total} = \% \text{ org/L}$$

Posteriormente somaram-se os gêneros encontrados em cada classe para elaboração dos gráficos.

### **5.6.3. Índice de riqueza de Margalef**

O Índice de Margalef, ou Índice de biodiversidade de Margalef, é uma medida utilizada em ecologia para estimar a biodiversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies em função do número total de indivíduos existentes na amostra analisada. Para o cálculo do Índice de riqueza de Margalef (D) foi usado o programa PAST, com a seguinte fórmula:

$$D = \frac{(S - 1)}{\ln(n)}$$

Onde D= Índice de riqueza específica

S= é o número de gêneros

n= o número total de indivíduos

#### 5.6.4. Diversidade

O atributo ecológico que avalia a diversidade levando em consideração a riqueza de espécies e a sua distribuição de uma forma equitativa ou não nos pontos e nos diferentes períodos meses de coleta foi analisado por meio do índice de diversidade de Shannon-Weaner (H) que permite a medida e a posterior comparação da diversidade ecológica entre ambientes diferentes e entre o mesmo ambiente em épocas distintas (Magurran, 2004). A análise da diversidade e da similaridade ecológica procedeu da mesma forma que da riqueza específica de Margalef (D). A fórmula de aplicação do índice é a seguinte:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) \times (\log_2 p_i)$$

Onde:

H' = Índice de diversidade de Shannon-Weaner

S = número de gêneros

p<sub>i</sub> = proporção do total da amostra pertencente à espécie p

#### 5.6.5. Análise de Similaridade

A similaridade na composição dos gêneros de fitoplâncton foi testada utilizando-se do índice de similaridade de Bray-Curtis (Magurran, 2004). Esse índice leva em consideração a frequência total dos indivíduos presentes nas amostras e tem por finalidade verificar a similaridade entre os diferentes pontos de coleta. A Análise foi realizada por meio do programa PAST e é representada pela seguinte fórmula:

$$Bray - Curtis_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^S |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^S (x_{ij} + x_{ik})}$$

Onde: Onde:

X<sub>ij</sub> = frequência de ocorrência absoluta da espécie i no local j

X<sub>ik</sub> = frequência de ocorrência absoluta da espécie i no local k

### 5.6.6. Correspondência entre as variáveis Físico-químicas e fitoplâncton

A Análise de Correspondência, técnica exploratória de simplificação da estrutura da variabilidade de dados multivariados, utiliza de variáveis categóricas dispostas em tabelas de contingência, levando em conta medidas de correspondência entre as linhas e colunas da matriz de dados. De acordo com Lúcio (1999) a Análise de Correspondência é um método para determinação de um sistema de associação entre os elementos de dois ou mais conjuntos, buscando explicar a estrutura de associação dos fatores em questão.

Czermainski (2004) afirma que uma das grandes vantagens de se trabalhar com a Análise de Correspondência é que esta técnica admite revelar relações que não teriam sido percebidas se a análise fosse feita aos pares de variáveis, além disso, ela é altamente flexível no tratamento dos dados por não ser necessária à adoção de nenhum modelo teórico de distribuição de probabilidade, basta que se tenha uma matriz retangular contendo dados não negativos.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Variáveis físicas e químicas da água

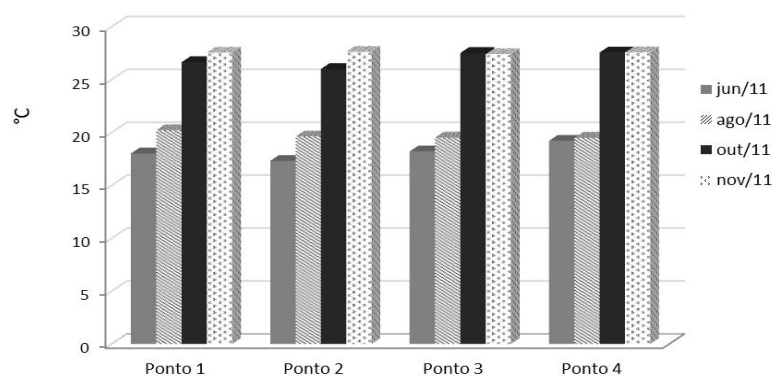
#### 6.1.1. Variáveis físicas e químicas *in situ*

##### Temperatura da água e do ar

As Tabelas 2 e 3, e as Figuras 2 e 3 demonstram que a temperatura da água e do ar em todos os pontos aumentou conforme a mudança de estação (inverno para o verão), na coleta de inverno no mês de junho a temperatura da água no ponto 2 foi mais baixa ( $17^{\circ}\text{C}$ ) e o ponto 4 apresentou a temperatura mais alta da água ( $19^{\circ}\text{C}$ ). Na coleta de verão no mês de novembro a temperatura mais baixa da água foi a do ponto 3 ( $27^{\circ}\text{C}$ ), os demais pontos apresentaram a mesma temperatura da água ( $28^{\circ}\text{C}$ ).

**Tabela 2:** Valores médios de temperatura da água medidas no reservatório de água pluvial em amostras coletadas durante o período da manhã entre 10h: 00 e 12h: 00 localizado na área rural do município de Ipeúna no ano de 2011.

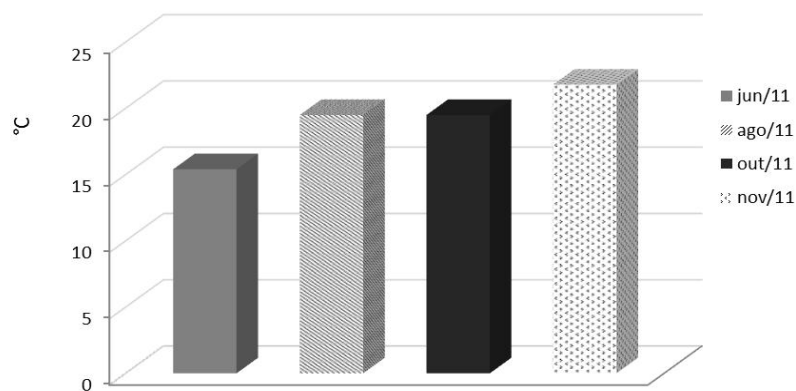
	Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )			
	jun/11	ago/11	out/11	nov/11
Ponto 1	18	20	27	28
Ponto 2	17	20	26	28
Ponto 3	18	20	28	27
Ponto 4	19	19	28	28



**Figura 2:** Dados de temperatura da água para a Cidade de Ipeúna no ano de 2011 (CEAPLA, 2011).

**Tabela 3:** Valores médios de temperatura do ar coletadas entre o horário das 9h: 00 e 21h: 00 pela estação meteorológica D4112M do CEAPLA localizada no Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP/Rio Claro (CEAPLA, 2011).

Temperatura do ar (°C)			
jun/11	ago/11	out/11	nov/11
15	20	20	22



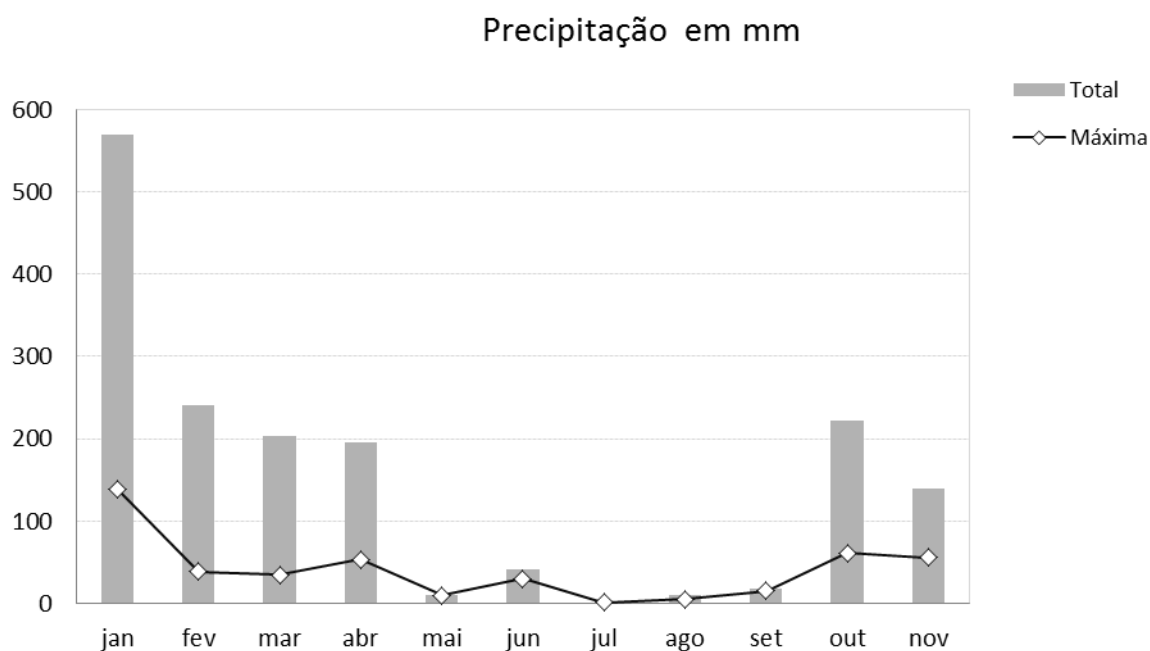
**Figura 3:** Dados de temperatura do ar para a Cidade de Ipeúna no ano de 2011 (CEAPLA, 2011).

## Precipitação

Através dos dados fornecidos pelo CEAPLA de Rio Claro-SP foram elaboradas a Tabela 4 e a Figura 4. Analisando a precipitação total e máxima, observa-se que o comportamento pluviométrico obtido corresponde por precipitações elevadas nos meses outubro e no período de setembro ocorre uma estiagem.

**Tabela 4:** Dados de precipitação mensal para a Cidade de Ipeúna no ano de 2011 (CEAPLA, 2011).

	Precipitação (mm)	
	Total	Máxima (1 dia)
jan	569	139
fev	241	38
mar	203	35
abr	196	53
mai	9	10
jun	41	30
jul	2	2
ago	110	5
set	18	15
out	223	61
nov	140	56

**Figura 4:** Dados de precipitação mensal para a Cidade de Ipeúna no ano de 2011.

Fonte: CEAPLA, 2011.

### 6.1.2. Fósforo Total

Vollenweirder (1968) afirma que o estado trófico em lagos e reservatórios podem ser medidos através das concentrações de fósforo total. Conforme Tabela 5 nota-se que o reservatório e o lago artificial são considerados Ultra-oligotróficos, ou seja, são ambientes com a biomassa muito baixa, fração de algas verdes e/ou cianofíceas baixa, dinâmica de produção bastante baixa, dinâmica de oxigênio na camada superior e inferior normalmente saturado e com baixo prejuízo aos usos múltiplos.

**Tabela 5:** Estados tróficos em lagos e reservatórios, em função das concentrações de fósforo total

<b>Estado Trófico</b>	<b>P Total (mg/L)</b>
Ultra-oligotrófico	<50
Oligomesotrófico	50 - 100
Meso-eutrófico	100- 300
Eu-politrófico	300-1000
Politrófico	>1000

Fonte: Adaptado de Vollenweirder (1968).

Conforme a Resolução CONAMA 357 o limite permitido de fósforo para a Classe 1 em ambiente lântico é de 0,02 mg/L ( ou seja 20µg/L ) e para Classe 2 ambiente lântico é de 0,03 mg/L (ou seja 30µg/L). Nota-se na Tabela 6 e Figura 5, que quando nos referimos ao reservatório e ao lago artificial como Classe 1 todos os pontos estão acima do limite permitindo. Quando nos referimos ao reservatório e ao lago artificial como Classe 2 o ponto 4 nos meses de estão no limite aceitável e os demais pontos no durante o mês de novembro estão também no limite aceitável.

O excesso de fósforo encontrado nas amostras pode ter se originado naturalmente por meio da dissolução de rochas e da decomposição da matéria orgânica, e também por influência antrópica pela descarga de despejos domésticos, industriais e de fertilizantes (MACEDO, 2001), porém a principal via de entrada nos corpos d'água de áreas agrícolas pode ser o escoamento superficial e a erosão do solo.

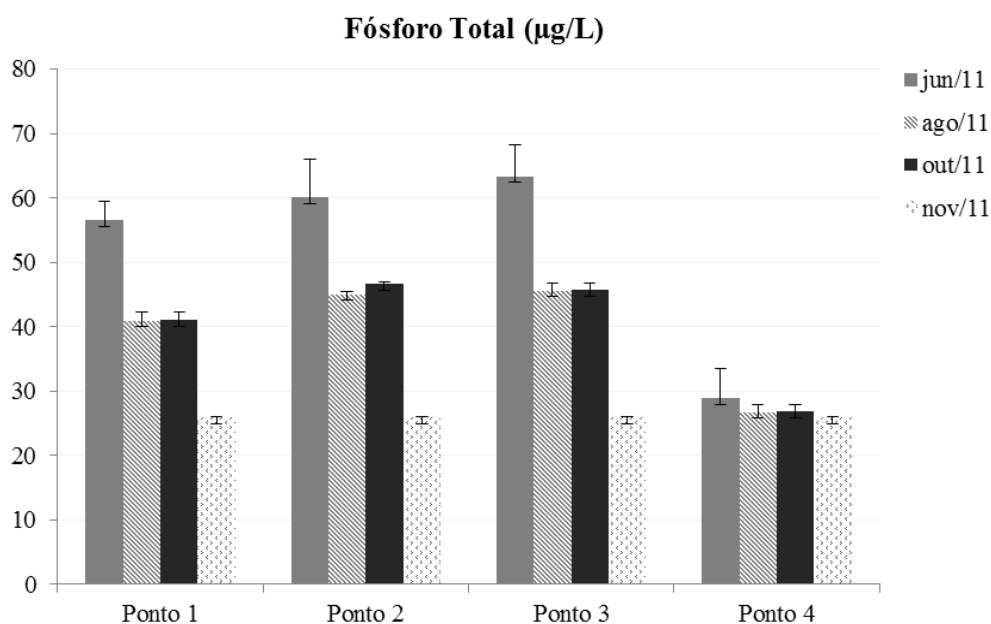
No presente estudo, houve correlação entre os períodos com maiores precipitações e as maiores concentrações de fósforo total na água. A maior concentração de

fósforo em todos os pontos está no mês de outubro onde a precipitação no período de coleta foi de 223 mm (Tabela 6), o valor máximo encontrado foi no ponto 3 (1,0  $\mu\text{g/L}$ ) e o valor mínimo nos pontos 1 e 2 no mês e de novembro, conforme demonstrado na Tabela 6 e a Figura 5.

Segundo Marques (2006) a elevação da concentração de fósforo durante o período chuvoso é devido ao escoamento superficial da bacia de drenagem. Além disso, o maior revolvimento do sedimento provocado pela chuva gera o aumento da turbulência da água podendo influenciar na elevação da concentração de fósforo total durante este período.

**Tabela 6:** Média e Desvio Padrão das concentrações de Fósforo Total ( $\mu\text{g/L}$ ) nos pontos durante os meses de coleta.

Fósforo Total ( $\mu\text{g/L}$ )								
	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
Amostra	media	desvio	media	desvio	media	desvio	media	desvio
P1	56,54	2,92	41,04	1,30	41,04	1,30	25,94	0,00
P2	60,06	5,98	45,06	0,42	46,60	0,42	25,94	0,00
P3	63,38	4,85	45,69	1,00	45,69	1,00	25,94	0,00
P4	28,90	4,60	26,85	1,03	26,85	1,03	25,94	0,00



**Figura 5:** Média e Desvio Padrão das concentrações de Fósforo Total ( $\text{mg/L}$ ) nos pontos durante os meses de coleta.



### 6.1.3. Material em Suspensão

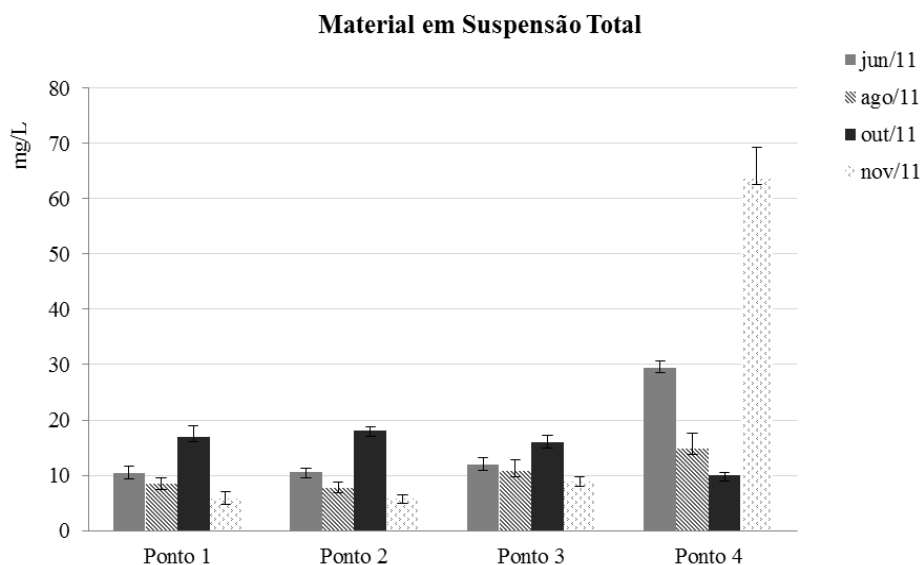
Avaliando a Tabela 7 e a Figura 6, nota-se que o ponto 4 então todos os meses apresentou os maiores valores de Material em suspensão total. Observa-se que no mês de novembro os pontos 1, 2, 3 e 4 apresentaram seus maiores valores para este parâmetro.

Com relação ao de Material em suspensão orgânico os maiores são encontrados no mês de outubro nos pontos 1 e 2 e no mês de novembro nos pontos 3 e 4 (Tabela 8 e Figura 7).

Segundo a Tabela 9 e a Figura 8, nota-se que o ponto 4 apresenta os maiores valores em todos os meses, especialmente no mês de novembro onde o Material em suspensão orgânico é de 53,60 mg/L, enquanto os pontos 1, 2 e 3 apresentam os maiores valores no mês de outubro.

**Tabela 7:** Média e Desvio Padrão das variações do Material em suspensão total nos pontos 1, 2, 3 e 4 no períodos de coleta.

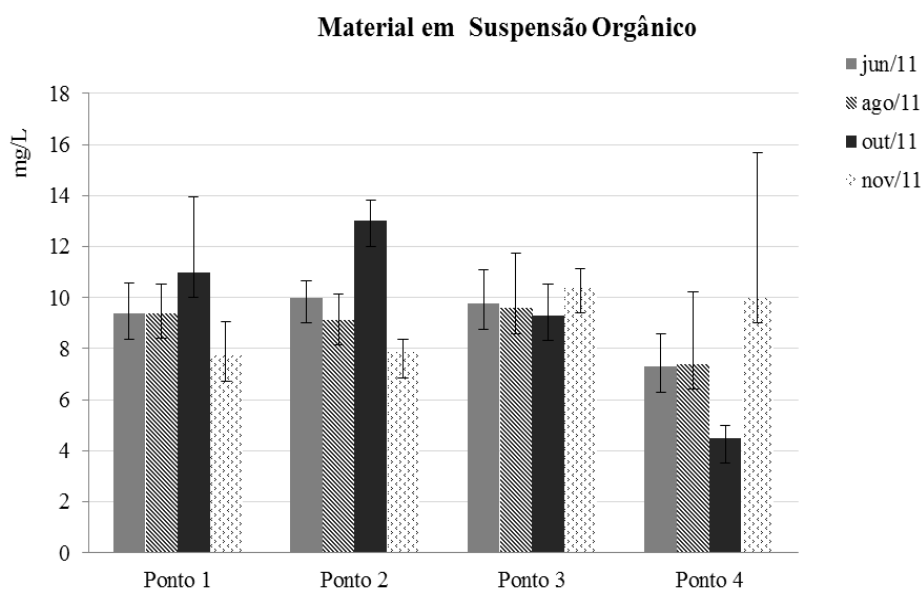
Material em Suspensão Total (mg/L)								
	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
Amostra	media	desvio	media	desvio	media	desvio	media	desvio
Ponto 1	10,38	1,18	8,40	1,13	17,00	1,94	5,73	1,31
Ponto 2	10,56	0,66	7,80	1,00	18,00	0,81	5,87	0,49
Ponto 3	11,88	1,34	10,70	2,16	16,00	1,24	8,93	0,75
Ponto 4	29,47	1,28	14,80	2,83	10,00	0,49	63,60	5,66



**Figura 6:** Média e Desvio Padrão das variações do Material em suspensão total nos pontos 1, 2, 3 e 4 nos períodos de coleta.

**Tabela 8:** Média e Desvio Padrão das variações do Material Orgânico nos pontos 1, 2, 3 e 4 nos períodos de coleta.

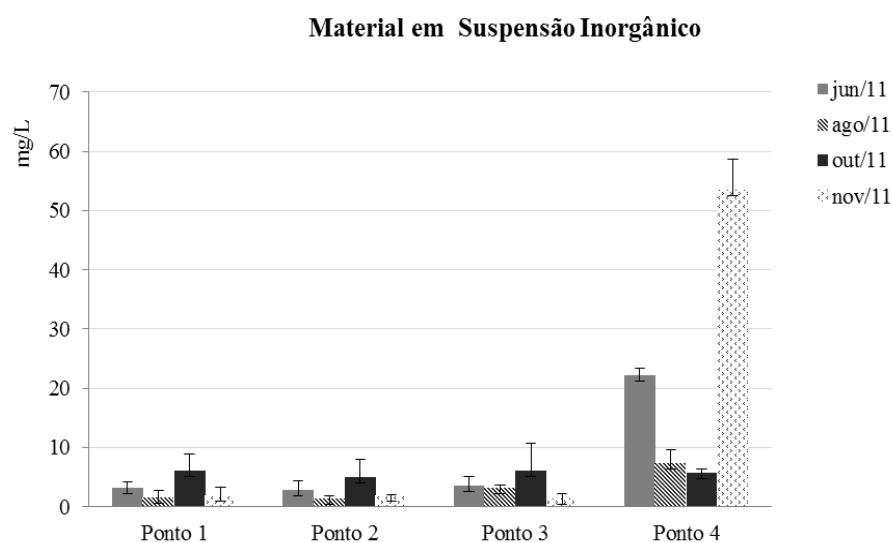
Material em Suspensão Orgânico (mg/L)								
	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
Amostra	media	desvio	media	desvio	media	desvio	media	desvio
Ponto 1	9,38	1,18	9,40	1,13	11,00	2,94	7,73	1,31
Ponto 2	10,01	0,66	9,15	1,00	13,00	0,81	7,87	0,49
Ponto 3	9,77	1,34	9,60	2,16	9,30	1,24	10,40	0,75
Ponto 4	7,30	1,28	7,40	2,83	4,50	0,49	10,00	5,66



**Figura 7:** Média e Desvio Padrão das variações do Material Orgânico nos pontos 1, 2, 3 e 4 nos períodos de coleta.

**Tabela 9:** Média e Desvio Padrão das variações do Material Inorgânico em suspensão total nos pontos 1, 2, 3 e 4 nos períodos de coleta.

Material em Suspensão Inorgânico (mg/L)								
	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
Amostra	media	desvio	media	desvio	media	desvio	media	desvio
Ponto 1	3,20	1,00	1,60	1,13	6,00	2,94	2,00	1,2
Ponto 2	2,80	1,52	1,40	0,50	5,00	2,94	2,00	0,08
Ponto 3	3,56	1,53	3,20	0,42	6,00	4,78	1,47	0,67
Ponto 4	22,23	1,16	7,40	2,30	5,70	0,67	53,60	5,10



**Figura 8:** Média e Desvio Padrão das variações do Material Inorgânico em suspensão total nos pontos 1, 2, 3 e 4 nos períodos de coleta.

De acordo com o Tundisi et al (2008), não há Padrão específico para o limite de Material em Suspensão na água, pois o mesmo varia muito conforme a as características dos rios, lagos e reservatórios.

No entanto, o mesmo autor sugere a utilização do Padrão de Turbidez como indicação indireta para medição do Material em suspensão total, uma vez que quanto maior a Turbidez, maior a quantidade de material em suspensão total, orgânico e inorgânico e maior a quantidade de matéria viva ou morta.

## 6.2. Variáveis biológicas da água

### 6.2.1. Clorofila *a*

Através das Tabelas 10 e 11 e das Figuras 9 e 10 observa-se que o ponto 1 foi o ponto que a biomassa fitoplanctônica esteve mais alta em todos os meses, os demais pontos não apresentaram baixas variações sazonais. Este fato ocorrer devido ao ponto 1 ser a entrada da água sendo o local onde está a maior concentração de nutrientes e maior quantidade de Chloroficeas conforme a Figura 1 e as Imagens 1, 2 e 5.

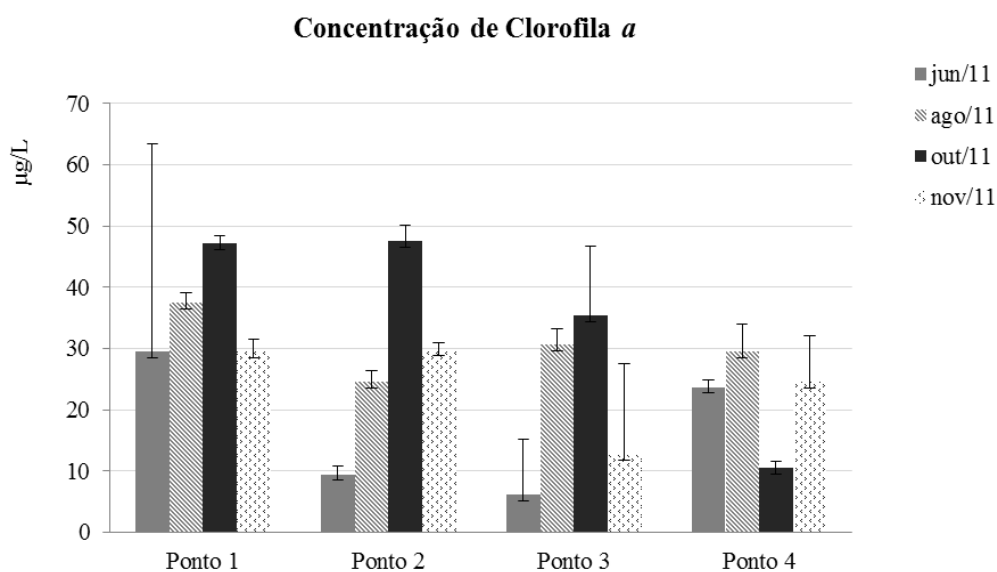
Na avaliação da qualidade da água de mananciais, tanto em rios, lagos e reservatórios é importante avaliar a variável biológica Clorofila-*a*, pois de acordo com CRUZ *et al.* (2003), concentrações elevadas de Clorofila-*a* indicam uma resposta biológica da eutrofização, além de indicar grande produção biológica.

Os baixos valores encontrados para Clorofila-*a* neste estudo pode estar associada à baixa produtividade primária do sistema. Portanto, este parâmetro é um indicativo de que as águas do lago artificial e do reservatório encontram-se em condições Ultra-oligotróficas.

Estudos realizados por Silva (2005) em pesqueiros paulistas e por Wosiack (2005), na praia artificial de Entre Rios, encontraram concentrações de Clorofila-*a* de 65,55 e 187,3  $\mu\text{g/L}$  respectivamente. Nos dois estudos, estas concentrações de Clorofila-*a* foram acompanhadas por grandes densidades de cianobactérias (grande produção biológica), o que caracteriza uma floração, uma consequência direta da eutrofização.

**Tabela 10:** Média e Desvio Padrão da concentração de Clorofila *a* para os quatro meses de coleta.

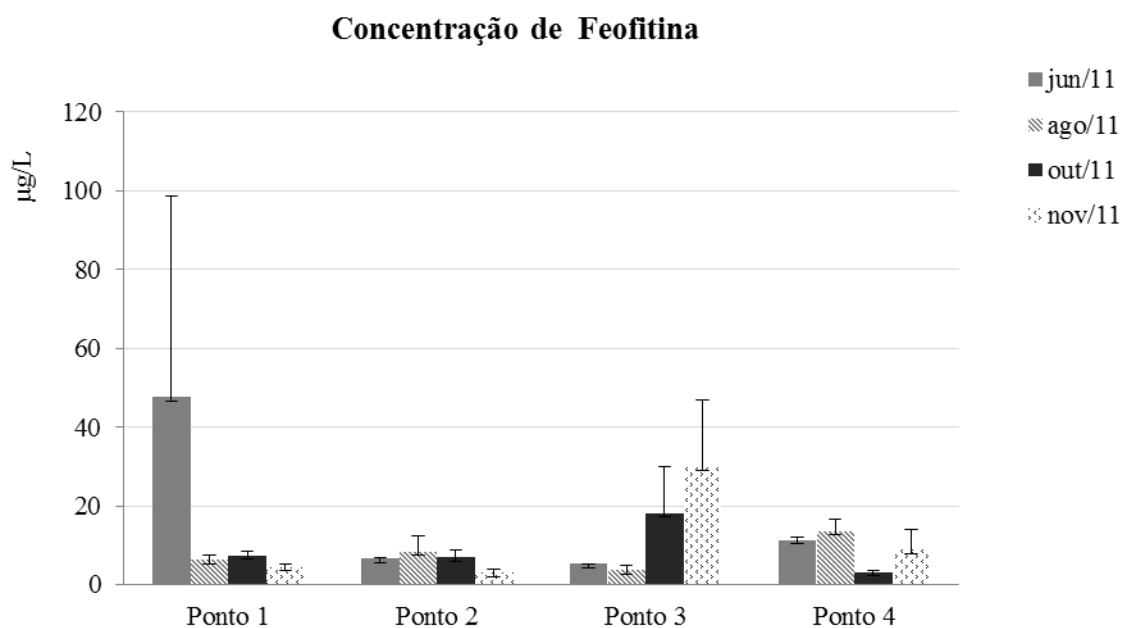
Concentração de Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ )								
Amostra	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
Ponto 1	44,27	33,91	37,44	1,72	47,10	1,37	29,51	2,08
Ponto 2	9,47	1,28	24,57	1,85	47,54	2,61	29,78	1,15
Ponto 3	6,11	9,17	30,65	2,54	35,42	11,30	12,68	14,80
Ponto 4	23,70	1,08	29,50	4,52	10,48	1,04	24,55	7,57



**Figura 9:** Média e Desvio Padrão da concentração de Clorofila *a* para os quatro meses de coleta.

**Tabela 11:** Média e Desvio Padrão da concentração de Feofitina para os quatro meses de coleta.

Concentração de Feofitina ( $\mu\text{g/L}$ )								
Amostra	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
Ponto 1	71,3	51,23	6,27	1,22	6,27	1,11	6,27	0,69
Ponto 2	9,80	0,14	8,34	4,06	8,34	1,94	8,34	0,84
Ponto 3	7,88	0,05	3,74	1,09	3,74	11,79	3,74	16,94
Ponto 4	17,02	0,62	13,62	2,98	13,62	0,35	13,62	4,87

**Figura 10:** Média e Desvio Padrão da concentração de Feofitina para os quatro meses de coleta.

Através desta análise nota-se que em alguns pontos a concentrações de Clorofila *a* estão acima do permitido pelo CONAMA 357 classe 1 (valor máximo de 10  $\mu\text{g/L}$ ) e classe 2 (valor de até 30  $\mu\text{g/L}$ ). Esta alta concentração de biomassa está diretamente relacionada a fatores como a quantidade de luz solar que penetra na água (afetada pela intensidade dos raios solares; pela quantidade de material em suspensão; e pela cor da água), a disponibilidade de nutrientes para o crescimento das algas (determinado tanto pela fonte como pelos mecanismos de remoção), assim como a profundidade, pH e alcalinidade, também influem nas espécies e no número de algas encontradas nos lagos.

A combinação destes e de outros fatores ambientais determinam o tipo e a quantidade de algas encontradas em uma represa, porém, é importante observar que esses fatores estão sempre num estado de fluxo. Isso porque a multiplicidade de eventos, inclusive a

mudança das estações, o uso dos terrenos da bacia e as enxurradas constantemente criam "novos ambientes" na represa.

## 6.2.2. Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica foi representada pelas classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Zygnematophyceae e Euglenophyceae identificando-se um total de 27 táxons, todos até a classificação de gênero. Durante os meses de coleta, foram encontrados 6 gêneros de Bacillariophyceae, 10 Chlorophyceae, 3 Cyanophyceae, 1 Dinophyceae, 2 Euglenophyceae, 4 Zygnematophyceae e um gênero não identificado. Na Tabela 12 é apresentada a lista de divisões, classes e gêneros de fitoplâncton encontrados na água do reservatório e do lago artificial.

**Tabela 12:** Divisão, Classes e Gêneros de fitoplâncton encontrados na água do reservatório e do lago artificial, conforme o sistema van-de Hoek et al (1995)

Divisão	CHLOROPHYTA		CYANOPHYTA	DINOPHYTA	EUGLENOPHYTA	HETEROKONTOPHYTA	
Classe	CHLOROPHYCEAE	ZYGNEMATOPHYCEAE	CYANOPHYCEAE	DINOPHYCEAE	EUGLENOPHYCEAE	BACILLARIOPHYCEAE	Espécie não identificada
	<i>Asterococcus</i>	<i>Cosmarium</i>	<i>Anabaena</i>	<i>Peridinium</i>	<i>Euglena</i>	<i>Aulacoseira</i>	Espécie 1
	<i>Coelastrum</i>	<i>Closterium</i>	<i>Merismopedia</i>		<i>Phacus</i>	<i>Diatomacea sp</i>	
	<i>Golenkinia</i>	<i>Euastrum</i>	<i>Oscillatoria</i>			<i>Fragilaria</i>	
	<i>Oocystis</i>	<i>Staurastrum</i>				<i>Gomphonema</i>	
<b>Gênero</b>	<i>Pediastrum</i>					<i>Pinnularia</i>	
	<i>Scenedesmus</i>					<i>Synedra</i>	
	<i>Selenastrum</i>						
	<i>Micractinium</i>						
	<i>Tetraedron</i>						
	<i>Treubaria</i>						

### 6.2.2.1. Abundância relativa das classes fitoplanctônicas

A identificação de táxons da comunidade fitoplanctônica foi feita em nível de gênero, uma vez que as classes fitoplanctônicas, algumas tais como Classe Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae já indicam as condições tróficas dos sistemas. Em algumas classes como na Bacillariophyceae, os gêneros são importantes para a indicação das condições tróficas como demonstram os estudos de Biggs & Kilroy (2000).

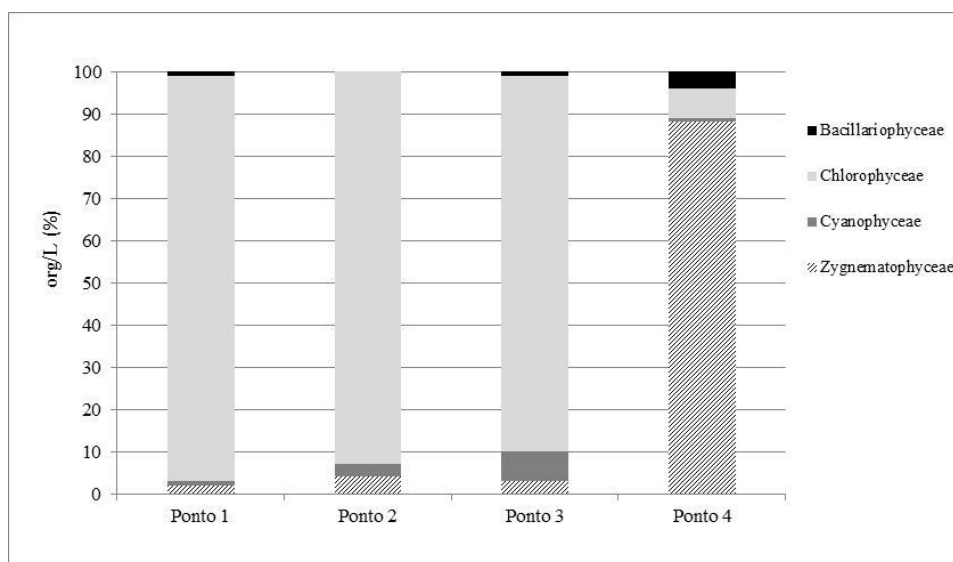
No mês de junho a classe das Chlorophyceas foi a mais abundante nos pontos 1, 2 e 3 representando 96%, 93% e 89% respectivamente. No ponto 4 a classe mais

abundante foi a das Zygnematophyceas representando 88%, conforme as Figuras 11,12 13, 14, 16 e 20 e Tabelas 14 e 18.

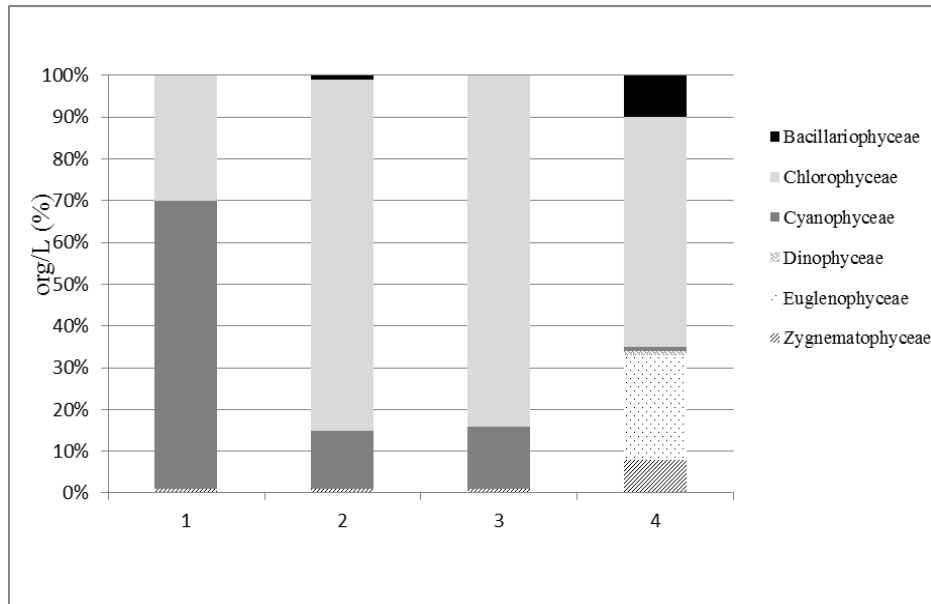
No mês de agosto a classe predominante no ponto 1 foi a das Cyanophyceas com 69% de abundância seguida da classe das Chlorophyceas com 30%. O grupo das Chlorophyceas foi a classe mais abundante nos pontos 2, 3 e 4 representando 84% nos pontos 2 e 3 e 55% no ponto 4. No ponto 4 o grupo das Euglenophyceas também foi representativo com 25% de abundância (Figuras 16, 17 e 19 e Tabelas 14, 15 e 17).

Na campanha do mês de outubro a classe das Chlorophyceas foi predominante nos pontos 1, 2 e 3 representando 89%, 85% e 88%. No ponto 4 as classes mais abundantes foram os das Zygnematophyceas com 34% de abundância e das Chlorophyceas com 27% de abundância. Nesta campanha ocorreu o aparecimento de uma Espécie (Espécie 1-não identificada) que corresponde a 2% de abundância nos pontos 1, 2 e 3 e 1% de abundância no ponto 4 (Figuras 16, 20 e 21 e Tabelas 14, 18 e 19 ).

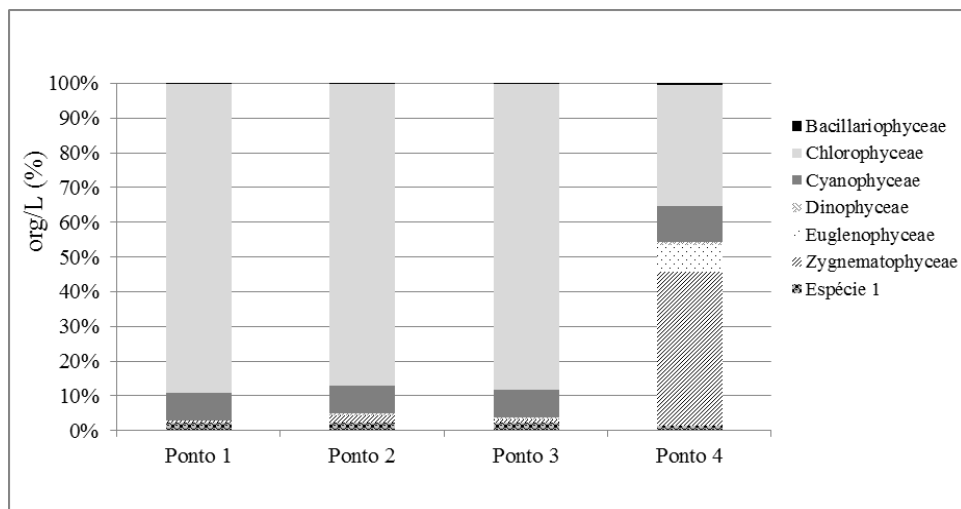
No mês de novembro a classe das Chlorophyceas foi a mais abundante nos pontos 1, 2 e 3 representando 94%, 96% e 95% simultaneamente. No ponto 4 o grupo das Euglenophyceas é o mais abundante com 44% de representação, em seguida o grupo das Dinophyceas aparece com 40% de representação. A Espécie 1 aparece nos pontos 2 e 3 com 1% de abundância (Figura 16,18, 19 e 21 e Tabelas 14, 16, 17 e 19 ).



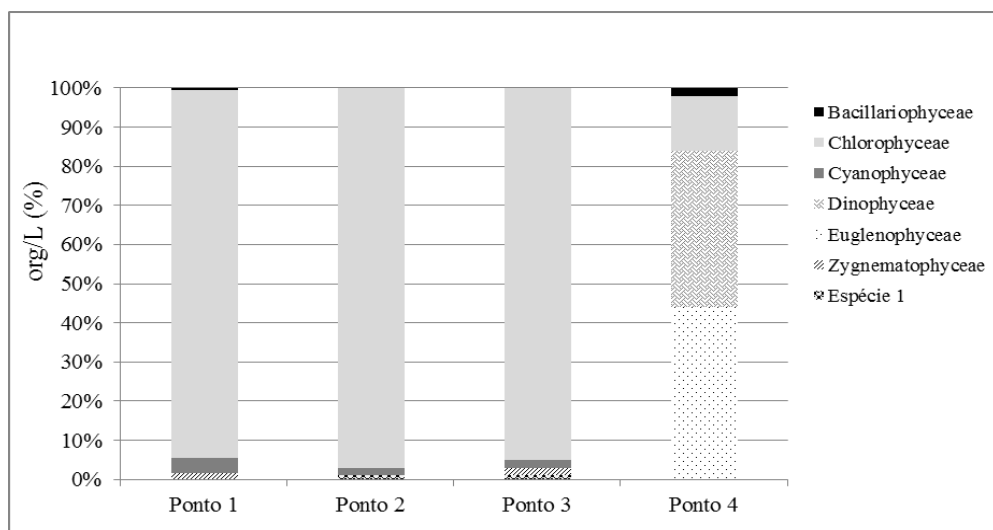
**Figura 11:** Abundância relativa das classes fitoplanctônicas no mês de junho.



**Figura 12:** Abundância relativa das classes fitoplanctônicas no mês de agosto.



**Figura 13:** Abundância relativa das classes fitoplanctônicas no mês de outubro.



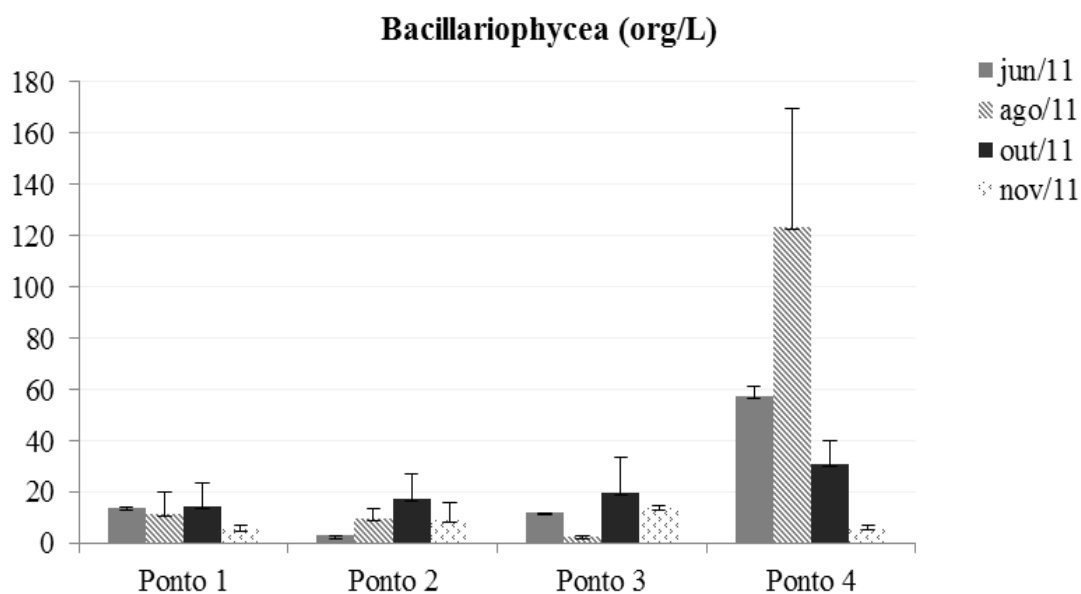
**Figura 14:** Abundância relativa das classes fitoplanctônicas no mês de novembro.



### 6.2.2.2. Média e Desvio Padrão das Classes fitoplanctônicas

**Tabela 13:** Média e Desvio Padrão da Classe Bacillariophyceae (org/L).

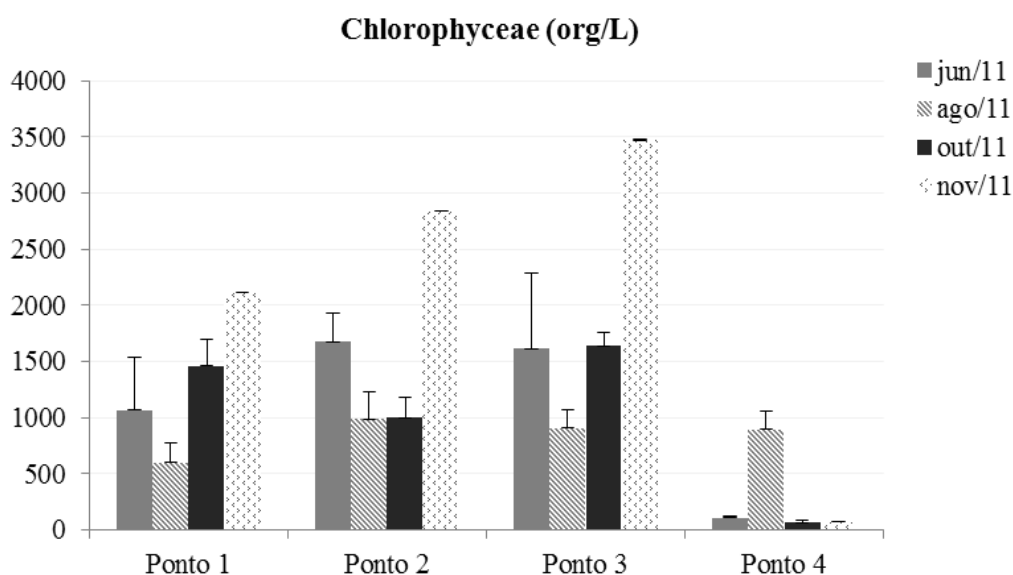
<b>Bacillariophyceae (org/L)</b>									
Ponto	jun/11		ago/11		out/11		nov/11		
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio	
1	14	0	11,5	8,5	14,3	9,0	6	1	
2	3	0	9,7	3,8	17,7	9,4	9,3	6,8	
3	12	0	3	0	20	13,4	14	1	
4	57,5	3,5	123,5	46,3	31,2	8,6	6,3	0,94	



**Figura 15:** Média e Desvio Padrão da Classe Bacillariophyceae (org/L).

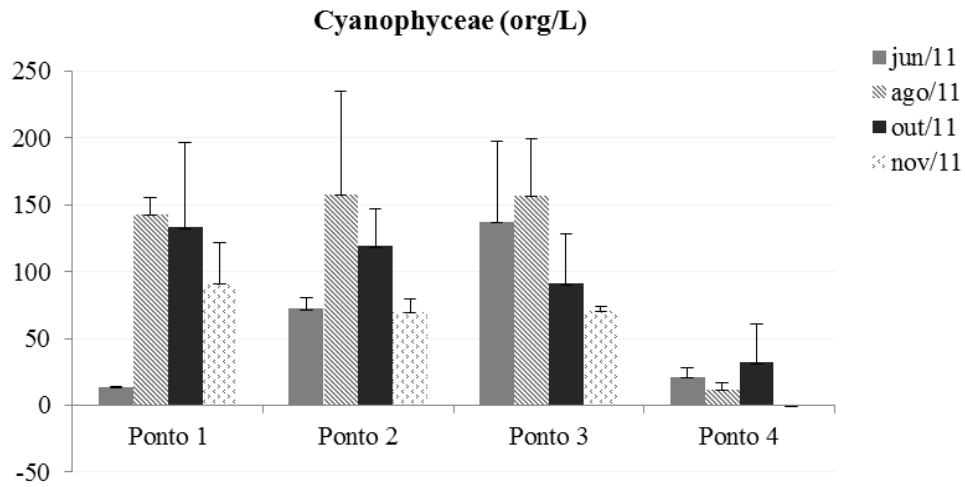
**Tabela 14:** Média e Desvio Padrão da Classe Chlorophyceae (org/L).

<b>Chlorophyceae (org/L)</b>								
Ponto	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
1	1063,5	466,5	596,7	174,8	1459,7	236,7	2118,7	213,1
2	1675	251	988	241,3	996,6	186,8	2836,7	560,9
3	1611,5	676,5	904,3	162,4	1640,7	120	3472	440,5
4	105,5	16,5	894,2	162	65,8	23,8	70	12,1

**Figura 16:** Média da Classe Chlorophyceae (org/L).**Tabela 15:** Média e Desvio Padrão da Classe Cyanophyceae (org/L).

<b>Cyanophyceae (org/L)</b>								
Ponto	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
1	14	0	143,3	12,5	133,3	63,6	92	29,5
2	72,5	8,5	158,3	76,3	119,3	28,2	70	9,9
3	137,5	60,5	157,7	41,5	91,0	36,9	71,5	2,5
4	21,5	6,5	12,5	4,5	32	29,2	N.D.	N.D.

Legenda: N.D: Não detectada.

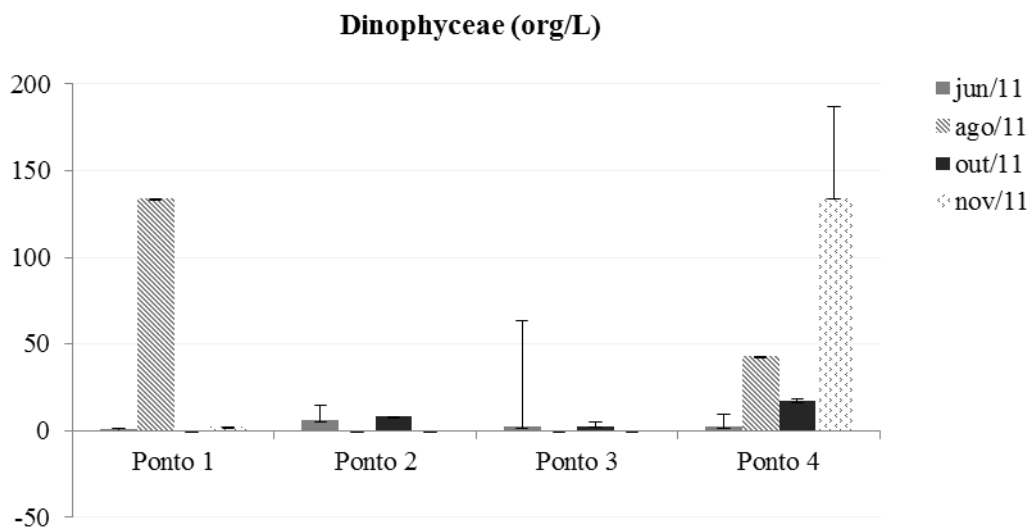


**Figura 17:** Média e Desvio Padrão da Classe Cyanophyceae (org/L).

**Tabela 16:** Média e Desvio Padrão da Classe Dinophyceae (org/L).

Ponto	<b>Dinophyceae (org/L)</b>							
	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
1	1	N.D.	134	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	6	N.D.	N.D.	N.D.	8	N.D.	N.D.	N.D.
3	2,5	0,5	N.D.	N.D.	2,6	2,3	N.D.	N.D.
4	2,5	0,5	43	N.D.	17	1,2	134,7	52,1

Legenda: N.D: Não detectada.

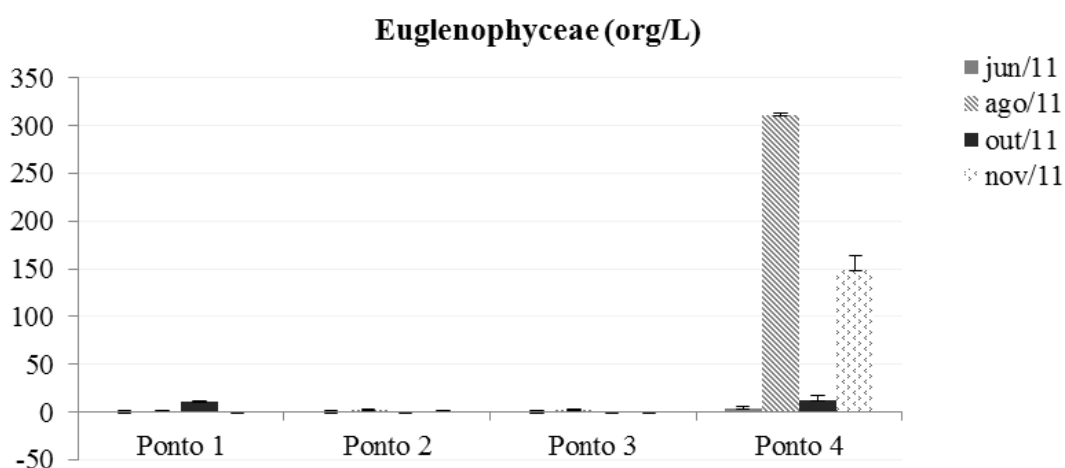


**Figura 18:** Média e Desvio Padrão da Classe Dinophyceae (org/L).

**Tabela 17:** Média e Desvio Padrão da Classe Euglenophyceae (org/L).

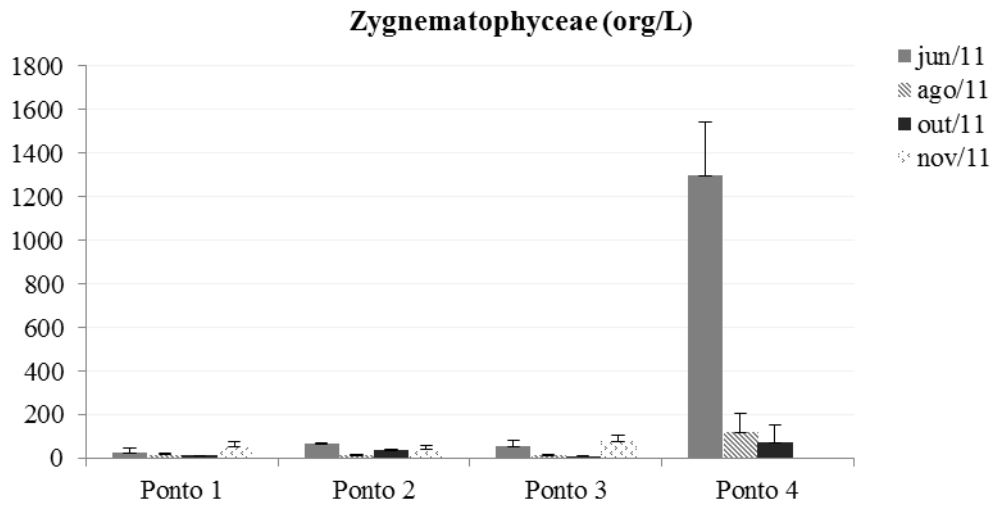
<b>Euglenophyceae (org/L)</b>								
Ponto	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
1	N.D.	N.D.	1,7	0,9	11	N.D.	N.D.	N.D.
2	N.D.	N.D.	2,5	0,5	N.D.	N.D.	1	N.D.
3	N.D.	N.D.	2,5	0,5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4	4,5	1,5	311	132,4	12,6	5,4	149,3	14

Legenda: N.D: Não detectada.

**Figura 19:** Média e Desvio Padrão da Classe Euglenophyceae (org/L).**Tabela 18:** Média e Desvio Padrão da Classe Zygnematophyceae (org/L).

<b>Zygnematophyceae (org/L)</b>								
Ponto	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
1	26,5	21,5	18,5	3,5	12	2,16	53,5	22,5
2	66,5	1,65	N.D	N.D.	38	4,9	40	21,8
3	55,5	26,5	13,3	2,1	10,8	1,4	80,5	27,5
4	1297	244	119,5	89,6	72,5	77,8	2	N.D.

Legenda: N.D: Não detectada.

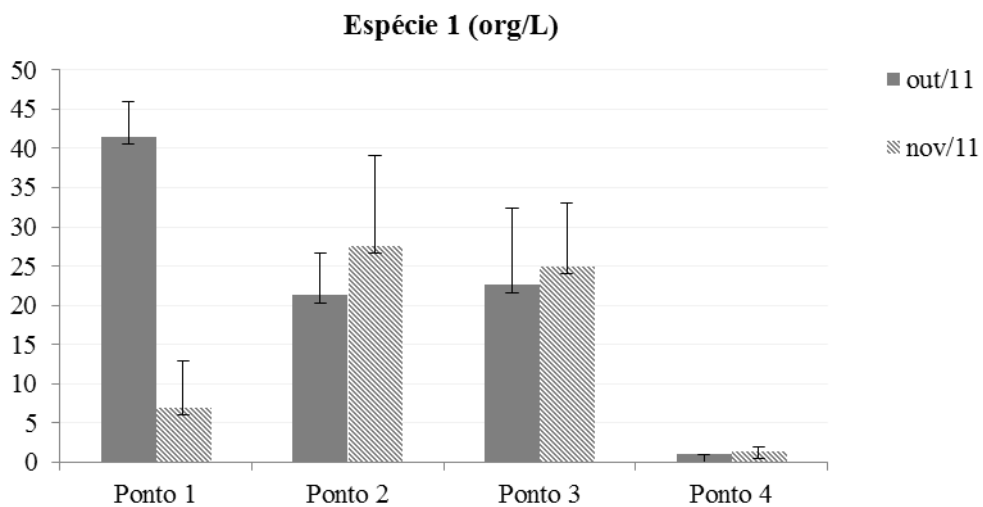


**Figura 20:** Média e Desvio Padrão da Classe Zygnematophyceae (org/L).

**Tabela 19:** Média e Desvio Padrão Espécie 1 (org/L).

Ponto	Espécie 1 (org/L)							
	jun/11		ago/11		out/11		nov/11	
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	41,5	4,5	7	6
2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	21,3	5,4	27,6	11,5
3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	22,6	9,9	25	8
4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1	N.D.	1,5	0,5

Legenda: N.D: Não detectada.



**Figura 21:** Média e Desvio Padrão da Espécie 1 (org/L).

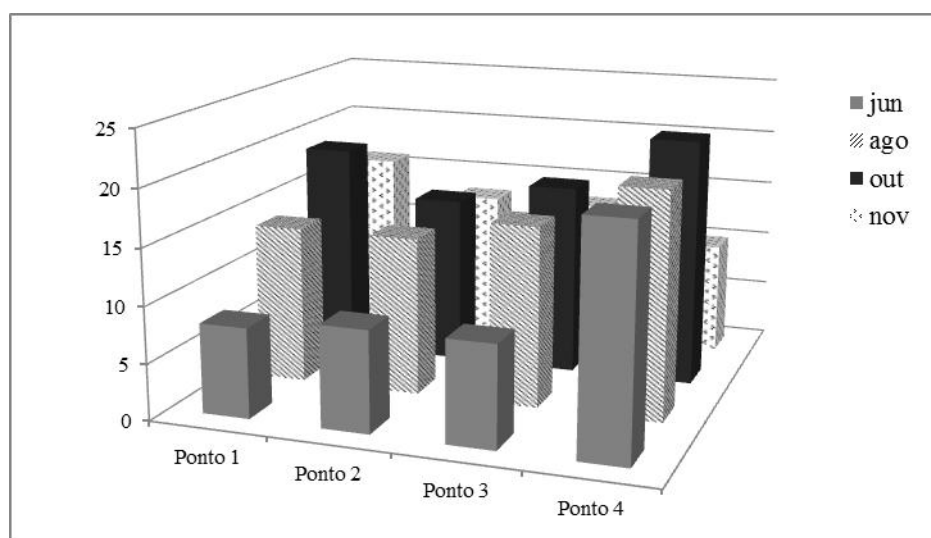
Vale salientar que a Espécie 1 pode ser uma espécie endêmica de água pluvial, mas é necessário um estudo mais detalhado para verificar tal fato. Em toda a bibliografia consultada não foi encontrada essa espécie. Um dos fatores que prejudicou a identificação é que eram algas diminutas (entre 2 a 5 $\mu$ m), e, portanto, sua estrutura era muito pouco visível no microscópio.

Nas Tabelas 16,17,18 e 19 pode ter ocorrido um erro de leitura do equipamento, uma vez que medidas em triplicatas dificilmente não há ocorrência de alguns gêneros.

### 6.2.2.3. Riqueza e diversidade

A análise da riqueza do fitoplâncton nos quatro meses de campanha mostrou que no período de agosto houve um aumento expressivo da riqueza em gêneros sendo outubro o mês com maior riqueza e em novembro a riqueza decresce ligeiramente (Figura 22).

Esta alteração no comportamento deve-se as alterações das variáveis físicas e químicas do ambiente, em outubro nota-se o início das temperaturas mais altas no ar e a temperatura na água é maior. Comparando-se os meses de coleta, a precipitação do mês de outubro é maior que nos períodos anteriores.



**Figura 22:** Riqueza de gêneros de fitoplâncton nos pontos de coleta.

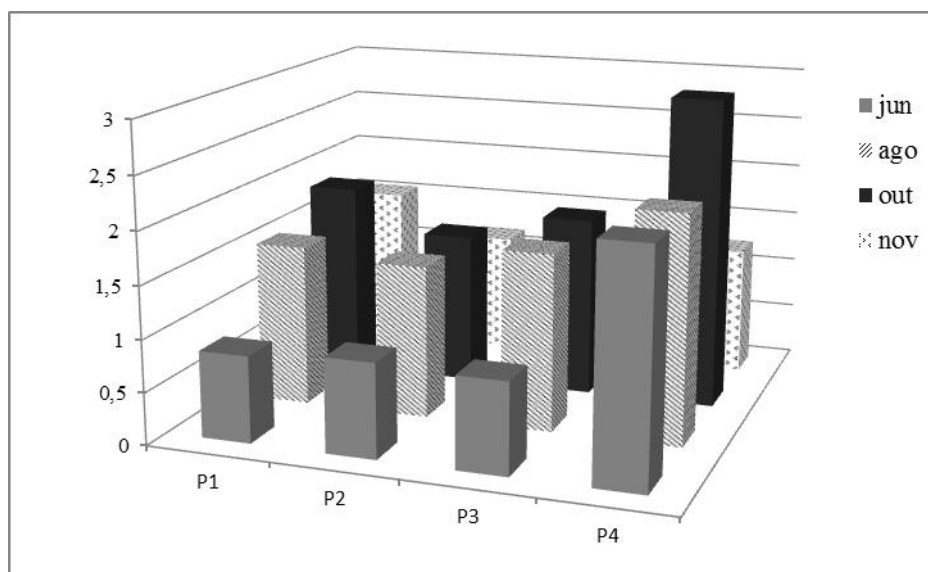
#### 6.2.2.4. Índice de riqueza de Margalef

Os valores apresentados na Tabela 20: foram utilizados para a obtenção do índice de riqueza específica de Margalef (LUDWIG & REYNOLDS, 1988), que padroniza o valor de riqueza total (S) pelo tamanho amostral (n), possibilitando a comparação de ambientes com tamanhos e/ou esforços amostrais diferentes.

**Tabela 20:** Número de indivíduos (n) e número total de gêneros (S) de fitoplâncton encontrados nos diferentes pontos de coleta nos meses de junho, agosto, outubro e novembro.

	P1				P2				P3				P4			
	jun	ago	out	nov	jun	ago	out	nov	jun	ago	out	nov	jun	ago	out	nov
<b>n</b>	1111	693	1608	2271	1805	1154	1173	2981	1819	1078	1191	3747	1481	1122	213	339
<b>S</b>	8	13	18	67	9	13	15	53	9	14	17	94	19	20	19	11

O índice de riqueza entre os pontos 1, 2 e 3 não apresentaram grandes variações na diversidade. Com relação aos demais pontos, o ponto 4 apresenta a maior diversidade sendo que o mês de outubro possui o máximo valor de diversidade, conforme a Tabela 20 e a Figura 23. De um modo geral, todos os pontos apresentam baixa diversidade uma vez que os valores inferiores a 2,0 são considerados como áreas de baixa diversidade valores superiores a 5,0 são considerados como indicador de grande biodiversidade (LUDWIG & REYNOLDS, 1988).

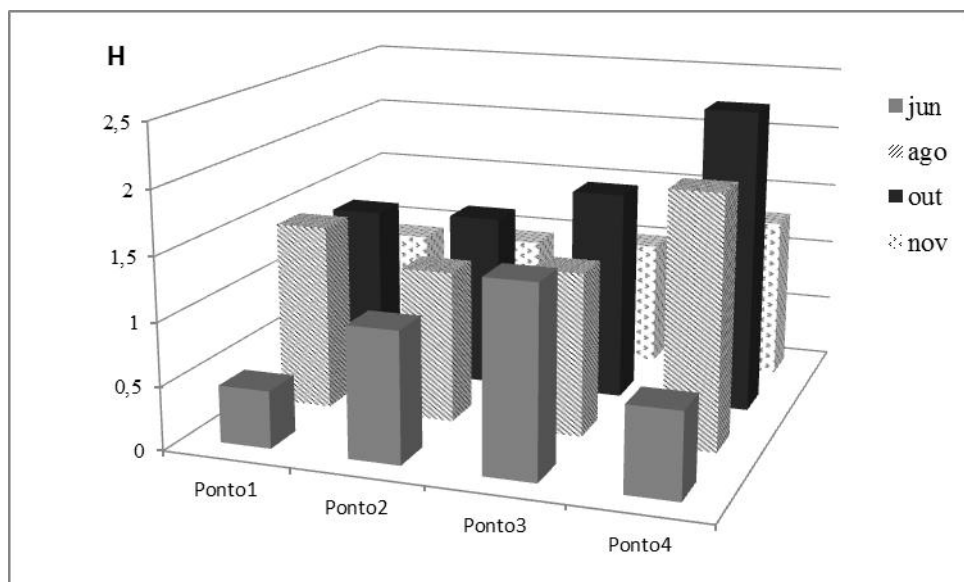


**Figura 23:** Variação do índice de riqueza específica de Margalef (D) nos pontos de coleta.

### 6.2.2.5. Diversidade e similaridade ecológica

#### Diversidade

O índice calculado para os diferentes pontos de amostragem não mostrou grandes variações na distribuição de indivíduos, entretanto, o ponto 4 nos meses de agosto de outubro apresentaram os maiores índices. Tal fato pode ser explicado devido a quantidade grande de indivíduos amostrados e também a homogeneidade na composição das comunidades, como o mostra a Figura 33.

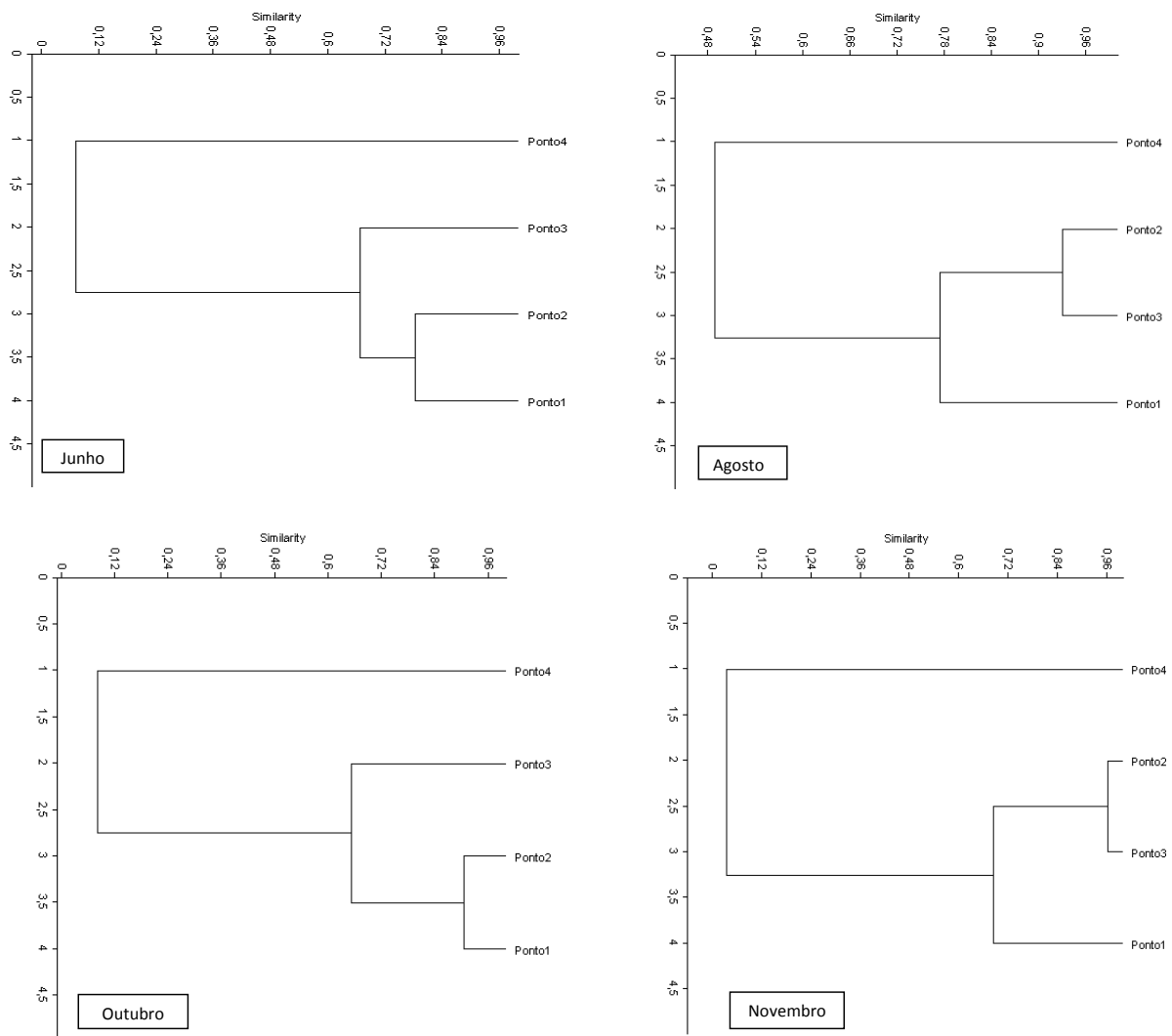


**Figura 24:** Representação gráfica dos valores estimados do índice de diversidade de Shannon-Weaner ( $H'$ ) dos pontos de coleta.

#### Análise de Similaridade

A análise da similaridade demonstrou que nos meses de janeiro e outubro os pontos 1 e 2 possuem maior grau de similaridade enquanto que nos meses de agosto e novembro os pontos 2 e 3 são os mais similares indicando que a composição de agrupamento entre estes pontos é bem semelhante entre os gêneros encontrados. Comparado aos demais pontos, o ponto 4 possui a similaridade baixa em todos os meses demonstrando que o ambiente do ponto 4 difere na composição dos gêneros dos demais pontos (Figura 25).





**Figura 25:** Representação gráfica da similaridade de Bray-Curtis entre os pontos de coleta de organismos fitoplanctônicos para os diferentes meses de coleta.

As comunidades fitoplanctônicas, em determinadas massas de água, sofrem continuamente um processo de reorganização, designado por sucessão. Esta sucessão é caracterizada por alterações imprevisíveis e reversíveis, repetindo-se, geralmente, o ciclo sucessional numa base anual (SMAYDA, 1980; HUSZAR e REYNOLDS, 1997 e DANTAS et al., 2008) ou mesmo em curtos períodos de tempo, como mudanças diárias (GEMELGO et al., 2009). Esta dinâmica do fitoplâncton é intrinsecamente ligada à alteração de variáveis físicas, químicas e biológicas. A comunidade fitoplanctônica, ao ser influenciada e ao influenciar as referidas variáveis, está em constante mudança (KWON et al., 2009).

Muitas das características dos reservatórios são influenciadas pela presença de termoclinas (HAMBRIGHT et al., 1994). A profundidade da termoclina e o volume do

epilímnio influenciam em diversos atributos os corpos de água, como entrada de energia, reciclagem de nutrientes e produção primária (WETZEL, 1983).

Conforme Armengol et al. (1999) a estabilidade dos reservatórios é um fator importante na qualidade da água e varia de acordo com a morfologia do reservatório, as flutuações de temperatura do ar e as condições climatológicas. Hambright et al. (1994) relata que muitas das características dos reservatórios são influenciadas pela presença de termoclinas e a profundidade da termoclina e o volume do epilímnio influenciam em diversos atributos os corpos de água, como entrada de energia, reciclagem de nutrientes e produção primária (WETZEL, 1983).

#### **6.2.2.6. Correspondência entre as variáveis Físicas, químicas e fitoplâncton**

A comunidade fitoplânctonica é importante para o metabolismo dos ecossistemas aquáticos continentais (BROW, 1976; SAND-JESEN, 1983; STEVENSON, 1996), por serem sensíveis aos influxos ambientais, demonstrando a qualidade de vida do sistema em questão, sobretudo pelas flutuações na composição e densidade das espécies.

Durante o desenvolvimento do trabalho os grupos fitoplanctônicos apresentaram densidades diferentes, ou seja, alguns grupos com concentrações maiores, como no caso das Chlorophyceae e Bacillariophyceae e outros com abundâncias menores, como as Dinophyceae e as Euglenophyceae (Tabela 21).

Com relação à Espécie 1 (não identificada) nota-se que a mesma ocorreu somente nos meses de outubro e novembro e em maior proporção no reservatório. Possivelmente a floração desta espécie pode estar associada às características químicas e físicas do ambiente, sobretudo ao aumento temperatura e da precipitação e Temperatura da água do reservatório.

Observou-se durante os meses de coleta que ocorrem diferentes escalas na variação da abundância relativa, principalmente no lago artificial houve uma sucessão de gêneros, sendo nos meses de junho e outubro o gênero Zygnematoficea mais abundante, no mês de agosto o gênero das Chlorophyceae e em novembro o gênero das Euglenophyceae. De acordo com Calijuri (2002), alterações na composição e na abundância da comunidade fitoplanctônica estão associadas às alterações das variáveis físicas e químicas que, atuando em frequências e intensidades diferentes, apresentam-se como perturbações que modificam o caráter qualitativo e quantitativo da biota, selecionando espécies através de mecanismos competitivos.

Nota-se que o Gênero das Euglenophyceas aparece em maior abundancia apenas no lago artificial no mês de novembro, segundo Reynolds (1997) e Reynolds et al (2002), as Euglenofíceas ocorrem preferencialmente em ambientes ricos em matéria orgânica e alta DBO, condições que foram registradas principalmente no período no qual estas algas estiveram melhor representadas.

Ao contrário, o reservatorio não apresentou sucessão de gêneros, apenas no mês de agosto houve crescimento simultaneo de Chlorophyceaes e Cyanophyceas sendo este mês o unico mês que há uma abundancia maior de Cyanophyceas em todos os pontos.

Conforme Fiore et al. (2005), baixas concentrações de Nitrogênio em ambientes aquáticos favorecem a ocorrência de cianofíceas fixadoras de  $N_2$ . Assim, a ocorrência deste gênero no reservatório pode estar relacionada com as baixas concentrações de Nitrogênio na água. Alguns autores consideraram que cianofíceas estão fortemente associadas aos altos valores de pH (BICUDO et al., 1999c; CALIJURRI, 1999).

A constante ocorrência do gênero Chlorophyceae no reservatório pode também ser associada aos índices de fósforo total e nitrogênio total. Reynolds (1984) afirma que é importante ter uma oferta adequada de fósforo e nitrogênio para que estas algas atinjam a taxa ótima de crescimento, visto que este gênero possui elevada taxa de crescimento e perdas, exigindo grande demanda de nutrientes.

A relação Nitrogênio:Fósforo (N/P) é importante na determinação da biomassa fitoplanctônica e na composição de espécies. Segundo Matheus e Barbieri (1999), haverá dominancia de determinadas espécies conforme a resposta as diferentes proporções entre os dois nutrientes. Conforme os autores, a menor relação N:P favorece as Cianofíceas, por estas possuírem capacidade de absorver nitrogênio atmosférico quando o nitrogênio combinado se encontra limitante na água, por outro lado, maior relação N:P pode favorecer o aumento das Clorofíceas.

Ferragut (2004) avaliou um lago oligotrofico na cidade de São Paulo promovendo enriquecimento por nitrogênio e fósforo. Durante o periodo estudado foi constatado que a adição isolada e combinada de fósforo elevaram a riqueza e densidade de clorofíceas e a adição de nitrogênio e/ou fósforo aumentou a abundância de cianofíceas e clorofíceas evidenciando que esses parâmetros favorecem o surgimento destes gêneros.

Jensen et al. (1994), estudaram o impacto dos nutrientes sobre a comunidade fitoplanctônica em lagos rasos e observaram que altas concentrações de Fósforo Total favorecem o crescimento de Clorofíceas, concentrações intermediárias favorecem as cianofíceas não heterocitadas e baixas concentrações favorecem as cianofíceas heterocitadas.

Conforme observado em todos os pontos amostrados, a maior riqueza de espécies ocorreu durante o período chuvoso (outubro), período em que a temperatura, concentrações de fósforo total foram mais elevados, evidenciando que as chuvas exercem uma forte influência na composição das espécies fitoplanctônicas, atuando como um fator diluidor e, ao mesmo tempo, como um fator de perturbação das comunidades aquáticas (CARVALHO, 2003). Assim como a precipitação a temperatura influencia em processos biológicos, reações químicas e bioquímicas dos ecossistemas aquáticos podendo promover a circulação ou estratificação da água, alterando assim a distribuição de gases (CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>), pH, condutividade e concentrações de nutrientes (ESTEVES, 1998; CALIJURI, 1999).

Os dados não corroboram com os resultados encontrados por Necchi-Jr & Pascoaloto (1993), que observaram em nove riachos de São Paulo-SP, maior riqueza, abundância e diversidade de espécies durante o período de seca, quando foram registrados os menores valores de Precipitações e Temperatura.

**Tabela 21:** Correspondência entre as variáveis Físico-químicas e fitoplâncton

Abund das Classes	Conc. de Clorof. a	Temp. H2O	Temp. Ar	
5054	24	19	15	
3423	30	19	20	
387	10	28	20	
149	25	28	22	
<b>MAIOR</b>				
	<i>Abund das Classes</i>	<i>P total</i>	<i>Temp. H2O</i>	<i>Temp. Ar</i>
Abund das Classes	1			
Conc. de Clorof. a	0,504896609			
N total	-0,07967564			
P total	-0,95335699	1		
Temp. H2O	-0,959515099	0,997958391	1	
Temp. Ar	-0,850958387	0,675333954	0,676715542	1
Abund das Classes	Conc. de Clorof. a	Temp. H2O	Temp. Ar	
10	24	19	15	
46	30	19	20	
7	10	28	20	
1	25	28	22	
<b>MENOR</b>				
	<i>Abund das Classes</i>	<i>P total</i>	<i>Temp. H2O</i>	<i>Temp. Ar</i>
Abund das Classes	1			
Conc. de Clorof. a	0,555753025			
N total	-0,017025131			
P total	-0,703886838	1		
Temp. H2O	-0,681005225	0,997958391	1	
Temp. Ar	0	0,675333954	0,676715542	1

## 7. ATLAS FITOPLANCTÔNICO

### 7.1. Características gerais dos Gêneros

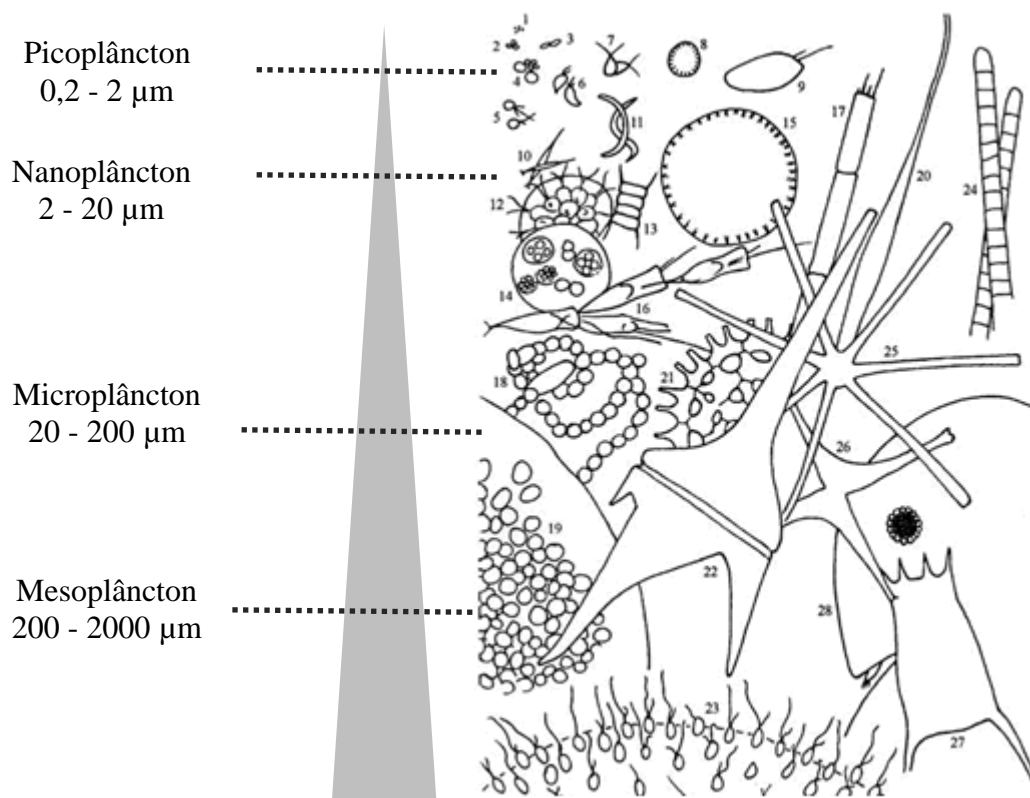
Fitoplâncton é o conjunto de organismos microscópicos fotossintetizantes adaptados a passar parte ou todo o tempo da sua vida em suspensão em águas abertas oceânicas ou continentais (REYNOLDS, 2006).

**Tabela 22:** Classificação dos grupos fitoplanctônicos encontrados no reservatório e na lagoa artificial do Centro de Pesquisa.

	REINO	DIVISÃO	CLASSE	ESPÉCIES
Procariontes	Bacteria	Cyanophyta	Cyanophyceae	<i>Anabaena</i>
				<i>Merismopedia</i> <i>Oscillatoria</i>
Eucariontes	Protista	Chrysophyta	Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira</i>
				<i>Diatomacea sp</i>
				<i>Fragilaria</i>
				<i>Gomphonema</i>
		<i>Pinnularia</i>		
		<i>Synedra</i>		
		<i>Euglena</i>		
	Euglenophyta	Euglenophyceae	<i>Phacus</i>	
	Pyrrophyta	Dinophyceae	<i>Peridinium</i>	
	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Asterococcus</i>
				<i>Coelastrum</i>
				<i>Golenkinia</i>
				<i>Oocystis</i>
<i>Pediastrum</i>				
<i>Scenedesmus</i>				
<i>Selenastrum</i>				
<i>Micractinium</i>				
<i>Tetraedron</i>				
<i>Treubaria</i>				
Zygnematophyceae	<i>Cosmarium</i>			
	<i>Closterium</i>			
	<i>Euastrum</i> <i>Staurastrum</i>			

## 7.2. Tamanho e forma

Além da classificação taxonômica, os organismos do fitoplâncton podem ser classificados quanto às classes de tamanho, forma de vida (unicelular, colonial ou filamentosos) podendo ter grandes variações morfológicas, com células arredondadas, ovais, setiforme, com projeções, espinhos, entre outras (Fonte: ecologia.ib.usp.br).



**Figura 26:** Tamanho do fitoplâncton. Adaptado de Reynolds (1996).

## 7.3. Especializações

Para conseguir sobreviver na coluna d'água, os organismos do fitoplâncton podem apresentar especializações, como:

- **Flagelos:** estrutura utilizada para locomoção de organismos unicelulares ou coloniais.
- **Mucilagem:** substância polissacarídea que envolve as células, colônias ou filamentos com função de proteção, flutuação e/ou locomoção.

- **Aerótopos:** vacúolos de gás que auxiliam na flutuação.

- **Acinetos:** presentes apenas em algumas cianobactérias filamentosas são células diferenciadas e aumentadas formadas em condições ambientais desfavoráveis (e. g. baixa luminosidade, baixa temperatura, mudança de pH, baixas concentrações de nutrientes). Estas células são pesadas por possuírem paredes espessadas e grânulos com substâncias de reserva em seu interior. Assim, o filamento tende a se partir, liberando o acineto na coluna d'água, que sedimentará. Deste modo, o acineto atua como um esporo de resistência no sedimento. Quando as condições ambientais voltarem a ser favoráveis, o acineto entrará em divisão, formando um novo organismo idêntico ao formador do acineto.

- **Heterocitos:** presentes em algumas cianobactérias são células especializadas em fixar nitrogênio atmosférico. Observa-se a formação de heterocito quando há deficiência de nitrogênio inorgânico no corpo d'água.

**Tabela 23:** Presença de especializações nas classes do fitoplâncton.

Classes	Flagelo	Mucilagem	Aerótopo	Acineto	Heterocito
Bacillariophyceae		x			
Chlorophyceae	x				
Cyanophyceae		x	x	x	x
Dinophyceae	x				
Euglenophyceae	x				
Zygnematophyceae		x			

#### 7.4. Características gerais

As medidas aproximadas dos tamanhos dos gêneros foram baseadas em espécies indicadas na literatura pertinente.

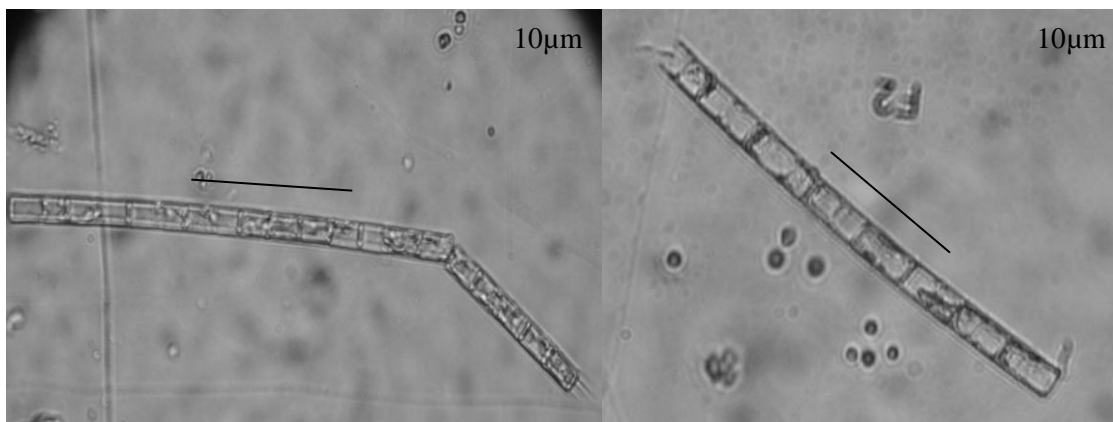
## *Bacillariophyceae*

Na maioria das vezes são microorganismos de vida livre, podem aparecer em formas coloniais, formas filamentosas ramificadas ou não, podendo aparecer reunidos em filamentos revestidos por uma capa mucilagenosa. As formas unicelulares podem ser móveis ou imóveis.

### **Aulacoseira**

Diatomácea, caracterizada pela presença de frústulas cilíndricas unidas em cadeias filamentosas, eixo perivalvar bem desenvolvido, ausência de rafe, presença de poros ornamentando as valvas e coroa de espinhos marginais ou de ligação. No geral, essas espécies são cosmopolitas e planctônicas, apresentam em média 25 espécies. Espécie usada como indicadora de tamanho (OLIVEIRA et al 2004):

*Aulacoseira granulata* (Comprimento médio: 25,9 $\mu$ m).



**Imagem 13:** Aulacoseira (Barra de 10 $\mu$ m). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

### **Diatomacea sp**

As diatomáceas são um importante grupo de protistas, são organismos unicelulares, e possuem como característica uma carapaça ou parede silicosa chamada frústula, localizada externamente à membrana plasmática. Ocorrem na água doce e nos mares, podendo ser planctônicas ou bentônicas. Existem algumas espécies que formam cadeias ou



colônias simples que poderão levar um observador incauto a considerá-las como pluricelulares. Espécie usada como indicadora de tamanho (TUCCI et al, 2006):

*Achnantheidium minutissimum* (Eixo apical 9-12  $\mu\text{m}$ , eixo transapical 5-6  $\mu\text{m}$  e estrias 25 de 10  $\mu\text{m}$ ).

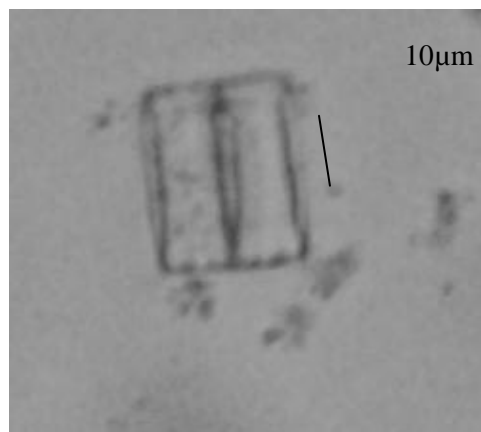


**Imagem 14:** Diatomacea sp (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Fragilaria

Frústulas formando cadeias lineares. Valvas lineares, linear-lanceolada, elípticas e às vezes com suave intumescência central. Extremidades de formas variadas. Possui estrias transapicais que se estendem pelo manto valvar. Espinhos podem ocorrer na junção da superfície valvar com o manto. O gênero *Fragilaria* vem sendo desmembrado em outros (*Fragilariforma*, *Staurosina*, *Staurosirella* e *Pseudostaurosira*). Atualmente abrange cerca de 80 espécies. Espécie usada como indicadora de tamanho (BRASSAC & LUDWIG, 2003):

*Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Comprimento médio: 5 a 20  $\mu\text{m}$ ).

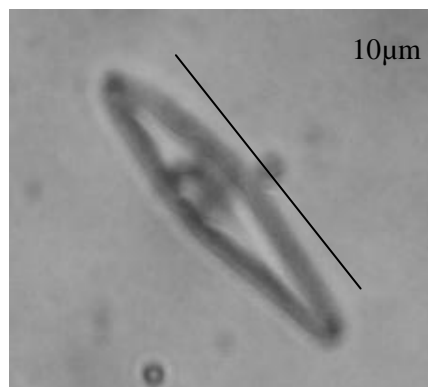


**Imagem 15:** Fragilaria (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Gomphonema

Frústulas coloniais aderidas ao substrato por um filamento de mucilagem secretado por estrutura localizada na extremidade basal da valva. Valvas lineares e lanceoladas. Estrias unisseriadas, podendo ser bisseriadas. Pequenos poros arredondados e não ocluídos estão presentes na extremidade basal. Rafe central reta ou levemente sinuosa. Fendas da rafe desiguais em comprimento, sendo a fissura superior mais curta. A literatura recente documenta a existência de cerca de 100 espécies. Espécie usada como indicadora de tamanho (MORESCO et al, 2011):

*Gomphonema pumilum* (Comprimento médio: 10  $\mu\text{m}$ ).

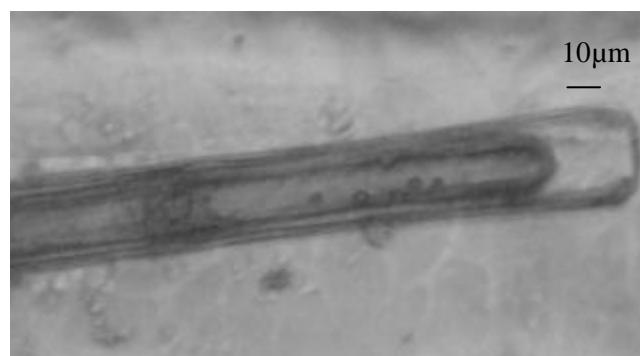


**Imagem 16:** Gomphonema (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Pinnularia

Celulas solitarias e unicelulares. Valvas lineares, lanceoladas ou elípticas às vezes com as margens onduadas. Superfície valvar geralmente ornamentada. Estrias multisseriadas, alveoladas. Cada alveolo tem sua parede externa coberta por poros diminutos. Fissuras terminais longas e curvadas. Espécie usada como indicadora de tamanho (ELGADO & SOUZA, 2007):

*Pinnularia amazônica* (Comprimento médio: 102,4  $\mu\text{m}$ ).

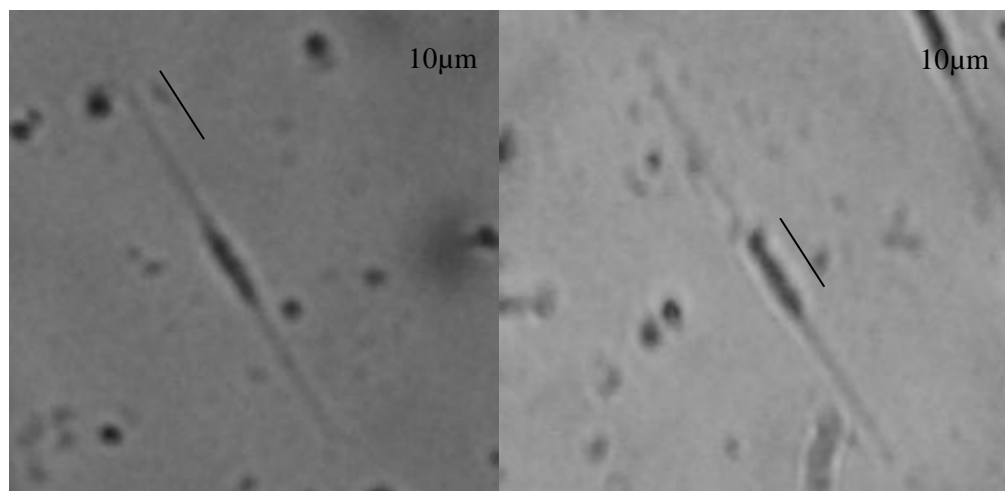


**Imagem 17:** Pinnularia (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Synedra

Podem ser isoladas ou coloniais, mas não formam filamentos, em vista pleural, são retangulares. As valvas são lineares ou em forma de lança, dotadas de pseudo-rafe, tendo ou não área central. Na maioria das vezes, as valvas são simétricas em relação aos eixos apicais e transapical. As estrias transapicais são bem evidentes e delimitam a pseudo-rafe. Espécie usada como indicadora de tamanho (BRASSAC & LUDWIG, 2003):

*Synedra goulardii* var. *goulardii* (Comprimento médio: 30  $\mu\text{m}$ ).



**Imagem 18:** *Synedra* (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## *Chlorophyceae*

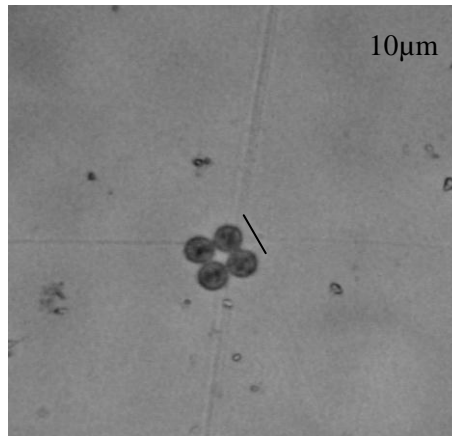
Eles são geralmente verdes devido à predominância de pigmentos clorofila *a* e clorofila *b*. As células individuais se agregam, formando colônias impulsionadas pelos flagelos de cada célula. Em algumas colônias, as células são interconectadas por filamentos citoplasmáticos.

## *Asterococcus*

Células esféricas raramente ocorrem isoladas, com bainha bastante espessa e estratificada, formada por um pequeno número de células esféricas a ovóides com um plasto axial estrelado, um pirenóide central volumoso e dois vacúolos contrácteis. As colônias são

formadas no interior por uma mucilagem uniforme. A parede celular é lisa. Espécie usada como indicadora de tamanho (SILVA, 1999):

*Asterococcus limneticus* (Comprimento médio: 10 $\mu$ m).

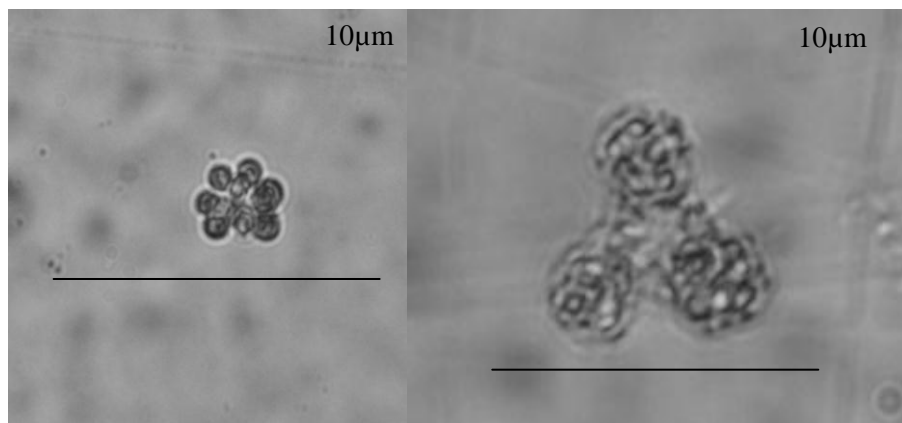


**Imagem 19:** *Asterococcus* (Barra de 10 $\mu$ m). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

### Coelastrum

Indivíduos coloniais de vida livre com formato de uma esfera oca. As células variam de forma desde esféricas, elipsóides, tetraédricas até poligonais e podem possuir um número de apêndices mais ou menos longos que se unem entre si. O único cloroplastídeo existente em cada célula tem a forma de copo e um pirenóide mais ou menos central. Espécie usada como indicadora de tamanho (RODRIGUES et al, 2010):

*Coelastrum indicum* (Comprimento médio: 3,0-3,2  $\mu$ m).

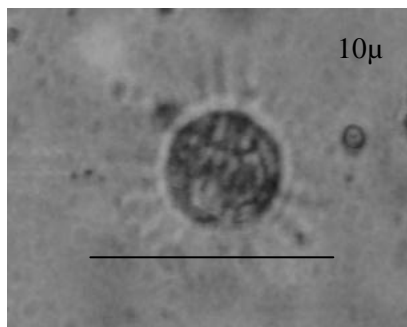


**Imagem 20:** *Coelastrum* (Barra de 10 $\mu$ m). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Golenkinia

Indivíduos unicelulares e geralmente isolados, cuja célula é esférica e revestida por um grande número de espinhos longos e delicados que afilam gradualmente para a extremidade livre. Existe uma tênue camada de mucilagem envolvendo a base dos espinhos. O cloroplastídio é único por célula, do tipo urceolado e possui um pirenóide mais ou menos reniforme. Espécie usada como indicadora de tamanho (NOGUEIRA & RODRIGUES, 1999):

*Golenkinia radiata* (Células esféricas, 5,5-7,7  $\mu\text{m}$  de diâmetro).

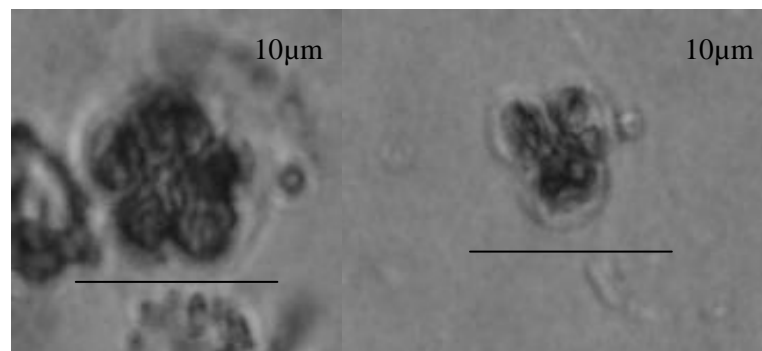


**Imagem 21:** Golenkinia (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Oocystis

Forma verde unicelular, ou em colônias de 2 a 16 células, elipsoidais de parede lisa, dentro da parede alargada da célula mãe. As células apresentam um espessamento em cada pólo, fazendo lembrar um limão. Plastos parietais discóides numerosos espalhados pela célula. Reprodução assexuada por autósporos. Espécie usada como indicadora de tamanho (BORTOLINI et al, 2010):

*Coenocystis subcylindrica* (Células 6,5-10,6  $\mu\text{m}$  de diâmetro e comprimento de 2,4-4,1  $\mu\text{m}$ ).

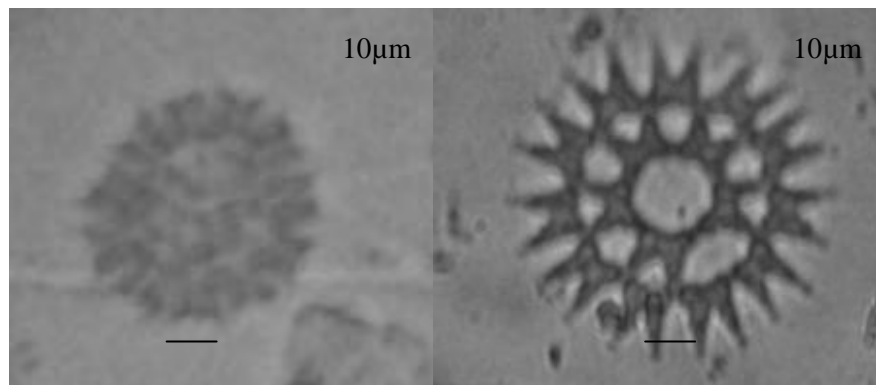


**Imagem 22:** Oocystis (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

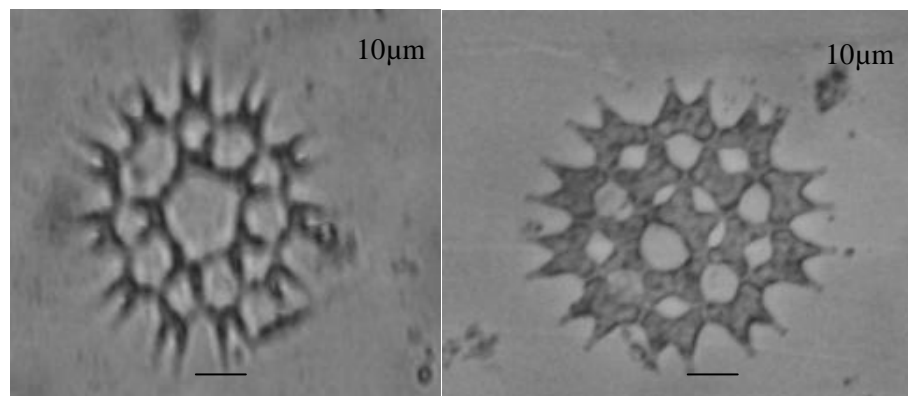
## Pediastrum

Os representantes deste gênero são coloniais e de vida livre, a colônia é sempre plana, tem forma mais ou menos circular e é constituída por no mínimo de quatro células. As células variam bastante de forma, mas são mais ou menos poliédricas. A parede celular pode ser lisa ou decorada com grânulos, verrugas ou cristas. O cloroplastídio é único por célula. Espécies usadas como indicadora de tamanho (SILVA, 1999):

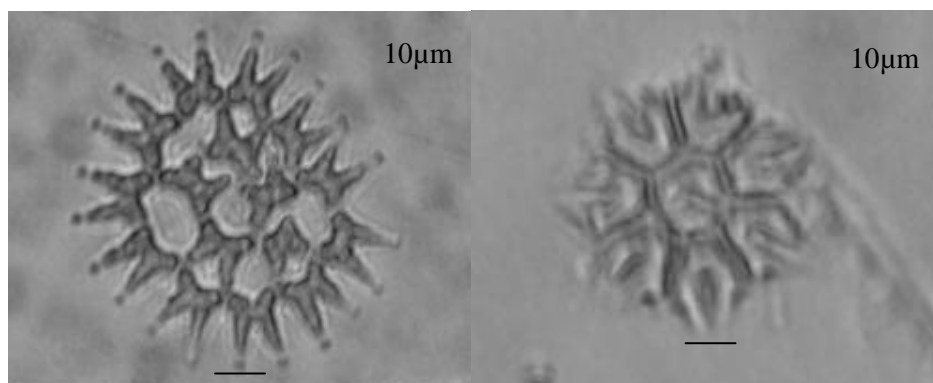
*Pediastrum duplex* (Comprimento médio: 30  $\mu\text{m}$ ).



**Imagem 23:** Pediastrum (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.



**Imagem 24:** Pediastrum (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

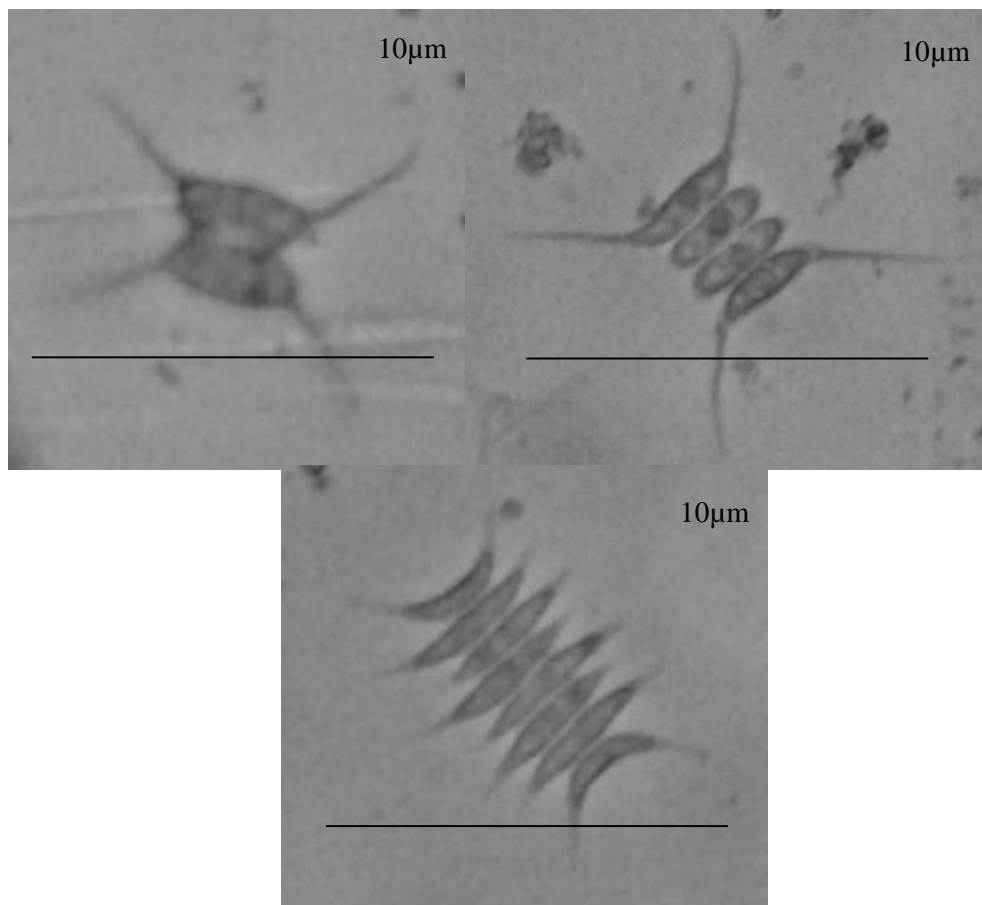


**Imagem 25:** Pediastrum (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Scenedesmus

Indivíduos coloniais que vivem flutuando na água. Possuem células em cadeias regulares de 4, 8 células, as células são elipsoidais, e as das extremidades possuem dois prolongamentos (espinhos) de diferenciações da parede celular. A parede celular é formada por celulose. Os plastídios possuem clorofila *a* e *b*, o que lhes confere brilho verde. Espécie usada como indicadora de tamanho (BORTOLINI ET AL, 2010):

*Scenedesmus brasiliensis* Bohlin (Células 9,0-13,2  $\mu\text{m}$  de diâmetro e comprimento de 3,3-4,1  $\mu\text{m}$ ).



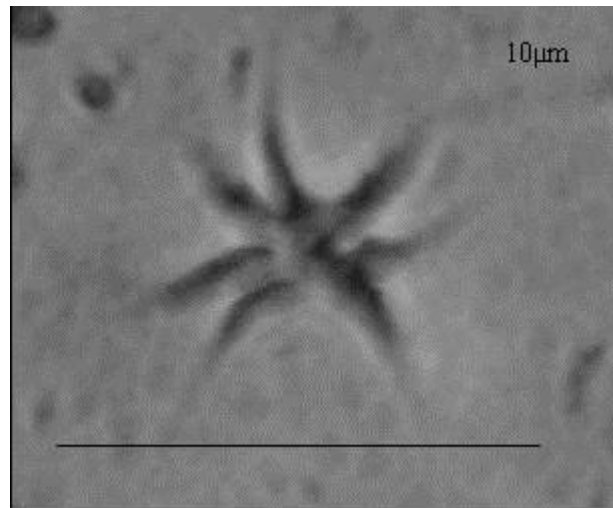
**Imagem 26:** Scenedesmus (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Selenastrum

Indivíduos coloniais de vida livre, cuja colônia é composta por 4, 8, 16 ou 32 células que, todavia, não se mantêm juntas graças a uma mucilagem comum. As células são em forma de “meia lua”, têm os ápices acuminados e reúnem-se em grupos de quatro apenas se tocando pelas suas margens convexas. Cada célula possui um cloroplastídio laminar lateral

parietal que, em geral, não tem pirenóide. Espécie usada como indicadora de tamanho (BORTOLINI ET AL, 2010):

*Selenastrum gracile Reinsch* (Células 10,6-11,4  $\mu\text{m}$  de diâmetro e comprimento e 2,4-3,2  $\mu\text{m}$ ).



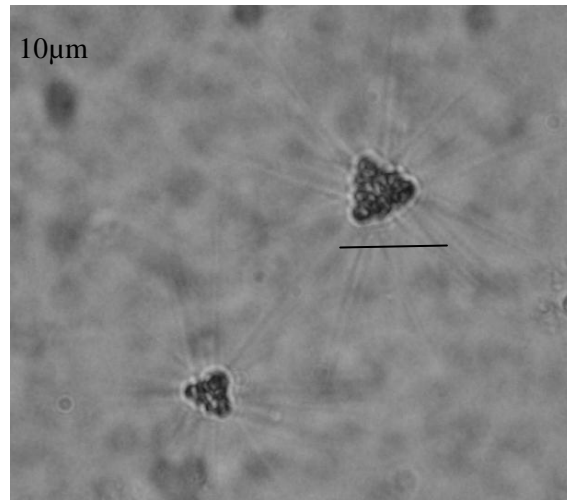
**Imagem 27:** Selenastrum (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

### **Micractinium**

Gênero colonial, onde as células variam de forma desde esféricas até elipsoidal e reúne-se para formar colônias com aspecto triangular a piramidal podendo permanecer juntas para formar colônias compostas. Cada célula possui em sua face livre espinhos longos e delicados que afilam gradualmente da base para o ápice. O cloroplastídio é único por célula, tem a forma de copo e um pirenóide basal. Espécie usada como indicadora de tamanho (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION –JST, 2012).

*Micractinium pussillum* (Células de 7-8  $\mu\text{m}$  diâmetro).

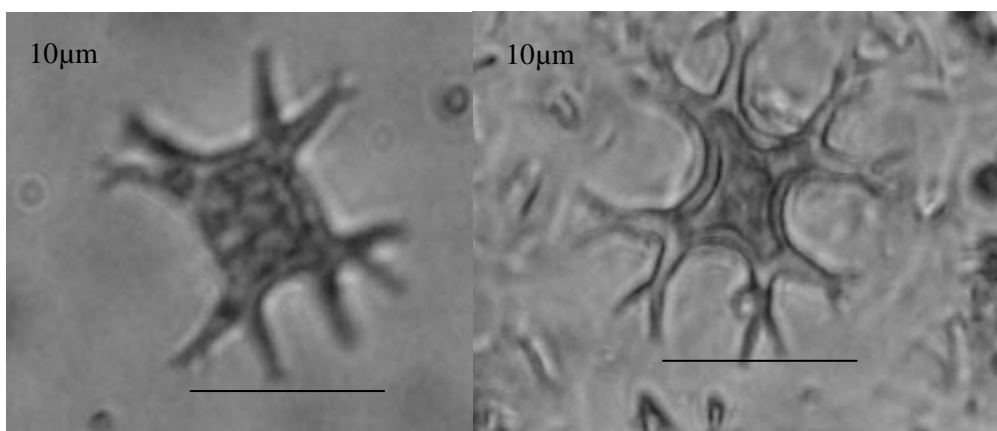




**Imagem 28:** Micractinium (Barra de 10µm). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

### Tetraedron

Indivíduos unicelulares de vida livre e solitária. As células são bastante variadas podendo ser triangular, quadrangular ou poligonal. De todas as formas a tetraédrica é a mais comum podendo projetar apêndices. Às vezes Parede celular é relativamente fina podendo ser ornamentada. O cloroplastídeo é único por célula e sua forma acompanha o contorno interno da célula. Espécie usada como indicadora de tamanho (TUCCI et al, 2006): *Tetraedron triangulare* (Células isoladas, triangulares, ápices não ramificados com 10,5 µm diâmetro).

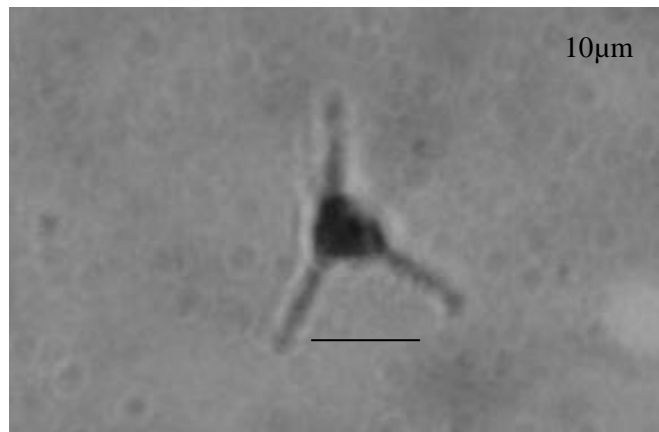


**Imagem 29:** Tetraedron (Barra de 10µm). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Treubaria

Indivíduos unicelulares solitários e de vida livre. A célula pode ser globosa, triangular ou mesmo poliédrica, tem, em geral, três ou quatro ou até oito espinhos hialinos bastante grosseiros, cônicos e de ápice pontiagudo, os quais estão arranjados num só plano ou em planos diferentes. A célula jovem tem um cloroplastídeo com um pirenóide central, porém as células velhas podem ter três ou quatro cloroplastídeo cada um com seu pirenóide. Espécie usada como indicadora de tamanho(JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION –JST, 2012):

*Treubaria. schmidlei* (células de 9  $\mu\text{m}$  de diâmetro).



**Imagem 30:** Treubaria (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Cyanophyceae

Inclui organismos aquáticos, unicelulares, coloniais ou filamentosos fotossintéticos. Possuem forma de cocos, bastonetes, filamentos ou pseudofilamentos, apresentando coloração azul, porém são frequentemente encontradas apresentando coloração de verde oliva a verde-azulado. A maioria possui clorofila *a*. Algumas cianobactérias produzem cianotoxinas, quando estão em proliferação, essas toxinas possuem ação hepatóxica e neurotóxica, podendo ainda causar gastroenterites em mamíferos, inclusive na espécie humana.

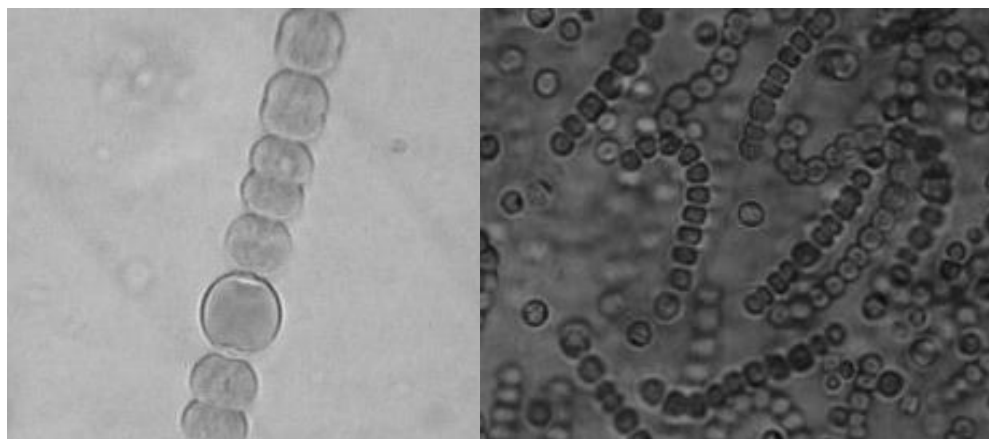
## Anabaena

Organismo filamentososo de tom verde-azulado ou castanho. Forma longos filamentos de células vegetativas redondas, ovais ou em forma de barril. Em condições de deficiência de nitrogênio na água, algumas células vegetativas se diferenciam em heterocitos, células especializadas em fixar nitrogênio atmosférico. Quando o ambiente encontra-se em condições adversas é capaz de formar acinetos, células de resistência que permanecem dormentes do sedimento, até as condições ambientais tornarem-se ideais para seu florescimento. Em condições de altas concentrações de nutrientes na água, reproduzem-se rapidamente, conferindo aspecto e odor desagradáveis ao corpo d'água. A reprodução pode ocorrer pela fragmentação do tricoma ou germinação dos acinetos.

Nas amostras analisadas não foi possível capturar imagens deste gênero, uma vez que também eram muito diminutas. Espécie usada como indicadora de tamanho (TUCCI et al, 2006):

*Anabaena planctonica* (Heterocitos esféricos, 10,7-11,8  $\mu\text{m}$  diâmetro; acinetos ovóides solitários ou em pares, 8,8-11  $\mu\text{m}$  de diâmetro, 13-14  $\mu\text{m}$  de comprimento).

Comparando-se com a espécie citada, pode-se dizer que a *Anabaena* encontrada nas amostras possui células de aproximadamente 2 a 3  $\mu\text{m}$  de diâmetro.



**Imagem 31:** *Anabaena*.

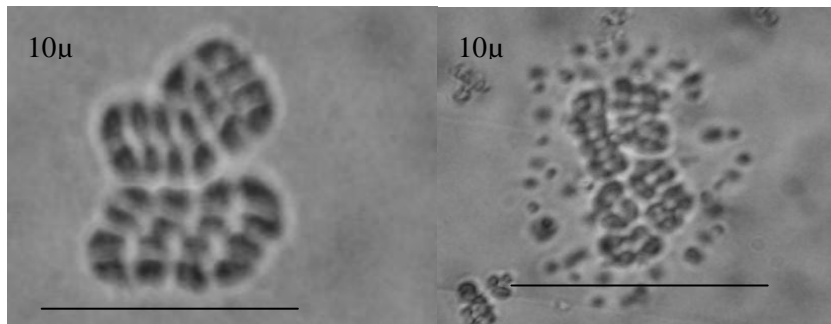
Fontes: [http://www.dr-ralf-wagner.de/Bilder/Anabaena\\_sperica.jpg](http://www.dr-ralf-wagner.de/Bilder/Anabaena_sperica.jpg)

<http://www1.ci.uc.pt/pessoal/nunogdias/algario/anabaena.htm> Acesso: 31/08/2011

## Merismopedia

Comumente encontradas nos reservatórios brasileiros são conhecidas mais de 30 espécies. É um gênero colonial com colônias tubulares e apresentam células arranjadas em linhas perpendiculares. As células são esféricas e amplamente elípticas. A divisão celular ocorre por fissão binária. Espécie usada como indicadora de tamanho (TUCCI et al, 2006):

*Merismopedia glauca* (Células esféricas ou oblongas, 2,9-5 µm diâmetro e 6,2 µm de comprimento).

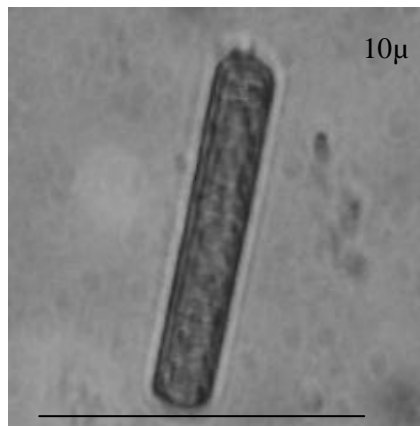


**Imagem 32:** Merismopedia (Barra de 10µm). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Oscillatoria

Organismo de tom verde-azulado com pigmentos dispersos no citoplasma. Tricomas simples não ramificados e sem bainha, constituídos por células mais largas que compridas intercaladas o por necrídeos. Apresenta movimento pendular ou oscilatório. Não apresenta heterocistos. A célula apical é diferente das restantes células (arredondada). Compreendem mais de 70 espécies a maioria de água doce. Espécie usada como indicadora de tamanho (TUCCI et al, 2006):

*Oscillatoria punctata* var. *unigranulata* (Células mais longas que largas, 2 µm diâmetro).



**Imagem 33:** Oscillatoria (Barra de 10µm). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

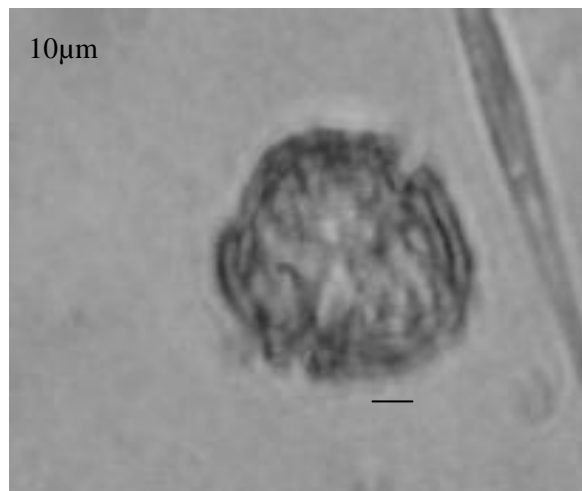
## *Dinophyceae*

Constituída por algas unicelulares são algas avermelhadas dinoflageladas (algas que possuem dois flagelos). Em todos os gêneros de vida livre e nos zoósporos dos outros gêneros, existem sempre dois flagelos. A maioria desses organismos é de vida livre no plâncton dulcícola e no plâncton marinho. As algas desta classe são caracterizadas pela presença de clorofilas *a* e *c*, beta-caroteno e várias outras xantofilas.

### **Peridinium**

Indivíduos isolados e ativamente natantes. As células podem ser geralmente redondas para oval ou achatado, com uma superfície convexa dorsal e ventral uma superfície côncava. Espécie usada como indicadora de tamanho (DINOFLAGELLATES, 2012).

*Peridinium ehrenberg* (Célula com 65  $\mu\text{m}$  diâmetro).



**Imagem 34:** Peridinium (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## *Euglenophyceae*

São flagelados unicelulares, as celular podem ser incolor ou pigmentadas. O cloroplasto é rodeado por três membranas, e possui clorofilas *a* e *b*, indivíduo é unicelular, solitário, livre-natante podendo ser metabólico ou não-metabólico.

## Euglena

Gênero de algas unicelulares e habito solitário livre-natante. A célula em repouso apresenta forma variada, podendo ser globosa, fusiforme, entre outros. Um terço do gênero contém cloroplastos com clorofilas *a* e *b* e carotenóides. Dois terços do gênero são heterotróficos. Não possui parede celular e a membrana plasmática é sustentada por um conjunto de estrias protéicas helicoidalmente arranjadas, que a tornam flexível ou rígida. A película flexível permite mudar de forma. Espécie usada como indicadora de tamanho (TUCCI et al, 2006):

*Euglena acus* Ehr. var. *acus* (Células com 12-27  $\mu\text{m}$  diâmetro e 58-75  $\mu\text{m}$  de comprimento).

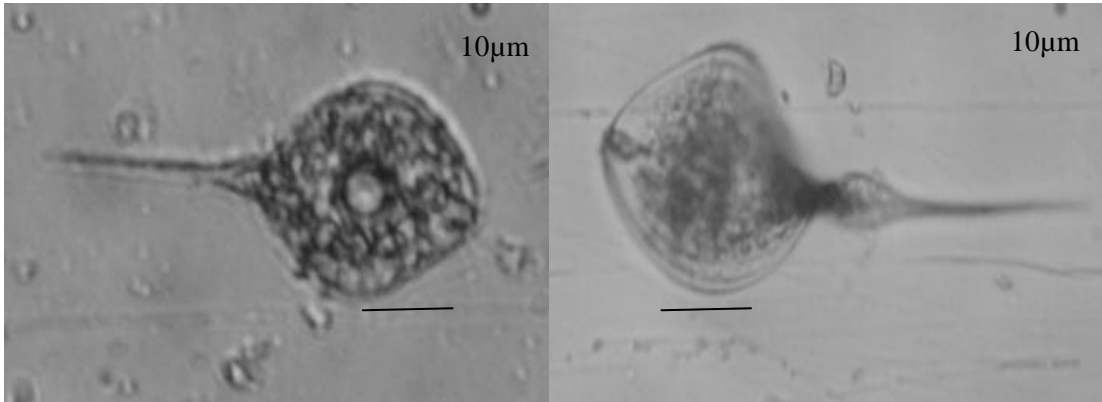


**Imagem 35:** Euglena (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## Phacus

Célula solitária livre-natante e de forma definida por conta da película relativamente espessa e rígida. A forma de célula é muito variada podendo ser mais ou menos arredondada. A seção transversal da célula mais comum é achatada. Pode ter saliência e a película é sempre ornamentada com estrias. Os cloroplastídios são numerosos, têm forma discóide e localização parietal. Espécie usada como indicadora de tamanho (TUCCI et al, 2006):

*Phacus suecicus* (Células elípticas a ovóides, 20-24  $\mu\text{m}$  diâmetro e 28,3  $\mu\text{m}$  de comprimento).



**Imagem 36:** Phacus (Barra de 10µm). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

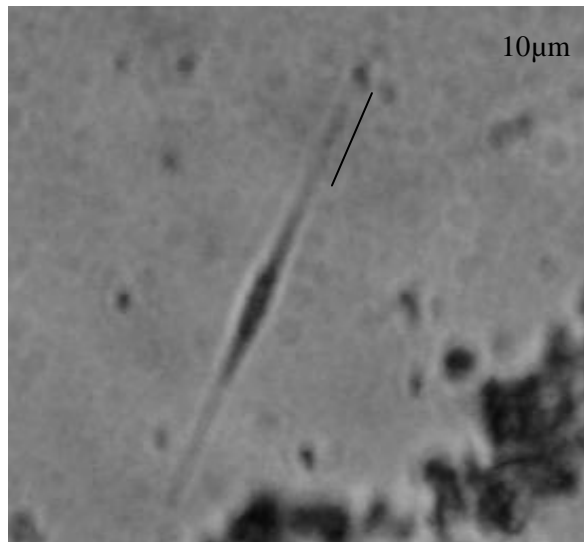
### *Zygnematophyceae*

É uma classe de algas verdes unicelulares ou filamentosas. A parede celular é de celulose (menor que o de plantas terrestres). A célula é às vezes cercada uma mucilagem (pectina e hemicelulose). A forma do cloroplasto é variada.

### **Closterium**

Gênero unicelular de forma alongada, com um plasto axial laminar estriado linear e longitudinalmente com numerosos pirenóides alinhados e parede bivalve, sem constrição mediana visível (sinus). Os vacúolos situam-se nas extremidades das células e geralmente possuem característicos grânulos de movimento (cocólitos). Reprodução assexuada através de calósporos e reprodução sexuada através da formação de zigotos. Espécie usada como indicadora de tamanho (TUCCI et al, 2006):

*Monoraphidium griffithii* - *Closterium griffithii* (Células isoladas, fusiformes, alongadas, retas, ápices gradualmente afilados, pontiagudos, 2-3,4 µm diâmetro e 36-52,5 µm comprimento).

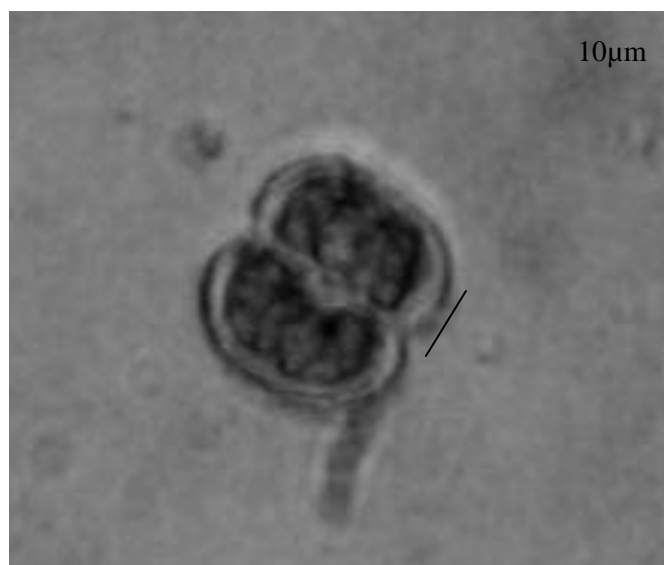


**Imagem 37:** Closterium (Barra de 10μm). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

### **Cosmarium**

Células em geral solitárias em forma de filamentos curtos e efêmeros, de vida livre. Possui parede porosa bivalve, com uma constrição mediana (sinus) acentuada, com células desprovidas de apófises evidentes, e sem lobos profundos. Possuem dois plastos axiais laminares, um em cada hemicélula, número variável de pirenoides. Espécie usada como indicadora de tamanho (FELISBERTO & RODRIGUES, 2010):

*Cosmarium anisichondrum* (20-22 μm de comprimento e 16,5-20 μm largura).



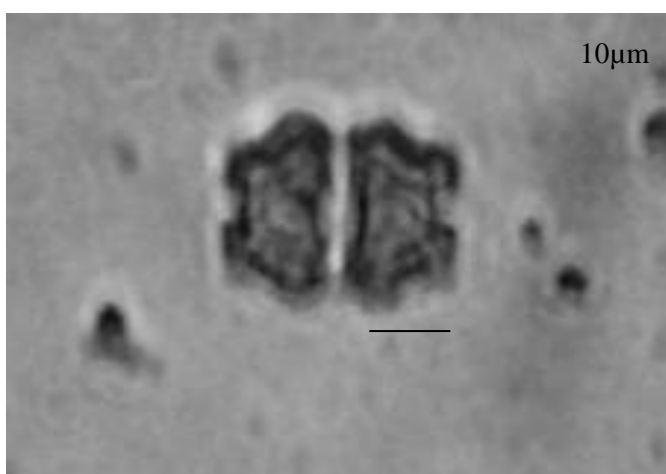
**Imagem 38:** Cosmarium (Barra de 10μm). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.



### **Euastrum**

Organismo verde unicelular, de cadeia curta, com parede porosa bivalve, com uma constrição mediana (sinus) acentuada, com células desprovidas de apófises evidentes, e com lobos laterais arredondados pouco profundos. Possuem dois plastos axiais laminares, um em cada hemicélula, os pirenóides estão distribuídos irregularmente junto à parede da célula. Espécie usada como indicadora de tamanho (Oliveira et al, 2011):

*Euastrum denticulatum* var. *quadrifarium* (20,5–27,5  $\mu\text{m}$  de comprimento e 16–19  $\mu\text{m}$  de largura).

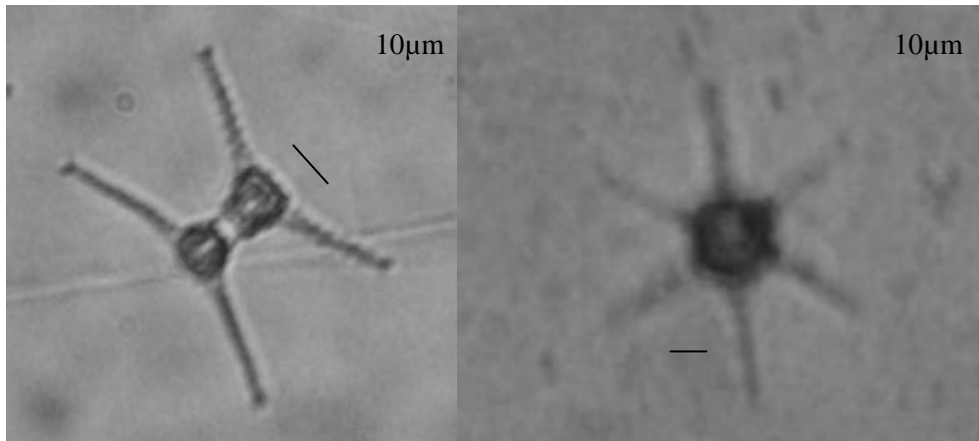


**Imagem 39:** Euastrum (Barra de 10 $\mu\text{m}$ ). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

### **Staurastrum**

Alga solitária de vida livre varia muito em seu tamanho geralmente mais longas que largas. Possuem simetria vertical e radial. Aparência em forma de estrela e cloroplastos verde-brilhantes. Espécie usada como indicadora de tamanho (DELLAMANO-OLIVEIRA et al, 2008):

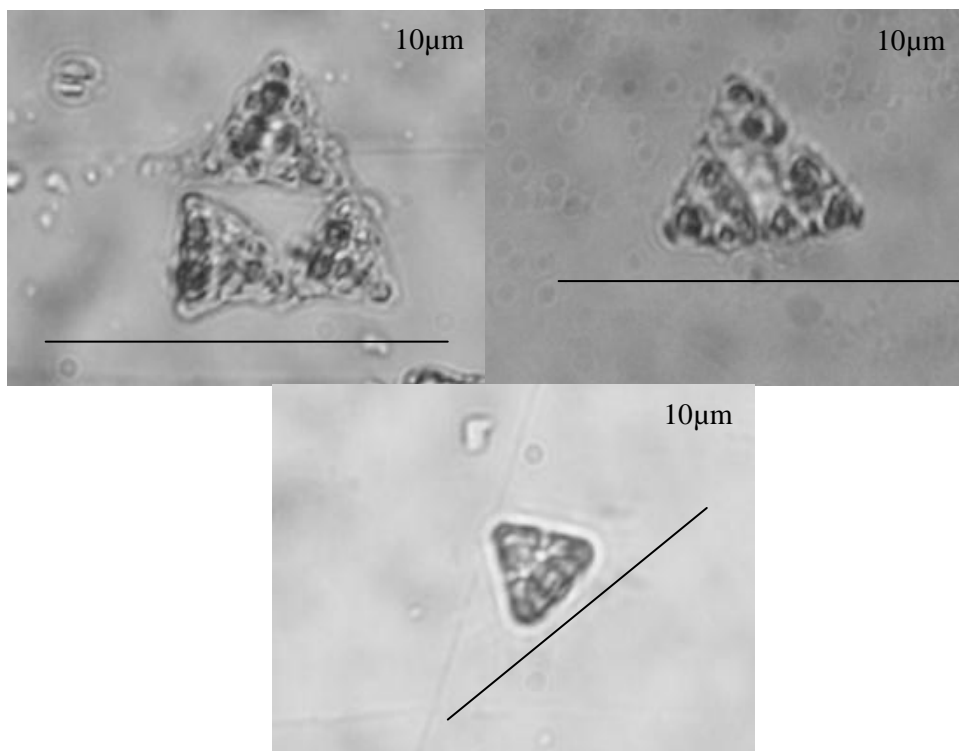
*Staurastrum. triundulatum* var. *floridense* (Comprimento de 25,2-30,6 e largura de 73,4-95,6  $\mu\text{m}$ ).



**Imagem 40:** Staurastrum (Barra de 10µm). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

### Espécie 1 - não identificada

Comparado o tamanho das outras espécies, a espécie 1 possui um tamanho aproximado de 2 a 5µm.



**Imagem 41:** Espécie 1 - não identificada (Barra de 10µm). Crédito: Thaís Helena Prado Corrêa.

## 8. CONCLUSÕES

---

Este trabalho evidencia a importância do estudo de reservatórios artificiais para irrigação de culturas. Os diversos parâmetros aqui apresentados constituem instrumentos de avaliação que podem ser agrupados para contemplar as características mais relevantes da qualidade da água para irrigação, auxiliando no planejamento do emprego da água do reservatório e assim garantindo o melhor uso possível de acordo com sua qualidade e seguindo a legislação vigente.

Os resultados obtidos podem conduzir a um modelo preditivo para o uso como uma ferramenta para a gestão e monitoramento dos reservatórios, uma vez que qualquer uso da água deve levar em conta a quantidade e qualidade desta (TUNDISI et al., 1998). De um modo geral conclui-se que:

1- As análises físico-químicas da água evidenciam que não houve diferenças significativas entre as variáveis do lago artificial e do reservatório. Os valores encontrados para Fósforo Total estão de acordo com as classes estabelecidas pelo CONAMA 357/2005 e MS 2914/2011. Apenas a Clorofila *a* está acima dos valores permitidos pelas normas.

2- A equidade de espécies encontradas tanto no lago artificial quanto no reservatório indica que estes ambientes são equilibrados, o conjunto de informações levantadas demonstrou que os grupos fitoplanctônicos, apesar de apresentarem densidades diferentes, ou seja, alguns grupos com abundâncias maiores e outros com abundâncias menores, demonstram comportamentos muito semelhantes entre si, portanto, não se organizam aleatoriamente na coluna de água, mas, seguem algum mecanismo intrínseco no reservatório e no lago artificial que está diretamente relacionado às variáveis físicas e químicas da água.

4- Por ser um reservatório híbrido (dupla fonte de abastecimento), há favorecimento de proliferação de certos Gêneros de algas como as Clorofíceas e Bacilariofíceas. Uma vez que estes gêneros vivem em ambientes com pouca demanda de N e P, a presença destas algas evidencia que a água da chuva desta região tem pouco impacto sobre o reservatório, ou seja, deve ser uma água com baixo teor de N, P e pH neutro.

5- Por fim, os gêneros de maior ocorrência (Clorofíceas e Bacilariofíceas) na água e no sedimento não causam riscos de contaminação e implicações maiores a saúde de quem consome os legumes e vegetais ou manipulam a cultura irrigada. Apesar das Cianofíceas serem algas mais preocupantes na questão da saúde humana suas ocorrências por ser muito baixa e apenas em um período especificam também não apresenta riscos de contaminação ou toxicidade.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ACIESP. **Glossário de Ecologia**. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Financiadora de Estudos e Projetos, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Secretaria da Ciência Tecnologia e Desenvolvimento Tecnológico. São Paulo. 1997.

AMERICAN WATER AND WASTEWATER ASSOCIATION (AWWA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th. Denver. CP: AWWA 2005.

ANDERSEN, J. M. An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. **Water Research**, Vol 10,p.329-331, 1976.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES)**.2005. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, 2005.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Andrew D. Eaton et al. Washington: American Public Health Association, ed.21, 2005.

Aproveitamento das águas pluviais: uma proposta sustentável. Disponível em: <[http://www.fortium.com.br/faculdefortium.com.br/jose\\_braz/material/5776.pdf](http://www.fortium.com.br/faculdefortium.com.br/jose_braz/material/5776.pdf)>

Acesso em: 26 jan.2010.

ARMENGOL, J. et al. Longitudinal Processes in Canyon Type Reservoir: The case of Sau (N.E. Spain). In: TUNDISI, JG. and STRASKRABA, M. **Theoretical Reservoir Ecology and its Applications**. São Carlos, Brazil: International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences, and Backhuys Publishers, 1999. p 313- 345.

ASANO, T. et al. **Water reuse, issues, technologies, and applications**. New York: Metcalf & Eddy/AECOM, eds., McGraw Hill, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). Reuso da Água. **Revista DAE, SABESP**, São Paulo, n.167, set/out 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527/2007**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. GHEI, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasco, F. A. V. (Trads.). Campina Grande: UFPB. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, revisado 1). 1991.

AZEVEDO, S. M. F. O. South and Central America: Toxic cyanobacteria. In: Codd, G .A. et al. (Ed.) **Cyanonet**: a global network for cyanobacterial bloom and toxin risk management. Paris: IHPUnesco, 2005. p. 115-126.

BASTOS, R. K. X. et al. Subsídios à regulamentação do reuso da água no Brasil – utilização de esgotos sanitários tratados para fins agrícolas, urbanos e piscicultura. **Revista DAE. SABESP**, São Paulo, Maio/2008, s.p.

BAUMGARTEN, M. G. Z.. **Manual de análises em oceanografia química**. Gravimetria.1996.

BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação**. 2003. 52f. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada)- ISEA-FGV/ ECOBUSINESS SCHOOL. Brasília, Distrito Federal, 2003.

BEYRUTH , Z.; SANT'ANNA C.L. ; AZEVEDO, M.T DE P.; CARVALHO, M. C.; PEREIRA, H. A.S. L. Toxic algae in freshwater of São Paulo State. In: Cordeiro M.M.; Azevedo, M.T. P.; Sant'anna, C.L.; Tomita, N .Y.; Plastino, E. N. **Algae and environment: a general approach**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia; 1992. p. 53-60.

BICUDO, C.E.M; RAMIREZ, J.J.; TUCCI, A.; BICUDO D.C. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambientes eutrofizados: o Lago das Garças, São Paulo. In: Henry R (Ed). **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FAPESP/FUNDIBIO; p449-507. 1999c.

BICUDO, C.M.; BICUDO,R.M.T. **Algas de águas continentais brasileiras**. São Paulo: Fundação brasileira para o desenvolvimento e ensino de ciências, 1970. 228p.

BICUDO, C. E. de M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas continentais do Brasil: Chave para identificação e descrições**. São Carlos, SP: Editora Rima, 2006. 502p.

BIGGS, B. J. F.; KILROY, C. **Stream priphyton monitoring manual**. New Zealand: NIWA, 2000.

BLUMENTHAL, U. J. et al. **Guidelines for Wastewater Reuse in Agriculture and Aquaculture: Recommended Revisions Based on New Research Evidence**, Task No 68, Part 1, WELL Study, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London/Loughborough University, Loughborough. Disponível em: <[http://www.idrc.ca/en/ev-151743-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.idrc.ca/en/ev-151743-201-1-DO_TOPIC.html)>. Acesso em: 05 ago.2010.

BOLLMAN, H.A. **Relação da densidade populacional sobre variáveis de qualidade físico-químico das águas superficiais em Microbacias hidrográficas urbanas sem cobertura sanitária em Porto Alegre- RS**. 2003. 162f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2003.

BONELLI, C. M. C.; MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. . São Paulo, SP: Editora Edgard Blucher, 2005.

BORGES, D.V.C. **Avaliação da qualidade da água e ocorrência da cianobactérias no Ribeirão do funil, Ouro Preto, MG**. 2009. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) -. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2009.

BORGES, L. Z. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2003. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná., Vitória, Espírito Santo, 2003.

BORTOLINI, J.C.; BIOLO, S.; BUENO; N.C.; GODINHO L. R.; POTT, V.J. Chlorococcales sensu lato (Chlorophyceae) em tanques de depuração de efluente de origem bovina no Mato Grosso do Sul, Brasil. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 65, n. 1, p. 63-74, junho 2010. Disponível em: <http://www.fzb.rs.gov.br/publicacoes/iheringia-botanica/Ih65-1-p063-074.pdf>. Acesso: 05 de jul de 2012.

BOURRELY, P. **Le salgues d'eau douce. Initiation á La systematique**. Tomo I: Les alguesvertes. Paris: Ed. Boubée e Cie, 1968. 572p.

\_\_\_\_\_. **Le salgues d'eau douce. Initiation á La systematique**. Tomo II: Les alguesvertes et brunes. Paris: Ed. Boubée e Cie, 1972. 468p.

BRANCO, C. W. C. et al. Impact of climate on the vertical water column structure of Lajes reservoir (Brazil): a tropical reservoir case. **Lakes and reservoirs: research and management**, vol. 14, p. 175-191, 2009.

BRANCO, C.W.C.; SENNA, P.A.C. Phytoplankton composition, community structure and seasonal changes in a tropical reservoir (Paranoá Reservoir: Brazil). **Archive Hidrobiology**, v.81, n.113, p.69-84, 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Comentários sobre a Portaria MS nº 518/2004**: subsídios para implementação. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005a.

BRASIL. Decreto 5.440 de 04 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle da qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D.F.** 5 maio 2005.



BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 36, de 19.01.90. O Ministério da Saúde aprova normas e padrões de potabilidade de água destinada ao consumo humano. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.**, 23 jan. 1990, Seção 1. p. 1651-1654.

BRASIL. Portaria nº 1.469/2000, de 29 de dezembro de 2000: Aprova o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D.F.**, 29 de dezembro de 2000.

BRASIL. Portaria 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D.F.**, 26 março 2004.

BRASIL. Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. O Ministro de Estado da Saúde, no uso das atribuições que lhe conferem os incisos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D.F.**, 14 de dezembro de 2011.

BRAGA, B. et al. **Drenagem Urbana: Gerenciamento, simulação, controle**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1998.

BRASSAC; N. M.; LUDWIG, T. A.V. Fragilariaceae (Bacillariophyceae) de rios da bacia do Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, V.26, n.3, p.311-318, jul.-set. 2003

BRONDI, S. H. G. **Eutrofização da Represa de Barra Bonita e comportamento da comunidade fitoplanctonica**. 1994. 172 p. (Dissertação)- Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 1994.

BROW, H. D. A. **A comparison of the attached algal communities of a natural and an artificial substrate**. J. Phycol., v12, p.301-306. 1976.

CALIJURI, M.C.A. **Estrutura Fitoplanctônica em um Reservatório Tropical (Barra Bonita, SP)**.. Tese (Doutorado de Livre-Docência) – Universidade de São Paulo (USP), São Carlos.197p, 1999.

CALIJURI, M. C.; SANTOS, A. C. A.; JATI, S. Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP-Brazil). **Journal Plankton Research**, 24, 617-634. 2002

CARMICHAEL, W.W. The toxins of cyanobacteria. **Sci Am** 1994;270:78-6.

CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos - Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. Editora FAPESP: [s.l], 1994.

CARVALHO, M.D. **Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo**. Tese- Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo, 2003.

CAVALLI, V.; CIDRAL, J. R.; NILSON R. **Contagem de Cianobactérias do Gênero Microcystis e Determinação de Microcistinas pelo Método de Imunoensaio Competitivo no Controle de Tratamento de Água para Abastecimento**. Blumenau-SC. 2009. Disponível em: <http://www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/35Assemae119.pdf> . Acesso: 08 de fev de 2011.

CETESB. **Coleta e preservação de amostras de água para consumo humano, em atendimento a Portaria 518-MS, de 25/03/2004**. São Paulo, v.1, 4p. 2005.

CHAPMAN, D. (Ed.). **Water Quality Assessment**. London: Chapman & Hall, 1992.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. **Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to Their Public Health. Consequences, Monitoring and Management**. 1º edição, WHO, E & FN Spon, London, 1999. 416p.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Revista Irrigação & Tecnologia Moderna**, n.54, p.46-55, 2002.

CETESB. **Coleta e preservação de amostras de água para consumo humano, em atendimento a Portaria 518-MS, de 25/03/2004.** São Paulo, v.1., 2005. 4 p.

CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp#clorofila>>. Acesso em: 26 jan.2011.

COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O. O.; PIOVANI, M. R. **Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira: PETAR, São Paulo, Brasil.** *Quím. Nova* [online]. 2006, vol.29, n.1, pp. 40-45.

CZERMAINSKI, A.B. Análise de correspondência. Piracicaba, 2004. Disponível em: <http://ce.esalq.usp.br/tadeu/anabeatriz.pdf>. Acesso em: 22 jul 2012.

DANTAS, D. L.; CABRAL, A. W. Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reuso da água. **RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.3,n.3, set./dez. 2009, p. 4-19. Disponível em: < [www.gestaosocioambiental.net](http://www.gestaosocioambiental.net)>. Acesso em: 06 jan 2011.

DANTAS, E. W.; MOURA, AN., BITTENCOURT-OLIVEIRA, MC., NETO, JDTA. and CAVALCANTI, ADC., Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil. **Acta bot. bras.**, vol. 22, no. 4., 2008., p. 970 - 982.

DELLAMANO-OLIVEIRA, M.J.; SANT´ANNA, C. L.; TANIGUCHI, G. M.; SENNA, P.A.C. Os gêneros *Staurastrum*, *Stauroidesmus* e *Xanthidium* (Desmidiaceae, Zygnemaphyceae) da Lagoa do Caçó, Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil **Publicações do Instituto de botânica – Hoehnea**. *Hoehnea* 35(3): 333-350, 2 tab., 60 fig., 2008. . Disponível em: [http://www.ibot.sp.gov.br/publicacoes/hoehnea/vol35/Hoehnea35\(3\)artigo01.pdf](http://www.ibot.sp.gov.br/publicacoes/hoehnea/vol35/Hoehnea35(3)artigo01.pdf). Acesso: 05 de jul de 2012.

DEL LEÓN, L.; BONILLA, S.; AUBRIOT, L. Fitoplancton. In: AROCENA, R.; CONDE, D. **Metodos em ecogía de águas continentales:** com exemplos de limnologia em Uruguay. Montivideo: Dirac, 1999. cap. 13, 107-127pp.

DEBERD, A. J. **Qualidade de água**. 2005. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm>>. Acesso em: 20 jan.2012.

ELGADO, Simone Mogami and SOUZA, Maria das Graças Machado de. **Diatomoflórula Perifítica do rio Descoberto - DF e GO, Brasil, Naviculales (Bacillariophyceae): Diploneidinae e Sellaphorinae**. *Acta Bot. Bras.* [online]. 2007, vol.21, n.4, pp. 767-776. ISSN 0102-3306.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Interciência: Rio de Janeiro, 1998. 602p.

FALCONER, I.R. Health implications of Cyanobacterial (blue-green algae) toxins. In: STEFFENSEN, D. A; NICHOLSON, B.C. (Eds.). **Toxic Cyanobacteria Current Status of Research and Management - Proceedings of an International Workshop**. Adelaide, 1994.

FELISBERTO, S.A; RODRIGUES; L. *Cosmarium* (Desmidiaceae, Zygnemaphyceae) da ficoflórula perifítica do reservatório de Rosana, bacia do rio Paranapanema, Paraná/São Paulo, Brasil - **Publicações do Instituto de botânica – Hoehnea**. *Hoehnea* 37(2): 267-292, 91 fig., 2010. Disponível em: [http://sma.visie.com.br/institutodebotanica/files/2011/11/37\(2\)t4.pdf](http://sma.visie.com.br/institutodebotanica/files/2011/11/37(2)t4.pdf). Acesso: 05 de jul de 2012.

FERRAGUT, C. **Respostas das algas perifíticas e planctônicas à manipulação de nutrientes (N e P) em reservatório urbano (Lago do IAG, São Paulo)**. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

FIGUEIREDO, D. V. Chuva ácida. Setor de controle da poluição. In: SANTOS, C. **O aproveitamento da água de chuva para uso não potável em edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso, Pontíficia Universidade Católica, RS, 2007.

FIORI, S. ; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em Edificações. (Qualitative and quantitative evaluation of greywater reuse in buildings). **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006.

FIORE, C. et al. Comparison between yeasts from grape and agave musts for traits of technological interest. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, New York, v. 21, n. 6/7, p. 1141-1147, oct. 2005

FRITZONS, E.; HINDI, E.C.; MANTOVANI, L.E.; RIZZI, N.E. As alterações da qualidade da água do Rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. **Engenharia sanitária e ambiental**, v.8, n.4, p.239-248, 2003.

GEMELGO, M. C. P., MUCCI, J. L. N.; NAVAS-PEREIRA, D. Population dynamics: seasonal variation of phytoplankton functional groups in Brazilian reservoirs (Billings and Guarapiranga, São Paulo). **Braz. J. Biol.**, v.69, n. 4, p. 1001-1013, 2009.

GIANI, A.; PINT-COELHO, R. M.; OLIVEIRA, S. J. M.; PELLI, A. Ciclo sazonal de parâmetros físico-químicos da água e distribuição horizontal de nitrogênio e fósforo no reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, MG, Brasil). Instituto de Ciências Biológicas, UFMG. **Ciência e Cultura** 40(1): 69-77. Rio de Janeiro. 1988.

GNADLINGER, J. **Impressões e lições da Oficina In-ternacional de Captação e Manejo de Água de Chuva em Landzou, China, de 16 de julho 2004 a 31 de agosto de 2004.** Relatório da Oficina Internacional sobre Captação e Manejo de Água de Chuva, Landzou, China, 16 de julho-31 de agosto de 2004 Disponível em: <<http://www.irpaa.org/publicacoes/relatorios/oficina-internacional-de-captacao-e-manejo-de-agua-de-chuva-em-landzou.pdf>>. Acesso em: 5 jan 2011.

GNADLINGER, J.; PALMIER; L.; R. SZILASSY, E.; BRITO, L. T. **Tecnologias de captação e manejo de água de chuva para o semi-árido Brasileiro.** 2005. Disponível em: <<http://www.fnca.eu/fnca/america/docu/3607.pdf>>. Acesso em: 5 jan.,2011.

GODOY, O. A. **Avaliação da presença de cianobactérias em efluentes de sistema de tratamento de esgotos sanitários por lagoas de estabilização associadas a tratamento físico-químico.** 2007. 131f. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária II.t., Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GOLDENFUM, J. A. **Reaproveitamento de Águas Pluviais**. 2006. Disponível em: <<http://www.upf.br/coaju/download/reaproveitamentoaguaspluviaisII.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2011.

GONÇALVES, R. F. Uso Racional da Água em Edificações: In **PROSAB – Rede Cooperativa de Pesquisas**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

GRAHAM, L.E.; WILCOX L. W. **Algae**. Upper Saddle River: NJ:Prentice Hall. 2000.

GRASSHOFF, K.. **Methods of seawater Analysis**. Verlag: Chemie Weinheim, 1976.

HAIR, J.F.; TATHAM, R. L.; ANDERSON, R.E.; BLACK, W. **Multivariate Data Analysis**. 5ª edição. Prentice-Hall, Inc. 1998. ISBN 0-13-017706-7. Disponível em: [http://books.google.com.br/books?id=LxFb5JzXdbUC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=LxFb5JzXdbUC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso: 24 de abr de 2012.

HALLEGRAEFF, G.M. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. **Phycology**, v.32, n.2, p.79-99, 1993.

HAMBRIGHT, K. D., GOPHEN, M; SERRUYA, S.. Influence of Long-Term Climatic Changes on the Stratification of a Subtropical, Warm Monomictic Lake. **Limnology and Oceanography**, v.39, n.5, p.1233–1242, 1994.

HARADA, K.I.; KONDO, F.; LAWTON, L. Laboratory analysis of cyanotoxins. In: CHORUS & BARTRAM (Eds.) E & F.N. SPON. Toxic cyanobacteria in water. **A guide to their public health. Consequences, monitoring and management**. Londres: p.370-404. 1999.

HARRIS, G. P.. **Phytoplankton ecology: structure, function and fluctuation**. London: Chapman & Hall, 1986.

HESPANHOL, I. Guidelines and Integrated Measures for Public Health Protection in: **Agricultural Reuse Systems. J. Water SRT-Água, England**, v.39, n.4, p.237-49,1990.

\_\_\_\_\_. Potencial de reuso de água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v.7, n.4, out/dez 2002. Disponível em:

<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ChuvaNet/ChuvaTrabalhosPublicados/PotencialdereusodeguanoBrasilagriculturaindstriamunicipiosrecargadeaqferos.pdf>. Acesso em: 6 jan 2011.

\_\_\_\_\_. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP. Estudos Avançados. Dossiê Água. **Print Estud. av.**, São Paulo: Editorial. o núcleo, v.22, n.63, 342 p.

HESPANHOL, I. **Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos**. Disponível em:

<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ChuvaNet/ChuvaTrabalhosPublicados/PotencialdereusodeguanoBrasilagriculturaindstriamunicipiosrecargadeaqferos.pdf>. Acesso em 03 ago. 2010

HINO, K. & J. TUNDISI. **Atlas de algas da Represa do Broa**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, v.1, 1984, 143p.

HOROWITZ, A.; **A primer on sediment- trace element chemistry**. 2.ed. [s.l.]: Lewis Publishers, 1991.

HOUSE, W. A.; LEACH, D. V.; ARMITAGE, P. D. Study Of Dissolved Silicon And Nitrate Dynamics In A Freshwater Stream. **Water Research**, (35), p.2749–2757, nov.2001.

HUBER-PESTALOZZI, G. **Das phytoplankton des Süßwassers**. Systematik und biologie: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae. Stuttgart: Schweizerbart'sch Verlagsbuchhandlung, 1968. 132p.

HUDSON, J. J., TAYLOR W. D.; SCHINDLER D. W. Phosphate concentrations in lakes. **Nature**, 406, p.54-56, 2000.

HUSTED, T. **Bacillariophyta**. In: PASCER, <A> Die Süßwasser Flora Mitteleuropas. 3. Ed. G. Fischer, Jena. V. 10, 1930,466p.

HUSZAR, V. L. M.; REYNOLDS, C. S. Flood plain lake (Lago Batata, Pará, Brazil): responses to gradual environmental change. **Hydrobiologia**, v.346, p.169-181, 1997.

IIEGA/PMSP. **Manual de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas**. Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente, Prefeitura Municipal de São Paulo: SVMA.Ed. Cubo Multimídia, 2010. 158 p.

JAQUES, R. C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. 2005. 102f. Dissertação ( Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, 2005.

JENSEN R.B; DAM M; GERDES K. Partitioning of plasmid R1. The *parA* operon is autoregulated by ParR and its transcription is highly stimulated by a downstream activating element. **J Mol Biol**, 236, 1299–1309.1994.

JORDÃO, C.P.; RIBEIRO, P.R.; MATOS, A.T.; FERNANDES, R.B.A. Aquatic contamination of the Turvo Limpo river basin at the Minas Gerais state, Brazil. **J.Braz. Chem. Soc.**, v.18, n.1, p.116-125, 2007.

KÖPPEN, W. **Grundriss der klimakunde**. Berlin: De Gruyter, 1931. 388 p.

KRISHNAMURTH, T. et al. In: JARDIM F.A. et al. A experiência da COPASA no monitoramento, detecção e adoção de medidas mitigadoras para as cianobactérias tóxicas em estações de tratamento de água - minas gerais – brasil. ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 2000.

KUIPER-GOODMAN, T.; FALCONER, I.; FITZEGARD, J. Human health aspects . In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Eds.). **Toxics Cyanobacteria in water: a guide to their public heath- consequences, monitoring and management**. Londres: E & F.N. SPON., 1999. p.113-141.



KWON, Y. S. et al. Temporal changes of phytoplankton community at different depths of a shallow hypertrophic reservoir in relation to environmental variables. **International Journal of Limnology**, v.45, p.93-105.

LAVRADOR F, J. **Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. 1987. 198f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Hidráulica, Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

LAWS, E.A. **Aquatic pollution: an introductory text**. 2.ed. New York: Interscience publication, John Wiley & Sons, INC., 1993. 611p.

LEE, R.E. **Phicology**. 3° ed. England: Cambridge University Press, 1999. 202p.

LEGENDRE, P.; L. LEGENDRE. **Numerical Ecology**. 2.ed. Amsterdam: Elsevier Science, 2009. 870p.

LIMA, J. E. F. W.; ALVES R. S.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. 1999. Disponível em: <[http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao\\_000fl7vsa7f02wyiv80isprr5frxoq4.pdf](http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao_000fl7vsa7f02wyiv80isprr5frxoq4.pdf)>. Acesso em: 05 jan.2011.

LIMA, M. C.; GIACOMELLI, M. B. O.; SÜPP, V.; ROBERGE, F. D.; BARRERA, P. B; **Quim. Nova**. 2001, 24, 734.

LUCIO, P. S.; TOSCANO, E. M. M.; ABREU, M. L. Caracterização de séries climatológicas pontuais via análise canônica de correspondência - estudo de caso. **Revista Brasileira de Geofísica**, Minas Gerais, v.17, p. 41, 1999.

LUND, H. C.; LUND, J. W. G. **Freshwater lgae**.:their microscopic world explored. Hong Kong: Bioexpress Limited, 1995. 360p.

LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology**: a primeron methods and computing. [S.L]: John Wiley e Sons, INC, 1988. 338p.

LUIZA, A. P. **Estrutura organizacional do fitoplâncton nos sistemas lóticos e lênticos da bacia do Tietê-Jacaré (UGRHI- Tietê-Jacaré) em relação á qualidade da água e estado trófico.** 2009. 169f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2009.

MACEDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas.** Juiz de Fora: 2001. 302 p. (Série Águas & Águas).

MACHADO, F. O.; CORDEIRO, J. S. Aproveitamento das águas pluviais: uma proposta sustentável. In: Simpósio de recursos hídricos do Nordeste, 7., 2004, São Luís. **Anais...** São Luís: ABRH, 2004. Disponível em:  
<<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ChuvaNet/ChuvaMaterialDidatico/270.pdf>>. Acesso em: 08 jan.2011.

MAGALHÃES, V. F.; SOARES,R.M.; AZEVEDO, S.M.F.O. **Microcystin contamination in fish from the Jacarepaguá (Rio de Janeiro, Brazil): ecological implication and human health risk.** *Toxicon* 2001, 39:1077-85.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity.** USA: Blackwell Science Ltd, 2004. 256p.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de Água Pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** 2007. 107f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)- Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2007.

MARQUELLI, W. Q.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. Irrigação por aspersão em hortaliças/qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. Brasília,DF: **Embrapa Informações Tecnológicas**, 2001. p.11.

MARQUES, A. K. **Análise da diversidade fitoplânctônica no reservatório da Usina Hidroelétrica Eduardo Magalhães, no médio Tocantins-TO. Estrutura da comunidade,**

**flutuações temporais e espaciais.** 2006. 157f. Dissertação (Mestrado em Ciências do ambiente)- Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** San Diego: Academic Press, 1995.

MATHEUS, C.E. BARBIERI, G. **Interações entre os peixes e as comunidade fito e zooplanctônicas em tanques de piscicultura: bases teóricas para o manejo: Considerações sobre o nitrogênio em tanques de cultivo de peixes.** São Paulo: Boletim Técnico do Instituto de Pesca, 27p; 1999.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J.L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Rev. Saúde Pública** [online]. 2004, vol.38, n.5, pp. 679-686. ISSN 0034-8910.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Agencia Nacional de Águas.** Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>> Acesso em: 03 ago 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21.** Conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. Capítulo 18: proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=861>>. Acesso em: 03 ago. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Resolução CONAMA nº 357 de 03/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.**, 18 mar. 2005, 2005b.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos.** Águas para o futuro: cenários para 2020. v. 2. Brasília, DF, 2006.

Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/Volume2-dicaoLancamento.pdf>>. Acesso em: 05 jan 2011.

MIZUNO, T. **Illustrations of the freshwater plâncton of Japan**. Osaka, Japan: Hoikusha, 1964. 351p.

MORESCO C.; TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T.A.V.; RODRIGUES L. Diatomáceas perifíticas abundantes em três córregos com diferentes ações antrópicas em Maringá, PR, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, V.34, n.3, p.359-373, jul.-set. 2011.

MORUZZI, R. B. Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios. **OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP**, Brasil, Ano VIII, v.8, n.3, p.271, jul./dez.2008. ISSN 1982-7784.

MORUZZI, R. B. ; CARVALHO, G. F. ; OLIVEIRA, S. C. . Volume do Reservatório de Aproveitamento de Água Pluvial Baseado no Conceito do Balanço de Vazões para uma Residência Unifamiliar. Publicatio UEPG. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 14, p. 1, 2009.

MORUZZI, R. B. ; FRACASSI, C.C . Avaliação da potencialidade do uso de água pluvial no processo de troca de calor de uma indústria. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO, SUSTENTÁVEL, 3., 2008, Santos, SP. **Anais...**

MORUZZI, R. B.; NAKADA, L. Y. K. Coleta e Tratamento de água pluvial para fins não potáveis com emprego de amido de milho como coagulante primário em filtração cíclica em escala de laboratório. **REA – Revista de Estudos Ambientais**, v.11, n. 1, p. 51-60, jan./jun. 2009.

MOZETO, A. A.; **Manejo da qualidade da água e da dinâmica do sedimento e do particulado da represa do Guarapiranga e do rio Grande**, RMSP, UFSCAR: São Carlos, 1996. (Projeto RHAЕ, processo nº610419/95-1).

MURAKAMI, M. F.; MORUZZI, R. B. Avaliação de parâmetros microbiológicos de água pluvial visando aproveitamento para fins não potáveis: o efeito do tempo de armazenamento. **HOLOS Environment (online)**, v.8, p.21, 2008.

MUR, L. R.; SKULBERG, O. M.; UTKILIEN, H. Cyanobacteria in the environment. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Eds.), **Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management**. London: E&FN Spon, [s.d]. p.15–37.

NECCHI Jr. O.; BRANCO, L.H.Z.; BRANCO, C.C.Z. Ecological distribution of stream macroalgal communities from a drainage basin in the Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, Southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.** 63:1-12. 2003.

NETO, A. C. O. Proteção sanitária das cisternas rurais. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11., 2004, Natal, Rio Grande do Norte. **Anais** .Natal: ABS/APESB/APRH. 2004.

NIKAIDO, M. **Uso de águas residuárias tratadas na cultura de hortaliças: avaliação de enteroparasitas e metais pesados**. 2009. Dissertação. (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública)- Escola da Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.

NOGUEIRA, I. de S.; LEANDRO-RODRIGUES, N. C.. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. **Rev. Bras. Biol.** [online]. 1999, vol.59, n.3, pp. 377-395. ISSN 0034-7108. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-71081999000300003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-71081999000300003&script=sci_arttext). Acesso: 05 de jul de 2012.

NUSH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and pheopigment determination. **Arch. Hydrobiol** v. 14, p. 14-36, 1980.

OLIVER, R. L.; GANF, G. G. Freshwater blooms. In: WHITTON, B.A.; POTTS, M. (Eds.). **The ecology of Cyanobacteria: their Diversity in Time and Space**. Kluwer Academic Publishers, 2000. p.149-194.

OLIVEIRA, S.M.L; CAMARGO, J. C. DIATOMÁCEAS DO GÊNERO *Aulacoseira* : TAXONOMIA E CONSIDERAÇÕES ECOLÓGICAS. Ciências Biológicas - 4. Botânica - 6. Morfologia e Taxonomia Vegetal. **Anais da 56ª Reunião Anual da SBPC** - Cuiabá, MT - Julho/2004. Disponível em:

[http://www.sbpnet.org.br/livro/56ra/banco\\_senior/RESUMOS/resumo\\_441.html](http://www.sbpnet.org.br/livro/56ra/banco_senior/RESUMOS/resumo_441.html). Acesso: 05 de jul de 2012.

OLIVEIRA, I. B.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. *Euastrum* (Desmidiaceae, Zygnematophyceae) na planície litorânea. do norte da Bahia, Brasil. I. B. Oliveira et al. **Sitientibus série Ciências Biológicas** 11(1): 62–73. 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA-UNESCO. **Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión**. BONILLA, S. (Ed.). Documento Técnico, 2009. PHILAC, N° 16.

PARANHOS, R.. **Alguns métodos para análise da água**. Rio de Janeiro: Cadernos didáticos UFRJ, 1996.

PASSARINI, M. D. **Influência das frentes frias nos mecanismos de funcionamento da represa da UHE Carlos Botelho (Lobo/Broa) – Itirapina-SP, dos pontos de vista químico, físico e biológico**. 2010.110f. Dissertação (mestrado em Ciências Biológicas) – Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2010.

PEREIRA, G. C. & EBECKEN, N. F. F.– Knowledge discovering for coastal waters classification. *Expert Systems with Applications*, 2009 36(4): 8604 – 8609. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2008.10.009>). In: FERREIRA, A.P. et al . **Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil**. Revista da Gestão Costeira.

PERES, A.C. **Uso de macroalgas e variáveis físicas, químicas e biológicas para a avaliação da qualidade da água do rio do Monjolinho, São Carlos-SP**. 2002. 90f. Tese (Doutorado em Ecologia)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2002.

PICCAZIO, C. **Água, urgente!: nosso futuro pode morrer de sede**. São Paulo: terceiro nome, 2007. (Coleção Repórter Especial).

PINTO-SILVA, V.. **Manual de análise limnológica: métodos e técnicas**. Cuiabá: UFMT, 2002.

PORFIRIO, Z.; RIBEIRO, M.P.; ESTEVAM, C.S; HOULEY, R.L.S.; SANT'ANNA, A.E.G. Hepatosplenomegaly caused by an extract of cyanobacterium microcystis aeruginosa bloom collected in the Manguaba Lagoon, Alagoas, Brazil. **Rev Microbiol** 1999;30:278-85.

PRESCOTT, G.W. **Algae of the Western Great Lake área**. Dubuque: W.M.C. Bromn Company Publ, 1966. 577p.

QUEIROZ, M.M.F.; IOST, C.; GOMES, S.D.; VILAS BOAS, M.A. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.4, p.200-210, Out/Dez, 2010.

RAMOS-HIGUIERA, E.; ALCOCER, J.; MAYAGOITIA, E. O.; CAMACHO, A. Nitrógeno: element limitante para el crecimiento fitoplanctónico en un lago oligotrófico tropical. **Hidrobiológica**, v. 18, n. 1, p. 105-113, 2008.

REBOUÇAS, A.C., Água doce no mundo e no Brasil, In: **Águas doces no Brasil; capital Ecológico, uso e conservação/organização e coordenação científica**. Escrituras Editora, 1999.

REDE COOPERATIVA DE PESQUISAS PROSAB. Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano / Valter Lúcio de Pádua (coordenador). Rio de Janeiro: **ABES**, 2006 504 p. : Il Projeto PROSAB ISBN: 85-7022-149-5. ISBN: 978-85-7022-149-0.

REDE COOPERATIVA DE PESQUISAS PROSAB. Manejo de Águas Pluviais Urbanas/ Antônio Marozzi Righetto (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009 396p.: Il Projeto **PROSAB** ISBN: 978-85-7022-162-9.

REDE COOPERATIVA DE PESQUISAS PROSAB. Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: caso da represa Lomba de Sabão e lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro : **ABES**, 2006. 64p. 1 il. ISBN 85-7022-153-3.

REDE COOPERATIVA DE PESQUISAS PROSAB. Remoção de microorganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano/Valter Lúcio de Pádua (coordenador). Rio de Janeiro: **ABES**, 2009 392p.ISBN: 978-85-7022-165-0 1.

REYNOLDS, C.S.; WALABY, A.E. Water blooms. **Biol. Rev.**, v.50, p.437-481, 1975.

REYNOLDS, C. S. Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. **Freshwater Biol.**, 14, 111–142.1984.

REYNOLDS, C.S. Vegetation Processes in the Pelagic: A Model for Ecosystem Theory. Excellence in ecology, 9. **Oldendorf/Luhe: Ecology Institute**, 1997.

REYNOLDS, C. S. et al. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **J. Plank. Res.**, 24, 417-428, 2002.

RODRIGUES, L.L. **Biodiversidade de cianobactérias e algas das represas Billings e Guarapiranga, SP, Brasil**. 2008. 197f. Dissertação (Mestrado) -Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

RODRIGUES, L. L.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Chlorophyceae das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. **Rev. bras. Bot.** [online], vol.33, n.2, pp. 247-264. ISSN 0100-8404, 2010.

SADLER, R.; WRUCK, D.; RYNJA, G. (Organizing Committee). **Proceedings of Nutrient Analysis in Water and Wastewater Seminar held at Government Chemical Laboratory, Coopers Plains**. Australia. 1993.



SAND-JENSEN, K. 1983. Physical and chemical parameters regulating growth of periphytic communities. In: **WETZEL, R.G. (Ed)**.

SANTOS, I. **Contaminação dos produtos vegetais pela água** o papel da água de rega como vector de transmissão de microrganismos patogênicos 2007 Disponível em: <<http://www.portaldasaude.pt/nr/rdonlyres/f794b6d8-71d6-4b3b-9c73-35216da51fa0/0/contaminacaoprodutosvegetaispelaagua.pdf>>. Acesso em: 10 mar.2011.

SCHINDLER, D. W. Evolution of phosphorus limitation in lakes. **Science**, 260-262p, 1977.

SIDAGIS GALLI, C. V. **Aplicação da abordagem ecossistêmica ao estudo da microbacia do Córrego São José (São Carlos-SP)**. 1997. 157f. Dissertação (Mestrado)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SILVA, D. **Dinâmica de populações de Microcystis (Cyanobacteria) em pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica, São Paulo. 2005. 63p.

SILVA, R. A. **Levantamento da comunidade de cianobactérias em trechos do Rio Turvo Sujo, localizados nas proximidades da cidade de Viçosa, MG**. 2008. 89f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)- Departamento de Botânica, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2008.

SILVA, L. H. S.. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Rev. Bras. Biol.** [online]. 1999, vol.59, n.2, pp. 281-303. ISSN 0034-7108. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-71081999000200012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71081999000200012). Acesso: 05 de jul de 2012.

SILVA, R. T., CONEJO, J. G. L.; GONÇALVES, O. M. **Apresentação do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. DTA- Documento Técnico de Apoio. Nº A1. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, 1999.

SMAYDA, T. J. Phytoplankton species succession. In: MORRS, I. (Ed.). **The physiological ecology of phytoplankton**. Oxford: Blackwell Scientific, 1980. p. 493 - 570.

SOARES, D. A.F.; SOARES, P. F.; PORTO, M. F. A.; GONÇALVES, O. M. Considerações a respeito da reutilização de águas residuárias e aproveitamento das águas pluviais em edificação. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1997. Vitória. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo: ABRH, 1997.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. London: Chapman and Holl, 1968. 368p.

STEVENSON, R. J. An introduction to Algal Ecology in Freshwater Benthic Habitats. In: Stevenson, R.J. et. al. (Ed.) **Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems**. p. 3-30. Academic Press, San Diego. 1996.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos: gerenciamento da qualidade da água de represas**. 2. ed. v. 9. São Carlos, SP: ILEC; IIE, 2008. 258 p.

STREBLE, H. KRAUTER, D. **Atlas de los microorganismos de água Dulce. La vida em uma gota de água**. Plató Barcelona: Ediciones Omega, S.A.,1987. 337p.

SKULBERG, O. M.; CODD, G. A.; CARMICHAEL, W.W. Toxic blue-green algal blooms in Europe: a growing problem. **Ambio**, v.13, p.244–247, 1984.

TALAMONI, J.L.B. **Efeito comparativo das comunidades planctônicas de lagoas de diferentes graus de trofia e uma análise do efeito de *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae) sobre algumas espécies de microcrustáceos**. 1995. 300f. Tese (Doutorado em Ecologia)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 1995.

TEIXEIRA, C., J. G. TUNDISI. Plankton studies in a mangrove II. The standing stock and some ecological factors. **Bol. Inst. Oceanogr.** 24, p.23-41.

THE GRADUATE UNIVERSITY FOR ADVANCED STUDIES, AND BY THE "BIO-RESOURCE". project "**Fundamental research and development for databasing and networking culture collection information**" at JST (Japan Science and Technology Corporation). Disponível em:

<http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/images/chlorophyta/Micractinium/index.html>. Acesso: 05 jul de 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento da água de chuva**. 2ed. São Paulo: Navegar, 2003. 180p.

TUCCI, C. E. M. et al. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.

TUCCI, C.E.M.; MARQUES, D. M.. **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. ABRH, 2001. V.2.

TUCCI, C .E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Ministério do Meio Ambiente. 2006. 302 p.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C.L.; GENTIL, R.C.; AZEVEDO, M.T.P. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Publicações do Instituto de botânica – Hoehnea*. Hoehnea 33(2): 147-175, 3 tab., 88 fig., 2006. Disponível em: <http://silicasecchidisk.conncoll.edu>, Acesso: 05 de jul de 2012.

TUNDISI, J. G.; ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; BRAGA, B. Reservoir Management in South América. **Water Resources Development**, v. 14, n. 2, p. 141-155, 1998.

TUNDISI, J.G.; ARANTES, J.D.; MATSUMURA-TUNDISI, T. The Wedderburn and Richardson numbers applied to shallow reservoirs in Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, Brazil, v. 28, n. 2, p. 663-666, 2002.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RODRIGUES, S.L. **Gerenciamento e recuperação das bacias hidrográficas dos Rios Itaqueri e do Lobo e da Represa da UHE Carlos Botelho (Lobo-Broa)**. São Carlos: IIE, 72p. 2003.

TUNDISI, J.G. et al. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação/3**. Ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. 768 pp.

TUNDISI, J.G. A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. In **Estudos Avançados / Dossiê Água**. v.22, n.63, mai./ago.2008, p.159-172, .2008.

TUNDISI, J. G; MATUSUMURA-TUNDISI; T. **limnologia**. Oficina de Textos, 2008. 632 p.

TUNDISI, J.G; MATUSUMURA-TUNDISI; T. **A Água**. 2. ed. São Paulo: Publifolha, 2009. (Folha Explica).

\_\_\_\_\_. **Água no século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos Editora RiMa, IIE, 2003. 248p

\_\_\_\_\_. **Produção primária, "standing stock" e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia**. São Paulo, USP: 1969. 131p

TUNDISI, J. G. **Qualidade da Água para o Ecossistema e o Bem-Estar Humano**. Tradução da Segunda Edição de “Water Quality for Ecosystem and Human Health, UNEP (GEMS), 2008” Tradução para o português: Natalia Andricoli Periotto, BSc. Ciências Biológicas. Editor da edição em português: Prof. Dr. José Galizia Tundisi, Instituto Internacional de Ecologia e Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental. São Carlos, Março de 2009.

TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI; T. **Recursos Hídricos no Século XXI**. Oficina de Textos, 2011.

UNEP. **Every Drop Counts: Environmentally Sound Technologies for Urban and Domestic Water Use, Efficiency**. Delft, 2008. 197 p.

UNESCO. Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. **Manual para La identificación y medidas de gestión**. Sylvia Bonilla (editora). Documento Técnico PHI-LAC, N° 16.2009.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO- USP. Estudos Avançados. **Estud. av.**, São Paulo, v.22, n.63, 2008.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton – methodik. **Mitteilungen Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie**, v.9, p.1-38, 1958.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no Ribeirão Lavapés/Botucatu-SP. **Eclética Química**, v.22, p.49-66, 1997.

VAN DEN HOEK ET AL. **Algae**. Na introduction to phycology. Cambridge University Press, 1995. 627p.

VOLLENWEIDER, R. A. **Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing Waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication**. Paris: Rep. Organization for Economic Cooperation and Development, 1968. 61p.

WERNER, V.R. **Cyanophyceae/Cyanobacteria no sistema de lagoas e lagoas da planície costeira do Estado do rio Grande do Sul, Brasil**. 2002. 363f. Tese (Doutorado em Botânica)- Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analyses**. 2ed. New York: Springer-Verlag, 1991. 391p.

WETZEL, R. **Limnology**. Philadelphia Sounders Company, 1983.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Safer water, better health** : costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health, 2008. 53 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **The world health report 2004 changing history**. Disponível em: <<http://www.who.int/whr/2004/en/>>. Acesso em: 03 ago. 2010.

WOSIACK, A.N. **Dinâmica da comunidade de cianobactérias da Praia Artificial de Entre Rios do Oeste, Reservatório de Itaipu, Paraná.** 2005. 86f. Dissertação (Mestrado em Botânica)- Departamento de Biologia, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2005.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis.** 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663p.

ZOHARI, T.; BREEN, C. M. Environmental factors favouring the formation of *Microcystis aeruginosa* in hypertrophic lakes. **Hidrobiologia**, v.178, p.179-192, 1989.

## 10. ANEXOS

---

10.1. Dados em triplica da concentração de Fósforo Total na água.

<b>Fósforo Total (µg/L)</b>				
<b>Amostra</b>	<b>jun/11</b>	<b>ago/11</b>	<b>out/11</b>	<b>nov/11</b>
Ponto 1	54,47	39,87	39,87	25,94
Réplica	58,61	42,45	42,45	25,94
Tréplica	0	40,81	40,81	25,94
Ponto 2	54,08	45,23	45,23	25,94
Réplica	66,03	45,39	45,39	25,94
Tréplica	0	44,58	44,58	25,94
Ponto 3	59,94	46,65	46,65	25,94
Réplica	66,81	44,65	44,65	25,94
Tréplica	0	45,77	45,77	25,94
Ponto 4	25,64	26,65	26,65	25,94
Réplica	32,16	27,97	27,97	25,94
Tréplica	0	25,94	25,94	25,94

Legenda: LD Exp.: Limite de Detecção Experimental

10.2. Dados em triplica da concentração de Material em suspensão Total na água.

<b>M. S. Total (mg/L)</b>				
<b>Amostra</b>	<b>jun/11</b>	<b>ago/11</b>	<b>out/11</b>	<b>nov/11</b>
Ponto 1	9	9	13	4
Replica	11	7	20	6
Tréplica	11	9	18	7
Ponto 2	10	7	17	6
Replica	10	8	18	5
Tréplica	11	9	19	6
Ponto 3	10	8	14	8
Replica	13	13	17	10
Tréplica	12	11	16	8
Ponto 4	31	15	10	68
Replica	30	12	11	67
Tréplica	28	18	10	56

10.3. Dados em triplica da concentração Material em suspensão Orgânico na água.

<b>M. S. Orgânico (mg/L)</b>				
<b>Amostra</b>	<b>jun/11</b>	<b>ago/11</b>	<b>out/11</b>	<b>nov/11</b>
Ponto 1	8	10	8	11
Replica	8	12	10	13
Treplica	8	9	10	9
Ponto 2	8	8	9	8
Replica	9	12	10	14
Treplica	7	13	9	17
Ponto 3	11	12	11	12
Replica	11	7	9	4
Treplica	10	10	8	12
Ponto 4	10	6	8	4
Replica	10	5	6	5
Treplica	9	6	8	5

10.4. Dados em triplica da concentração Material em suspensão Inorgânico na água.

<b>M. S. Inorgânico (mg/L)</b>				
<b>Amostra</b>	<b>jun/11</b>	<b>ago/11</b>	<b>out/11</b>	<b>nov/11</b>
Ponto 1	2	1	2	4
Replica	4	3	7	2
Treplica	3	1	9	0
Ponto 2	4	3	9	2
Replica	3	2	4	4
Treplica	1	0	2	0
Ponto 3	3	3	2	2
Replica	6	4	13	1
Treplica	3	3	4	1
Ponto 4	23	6	6	58
Replica	23	5	6	57
Treplica	21	11	5	46



10.5. Dados em triplicata da concentração de Clorofila *a* e Feofitina na água.

<b>Concentração de Clorofila <i>a</i> e Feofitina (<math>\mu\text{g/L}</math>)</b>								
	<b>jun/11</b>		<b>ago/11</b>		<b>out/11</b>		<b>nov/11</b>	
<b>Amostra</b>	<b>Clorofila</b>	<b>Feofitina</b>	<b>Clorofila</b>	<b>Feofitina</b>	<b>Clorofila</b>	<b>Feofitina</b>	<b>Clorofila</b>	<b>Feofitina</b>
Ponto 1	78,18	122,53	36,42	6,09	36,42	6,09	36,42	6,09
Réplica	10,36	20,07	36,03	7,85	36,03	7,85	36,03	7,85
Tréplica	0	0	39,86	4,86	39,86	4,86	39,86	4,86
Ponto 2	15,49	9,65	24,59	12,96	24,59	12,96	24,59	12,96
Réplica	12,92	9,94	26,82	3,07	26,82	3,07	26,82	3,07
Tréplica	0	0	22,29	8,99	22,29	8,99	22,29	8,99
Ponto 3	18,34	7,82	27,21	2,31	27,21	2,31	27,21	2,31
Réplica	17,39	7,93	33,25	3,95	33,25	3,95	33,25	3,95
Tréplica	0	0	31,50	4,96	31,50	4,96	31,50	4,96
Ponto 4	34,47	16,40	32,20	16,64	32,20	16,64	32,20	16,64
Réplica	36,63	17,63	33,17	14,66	33,17	14,66	33,17	14,66
Tréplica	0	0	23,13	9,55	23,13	9,55	23,13	9,55

## 10.6. Dados em triplica das análises biológicas.

jun/11	Ponto 1	Replica	Treplica	Ponto 2	Replica	Treplica	Ponto 3	Replica	Treplica	Ponto 4	Replica	Treplica
	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Aulacoseira	0	14	0	3	3	0	16	8	0	2	5	0
Fragilaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Gomphonema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pinnularia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Synedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	49	0
TOTAL	0	14	0	3	3	0	16	8	0	2	57	0
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Asterococcus	30	52	0	219	275	0	238	785	0	16	12	0
Coelastrum	560	1456	0	1459	1071	0	469	1010	0	60	43	0
Golenkinia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Oocystis	0	1	0	126	178	0	208	451	0	29	22	0
Pediastrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	0
Scenedesmus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0
Selenastrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micractinium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetraedron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treubaria	6	21	0	14	8	0	20	42	0	4	6	0
TOTAL	596	1530	0	1599	1257	0	935	2288	0	120	90	
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Anabaena	0	0	0	0	30	0	33	36	0	7	9	0
Merismopedia	5	23	0	51	34	0	44	162	0	18	7	0
Oscillatoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
TOTAL	5	23	0	51	64	0	77	198	0	25	17	0
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Peridinium	1	0	0	0	6	0	2	3	0	3	2	0
TOTAL	1	0	0	0	6	0	2	3	0	3	2	0
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>												
Euglena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phacus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>												
Cosmarium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Closterium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1047	1534	0
Euastrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Staurastrum	5	48	0	83	50	0	29	82	0	5	4	0
TOTAL	5	48	0	83	50	0	29	82	0	1053	1539	0

ago/11	Ponto 1	Replica	Treplica	Ponto 2	Replica	Treplica	Ponto 3	Replica	Treplica	Ponto 4	Replica	Treplica
	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Aulacoseira	0	16	1	12	4	4	1	0	1	54	136	68
Fragilaria	0	3	1	0	0	1	0	0	1	3	0	2
Gomphonema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinnularia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Synedra	0	0	1	0	2	0	1	1	0	22	42	0
TOTAL	0	19	3	12	6	5	2	1	2	82	178	70
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Asterococcus	178	316	512	546	755	926	595	547	731	589	0	780
Coelastrum	0	226	179	133	172	220	170	130	281	67	0	104
Golenkinia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oocystis	38	42	61	11	28	118	78	47	87	6	0	16
Pediastrum	0	0	0	2	2	2	0	0	1	25	53	61
Scenedesmus	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4	7	20
Selenastrum	1	2	4	4	4	4	5	6	0	1	0	3
Micractinium	2	0	1	0	0	0	2	1	1	16	0	3
Tetraedron	0	1	1	0	0	2	1	0	2	0	12	34
Treubaria	4	10	7	8	14	6	11	5	7	19	24	23
TOTAL	223	597	765	704	976	1279	862	736	1110	727	96	1044
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Anabaena	14	16	12	9	27	6	15	19	22	4	2	0
Merismopedia	126	118	144	53	168	212	192	124	101	6	0	13
Oscillatoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	140	134	156	62	195	218	207	143	123	10	2	13
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Peridinium	134	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0
TOTAL	134	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>												
Euglena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	0	3
Phacus	3	1	1	0	3	2	2	0	3	298	178	205
TOTAL	3	1	1	0	3	2	2	0	3	463	178	208
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>												
Cosmarium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Closterium	0	0	0	0	0	0	1	0	1	16	2	24
Euastrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staurastrum	0	22	15	15	15	15	13	11	16	25	0	186
TOTAL	0	22	15	15	15	15	13	11	17	41	2	210

out/11	Ponto 1	Replica	Treplica	Ponto 2	Replica	Treplica	Ponto 3	Replica	Treplica	Ponto 4	Replica	Treplica
	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Aulacoseira	7	6	23	13	27	7	14	6	17	0	7	7
Diatomacea sp	2	1	4	3	1	0	20	1	2	6	5	12
Fragilaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphonema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinnularia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Synedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	14
TOTAL	9	7	27	16	28	7	34	7	19	9	12	41
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Asterococcus	454	693	412	372	518	387	428	402	487	34	9	15
Coelastrum	683	806	911	462	653	438	0	442	546	0	25	39
Golenkinia	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Oocystis	78	66	48	23	64	18	26	14	48	5	0	1
Pediastrum	0	1	2	0	0	0	643	0	0	0	5	4
Scenedesmus	21	9	24	10	14	12	49	13	24	5	6	9
Selenastrum	0	0	7	4	1	8	3	7	1	0	0	1
Micractinium	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetraedron	0	4	0	1	1	1	0	1	1	0	0	6
Treubaria	1	0	2	1	0	0	3	2	1	0	5	1
TOTAL	1278	1582	1406	873	1251	864	1152	881	1108	44	50	80
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Anabaena	41	9	14	7	10	8	6	4	9	1	0	0
Merismopedia	80	74	182	113	143	77	62	58	134	71	14	5
Oscillatoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
TOTAL	121	83	196	120	153	85	68	62	143	73	14	5
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Peridinium	0	0	0	0	0	8	1	1	6	16	19	18
TOTAL	0	0	0	0	0	8	1	1	6	16	19	18
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>												
Euglena	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phaccus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11	20
TOTAL	0	0	11	0	0	0	0	0	0	7	11	20
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>												
Cosmarium	0	0	0	0	28	0	3	0	0	0	0	0
Closterium	0	0	1	0	0	0	0	0	0	155	5	14
Euastrum	0	6	0	8	4	2	5	3	5	2	1	0
Staurastrum	7	6	2	8	2	6	0	4	3	5	9	25
TOTAL	7	12	3	16	34	8	8	7	8	162	15	39
Espécie não identificada												
Espécie 1	0	37	46	14	27	23	32	9	27	4	0	0
TOTAL	0	37	46	14	27	23	32	9	27	4	0	0

nov/11	Ponto 1	Replica	Treplica	Ponto 2	Replica	Treplica	Ponto 3	Replica	Treplica	Ponto 4	Replica	Treplica
	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.	Nro. org.
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Aulacoseira	5	3	0	0	2	0	7	5	0	0	1	1
Diatomacea sp	2	0	2	17	3	2	8	8	0	0	0	0
Fragilaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphonema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Pinnularia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	5
Synedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	7	3	2	17	5	2	15	13	0	4	7	6
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Asterococcus	351	362	338	592	991	459	870	1042	0	2	4	0
Coelastrum	1461	1665	1912	2191	2355	1643	2779	2155	0	0	50	68
Golenkinia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oocystis	50	57	63	76	70	38	104	67	0	5	4	9
Pediastrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scenedesmus	24	13	4	7	16	7	24	1	0	2	0	0
Selenastrum	7	12	4	11	10	6	7	27	0	0	0	0
Micractinium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetraedron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treubaria	14	10	9	21	14	3	17	22	0	0	0	0
TOTAL	1907	2119	2330	2898	3456	2156	3801	3314	0	9	58	77
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Anabaena	5	4	1	5	6	0	0	3	0	0	0	0
Merismopedia	127	67	69	78	58	58	66	71	0	0	0	0
Oscillatoria	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	133	71	70	83	64	58	66	74	0	0	0	0
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Peridinium	2	0	0	0	0	0	0	0	0	86	111	207
TOTAL	2	0	0	0	0	0	0	0	0	86	111	207
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>												
Euglena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	13	7
Phaccus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	131	135	156
TOTAL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	137	148	163
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>												
Cosmarium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Closterium	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euastrum	10	12	11	17	8	11	20	7	0	0	0	0
Staurastrum	64	32	18	53	20	11	88	46	0	0	1	0
TOTAL	81	46	29	70	28	22	108	53	0	0	1	1
Espécie não identificada												
Espécie I	1	0	13	44	19	20	33	17	0	1	2	0
TOTAL	1	0	13	44	19	20	33	17	0	1	2	0

10.7. Tabelas de abundância relativa das classes nos meses de junho, outubro, novembro e dezembro de 2011.

Abundância Relativa das Classes - org/L				
Junho 2011				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Zygnematophyceae	2	4	3	88
Cyanophyceae	1	3	7	1
Chlorophyceae	96	93	89	7
Bacillariophyceae	1	0	1	4

Abundância Relativa das Classes - org/L				
Agosto 2011				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Bacillariophyceae		1		10
Chlorophyceae	30	84	84	55
Cyanophyceae	69	14	15	1
Dinophyceae				1
Euglenophyceae				25
Zygnematophyceae	1	1	1	8

Abundância Relativa das Classes - org/L				
Outubro 2011				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Bacillariophyceae	0,4	0,4	0,4	0,4
Chlorophyceae	89	85	88	27
Cyanophyceae	8	8	8	8
Dinophyceae		0,6	0,6	0,6
Euglenophyceae				6
Zygnematophyceae	0,6	2	1	34
Espécie 1	2	2	2	1

Abundância Relativa das Classes - org/L				
Novembro 2011				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Bacillariophyceae	0,4			2
Chlorophyceae	94	96	95	14
Cyanophyceae	4	2	2	0
Dinophyceae				40
Euglenophyceae				44
Zygnematophyceae	1,6		2	
Espécie 1		1	1	

## 10.8. Tabelas precipitação diária e temperatura do ar do ano de 2011

**DADOS DA ESTAÇÃO AUTOMÁTICA MAWS 100 VAISALA**

**LATITUDE:** 22° 23' S  
**LONGITUDE:** 47° 32' W  
**ALTITUDE:** 626,5 m

ANO 2011	TEMPERATURA			TEMPERATURA			TEMPERATURA			TEMPERATURA		
	MÊS - JUNHO			MÊS - AGOSTO			MÊS - AGOSTO			MÊS - NOVENBRO		
dias	média	máxima	mínima	média	máxima	mínima	média	máxima	mínima	média	máxima	mínima
1	16,1	24,9	8,4	19,9	28,5	14,8	19,9	28,5	14,8	17,3	23,4	11,9
2	15,8	26,9	7,2	19,0	21,3	16,3	19,0	21,3	16,3	17,6	25,7	11,0
3	18,0	27,2	11,7	14,3	18,1	10,1	14,3	18,1	10,1	18,6	27,1	11,0
4	16,4	23,8	9,1	9,4	18,2	2,1	9,4	18,2	2,1	20,1	30,0	11,8
5	14,1	20,2	8,2	11,1	25,9	1,6	11,1	25,9	1,6	22,2	32,0	13,5
6	12,8	24,9	3,3	18,5	32,3	8,7	18,5	32,3	8,7	23,1	30,1	15,8
7	19,8	28,1	14,4	22,4	33,7	14,1	22,4	33,7	14,1	21,9	28,3	17,6
8	14,3	21,5	7,4	22,9	33,0	14,5	22,9	33,0	14,5	21,7	31,2	15,8
9	10,8	12,9	7,3	18,6	30,0	13,1	18,6	30,0	13,1	23,8	31,7	14,8
10	14,0	19,7	10,9	18,4	25,0	14,2	18,4	25,0	14,2	24,4	33,0	17,5
11	12,4	21,8	7,1	18,5	27,7	9,8	18,5	27,7	9,8	25,0	32,3	18,4
12	12,3	23,8	4,5	18,9	29,9	9,8	18,9	29,9	9,8	24,5	32,4	19,7
13	15,6	26,2	7,8	20,3	32,2	10,0	20,3	32,2	10,0	22,2	28,2	18,9
14	15,6	23,0	10,3	20,2	31,5	10,7	20,2	31,5	10,7	19,8	22,0	18,3
15	14,8	24,1	7,6	20,5	30,8	11,4	20,5	30,8	11,4	19,5	22,8	17,9
16	14,2	24,2	6,4	21,2	30,4	13,5	21,2	30,4	13,5	19,5	24,1	16,5
17	15,2	24,7	8,5	21,5	32,4	11,8	21,5	32,4	11,8	19,7	26,8	13,8
18	15,9	25,9	8,1	22,4	31,3	11,3	22,4	31,3	11,3	19,9	27,8	12,6
19	16,2	26,4	8,6	22,8	33,1	13,4	22,8	33,1	13,4	19,7	27,9	12,9
20	17,4	28,0	9,9	21,6	26,3	17,2	21,6	26,3	17,2	21,5	29,9	14,7
21	18,4	29,2	10,6	14,7	17,2	12,2	14,7	17,2	12,2	23,4	32,3	15,1
22	17,7	26,8	10,4	16,2	23,9	12,3	16,2	23,9	12,3	23,1	27,5	20,6
23	17,6	27,3	11,0	16,9	24,7	11,7	16,9	24,7	11,7	21,5	29,0	14,9
24	17,7	27,2	9,8	19,2	28,8	14,4	19,2	28,8	14,4	22,5	29,8	14,5
25	17,9	27,9	10,8	21,0	30,2	14,6	21,0	30,2	14,6	24,6	32,0	15,1
26	18,2	25,8	12,3	21,7	30,3	14,9	21,7	30,3	14,9	25,3	31,6	18,1
27	14,6	19,8	9,1	21,5	31,1	13,7	21,5	31,1	13,7	21,9	29,9	16,9
28	9,2	20,0	0,9	23,2	33,4	15,1	23,2	33,4	15,1	22,8	30,1	17,9
29	12,1	26,7	2,3	25,1	34,5	17,4	25,1	34,5	17,4	23,0	29,9	17,0
30	18,2	29,0	10,9	25,4	35,2	17,1	25,4	35,2	17,1	23,3	30,7	18,6
31				17,9	23,7	14,8	17,9	23,7	14,8			
<b>MÉDIA</b>	15,4	24,6	8,5	19,5	28,5	12,5	19,5	28,5	12,5	21,8	29,0	15,8

	°C	°C	°C	°C
<b>Temperatura máxima</b>	14,4	35,2	17,4	20,6
<b>Temperatura máxima</b>	0,9	17,2	1,6	11,0
<b>Temperatura mínima</b>	25,4	17,4	25,3	0,0
<b>Temperatura mínima</b>	9,4	1,6	17,3	0,0
<b>Amplitude mensal</b>	5,0	33,6	0,0	20,6
<b>Amplitude mensal</b>	-24,5	-0,2	-23,7	11,0
<b>Média</b>	29,2	25,4	35,2	33,0
<b>Média</b>	12,9	9,4	17,2	22,0