



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR**



**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM  
DOIS LAGOS DE PESQUEIRO NO SEMIÁRIDO CEARENSE**

**MARIA IRISMÃ LIBÓRIO GÓES**

**CRATO – CE**

**2015**

**MARIA IRISMÃ LIBÓRIO GÓES**

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM  
DOIS LAGOS DE PESQUEIRO NO SEMIÁRIDO CEARENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.

Área de concentração: Biodiversidade

**Orientadora:** Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda

**CRATO – CE**

**2015**

Góes, Maria Irismã Libório.  
G598c Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica em dois lagos de  
pesqueiro no Semiárido Cearense/ Maria Irismã Libório Góes. – Crato-CE, 2015  
78p; il.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção  
Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA. Área de concentração:  
Biodiversidade

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda

1. Fitoplâncton; 2. Cyanobacteria; 3. Pesque-pague;
4. Semiárido Cearense; I. Título;

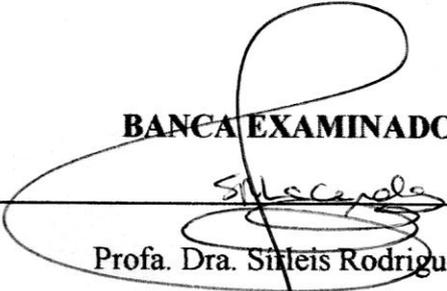
CDD: 589.4

**MARIA IRISMÃ LIBÓRIO GÓES**

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM  
DOIS LAGOS DE PESQUEIRO NO SEMIÁRIDO CEARENSE**

Dissertação apresentada e aprovada pela banca examinadora em 13/01/2015

**BANCA EXAMINADORA**

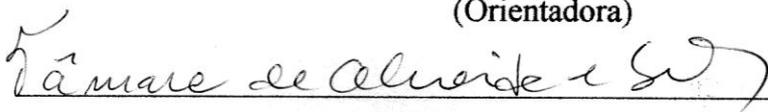


---

Prof. Dra. Silkeis Rodrigues Lacerda

Universidade Regional do Cariri – URCA

(Orientadora)

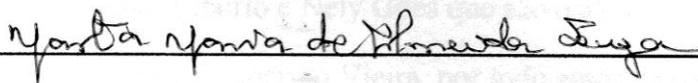


---

Prof. Dra. Tâmara de Almeida e Silva

Universidade do Estado da Bahia – UNEB

(Membro avaliador)

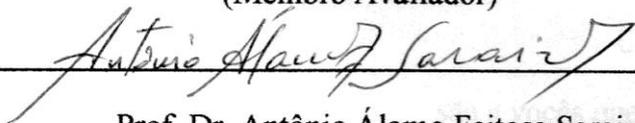


---

Prof. Dra. Marta Maria de Almeida Souza

Universidade Regional do Cariri – URCA

(Membro Avaliador)



---

Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva

Universidade Regional do Cariri – URCA

(Membro Suplente)

Aos meus pais Geraldo Libório e Nely Góes que são o alicerce para mais uma  
vitória;

Ao meu esposo Francisco Vieira, por todo amor, dedicação e compreensão;

Às minhas filhas Mariane Libório e Bárbara Libório, pelo amor incomensurável.

Com todo o meu amor,  
são a vocês que dedico este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

“Existem situações que nem sempre é possível demonstrar o quão grande é a gratidão que sentimos por aqueles que em nossa vida contribuem para a realização de um sonho como este”. Não obstante, agradeço:

A Deus, pelo dom da vida e pelos atributos necessários para enfrentar os obstáculos que me foram proporcionados ao longo de toda a trajetória até o momento vivido.

À Professora Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda, por me aceitar como orientanda, por despertar em mim o interesse pelas microalgas. Obrigada pela orientação, pela confiança no desenvolvimento e conclusão deste trabalho. E pela oportunidade e colaboração na realização de um dos meus grandes sonhos, o mestrado!

À professora Dra. Marta Almeida por não me deixar desistir de um grande sonho e pelas valiosas sugestões na banca de qualificação.

À professora Dra. Andréa Tucci, da seção de Ficologia do Instituto de Botânica São Paulo, por me receber com carinho, pelos ensinamentos sobre taxonomia e ecologia das microalgas, pela oportunidade, orientações, o acesso a sua biblioteca particular, e acima de tudo por suas palavras amigas em momentos vividos tão distantes de minha família (foram 42 dias), seu apoio foi incalculável. Obrigada.

À professora Dra. Célia Leite Sant’Anna pela sua atenção e momentos de descontração nas dependências do Instituto de Botânica- Ibt São Paulo.

À professora Imeuda Furtado por sua participação e colaboração na minha qualificação.

À Karla Jaqueline pela convivência desde que tive acesso ao Laboratório de Botânica URCA, em especial por sua amizade, pelo apoio, principalmente nos momentos mais difíceis que foi a estadia no Instituto de Botânica SP, obrigada por me entender. Obrigada pela participação real do processo de construção e conclusão deste trabalho, pela “co-orientação.” Sempre disponível a ajudar, serei eternamente grata. Ah, e as imensas planilhas...

À Anne Jussara em especial por sua amizade, por sempre está disponível, por colaborar com a construção e finalização deste trabalho e por dividir momentos de alegria e desespero, sempre com esse seu jeito pacato, pela “co-orientação” muito obrigada.

Ao proprietário do Pesque-pague Sr. Samuel Lôbo, pela autorização e aos funcionários pela colaboração com as coletas.

Aos professores Dra. Tâmara de Almeida e Silva, Dra. Marta Maria de Almeida Souza e Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva por aceitar participar da Banca Examinadora, pela disponibilidade em contribuir para o aprimoramento deste trabalho.

A todos que fazem o Laboratório de Botânica: Karla Jaqueline Nascimento, Anne Rangel, Renato Juciano, Hildete Rodrigues, Cihelio Amorim, Angélica Rodrigues, Paulo Costa, Adjuto Júnior, Karla Karen, Liana Oliveira, Emanuelle Eufrásio, Fátima Silva, Bianca Vilar, Maria de Oliveira, Jéssica Pereira às doutorandas Daiany Ribeiro, Delmacia Gonçalves e inclusive os que já passaram, mas que deixaram suas contribuições: Claudiana Nunes, Felismária Medeiros, Talita Campos, Julimery Gonçalves, às mestres Elaine Oliveira, Marília Muryel, Samara Feitosa, Andréa Sampaio, Fernanda Cavalcante e as doutorandas Simone Oliveira, Joemília Macêdo e Soraya Macêdo. Obrigada pelos momentos de estudos, troca de experiências, brincadeiras, desabafos e pelo apoio que cada um no seu íntimo conhece. Muito obrigada.

Ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Bioprospecção Molecular, às secretárias, Andeciele Rolim por suas palavras de otimismo, astral contagiante e Lenira Pereira por sua serenidade em momentos turbulentos.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo por permitir acesso nas suas dependências, disponibilizar equipamentos. Aos funcionários, pesquisadores, pela receptividade, em especial à doutora Edna Rosini e o pós- doutorando João Osti pela colaboração na identificação taxonômica e captura de imagens.

À Krisna (Cearense) e Ana Margarita (Colombiana) pela receptividade e carinho que fui acolhida no alojamento do Ibt/SP.

vi

A todos que participaram das coletas especialmente, Tânia Lopes do Laboatório de Limnologia, presente em todas, sempre com sua “maleta de sondas”.

Aos colegas e amigos de trabalho que sempre tiveram na torcida: Adália Alencar, Solange Ferreira, Loiola Mesquita, Adauto dos Santos, Penha Lima, Rigoberto Cunha, Rita Feitosa, Sibéria Menezes e em especial Yedda Lôbo pela amizade, incentivo e por entender minha ausência em um momento tão especial e delicado que está vivendo.

À Secretaria de Educação do Estado do Ceará SEDUC pela concessão do meu afastamento.

À Maria Rodrigues, por cuidar das minhas filhas com todo carinho, principalmente nos momentos que estive distante.

Aos meus pais Geraldo Libório e Nely Góes por serem verdadeiros exemplos de vida. Por todo amor e carinho. Pelas oportunidades que me proporcionaram, pelo incentivo e confiança. Aos meus irmãos pela amizade, torcida e colaboração.

Ao meu esposo Francisco Vieira por todo amor, companheirismo, dedicação, por todo apoio, principalmente nos momentos que precisei ficar tão distante, por cuidar das nossas princesas, pelo incentivo desde a seleção, até a conclusão deste trabalho. Essa vitória é nossa!

Às minhas filhas Mariane Libório e Bárbara Libório, obrigada pelo carinho, pela torcida, desculpem-me pela ausência. Amo vocês!

Por fim a todos que não foram citados, mas que, direta ou indiretamente contribuíram e torceram pelo sucesso e conclusão deste trabalho.

<b>Figura 1.</b> Distribuição dos trabalhos sobre fitoplâncton em pesqueiros nas Regiões Brasileiras de 2001 a 2014.....	23
<b>Figura 2.</b> Localização do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE.....	29
<b>Figura 3.</b> Desenho dos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE (Desenho de José Valdo de Sousa).....	30
<b>Figura 4.</b> Entrada de água para abastecimento dos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE.....	31
<b>Figura 5.</b> Variação da precipitação (mm) e temperatura do ar(°C) no período de ago./13 a abr./14.....	39
<b>Figura 6.</b> Variação de temperatura da água nos lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.....	41
<b>Figura 7.</b> Valores de transparência e zona eufótica (m) nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.....	42
<b>Figura 8.</b> Variação do pH nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.....	43
<b>Figura 9.</b> Variação da condutividade elétrica nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.....	44
<b>Figura 10.</b> Variação do oxigênio dissolvido nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE, no período de ago./13 a abr./14.....	45
<b>Figura 11.</b> Distribuição dos táxons (%) em função das classes nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.....	48
<b>Figura 12.</b> Variação da densidade de fitoplâncton nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.....	50
<b>Figura 13.</b> Densidade das classes nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período seco e chuvoso.....	51
<b>Figura 14.</b> Densidade de Cyanobacteria nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE, no período de ago./13 a abr./14.....	53
<b>Figura 15.</b> Variação do índice de riqueza dos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.....	viii
<b>Figura 16.</b> Variação dos índices de diversidade e equitabilidade nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE, no período de ago./13 a abr./14.....	62
<b>Figura 17.</b> Variação dos índices de diversidade e dominância nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE, no período de ago./13 a abr./14.....	63



**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Morfometria dos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE, no período de ago./13 a abr./14 .....	29
<b>Tabela 2.</b> Valores das variáveis físicas e químicas dos Lagos, do Pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14. ....	40
<b>Tabela 3.</b> Táxons fitoplanctônicos registrados nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14. ....	46
<b>Tabela 4.</b> Número de espécies das diferentes classes fitoplanctônicas, comuns e exclusivas dos lagos no período de agosto/13 a abril./14 .....	48
<b>Tabela 5.</b> Espécies descritoras identificadas nos lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos no período de ago./13 a abr./14. ....	54
<b>Tabela 6.</b> Lista e frequência de ocorrência dos táxons fitoplanctônicos registrados nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE no período de ago./13 a abr./14. ....	58
<b>Tabela 7.</b> Valores de Riqueza, diversidade ( $H'$ ), equitabilidade ( $J'$ ) e dominância ( $DS'$ ) dos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos no período de ago./13 a abr./14 .....	61

## RESUMO

Nos sistemas aquaculturais esportivos do tipo pesque-pague, encontram-se representantes de diversos grupos de seres vivos, dentre estes o fitoplâncton, que representam principal fonte de oxigênio para o meio aquático. Assim, objetivou-se determinar a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica de dois lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE, em diferentes períodos sazonais (seco e chuvoso). As amostras foram coletadas mensalmente de agosto/13 a abril/14. Para o estudo da composição do fitoplâncton foram realizados arrastos horizontais com rede de plâncton (20µm) e para a densidade utilizada garrafa de van Dorn na subsuperfície dos lagos, as amostras foram fixadas com formol neutro a 4% e lugol, respectivamente. Para análise qualitativa foi utilizado microscópio fotônico, Zeiss axioplan 2 e a quantitativa seguiu-se o método de Utermöhl, usando microscópio invertido Zeiss Axiovert 25. Foram determinadas, riqueza, densidade, espécies dominantes, abundantes, descritoras e os índices de diversidade, equitabilidade e dominância. E para análise das variáveis físico-químicas utilizou-se garrafa de van Dorn e sonda HANNA. Para testar a significância entre as densidades do fitoplâncton e as variáveis ambientais utilizou-se respectivamente o teste T, Kruskal-Wallis e a correlação de Pearson. Foram Identificados 113 táxons, distribuídos em oito classes taxonômicas: Cyanobacteria/Cyanophyceae (16), Chlorophyceae (59), Bacillariophyceae (6), Cryptophyceae (2), Euglenophyceae (17), Dinophyceae (2), Xanthophyceae (4) e Zygnemaphyceae (7). A maior riqueza de espécies foi das Chlorophyceae, enquanto que, as maiores densidades foram das Cyanobacteria, seguida de Chlorophyceae nos dois períodos. Oito espécies apresentaram-se como muito frequentes, 18 frequentes, 61 pouco frequentes e 26 raras. A comunidade fitoplanctônica apresentou alta diversidade, principalmente no L1 (89%), e em L2 apenas 45% e estiveram uniformemente distribuídas. As espécies descritoras e formadoras de florações foram: *Geitlerinema amphibium* (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis, *Romeria* sp., Filamentosa não identificada (Cyanobacteria) e *Scenedesmus* sp.2 (Chlorophyceae), características de ambientes eutróficos. Os parâmetros físico-químicos e climatológicos não influenciaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica, mas provavelmente o manejo, não foi observada correlação significativa ( $p > 0,05$ ). De maneira geral, o pH e o índice de densidade de Cyanobacteria verificados nos lagos, estão de acordo com os padrões de qualidade da água destinado à aquicultura e pesca, estabelecidos pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA 357.

**Palavras-chave:** Fitoplâncton, Cyanobacteria, Pesque-pague.

## ABSTRACT

In aquacultural sports systems of fish-pay type, are representatives of various animal groups that of these the phytoplankton, which represent the main source of oxygen to water. The objective was to determine the composition and structure of the phytoplankton community of the two Lakes of the fee-fishin Quinta dos Lobos, Crato / CE, in different seasonal periods (dry and wet). Samples were collected monthly from August / 13 to April / 14, for the study of phytoplankton composition were performed horizontal hauls with a plankton net (20µm) and the density used van Dorn bottle of the subsurface lakes, fixed with neutral formalin 4% and lugol respectively. For qualitative analysis was performed using photon microscope, Zeiss Axioplan 2 and followed by the quantitative Utermöhl method using Zeiss Axiovert 25 inverted microscope. Were determined, wealth, density and dominant, abundant and descriptors species, diversity index, evenness and dominance. And for analysis of physical and chemical variables was used bottle of van Dorn and HANNA probe. To test the significance between phytoplankton densities and environmental variables was used respectively the T test, Kruskal-Wallis and Pearson correlation. Identified were 113 taxa, distributed in eight taxonomic classes: Cyanobacteria / cyanobacteria (16), Chlorophyceae (59), Bacillariophyceae (6), Cryptophyceae (2), Euglenophyceae (17), Dinophyceae (2), Xanthophyceae (4) and Zygnemaphyceae (7). The highest species richness was the Chlorophyceae, while the highest densities of Cyanobacteria were followed by Chlorophyceae in both periods. Eight species were presented as very common, frequent 18, 61 and 26 rare uncommon. The phytoplankton community showed high diversity, especially in L1 (89%), and L2 only 45% and were evenly distributed. The phytoplankton community showed high diversity, especially the L1 (89%), the L2 and only 45% were evenly distributed. The descriptors and forming species blooms were: *Geitlerinema amphibium* (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis, *Romeria* sp., Filamentous unidentified (Cyanobacteria) e *Scenedesmus* sp.2 (Chlorophyceae), characteristics of eutrophic environments. The physical, chemical and climatological parameters do not seem to have influenced the structure of the phytoplankton community, but probably the management. There was no significant correlation ( $P > 0,05$ ). In general, the pH and the Cyanobacteria density index recorded in lakes, are in accordance with the water quality standards for the aquaculture and fisheries, established by resolution of the National Environment Council – CONAMA 357.

**Keywords:** Phytoplankton, Cyanobacteria, Fee-fishing.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	IV
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	VII
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	IX
<b>RESUMO</b> .....	X
<b>ABSTRACT</b> .....	XI
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	17
2.1 Geral.....	17
2.2 Específicos.....	17
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	18
3.1 Aquicultura e fitoplâncton.....	18
3.2 Estudo da qualidade da água em pesqueiros no Brasil.....	18
3.2 Estudos da comunidade fitoplanctônica em pesqueiros no Brasil.....	22
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	28
4.1 Caracterização e localização da área de estudo.....	28
4.2 Periodicidade de amostragens.....	32
4.3 Variáveis climatológicas.....	32
4.3.1 Precipitação (mm).....	32
4.3.2 Temperatura do ar (°C).....	32
4.4 Coleta e métodos de análise físico-químicos da água.....	32
4.5 Coleta e análise do fitoplâncton.....	33
4.5.1 Análise qualitativa.....	33
4.5.2 Análise quantitativa (Fitoplâncton total).....	34
4.5.3 Estrutura da Comunidade Fitoplanctônica.....	35
4.5.4 Riqueza.....	35
4.5.5 Espécies Descritoras da Comunidade.....	35
4.5.6 Espécies dominantes e abundantes.....	35
4.5.7 Frequência de ocorrência.....	35
4.5.8 Índice de diversidade (H') (bits.ind <sup>-1</sup> / bits.mm <sup>3</sup> ).....	36

4.5.9 Índice de equitabilidade ( $J'$ ).....	36
4.5.10 Índice de dominância ( $DS'$ ).....	37
4.6 Resolução do CONAMA nº 357 de 17/03/2005.....	37
4.7 Análise estatística.....	37
4.8 Normatização.....	38
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
5.1 Variáveis climáticas.....	39
5.2 Variáveis físicas e químicas.....	39
5.3 Composição da comunidade fitoplanctônica.....	45
5.4 Densidade total do fitoplâncton.....	49
5.6 Frequência de ocorrência.....	57
5.7 Índices de diversidade, equitabilidade e dominância.....	61
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No transcorrer de toda a história da humanidade, o desenvolvimento econômico e a diversificação da sociedade resultaram em usos múltiplos e variados dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Não só o aumento populacional e a aceleração da economia ampliam os diversos usos da água, mas também o desenvolvimento cultural faz com que outras necessidades sejam congregadas resultando em impactos mais severos e complexos nos ecossistemas aquáticos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

Atividades aquícolas dependem quali-quantitativamente da água. Deste modo, como em outras atividades econômicas, a aquicultura é prejudicada com a poluição dos mananciais, com a ocupação desordenada e todas as ações humanas impactantes sobre os corpos hídricos. Porém, o desenvolvimento desta atividade produtiva apresenta riscos de deteriorar a condição da água podendo contribuir com o declínio da qualidade ambiental, social e econômica (TIAGO; GIANESELLA, 2003).

Para o manejo da qualidade da água de pesqueiros o mínimo necessário envolve o conhecimento e o monitoramento da temperatura, cor e transparência, pH, alcalinidade, amônia total e oxigênio dissolvido (ROJAS; SANCHES, 2006).

Os sistemas aquaculturais esportivos podem ser do tipo pesque e pague, pague e pesque ou pesque e solte e, genericamente podem ser denominados pesqueiros (ROJAS; SANCHES, 2006). Esse sistema de atividade de lazer e empreendedorismo é uma modalidade de pesca esportiva que está concentrada próxima aos centros urbanos, não só para atender aos sistemas de comercialização de peixes, como também para atender a busca por serviços de lazer em ambientes naturais e aos usos alternativos e múltiplos de corpos d'água (MERCANTE et al., 2011). São lagos artificiais ou naturais, onde os alevinos são criados com ração para que seu desenvolvimento seja rápido e o ganho de peso dos animais ocorra em curto tempo (PANDOLPHO et al., 2013).

Os ecossistemas aquáticos constituem uma importante matriz biológica, onde se encontram representantes de diversos grupos de seres vivos, dentre estes o fitoplâncton, que apresenta fundamental importância na manutenção da vida aquática, pois são organismos capazes de converter energia luminosa em energia química (CARRARO, 2009). O fitoplâncton é constituído por organismos microscópicos que flutuam livremente na massa d'água sendo composto por algas e cianobactérias. Tem papel fundamental em qualquer ambiente aquático, pois são organismos clorofilados e, portanto, produtores primários constituintes da base de toda cadeia alimentar. Representam a principal fonte de

oxigênio para o meio aquático, sem o qual é impossível a sobrevivência de qualquer forma de vida animal (SANT'ANNA; GENTIL; SILVA, 2006).

No fitoplâncton podem-se encontrar diferentes grupos de organismos. De acordo com Esteves (2011), nos ambientes de água doce, esses principais grupos são: Cyanophyta (Cyanobacteria), Chlorophyta, Charophyta, Euglenophyta, Heterokontas (incluem as diatomáceas, crisofíceas e xantofíceas), Chryptophyta e Dinoflagelados. Conhecer os componentes do fitoplâncton, sua frequência e a relação com os processos físico-químicos ocorrentes no meio, traduz-se no conhecimento da biodiversidade e do ecossistema que ali se desenvolve (SILVEIRA- JÚNIOR et al., 2015).

A proliferação de algas e cianobactérias acontecem na maioria dos casos, devido ao enriquecimento artificial por nutrientes, principalmente fosfatados e nitrogenados. Para Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011), a eutrofização natural é resultado da descarga normal de Nitrogênio (N) e Fósforo (P), nos sistemas aquáticos e a eutrofização “cultural” é proveniente dos despejos de esgotos domésticos e industriais e da descarga de fertilizantes aplicados na agricultura.

A elevada densidade expressa por algumas espécies algais é conhecida como florações que consistem em uma rápida resposta da comunidade fitoplanctônica (principalmente das cianobactérias) à eutrofização, condição que causa um crescimento excessivo deste grupo e a diminuição da diversidade das demais divisões algais, bem como interferindo na diversidade aquática como um todo. Segundo Sant'Anna, Gentil e Silva (2006) este fato sempre acarreta sérios desequilíbrios ecológicos e de saúde pública.

As florações de cianobactérias têm geralmente consequências visíveis e danosas para os organismos e o meio ambiente, pois, alteram o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, criam um biofilme superficial de cor verde, modificando a transparência da água e conduzindo a desoxigenação de lagos e rios. Além disso, liberam substâncias que produzem gosto e odor desagradáveis, afetam a potabilidade dos reservatórios de uso humano e até mesmo em áreas recreacionais, comprometendo a qualidade da água (BRANDÃO; DOMINGOS, 2006).

Além do exposto, várias espécies de cianobactérias que formam florações, são produtoras de toxinas chamadas cianotoxinas (CALIJURI; ALVES; SANTOS, 2006). Estas são consideradas endotoxinas pertencentes a três classes químicas distintas: peptídeos cíclicos, alcalóides e lipopolissacarídeos, que de acordo com sua ação farmacológica são caracterizadas como hepatotoxinas, neurotoxinas e dermatotoxinas (SIVONEM; JONES, 1999).

Apesar da importância do fitoplâncton para a piscicultura, no Brasil, em geral, estudos sobre as microalgas em viveiros são raros e praticamente nada se sabe sobre os grupos dominantes, espécies tóxicas e florações (SANT'ANNA; GENTIL; SILVA, 2006, COSTA et al., 2014). Porém, estudos têm mostrado que a análise do fitoplâncton é fundamental para o monitoramento biológico de sistemas aquáticos (MOURA et al., 2006; RODRIGUES; SANT'ANNA; TUCCI, 2010, MERCANTE et al., 2011), e que a composição taxonômica e a diversidade dessa comunidade são utilizadas para avaliar a saúde do ambiente e inferir prováveis causas de danos ecológicos (GENTIL; TUCCI; SANT'ANNA, 2008; SILVA; COSTA; GUEDES, 2011).

Desta forma, com a escassez de informações e a grande importância do fitoplâncton para os viveiros, o presente estudo visa contribuir com o conhecimento da diversidade e estrutura da comunidade fitoplanctônica nestes ambientes.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Determinar a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica de dois Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE, em diferentes períodos (seco e chuvoso) visando contribuir com o conhecimento acerca desses organismos.

### **2.2 Específicos**

- Identificar quali-quantitativamente a comunidade fitoplanctônica;
- Analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica, riqueza das espécies, abundância relativa, frequência de ocorrência, dominância, diversidade e equitabilidade;
- Verificar a influência das variáveis climatológicas, físicas e químicas sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica nos diferentes períodos de estudo;
- Avaliar a qualidade da água, com base nos parâmetros de densidade de cianobactérias, oxigênio e pH em dois Lagos do pesque-pague de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357 de 2005.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Aquicultura e o fitoplâncton**

A aquicultura engloba toda atividade que tem como objetivo a produção, crescimento e comercialização de organismos aquáticos. Os principais grupos de cultivo são: plantas aquáticas, algas, peixes, crustáceos e moluscos (SETO, 2007). Nesta atividade a presença do fitoplâncton é condição básica para a manutenção da vida aquática, dada sua capacidade de sintetizar compostos orgânicos (ALBANEZ; MATOS, 2007).

A comunidade fitoplanctônica é composta por uma gama de organismos pertencentes a diferentes grupos taxonômicos que vivem em suspensão em águas superficiais iluminadas. A maioria é formada por células simples e imóveis, algumas apresentam capacidade de movimentação limitada, podendo alterar sua posição na coluna de água de forma ativa (PROENÇA; FONSECA; PINTO, 2011). São produtores primários e constituem a base de toda cadeia alimentar. Essa comunidade é considerada ainda de fundamental importância na manutenção da qualidade de água em níveis adequados para a criação dos organismos aquáticos, uma vez que interfere diretamente na produção e dinâmica de gases no viveiro, por meio da fotossíntese e respiração (MERCANTE et al. 2011).

Os viveiros de peixes possuem uma comunidade biótica composta por diversos organismos altamente dependentes da qualidade da água e do equilíbrio entre organismos planctônico e meio ambiente, o que torna o monitoramento dos parâmetros limnológicos imprescindível para a produção de peixes (LACHI; SIPAÚBA-TAVARES, 2008).

O sucesso econômico da piscicultura depende da boa manutenção da qualidade da água, sendo que esta qualidade pode ser influenciada por diversos fatores, mas principalmente pela fertilização (orgânica ou inorgânica) e pela administração de ração (ELER et al., 2001, MATSUZAKI, MUCCI; ROCHA, 2004)

#### **3.2 Estudos da qualidade da água em pesqueiros no Brasil**

O termo pesque-pague tem sido usado tanto por órgãos governamentais como na imprensa, para designar um estabelecimento onde se paga pelo direito de pescar (CABIANCA, 2005). Também são considerados mesclados de produção rural, prestação de serviços, comércio e lazer onde seus proprietários necessitam dispor de conhecimentos

técnicos suficientes em relação às estratégias de manejo mais adequadas não só a qualidade da água como também do peixe (ESTEVEZ; FUJII, 2006). De acordo com Kitamura et al. (1999), essa atividade é explorada em lagos artificiais privados especialmente projetados, visando renda alternativa pela venda de pescado e de serviços diversos.

As características físicas e químicas da água são consideradas importantes elementos para avaliar a qualidade do sistema de piscicultura e influenciam diretamente na composição e distribuição do fitoplâncton (SANT'ANNA; GENTIL; SILVA, 2006).

Há poucas informações disponíveis em relação à pesca esportiva no Brasil. Raros são os estudos sobre qualidade da água (MERCANTE et al. 2005) e os poucos encontra-se na Região Sudeste, concentrando-se no Estado de São Paulo. Apenas um trabalho deste cunho foi encontrado para a Região Nordeste, realizado no Ceará (ALENCAR et al., 2011) onde analisaram os parâmetros ambientais e de qualidade da água em um pesque-pague localizado no Clube Recreativo Grangeiro, Crato (CE). Segundo os autores a análise ambiental foi positiva, uma vez que, não foi diagnosticado nenhum impacto significativo na área. Os parâmetros físico-químicos foram condizentes com os valores considerados normais segundo a legislação, exceto a análise do teor de amônia que se apresentou em nível acima do ideal, podendo comprometer a sobrevivência dos peixes.

Nesses ambientes os estudos têm abordado alguns aspectos com ênfase na avaliação ambiental. Kitamura et al. (1999), realizaram uma avaliação econômica e ambiental da pesca esportiva na Bacia do Rio Piracicaba São Paulo, em 18 pesqueiros localizados em nove municípios. E os resultados mostraram uma diversidade de situações, típicas de uma atividade nova e em estruturação, sendo a maioria dos empreendimentos com atividades iniciadas nos anos 90. Em relação à qualidade da água os resultados mostraram que apenas a temperatura e as concentrações de nitrito encontravam-se dentro dos padrões recomendados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA.

O estudo em três pesque-pagues nas imediações do município de Maringá, Paraná, realizado por Fernandes, Gomes e Agostinho (2003) esteve voltado à verificação da presença de espécies exóticas nos cursos d'água adjacentes aos pesque-pague e aos problemas inerentes às atividades dos mesmos. Assim, 1757 peixes analisados foram identificadas 11 espécies das quais duas eram exóticas. Os resultados demonstraram que os proprietários apresentaram pouco preparo para desempenho da atividade e com isso a impossibilidade de evitar o escape de espécies.

O trabalho desenvolvido por Mercante et al. (2004), em 30 pesque-pague da Região Metropolitana de São Paulo (Brasil) avaliaram o processo de eutrofização nos períodos

seco (inverno) e chuvoso (verão) utilizando como ferramenta o índice de estado trófico para obterem respostas sobre a qualidade da água, sendo encontrados elevados valores de nitrogênio e fósforo, e, conseqüentemente, grande eutrofização desses corpos d'água. A análise de variância não mostrou diferenças significativas entre as duas épocas do ano, sugerindo que as estratégias de manejo exercem maior influência sobre a dinâmica dos sistemas do que propriamente as variações sazonais.

Nestes mesmos empreendimentos, Mercante et al. (2005) fizeram uma pesquisa comparativa da influência dos períodos seco e chuvoso na qualidade da água, não encontrando diferenças significativas, sugerindo então o manejo como maior influência na dinâmica dos sistemas do que as variações climáticas.

Dando continuidade aos estudos nos mesmos pesqueiros, Cabianca (2005), caracterizou a composição, a estrutura e a dinâmica da comunidade zooplanctônica e suas relações com as variáveis bióticas e abióticas. Os resultados obtidos evidenciaram que a comunidade destes ambientes foi semelhante em estrutura e composição à de lagos eutróficos.

Avaliando a qualidade da água, Queiroz et al. (2006) analisaram nove pesque-pagues próximos à cidade de Campinas/SP. Realizaram análise físico-química da água e utilizaram questionários sobre o manejo dos lagos, estoque de peixe, taxa de alimentação, características do entorno dos lagos e determinaram que de forma geral os pesque-pagues estudados tiveram um desempenho ambiental favorável, porém com carência no desenvolvimento de ações relacionadas ao manejo.

Estudo sócio-econômico e ambiental envolvendo 24 pesque-pagues foi realizado por Castro et al. (2006), na Bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo. Foram entrevistados os proprietários e os pescadores esportivos e realizada uma análise tipológica dos pesqueiros, os quais se caracterizaram em serviço básico, básico mais opcionais e proprietários com ou sem capacitação. Concluíram que os pesque-pagues surgiram como uma atividade alternativa de renda e lazer, apesar de não ser mais lucrativa como na época da sua implantação. Quanto à qualidade da água os valores das concentrações de nitrogênio e fósforo indicaram a presença de elevada carga orgânica, que contribuiu para a degradação dos corpos d'água do entorno. Constatando ainda a necessidade de um manejo adequado dos lagos dos pesqueiros e da implantação de estação de tratamento da água.

Também relacionado a pesque-pague desta mesma bacia, Esteves e Sant'Anna (2006) realizaram um estudo em 30 pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo.

No mesmo ano, outro estudo foi realizado por Sanches e Graça-Lopes (2006), que analisaram a dinâmica de movimentação de peixes em um sistema de pesque-solte no Estado de São Paulo, do qual o acompanhamento mostrou que a dinâmica de peixes praticada leva à imobilização de capital, põe em risco a segurança sanitária do local e torna a propriedade uma exportadora de poluição via água de despejo. Os resultados indicaram ainda que os critérios para a seleção das espécies e as técnicas de manejo inadequadas conspiravam para a perda de rentabilidade do empreendimento.

Sandre et al. (2008), buscando conhecer aspectos estruturais em três pesque-pagues do Município de Dracena / SP, e sua influência na qualidade da água, realizaram análise físico-química da água e demonstraram que todos os pesqueiros averiguados estavam aptos à criação de peixes tropicais, uma vez que os valores ficaram dentro da faixa tolerável para a sobrevivência dos animais.

Nos mesmos pesque-pagues Sandre et al. (2009), dando continuidade aos estudos, avaliaram a influência dos fatores climáticos durante as estações de verão e inverno nos parâmetros de qualidade da água. A Temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, transparência, alcalinidade e amônia total apresentaram diferenças durante as estações analisadas, no entanto, dependentes das características estruturais de cada propriedade, os pesqueiros oferecem condições adequadas para desempenho e sobrevivência dos peixes.

Em cinco pesque-pagues localizados na região nordeste do Estado de São Paulo, Nunes (2009) avaliou as condições da qualidade da água nos períodos de seca e de chuva, as características e o manejo ambiental desses estabelecimentos. A autora informa ter observado diferentes formas de manejos praticados e a falta de conhecimento técnico por parte dos proprietários e funcionários, acrescentando que a qualidade da água deveria ser monitorada.

Sanches e Lopes (2009) analisaram a dinâmica de cultivo e comercialização de peixes (aquisição, estocagem e venda) em um empreendimento de pesca esportiva do tipo “pesque e solte” no Estado de São Paulo, efetuaram o levantamento dos dados a partir das “comandas de venda” e das notas fiscais de compra de peixes. O acompanhamento mostrou que a dinâmica de movimentação de peixes praticada leva à imobilização de capital, põe em risco a segurança sanitária do viveiro e torna a propriedade fonte de poluição via água de despejo.

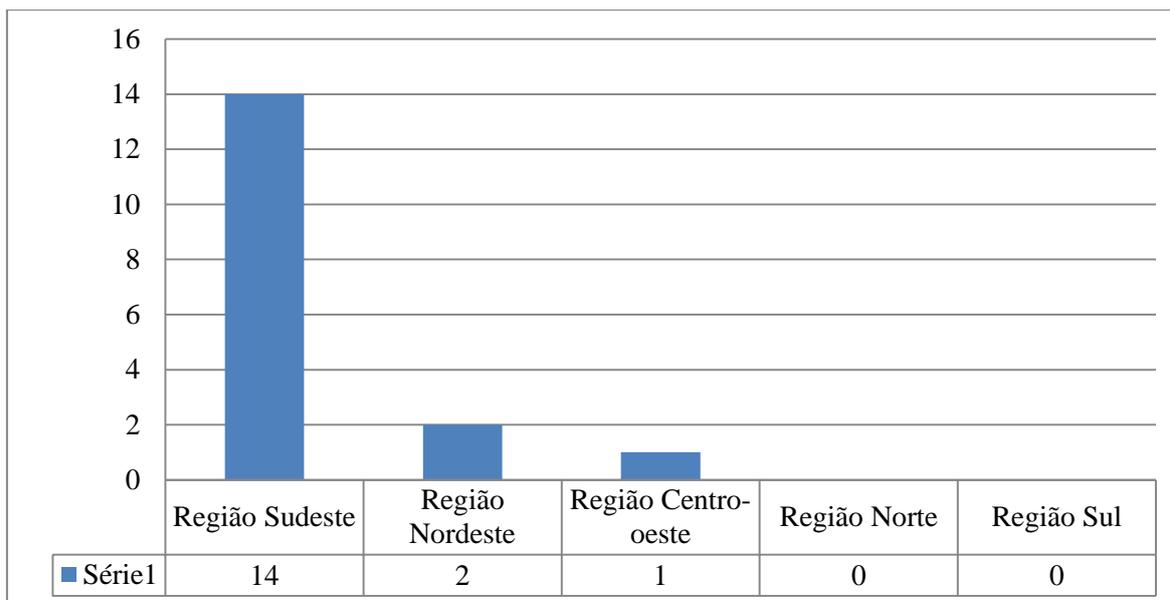
Mercante et al. (2011), estudando a qualidade da água de efluentes de pesqueiros situados na bacia hidrográfica do Alto Tietê, avaliaram as concentrações e cargas de emissão dos efluentes de acordo com os padrões e recomendações da resolução CONAMA

357/2005, empregando também o Índice de Estado Trófico (IET) para caracterizar a qualidade da água lançada no corpo receptor. Os resultados evidenciaram valores fora dos padrões recomendados indicando um processo de degradação da qualidade da água.

Estudo realizado em pesque-pague no município de Corumbataí/ SP compreendeu quatro viveiros de engorda e quatro de pesque-pagues onde Bonazzi (2013) relacionou o manejo das atividades destes sistemas com características limnológicas, bem como caracterizou o impacto provocado na água utilizada nestas atividades e realizou uma avaliação nictemeral nos dois sistemas aquáticos. A autora observou que o diferente manejo empregado aos viveiros tornaram, os de engorda, ambientes mais eutrofizados especialmente no verão. E o ponto que recebia os efluentes dos viveiros apresentou maiores concentrações de nutrientes e concluiu que das variações limnológicas que ocorreram ao longo do dia (temperatura e oxigênio dissolvido) foram mais acentuados.

### **3.2 Estudos da comunidade fitoplânctônica em pesqueiros no Brasil**

Quanto aos estudos sobre fitoplâncton de pesqueiros mesmo com o conhecimento da importância desses organismos para a piscicultura, as pesquisas são escassas. No Brasil, os poucos trabalhos concentram-se no Sudeste do país principalmente no Estado de São Paulo, como os de ELER et al. (2001), MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA (2004), SILVA (2005), SANT'ANNA; GENTIL; SILVA (2006), HONDA et al. (2006), GENTIL (2007), ROSINI (2010), ROSINI; SANT'ANNA; TUCCI ( 2012, 2013a e 2013b) (Figura 1) seguido da Região Nordeste com dois trabalhos no Estado do Ceará (GÓES et al., 2011, 2013) e Centro-Oeste com apenas um no Estado de Goiás (NOGUEIRA; GAMA-JÚNIOR; ALESSANDRO, 2011).



**Figura 1.** Distribuição dos trabalhos sobre fitoplâncton em pesqueiros nas regiões Brasileiras de 2001 a 2014.

Na Região Sudeste no Município de Descalvado/SP Eler et al. (2001), em um pesque-pague associaram a mortandade de peixes a uma floração de cianobactérias, tendo o fitoplâncton apresentado dominância de *Anabaena spiroides* e *Microcystis aeruginosa*, espécies potencialmente tóxicas, fato confirmado com exame histopatológico.

Matsuzaki, Mucci e Rocha (2004) através de uma análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica em um pesque-pague localizado na zona sul da cidade de São Paulo, identificaram 91 táxons distribuídos em oito classes Chlorophyceae (52%), Cyanophyceae (16%), Euglenophyceae (12%), Zygnemaphyceae (10%), Bacillariophyceae (5%), Xanthophyceae (3%), Dinophyceae (1%) e Chrysophyceae (1%). Dentre as espécies de cianofíceas identificadas, destacaram-se *Microcystis panniformis*, *Cylindrospermopsis raciborskii* *Anabaena cf danica* e *Anabaena* sp, que apresentaram maior importância do ponto de vista sanitário devido à produção de toxinas.

Na Região Metropolitana de São Paulo, Silva (2005), considerando que o gênero *Microcystis* (Cyanobacteria) é amplamente distribuído em corpos d'água eutrofizados, que as microcistinas acumulam-se na musculatura do peixe e que as informações sobre estes organismos em ambientes destinados a pesca e lazer são quase inexistentes, buscou conhecer a ocorrência das espécies *Microcystis* em 20 pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, bem como sua relação com os fatores ambientais. A autora registrou a ocorrência de quatro espécies: *M. aeruginosa*, *M. protocystis*, *M. wesenbergii* e *M. panniformis*; porém outras cianobacterias foram registradas com elevadas densidades,

*Aphanocapsa holsatica*, *A. elachista*, *Merismopedia tenuissima* e *Synechococcus* sp. O período chuvoso apresentou maiores densidade, frequência, biomassa e distribuição das espécies de *Microcystis*. A ação antrópica influenciou efetivamente a dinâmica destes sistemas e os parâmetros abióticos poucos variaram nos dois períodos amostrados.

Honda et al. (2006), também em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo realizaram um levantamento das condições sanitárias das águas em relação à presença de cianobactérias utilizando o meio de isolamento em cultura. Pela análise de cultura afirmaram que os pesqueiros apresentaram espécies tóxicas de cianobactérias, principalmente do gênero *Microcystis*, no período de seca, além de microcistinas (cianotoxinas) que ocorreram em 46,7% dos pesqueiros durante o período de chuva. E baseados nos resultados os autores alertaram sobre a ação das cianobactérias e suas toxinas e como o consumo de peixes contaminados por cianotoxinas pode apresentar uma possível via de intoxicação humana.

Ainda no mesmo ano, Sant'Anna, Gentil e Silva. (2006), analisaram a comunidade fitoplanctônica em 30 pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, e observaram que as algas verdes (Chlorophyceae) contribuíram com a maior riqueza de espécies no período seco e chuvoso, seguido pelas algas azuis (Cyanobacteria). Dentre os gêneros de clorófitas mais amplamente distribuídos nos pesqueiros destacaram-se: *Coelastrum*, *Dictyosphaerium*, *Scenedesmus*, *Monoraphidium* e *Pediastrum* e em relação ao segundo grupo mais representativo destacaram as espécies dos gêneros *Aphanocapsa*, *Merismopedia*, *Microcystis* e *Pseudoanabena*. Foi determinada a dominância apenas da classe Cyanobacteria e observado que um único pesqueiro foi exceção à dominância das cianobactérias coloniais, o qual apresentou densa floração e dominância de *Cylindrospermopsis raciborskii*, espécie filamentosa.

Nestes mesmos ambientes, Gentil (2007) objetivou conhecer a estrutura da comunidade fitoplanctônica e suas relações com as variáveis ambientais buscando contribuir com dados para subsidiar o manejo adequado destes pesque-pague tanto do ponto de vista ecológico como sanitário. Registrou 708 táxons distribuídos em nove classes sendo Chlorophyceae (49%) e Cyanobacteria (16%) as mais representativas em relação à riqueza. A autora afirma que a comunidade fitoplanctônica não respondeu à sazonalidade, mas às condições de manejo empregadas nos 30 pesqueiros. E que pode considerar os resultados qualitativos e quantitativos da comunidade fitoplanctônica desses corpos d'água estudados, como boa ferramenta para avaliação do grau de trofia dos sistemas estudados, os quais foram classificados como eutróficos a hipereutrófico.

Em Jaboticabal (SP), Lachi e Sipaúba-Tavares (2008) avaliaram a qualidade da água com base em variáveis limnológicas e a comunidade fitoplanctônica, realizaram estudo em viveiros de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. As autoras concluíram que no viveiro as variáveis ambientais apresentaram-se com cargas nutricionais, condutividade, sólidos totais solúveis e dureza total elevados influenciando, portanto nas variáveis biológicas como clorofila *a* e fitoplâncton. A classe Zygnematophyceae foi a de maior riqueza em número de indivíduos, contribuindo com 34%, a classe Chlorophyceae, que apresentou o maior número de gêneros, teve uma representatividade de 33% sobre o total de indivíduos registrados. Enfatizaram que a utilização deste viveiro para fins de irrigação deve ser reavaliada, em razão das condições eutróficas da água, presença de cianobactérias potencialmente tóxicas e do manejo empregado.

Prosseguindo os estudos em Jaboticabal (SP), Millan (2009) avaliou as variações da comunidade planctônica em um pesque-pague durante os períodos de seca e chuva. Quanto ao fitoplâncton 52 espécies foram identificadas e distribuídas em: Cyanobacteria (8 spp.), Chlorophyceae (16 spp.), Oedogoniophyceae (1sp.), Zygnematophyceae (9 spp.), Dinophyceae (1sp.), Euglenophyceae (2 spp.), Bacillariophyceae (14 spp.) e Chrysophyceae (1sp.). Em ambos os períodos, Chlorophyceae foi a classe mais representativa, principalmente nos tanques, com maior riqueza de espécies. O autor concluiu que o ecossistema estudado sofreu influência tanto de manejo quanto da variação sazonal.

Rosini (2010), na Região Metropolitana de São Paulo realizou um levantamento da biodiversidade fitoplanctônica em dez pesqueiros, identificou 145 táxons, distribuídos em nove classes, 20 ordens, 35 famílias, 73 gêneros, 144 espécies, 16 variedades e três formas taxonômicas. A classe com maior riqueza específica foi Chlorophyceae com 64 táxons (44%), seguida por Bacillariophyceae com 24 táxons (17%), Cyanobacteria com 23 táxons (16%), Zygnematophyceae com 13 táxons (9%), Euglenophyceae com 11 táxons (8%), Coscinodiscophyceae com quatro táxons (3%), Xanthophyceae três táxons (2%), Fragilariophyceae com dois táxons (1,5%) e Dinophyceae com um táxon (0,5%). Dos gêneros de cianobactérias tóxicas *Microcystis*, *Radiocystis*, *Planktothrix*, *Anabaena* e *Cylindrospermopsis*, todos foram registrados em pelo menos um dos pesqueiros avaliados.

Rosini, Sant'Anna e Tucci (2012) nos dez pesqueiros na Região Metropolitana de São Paulo, realizaram um levantamento das Chlorococcales, Chlorophyceae. Foram identificados 38 táxons, distribuídos em oito famílias, 19 gêneros e quatro variedades que

não as típicas das espécies. Dos táxons identificados, 19 apresentaram frequência de ocorrência entre 30-55%, indicando melhor distribuição dessas espécies entre os pesqueiros estudados, confirmando com as informações da literatura, que discutem que várias espécies de Chlorococcales, Chlorophyceae são bem distribuídas entre os diferentes sistemas aquáticos brasileiros.

Nesses mesmos ecossistemas, Rosini, Sant'Anna e Tucci (2013a) avaliaram a biodiversidade das Cianobactérias. Foram identificadas 23 espécies pertencentes a cinco ordens, sete famílias e 15 gêneros. Synechococcales foi a ordem com maior riqueza de espécies (8), seguida por Chroococcales (6), Pseudanabaenales (5), Oscillatoriales (2) e Nostocales (2). Os gêneros mais representativos foram *Aphanocapsa* Nägeli e *Microcystis* Kützing ex Lemmermann, com cinco e quatro táxons respectivamente. Dos 23 táxons identificados, 22% foram considerados frequentes, 35% pouco frequentes e 43% raros. A espécie *Aphanocapsa annulata* apresentou-se como primeira citação para o Estado de São Paulo.

Ainda nesses dez pesqueiros, Rosini, Sant'Anna e Tucci (2013b) realizaram o levantamento das Scenedesmaceae. Identificaram 26 táxons distribuídos em 10 gêneros, 23 espécies, duas variedades e uma forma taxonômica. Os gêneros *Scenedesmus* e *Desmodesmus* foram os mais bem representados com nove e oito espécies, respectivamente. As espécies *Desmodesmus lefevrei* (Deflandre) An, Friedl e Hegewald, *Dicloster acuatatus* Jao, Wei e Hu e *Scenedesmus baculiformis* Chodat foram citados pela primeira vez para o Estado de São Paulo.

Em Minas Gerais, Pandolpho et al. (2013) em seis municípios da região dos Inconfidentes avaliaram a qualidade das águas de tanques de pesque-pagues por meio do monitoramento das cianobactérias. Além das populações de Chlorophyta, cinco gêneros de cianobactérias foram encontrados nos tanques, *Phormidium* sp., *Geitlerinema* sp., *Anabaena* sp., *Nostoc* sp. e *Microcystis aeruginosa*, todos com potencial para produção de cianotoxinas. Foram realizados ensaios de toxicidade administrando por via oral extratos brutos de *Microcystis* e *Phormidium* em camundongos, os resultados mostraram que as *Microcystis* obtidas nos pesque-pagues produziam cianotoxinas enquanto o gênero *Phormidium* não produziu ou a dose utilizada no ensaio foi insuficiente para obtenção da resposta toxicológica.

No Estado do Rio de Janeiro, Costa et al. (2014) avaliaram a qualidade da água em 30 sistemas de piscicultura (utilizados para criação, engorda e pesca recreativa). Os mesmos variaram de eutrófico a hipereutrófico com alta biomassa de cianobactérias. As

espécies mais abundantes foram *Aphanocapsa delicatissima*, *A. incerta*, *A. elachista*, *Chroococcus* cf. *dispersus*, *C. minimus*, *Geitlerinema amphibium*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis aeruginosa*, *Pannus mycrocystiformis*, *Planktolyngbya circumcreta* e *Pseudanabaena* cf. *acicularis*. Nenhum dos sistemas apresentou todas as variáveis de qualidade da água dentro dos limites aceitas para sistemas destinados a cultivo de peixes, de acordo com a legislação Brasileira (CONAMA).

Na Região Nordeste os primeiros estudos sobre fitoplâncton em pesqueiros tiveram início no Ceará, por Góes et al. (2011) onde determinaram a ocorrência de clorofíceas em um lago de pesque-pague, localizado no Clube Recreativo Grangeiro na cidade de Crato. Identificaram 10 táxons da divisão Chlorophyta, sendo a família Desmidiaceae com maior contribuição e melhor representada pelo gênero *Staurastrum*, e as espécies *Coelastrum* sp. e *Kirchneriella* sp. destacadas como muito frequentes. Relataram que o lago estudado apresentou condições favoráveis para crescimento de algas, principalmente de clorofíceas.

Dando continuidade aos estudos, no Ceará, Góes et al. (2013) buscaram conhecer a diversidade de algas planctônicas e sua relação com a qualidade da água em um pesqueiro no Município do Crato (CE). Identificaram 98 táxons distribuídos em cinco divisões: Chlorophyta que contribuiu com 62% do total de táxons ocorrentes, seguida de Euglenophyta (17%), Cyanobacteria (10%), Bacillariophyta (8%) e Dinophyta (3%). A comunidade apresentou índices de baixa diversidade (45%) e média (33%). Informações levantadas demonstraram que a característica mais marcante do pesqueiro foi a manutenção de águas de meso a eutróficas, e que o grau de trofia não impossibilitou a riqueza de espécies.

Na Região Cento-Oeste, Nogueira, Gama Júnior e Alessandro (2011) inventariaram as espécies de cianobactérias planctônicas ocorrentes em um pesqueiro na área Municipal de Goiânia (Goiás). Foram registrados 31 táxons de cianobactérias pertencentes aos gêneros *Dolichospermum* (cinco spp.), *Aphanocapsa* (quatro spp.), *Microcystis* (três spp.), *Pseudanabaena* (três spp.), *Radiocystis* (duas spp.), *Oscillatoria* (duas spp.), *Bacularia*, *Coelosphaerium*, *Cylindrospermopsis*, *Geitlerinema*, *Glaucospira*, *Limnothrix*, *Pannus*, *Phormidium*, *Planktolyngbya*, *Planktothrix*, *Sphaerocavum* e *Synechocystis*, todos esses últimos com uma espécie cada. Os autores esclareceram que dessas espécies, 13 constam na literatura como potencialmente tóxicas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

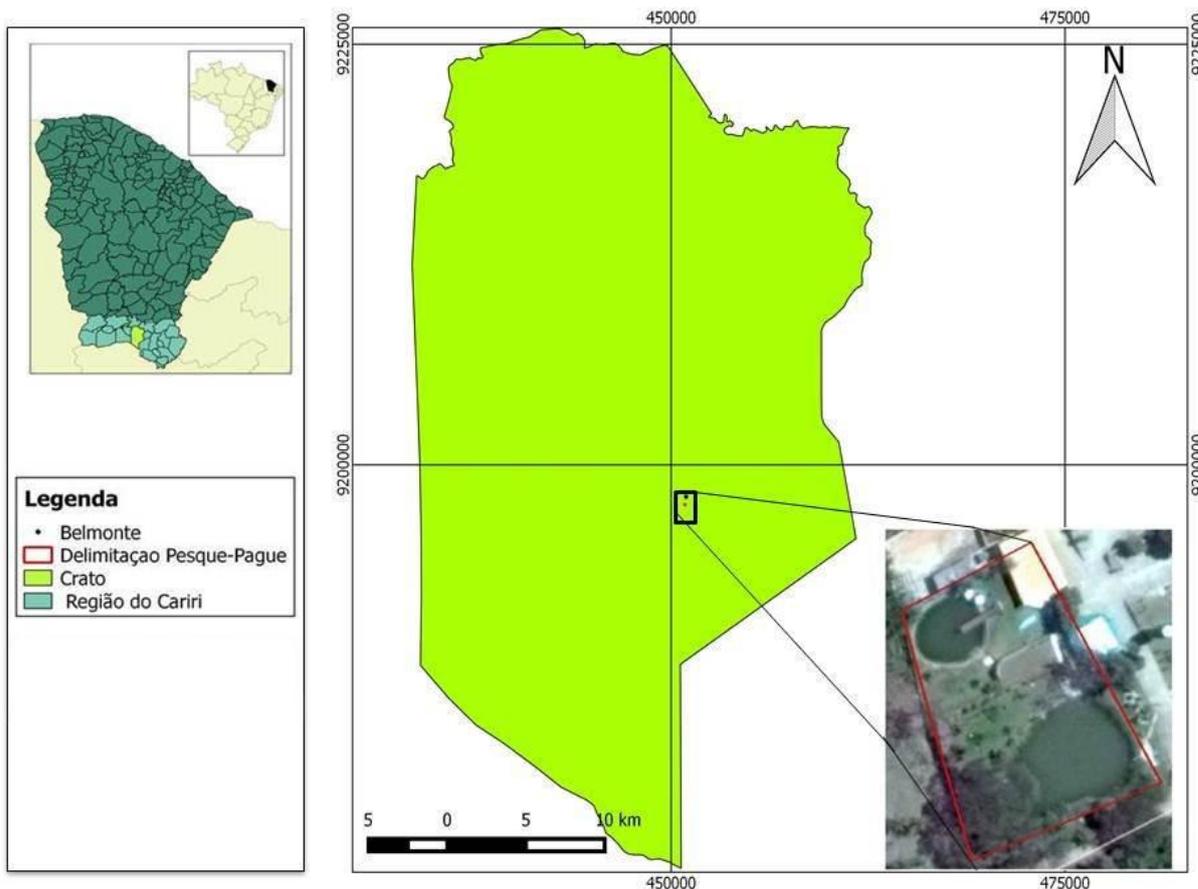
### 4.1 Caracterização e localização da área de estudo

A Região do Cariri, localizada no extremo sul do Estado do Ceará está sobre a maior e mais importante área sedimentar do estado com 12.000 km<sup>2</sup>, denominada Bacia Sedimentar do Araripe. Encravada no meio do semiárido, a região do Cariri é um verdadeiro oásis no sertão, isso se deve a uma rica floresta densa e úmida no topo da Chapada do Araripe. Devido à porosidade da rocha na sua formação superior, as águas das chuvas são absorvidas no planalto da floresta e retidas no subsolo, ressurgindo sob forma de fontes de águas cristalinas na área de encosta da chapada (LUCENA et al., 2012).

O Município do Crato está inserido na Região do Cariri a uma distância de 504,4 Km da capital Fortaleza/CE. O clima é Tropical Quente Semiárido Brando e Tropical Quente Sub-úmido. As chuvas são mais frequentes nos meses de janeiro a maio e de acordo com a média histórica as maiores intensidades nos meses de março e abril, com média pluviométrica anual de 1090,9 mm, temperatura oscilando de 24° a 26°C (IPECE, 2014; FUNCEME, 2014). Apresenta-se com uma paisagem fisiográfica privilegiada e diferente do restante dos municípios cearenses, devido estar encravado na Chapada do Araripe e em virtude das suas especificidades geomorfológicas, geológicas, climáticas e sua formação florestal constituída em sua maior parte por caatinga arbustiva (OLIVEIRA; ABREU, 2010).

O pesque-pague Quinta dos Lobos, onde foi realizada a pesquisa localiza-se no Distrito de Belmonte, Município do Crato, (Figura 2) possui dois lagos L1 e L2 situados a 628 e 622 m de altitude respectivamente e que distam 25,5 m.

- Lago 1 ou L 1: (7° 15' 30" S e 39° 26' 42" W)
- Lago 2 ou L 2: (7° 15' 31" S e 39° 26' 41" W)

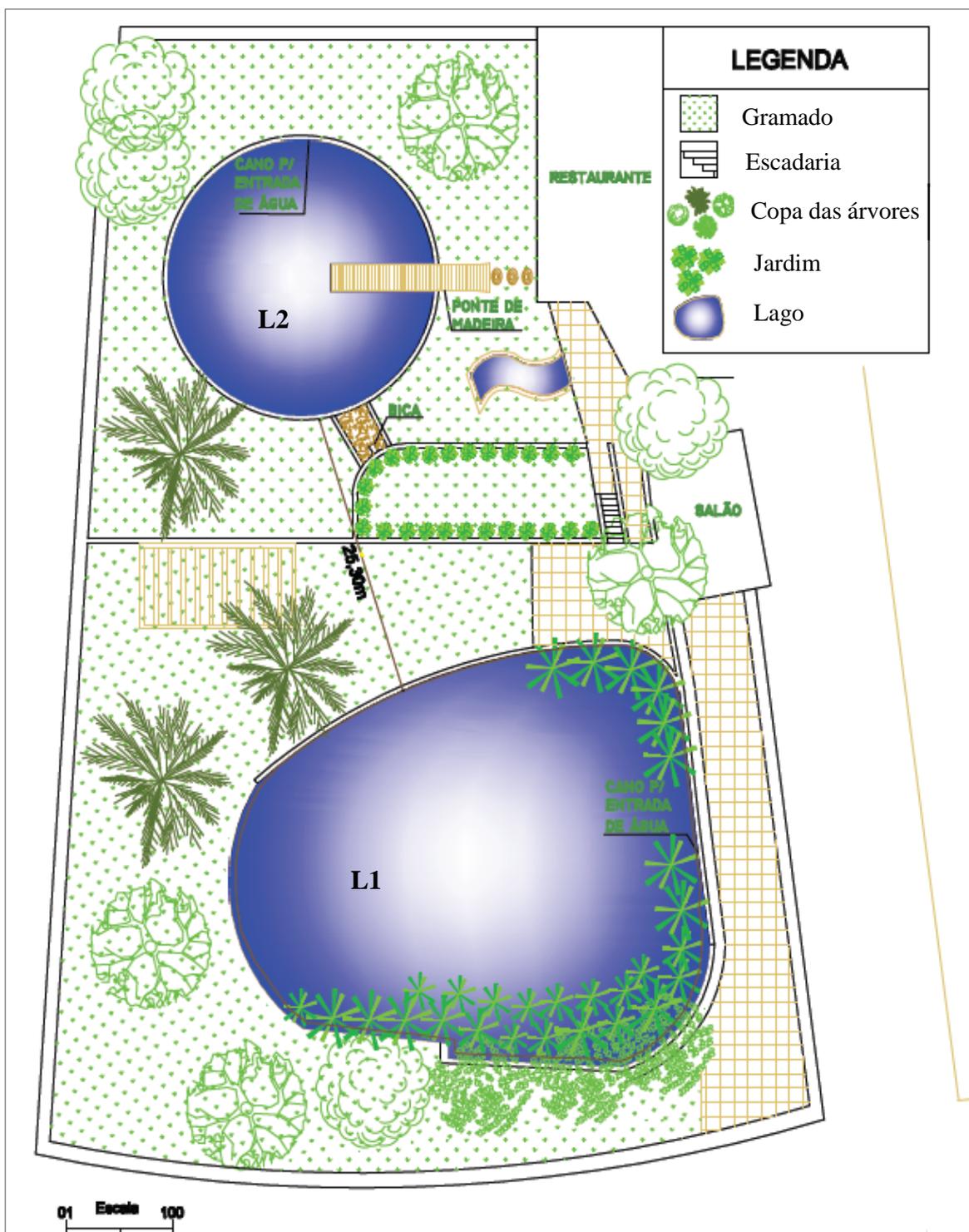


**Figura 2-** Localização do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE.  
**Fonte:** IBGE (2010); Google Earth (2014) modificado pela autora, 2015.

Esses lagos existem há cerca de cinco anos possuem formas e medidas diferentes (Tabela 1, Figura 3). A água que os abastece é proveniente de poço profundo ou de sistema de abastecimento público. Os lagos não apresentam trocas de água, apenas entrada para reposição das perdas por evaporação e infiltração (Figura 4).

**Tabela 1.** Morfometria dos lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE, no período de ago./13 a abr./14.

Morfometria	Lago 1	Lago 2
Área superficial (m <sup>2</sup> )	1.276,00	471,40
Perímetro (m)	133,40	76,96
Profundidade máxima (m)	2,20	2,30
Profundidade mínima (m)	1,30	1,50



**Figura 3.** Planta baixa dos lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE. (Desenho de José Valdo de Sousa)



**Figura 4.** Entrada de água para abastecimento dos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE.  
**Fonte:** Da autora, 2014

A cobertura vegetal do entorno dos lagos do pesque-pague é constituída de gramíneas e algumas árvores frutíferas como manga (*Mangifera indica*), cajá (*Spondias mombin*) e romã (*Punica granatum*). Quanto à fauna observam-se pássaros ao ar livre, presença de quatro tartarugas em um dos espaços existente entre os dois lagos, dados estes observados nos momentos das coletas. No L1 aproximadamente 50% da borda interna é recoberta por macrófitas aquáticas.

De acordo com informações prestadas pelos funcionários e proprietário do pesqueiro o arraçoamento (ato de alimentar os peixes com ração ou outro tipo de alimento) é feito pela manhã uma vez por semana na segunda ou terça-feira, onde geralmente são introduzidos cerca de 10 Kg de ração Nutripiscis® em cada lago. Quanto às espécies de peixes que habitam os lagos são: *Oreochomis niloticus* (Tilápia) correspondendo a aproximadamente 90%, *Cyprinus carpio* (Carpa comum) , *Colossoma macropomum* (Tambaqui), *Cichla* sp. (Tucunaré), *Piractus brachypomus* (Pirapitinga). Presença também de dois exemplares de *Arapaima gigas* (Piraruru) apenas no Lago (L1) que pesam em média 37 kg, considerados como um atrativo para os pescadores.

## 4.2 Periodicidade de amostragens

As coletas foram realizadas sempre pela manhã no período de agosto/2013 a abril/2014, compreendendo as estações seca e chuvosa.

## 4.3 Variáveis climatológicas

### 4.3.1 Precipitação (mm):

Dados obtidos do Banco de dados Virtuais da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME.

### 4.3.2 Temperatura do ar (°C):

A temperatura foi obtida no momento de cada amostragem. Utilizado condutivímetro HANNA HI 99300.

## 4.4 Coleta e métodos de análise físico-químicos da água

As amostras de água para determinação dos parâmetros físico-químicos foram coletadas na subsuperfície (20 cm de profundidade) com auxílio de uma garrafa coletora do tipo van Dorn, com capacidade de 3,5 litros. As variáveis diretas coletadas *in situ* e seus respectivos equipamentos de medição foram:

VARIÁVEL	UNIDADE	EQUIPAMENTO
Temperatura da água	°C	Sensor térmico do oxímetro HANNA HI 9146
Transparência	m	Disco de Secchi
pH		pHgâmetro, digital portátil HANNA HI 8424
Condutividade elétrica	$\mu\text{S}\cdot\text{Cm}^{-1}$	Condutivímetro HANNA HI 99300
Oxigênio dissolvido	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	Sensor térmico do oxímetro HANNA HI 9146

Posteriormente foi determinado o limite da zona eufótica (Zeu), calculado como 2.7 vezes a profundidade de Secchi (ESTEVEZ,2011).

## **4.5 Coleta e análise do fitoplâncton**

### **4.5.1 Análise qualitativa**

As coletas para estudo qualitativo foram realizadas mensalmente no período de agosto de 2013 a abril de 2014, abrangendo as estações seca e chuvosa da região, totalizando em 18 amostras. As amostras foram coletadas manualmente e com auxílio de um barco, por meio de arrasto horizontal da região mediana para as marginais dos lagos, utilizando rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm. Após as coletas as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno, devidamente etiquetadas e preservadas em solução de formol a 4%.

Parte das amostras foram analisadas no Laboratório de Botânica da Universidade Regional do Cariri (LaB/URCA) e no Núcleo de Pesquisa em Ficologia do Instituto de Botânica de São Paulo (Ibt/SP).

A observação do material foi feita utilizando os microscópios Trinocular modelo Q711T – BA 310 acoplado a uma câmera Moticam 3.0 MP (Versão 2.0) e o fotônico, Zeiss Axioplan 2, com câmara clara, retículo micrometrado e câmara fotográfica acoplados, sendo as amostras examinadas em aumentos de 400 vezes. A identificação dos táxons foi realizada, sempre que possível, em nível genérico e infragenérico, analisando-se as características morfológicas e métricas das populações. Quando necessário, fez-se uso de luz de epifluorescência para diferenciar bacterioplâncton de cianobactérias; contraste de fase e nanquim para evidenciar a bainha de mucilagem.

Na identificação e sistematização dos táxons foram consultadas as bibliografias especializadas, tais como: Komárek e Fott (1983), Sant'Anna (1984), Comas (1996), Nogueira (1991), Godinho (2009), Godinho, Comas e Bicudo (2010), Rodrigues, Sant'Anna e Tucci (2010), Rosini, Sant'Anna e Tucci (2012 e 2013a), Ramos et al. (2012) para algas verdes; Hüber-Pestalozzi (1955), Tell e Conforti (1986), Menezes (1994) para Euglenophyceae; Castro et al. (1991) e Menezes (1994) para Cryptophyceae; Komárková-Legnerová e Cronberg (1994), Azevedo, Nogueira e Sant'Anna (1996), Azevedo e Sant'Anna (1999, 2003), Komárek e Azevedo (2000), Rosini, Sant'Anna e Tucci (2013b) e Sant'Anna et al. (2004) para Cyanobacteria; Ferragut et al. (2005), Sant'Anna, Azevedo e

Sormus (1989), Sant'Anna et al. (2012), Tucci et al. (2006) para a comunidade em geral. Atualizações taxonômicas foram realizadas com base nos trabalhos de An et al. (1999), Buchheim et al., (2005), Hegewald (1997, 2000), Hegewald e Hanagata (2000), Hegewald e Wolf (2003), Krienitz et al. (2003), Krienitz e Bock (2012).

#### 4.5.2 Análise quantitativa (Fitoplâncton total)

As amostras para análise quantitativa foram coletadas com o auxílio de garrafa coletora na sub-superfície da coluna d'água, armazenadas em frascos de polietileno envolvidos com papel alumínio e fixados com lugol acético a 1%.

Após as coletas as amostras foram transportadas ao Laboratório de Botânica (LaB/URCA), onde foram devidamente armazenadas e posteriormente encaminhadas ao Ibt - SP.

A contagem do fitoplâncton foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Utermöhl (1958), em microscópio invertido Zeiss Axiovert 25 em aumento de 400 vezes. O tempo de sedimentação das amostras foi de três horas para cada centímetro de altura da câmara, segundo o critério de Lund, Kipling, Lecren, 1958. A câmara de sedimentação utilizada foi de 2 mL e 10 mL, dependendo da concentração do fitoplâncton.

Foram seguidos transectos verticais e o limite da contagem, ou seja, o número mínimo de campos contados por câmara de sedimentação foi determinado por meio de dois critérios de acordo com Tucci (2002): a) gráfico de estabilização do número de espécies, obtido a partir de espécies novas adicionadas com o número de campos contados e b) as espécies mais abundantes, obtido pela contagem de até 100 indivíduos da espécie mais comum. No caso de ocorrência de florações de cianobactéria ou outras microalgas, foi realizado contagem de 100 indivíduos da segunda espécie mais comum. Cada célula, colônia, cenóbio e filamento foram considerados como um indivíduo.

Os resultados foram expressos em densidade ( $\text{org.mL}^{-1}$ ) e calculados de acordo com a fórmula descrita em Weber (1973):

- **$\text{Organismos.mL}^{-1} = (n/sc).(1/h).(F)$**

Onde: n = número de indivíduos efetivamente contados;

s = área do campo em  $\text{mm}^2$  no aumento de 40X.

c = número de campos contados;

h = altura da câmara de sedimentação em mm

F = fator de correção para mililitro ( $10^3 \text{ mm}^3/1 \text{ mL}$ ).

### **4.5.3 Estrutura da Comunidade Fitoplanctônica**

A partir dos resultados de Densidade Total ( $\text{org.mL}^{-1}$ ) da comunidade fitoplanctônica foram calculados os seguintes atributos referentes à estrutura da comunidade.

**4.5.4 Riqueza:** o número de espécies presentes em cada amostra.

### **4.5.5 Espécies Descritoras da Comunidade**

As espécies descritoras para cada um dos lagos estudado foram selecionadas segundo Tucci (2002), como sendo aquelas que contribuíram com 1% (ou mais) da densidade total relativa e que juntas somaram, no mínimo, 80% da densidade total ( $\text{org.mL}^{-1}$ ).

### **4.5.6 Espécies dominantes e abundantes**

De acordo com o critério de Lobo e Leighton (1986) considerou-se táxons dominantes, aqueles que apresentaram densidade acima de 50% da densidade total da amostra e abundantes, aqueles que apresentaram densidade acima da densidade média da amostra. Foi calculada a densidade média da amostra dividindo o valor da densidade total pelo número de espécies encontradas na amostra.

### **4.5.7 Frequência de ocorrência**

A Frequência de Ocorrência (F) (%) das espécies foi calculada com base na presença e ausência das espécies, em relação ao número total de amostras. Calculado a partir da fórmula:

$F = Pa / P * 100$ , onde:

Pa = número de amostras em que a espécie “a” está presente;

P= número total de amostras analisadas.

100 = fator de conversão para porcentagem

Para interpretação dos resultados, utilizou-se as seguintes categorias de frequência, de acordo com Matteucci e Colma (1982):

Muito frequente (MF) > 70%

Frequente (F) >40% ≤ 70%

Pouco frequente (PF) > 10% ≤ 40%

Esporádica ou Rara (E) ≤ 10%

#### 4.5.8 Índice de diversidade (H') (bits.ind<sup>-1</sup> / bits.mm<sup>3</sup>):

Estimado pelo índice de Shannon e Wever (1963). Calculado a partir da fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \text{ onde:}$$

$$p_i = n_i/n;$$

n<sub>i</sub> = número total de indivíduos de cada táxon na amostra;

n = número total de indivíduos na amostra.

Os resultados são apresentados em termos de bits por células, sendo 1 bits equivalente a uma unidade de informação. Os resultados de diversidade podem ser considerados:

$$\text{Alta} \geq 3,0 \text{ bit.cel}^{-1}$$

$$\text{Média} \geq 2,0 < 3,0 \text{ bit.cel}^{-1}$$

$$\text{Baixa} \geq 1,0 < 2 \text{ bit.cel}^{-1}$$

$$\text{Muito baixa} < 1,0 \text{ bit.cel}^{-1}$$

#### 4.5.9 Índice de equitabilidade (J'): avaliado de acordo com Lloyd e Ghelardi (1964).

Calculado a partir da fórmula:

$J' = H' / \log_2 S$ , onde:

$H'$  = diversidade da amostra;

$S$  = número de táxons na unidade amostral.

Esse índice varia de 0 a 1, sendo  $> 0,5$  considerado significativo e equitativo, e os valores abaixo deste, são considerados de baixa equitabilidade.

**4.5.10 Índice de dominância (DS')**: estimado por meio da fórmula proposta por Simpson (1949);

Calculado a partir da fórmula:

$$DS' = \frac{\sum ni (ni - 1)}{n (n - 1)}, \text{ onde:}$$

$ni$  = número total de indivíduos de cada táxons na amostra;

$n$  = número total de indivíduos na amostra.

#### 4.6 Resolução do CONAMA nº 357 de 17/03/2005

Os valores de pH, Oxigênio dissolvido (OD) e a densidade de cianobactérias foram comparados aos padrões recomendados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357 de 17/03/2005 que dispõe sobre a classificação de água classe 2, destinada à aquicultura e pesca. De acordo com a legislação os limites padrões estabelecidos são: pH = 6 a 9 OD  $> 5 \text{ Mg. L}^{-1}$  densidade de cianobactérias o valor máximo de 50.000 org/mL.

#### 4.7 Análise estatística

Os dados foram organizados em EXCEL e os testes realizados com o programa PAST (HAMMER et al., 2001). A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapirro Wilk ( $p = 0,05$ ). Posteriormente, a diferença entre os lagos foi mensurada pelo teste T e/ou teste Kolmogorov - Sminov ( $p = 0,05$ ) (ZAR, 1984), bem como as possíveis diferenças mensais foram submetidas ao teste de Kruskal-Wallis.

As relações entre as variáveis físico-químicas e a densidade fitoplanctônica foi realizada a correlação de Pearson (ZAR, 1984).

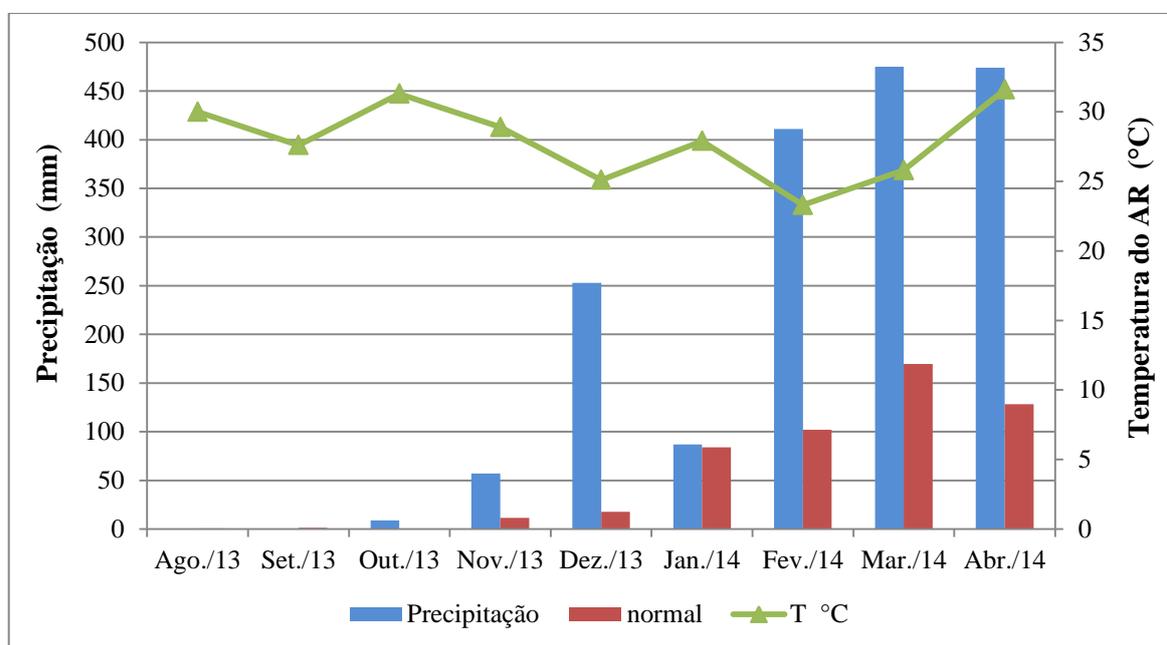
#### **4.8 Normatização**

Foram utilizadas as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 2011, NBR 14.724 de abril de 2011 para a formatação e documentação do trabalho acadêmico e a ABNT 2002, NBR 6023 para documentação das referências.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Variáveis climáticas

Com base no histórico anual de precipitação para o Município do Crato, os períodos de amostragem, compreendido de ago./13 a abr./14 apresentaram-se acima dos valores considerados normais, de acordo com a FUNCEME, 2014. O maior valor de precipitação 475 mm (mar./14) e menor 9 mm (out./13). A temperatura atmosférica aferida no momento das coletas variou de 23,3°C a 31,6°C, apresentando valores máximos acima da média estimada de 24 a 26°C (IPECE, 2013) (Figura 5).



**Figura 5** - Variação da precipitação (mm) e temperatura do ar (°C) no período de ago./13 a abr./14.  
**Fonte:** IPECE, 2013; FUNCEME, 2014.

### 5.2 Variáveis físicas e químicas

A Tabela 2 apresenta os valores das variáveis físico-químicas mensuradas nos dois lagos.

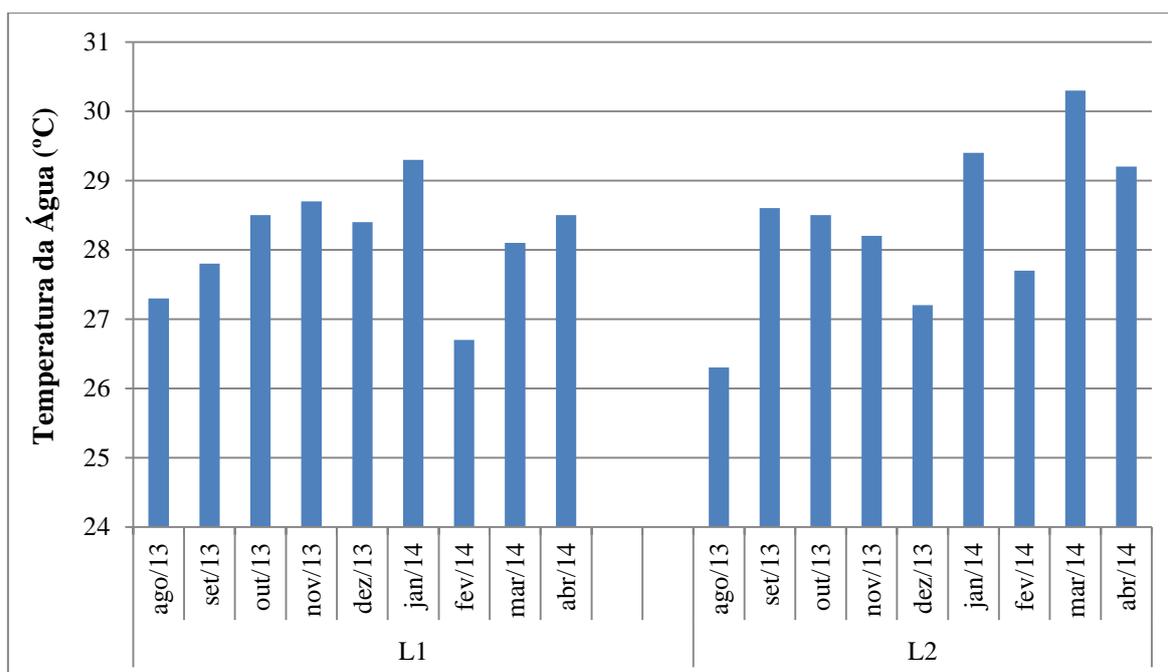
**Tabela 2** - Valores das variáveis físico-químicas dos dois lagos, do Pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.

	Temp (°C)	Cond (µS/cm)	O D (mg.L <sup>-1</sup> )	p H	Transp (m)	Z euf (m)	
Lago 1	ago./13	27,0	573	6,4	7,8	0,5	1,4
	set./13	27,8	968	4,6	7,8	0,3	0,8
	out./13	29,0	957	4,1	7,5	0,4	1,1
	nov./13	28,7	1039	5,3	8,1	0,5	1,4
	dez./13	28,4	1271	7,9	7,2	0,4	1,1
	jan./14	29,3	717	8,5	7,5	0,5	1,0
	fev./14	26,7	466	7,4	6,6	0,5	1,4
	mar./14	28,1	183	3,4	5,9	0,5	1,4
abr./14	28,5	184	3,7	7,6	0,5	1,4	
Lago 2	ago./13	26,3	729	7,6	7,7	0,7	1,9
	set./13	28,6	1375	4,4	7,7	1,0	2,7
	out./13	28,5	1514	5,4	7,8	0,7	1,9
	nov./13	28,2	874	6,4	7,9	0,3	0,8
	dez./13	27,2	1148	4,8	7,5	0,5	1,4
	jan./14	29,4	619	3,0	7,8	0,6	1,6
	fev./14	28,0	273	8,5	6,5	0,8	2,2
	mar./14	30,3	159	2,8	7,2	1,0	2,7
abr./14	29,2	141	2,8	7,9	0,7	1,9	

Temp : temperatura; Cond : Condutividade; OD : oxigênio dissolvido; pH : potencial hidrogeniônico;

Transp : transparência; Z euf : zona eufótica.

Nos Lagos 1 e 2 as maiores temperaturas amostradas foram 29,3 e 30,3°C e as menores 26,7 e 26,3°C, respectivamente (Tabela 2, Figura 6). Essa variação entre os dois lagos pode ser atribuída às diferenças da profundidade e tamanho. Dados semelhantes a cinco lagos de pesque-pague (27° – 32°C) no Nordeste do Estado de São Paulo (NUNES, 2009) e próximos aos encontrados por Silva (2005), em 20 pesqueiros analisados em SP. De acordo com Esteves (2011), a temperatura da água influencia nas reações químicas e processos biológicos dos ecossistemas aquáticos.



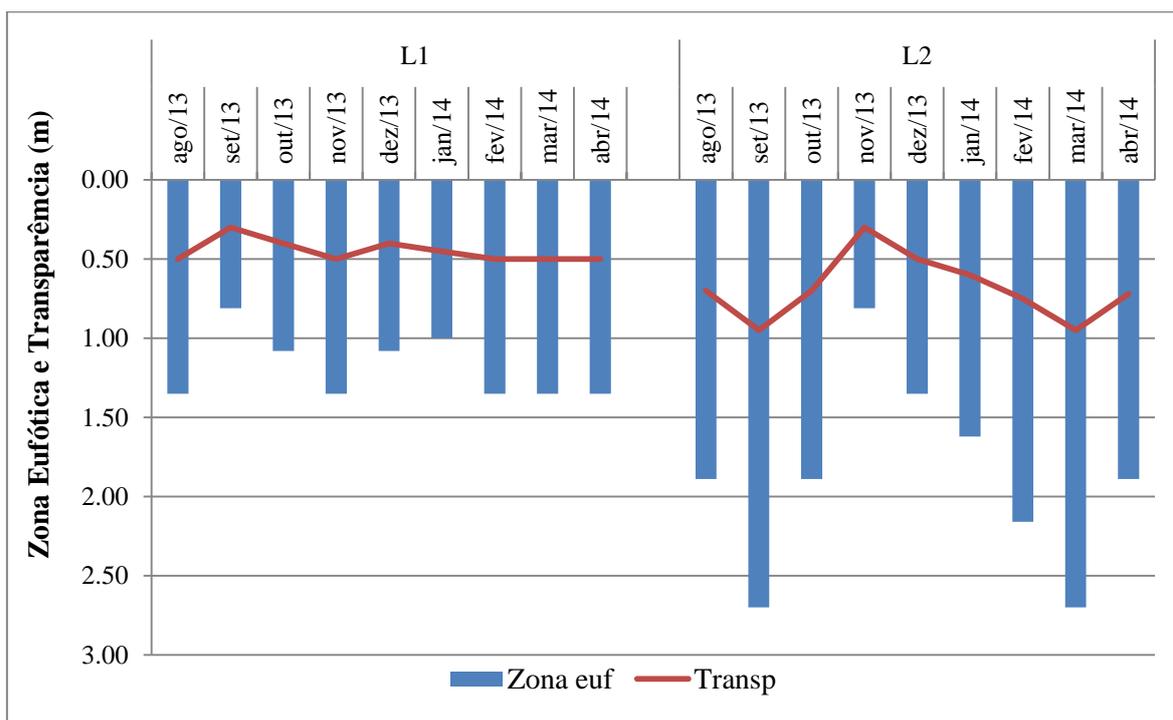
**Figura 6** - Variação de temperatura da água nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.

A transparência da água variou de 0,3 m a 0,5 m no L1 e de 0,3 a 1,0 m no L2. O L1 apresentou resultado semelhante a 30 pesque-pagues na Região Metropolitana de São Paulo (MERCANTE; SILVA; COSTA, 2006).

A segunda atividade mais importante para o manejo de qualidade da água em pesque-pague é a transparência (ROJAS; SANCHES, 2006) que pode ser alterada pela profundidade do viveiro, tipo de solo, chuvas, algas e espécie de peixe mantida no lago.

De acordo com Kubitzka apud Rojas e Sanches (2006), os valores de transparência em lagos de pesqueiros devem variar entre 0,4 a 0,7 m. No L1 do presente estudo os valores encontram-se de acordo com o recomendado exceto no mês de set./13 que esteve abaixo com 0,3 m. O L2, no entanto apresentou transparência superior a 0,7 m (1 m, set./13 e mar./14, seco e chuvoso) e inferior 0,3 m em nov./13 (Figura 7). Para Rojas e Sanches (2006) altos valores de transparência podem estar relacionados com a entrada de água nos lagos.

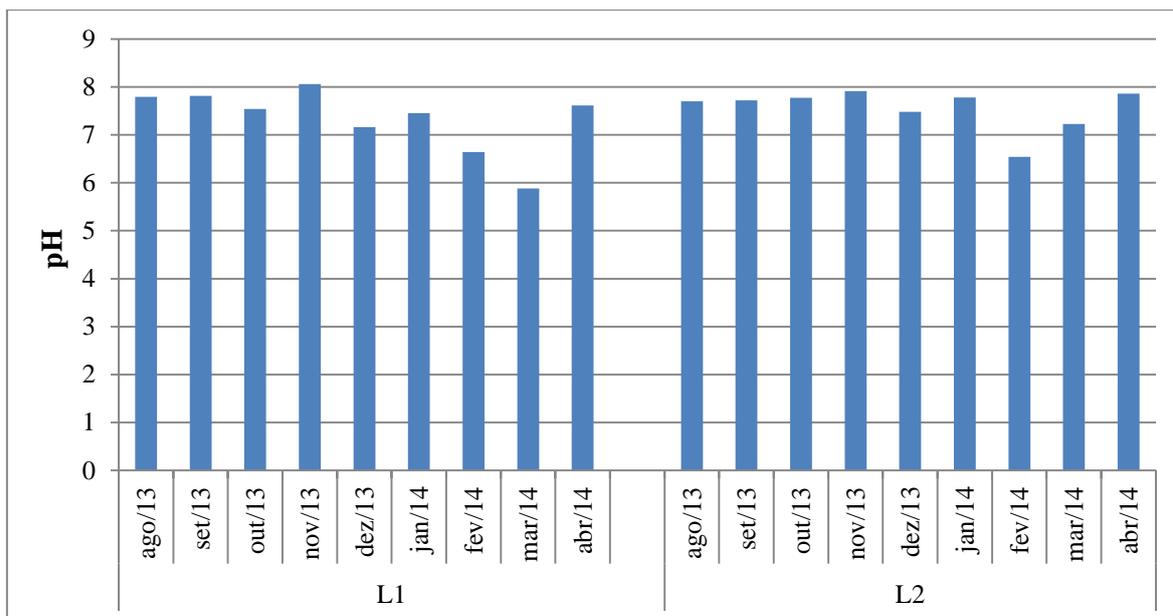
A zona eufótica variou entre 0,8 a 1,4 m no L1 e de 0,8 a 2,7 m no L2 (Figura 6). Em 30 lagos de pesque-pague no Estado de São Paulo, esses dados variaram de 0,5 a 2,4 m (GENTIL, 2007). A zona eufótica de acordo com Esteves, (2011) é a porção iluminada da coluna d'água podendo variar de alguns centímetros até dezenas de metros.



**Figura 7-** Valores de transparência e zona eufótica (m) nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.

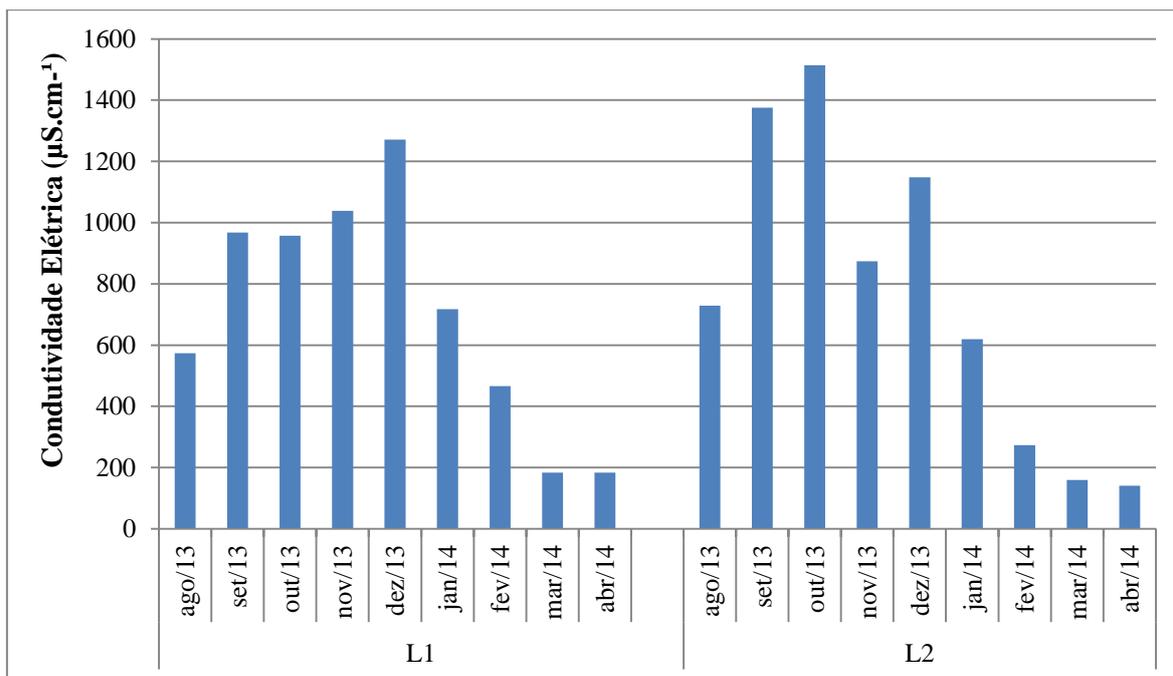
Nos Lagos L1 e L2 os valores do potencial hidrogeniônico (pH) variaram de 5,9 a 8,1 e 6,5 a 7,9, respectivamente (Figura 8). Estes dados estão dentro dos padrões exigidos pelo CONAMA (Resolução 357/2005) que são de 6 a 9, exceto em mar./14 no L1 que foi de 5,9.

Resultados semelhantes, também foram verificados por Kitamura et al. (1999) onde encontraram variação de 5,7 a 8,4 em 18 pesqueiros distribuídos em nove Municípios de São Paulo. Assim como, Mercante et al. (2005) também em São Paulo, registraram em 30 pesqueiros, valores que oscilaram de 5,3 a 8,1 e 5,8 a 8,1 nos períodos de chuva e seca, respectivamente.



**Figura 8** - Variação do pH nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.

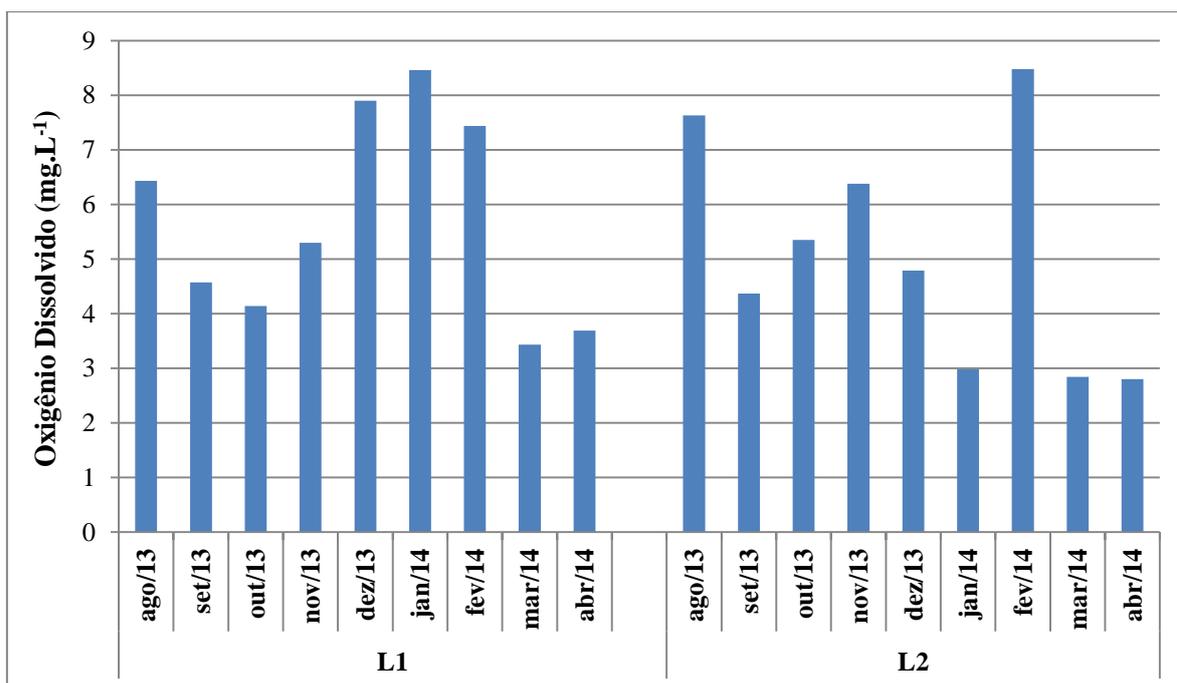
Os valores de condutividade elétrica oscilaram entre 183 e 1271  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no L1 e 141 a 1514  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no L2 (Figura 9). Mercante, Silva e Costa (2006) analisaram 30 pesque-pagues na Região Metropolitana de São Paulo, e relacionaram a elevada condutividade à própria dinâmica de manejo dos pesqueiros, principalmente, a decomposição de matéria orgânica por meio do arraçamento. Em um lago artificial com profundidade média de 1,2 m, criada com fins de harmonia paisagística, a lagoa do campus universitário da Universidade Federal do Espírito Santo UFES, Martins e Fernandes (2006), registraram valores bem elevados de condutividade variando de 900 a 1884  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , semelhantes a alguns períodos do presente estudo.



**Figura 9** - Variação da condutividade elétrica nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.

Os valores de oxigênio dissolvido (OD) obtidos no presente estudo variaram de 3,4 a 8,5 mg. L<sup>-1</sup> no L1 e 2,8 a 8,5 mg. L<sup>-1</sup> no L2 (Figura 10). Estes valores apresentaram-se em alguns períodos abaixo do estabelecido pelo CONAMA (>5). Matsuzaki, Mucci e Rocha (2004) em estudos realizados em pesqueiros, associaram a redução da concentração de OD a uma maior concentração de matéria orgânica, devido à ressuspensão do sedimento do fundo do lago. Mercante; Silva e Costa (2006) em estudos realizados em 30 pesqueiros na Região Metropolitana de SP, também encontraram valores abaixo do recomendado.

O oxigênio dissolvido na água participa direta ou indiretamente da maioria dos processos biológicos dos seres vivos, sendo as algas as principais responsáveis pela grande variação de oxigênio dissolvido nos lagos de pesca (ROJAS; SANCHES, 2006).



**Figura 10** - Variação do oxigênio dissolvido nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.

### 5.3 Composição da comunidade fitoplanctônica

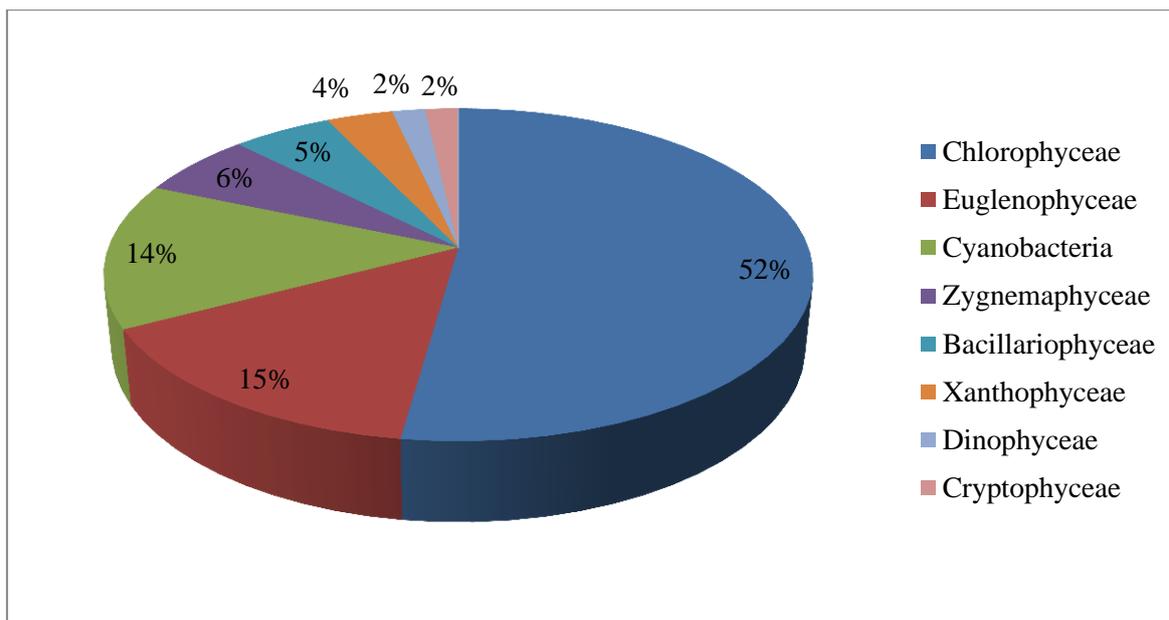
Foram registrados 113 táxons, 95 no L1 e 91 no L2, distribuídos em oito classes taxonômicas (Cyanobacteria/Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Xanthophyceae e Zygnemaphyceae) (Tabela 3). As classes mais representativas em ambos os lagos foram Chlorophyceae com 52% (59 espécies), seguida de Euglenophyceae 15% (17 espécies) e Cyanobacteria 14% (16 espécies) (Figura 11). O número de táxons exclusivos a estes lagos foi 40, enquanto que o número de espécies comuns foi mais expressivo (73) (Tabela 4).

**Tabela 3** - Táxons fitoplanctônicos registrados nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14. (Continua)...

<b>Cyanobacteria</b>	
<i>Anabaenopsis circularis</i> (G. S. West) Woloszynska e V. Miller	<i>Chroococcus</i> sp. Filamentosa não identificada
<i>Aphanocapsa anulata</i> G.B. McGregor	<i>Geitlerinema amphibium</i> (C.Agardh ex Gomont)
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West e G.S.West	Anagnostidis
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. West e G. S. West	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann
<i>Aphanocapsa</i> sp.	<i>Pseudoanabaena</i> sp.
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg e Komárek	<i>Romeria</i> sp.
<i>Aphanocapsa pusilla</i> S. Vogel	<i>Synechococcus mundulus</i> Skuja
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann	<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau
<b>Chlorophyceae</b>	
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) P.M.Tsarenko	<i>Lagehreima longiseta</i> Lemmermann Printz
<i>Ankistrodesmus densus</i> Korsikov	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda ex Korshikov	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová
<i>Botryococcus braunii</i> Kuetzing	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová
<i>Chlorella minutissima</i> Fott e Nováková	<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nigaard
<i>Chlorella</i> sp.	<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (H. C. Wood) C. Bock
<i>Chlorococcum infusionum</i> (Schrank) Meneghini	<i>Nephrochlamys</i> sp.
<i>Closteriopsis</i> cf. <i>acicularis</i> (Chodat) J.H.Belcher e Swale	<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow
<i>Coelastrum indicum</i> W. B.Turner	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	<i>Oocystis pusilla</i> Hansgirg
<i>Coelastrum reticulatum</i> (P.A.Dangeard) Senn	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i> West e G.S.West
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann, ForschBer
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	<i>Scenedesmus bacillaris</i> Gutwinski
<i>Crucigeniella pulchra</i> (West e G. S.West) Komárek	<i>Scenedesmus bijugus</i> (Turpin) Lagerheim
<i>Desmodesmus armatus</i> (R. Chodat) E. Hegewald	<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Foot e Komárek
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) PMT satenko	<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegewald) Hegewald	<i>Scenedesmus protuberans</i> F.E. Fritsch e M.F. Rich
<i>Desmodesmus maximus</i> (W.West e G.S.West) Hegewald	<i>Scenedesmus</i> sp.1
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) Hegewald	<i>Scenedesmus</i> sp.2
<i>Desmodesmus subspicatus</i> (Chodat) E. Hegewald e H. Schmidt	<i>Schroederia indica</i> Philipose
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli	<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E.Hegewald
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun	<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansgirg
<i>Eutetramorus globosus</i> Walton	<i>Tetrachlorella alternans</i> (G.M.Smith) Koršikov
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille	<i>Tetraëdron incus</i> (Teiling) G.M.Smith
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg
<i>Golenkiniopsis longispina</i> (Korshikov) Korshikov	<i>Tetrastrum heteracanthum</i> (Nordstedt) Chodat
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek
<i>Kirchneriella elongate</i> G. M. Smith	<i>Tetrastrum</i> sp.
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K.Möbius	

**Tabela 3** - Táxons fitoplancctônicos registrados nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14. (Conclusão)...

<b>Zygnemaphyceae</b>	
<i>Closterium diana</i> Ehrenberg ex Ralfs	<i>Euastrum rectangulare</i> Fritsch e Rich
<i>Closterium</i> sp.	<i>Staurastrum</i> sp.
<i>Cosmarium</i> sp.	<i>Staurastrum volans</i> W.West e G.S.West
<i>Cosmarium majae</i> Strøm	
<b>Euglenophyceae</b>	
<i>Euglena proxima</i> Dangeard	<i>Phacus minutus</i> (Playfair) Pochmann
<i>Euglena pusilla</i> Playfair	<i>Phacus undulatus</i> (Skvortoz) Pochmann
<i>Euglena</i> sp.1	<i>Phacus</i> sp.
<i>Euglena</i> sp.2	<i>Phacus tortus</i> Lemmermann
<i>Hyalophacus ocelatus</i> Pringsheim	<i>Strombomonas</i> sp.
<i>Lepocinclis acus</i> (O. F. Muller) Marin e Milkoniam	<i>Trachelomonas abrupta</i> (Svirenko) Deflandre
<i>Lepocinclis caudata</i> A M Cunha	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
<i>Lepocinclis steinni</i> Lemmermann	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Svirenko
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	
<b>Chryptophyceae</b>	
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> A.Castro, C.Bicudo e D.Bicudo	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja
<b>Dinophyceae</b>	
<i>Peridinium</i> sp.1	<i>Peridinium</i> sp.2
<b>Xanthophyceae</b>	
<i>Centritractus belenophorus</i> (Schmidle) Lemmermann	<i>Goniochloris mutica</i> (A. Braun) Fott
<i>Centritractus</i> sp.	<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Nägeli) Skuja
<b>Bacillariophyceae</b>	
<i>Achnantheidium</i> sp.	<i>Amphora</i> sp.
<i>Navicula</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Urusolenia</i> sp.



**Figura 11-** Distribuição dos táxons (%) em função das classes nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE, no período de ago./13 a abr./14.

Considerando as classes em cada lago (Tabela 4), Chlorophyceae também foi a mais representativa (50 e 47 táxon respectivamente), seguida de Cyanobacteria (16 e 13 táxon). Resultados estes semelhantes aos estudos realizados em vários pesqueiros do Estado de São Paulo (MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004; SANT'ANNA; GENTIL; SILVA, 2006; GENTIL, 2007, LACHI; SIPAÚBA-TAVARES, 2008; MILLAN, 2009) e Góes et al. (2013) em um dos ambientes (L2) já haviam evidenciado a presença de Chlorophyceae.

**Tabela 4 -** Número de espécies das diferentes classes fitoplanctônicas, comuns e exclusivas dos Lagos no período de agosto/13 a abril./14.

Classes	N° de espécies			
	Lago1	Lago 2	Total geral	spp.comuns aos lagos
Cyanobacteria	16	13	16	13
Chlorophyceae	50	47	59	38
Zygnemaphyceae	7	5	7	5
Euglenophyceae	14	12	17	9
Cryptophyceae	1	2	2	1
Dinophyceae	1	2	2	1
Xanthophyceae	4	4	4	4
Bacillariophyceae	2	6	6	2
Total	95	91	113	73
spp. exclusivas	22	18	40	-

Em ecossistemas eutrofizados e rasos, como alguns lagos, reservatórios, e pesqueiros, as classes Chlorophyceae e Cyanobacteria são as mais representativas quanto à riqueza de táxons (TUCCI et al, 2006; SANT'ANNA; GENTIL; SILVA, 2006, GENTIL; TUCCI; SANT'ANNA, 2008).

Silva (2005) e Sant'Anna; Gentil e Silva (2006), estudando ambientes de pesque-pague atribuíram a maior expressividade das classes Chlorophyceae e Cyanobacteria à baixa profundidade, grau de trofia e o manejo empregado.

A classe Euglenophyceae de acordo com Esteves (2011) é encontrada em ambientes ricos em matéria orgânica. São organismos favorecidos por possuírem flagelos e, dessa forma, se locomoverem na coluna d'água (MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004).

Os grupos de menor expressividade foram Cryptophyceae, Dinophyceae e Xanthophyceae que juntas perfizeram 8% da riqueza total de espécies (Figura 10). Resultados semelhantes aos relatados por Sant'Anna, Gentil e Silva (2006), Gentil (2007) em estudos em pesqueiros, onde as autoras atribuíram que a decorrência provavelmente tenha sido influenciada pelas condições de trofia dos lagos e pela baixa competitividade das classes nesses ambientes.

Foi verificada a ocorrência nos dois lagos, de uma espécie de Cyanobacteria "Filamentosa não identificada", que até então foi referida apenas para dois reservatórios Billings e Paiva Castro/SP (Lamparelli et al. 2014). Sugere-se que a dispersão desses organismos possa estar relacionada ao transporte dos peixes. Cabianca (2005) e Sant'Anna, Gentil e Silva (2006) também em pesqueiros atribuíram a ocorrência de espécies (zooplantônicas e fitoplantônicas) de outras regiões ao transporte dos peixes.

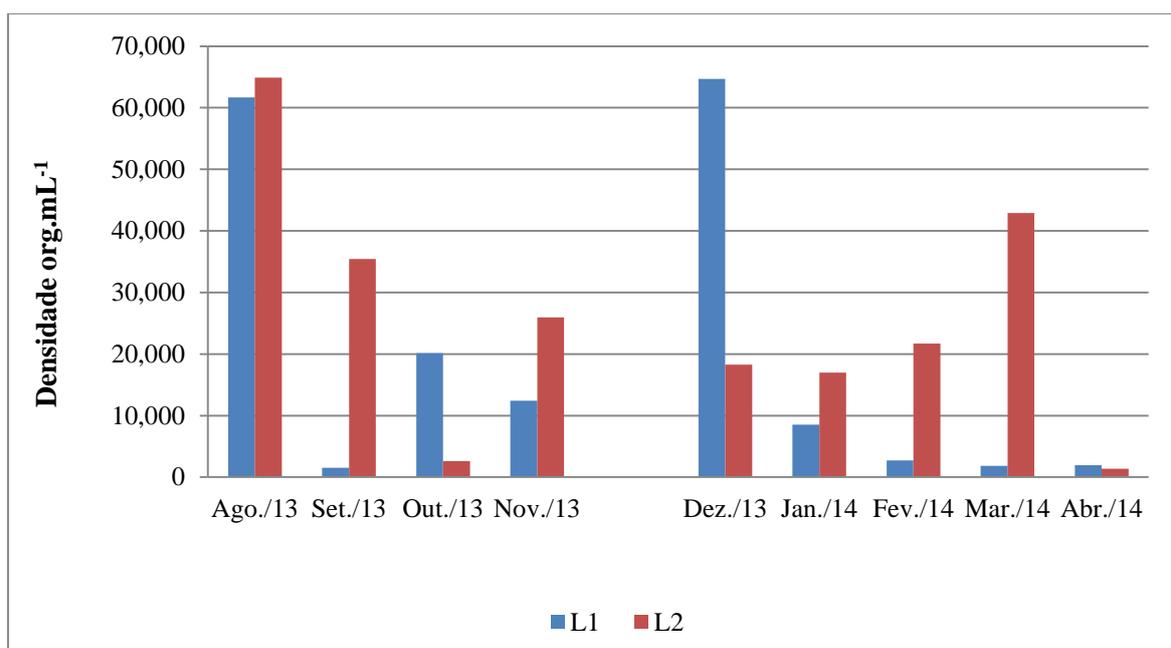
#### **5.4 Densidade total do fitoplâncton**

A densidade total do fitoplâncton variou muito ao longo do período estudado, sendo para o L1 o valor máximo de  $64.682 \text{ org.mL}^{-1}$  no mês de dez./13 (período chuvoso) e o mínimo de  $1.547 \text{ org.mL}^{-1}$  em set./13 (seco) e no L2 o valor máximo de  $64.895 \text{ org.mL}^{-1}$  (ago./13, seco) e o menor valor de  $1.358 \text{ org.mL}^{-1}$  (abr./14, chuvoso). Florações de Cyanobacteria foram responsáveis pelos picos observados em ago./13 (L1 e L2), set./13 e mar./14 (L2) e dez./13 (L1) (Figura 12). Isto é justificado com o teste de Kruskal-Wallis, (valores significativos  $p < 0,05$ ) o qual foi observado diferenças significativas nos dois lagos: L1 com valor de  $p = 0,04$  e L2  $p = 0,03$ .

O acentuado decréscimo de  $\text{org.mL}^{-1}$  no L1 em set./13 pode ser explicado entre outros fatores pela entrada de água que abastece o lago, o que acarretou em diluição e restrição do crescimento fitoplânctônico. Verificado no mesmo período, o baixo valor de oxigênio dissolvido que refletiu na baixa densidade desses organismos.

A floração de Cyanobacteria verificada em dez./13 pode ser atribuída provavelmente à elevada condutividade elétrica, temperatura e ao manejo. Possivelmente, com o início das chuvas desencadearam um novo declínio da densidade dos organismos nesse ambiente. No entanto, não foi observada correlação significativa ( $p > 0,05$ ) entre essas variáveis físicas e a densidade.

No L2 em ago.13/ e mar./14 a alta densidade justifica-se com a floração de *Geitlerinema* ( $63.407 \text{ org.mL}^{-1}$ ) e Filamentosa não identificada ( $39.606 \text{ org.mL}^{-1}$ ), respectivamente, relacionada com outras condições favoráveis ao desenvolvimento do fitoplâncton como a elevada temperatura durante os períodos estudados.

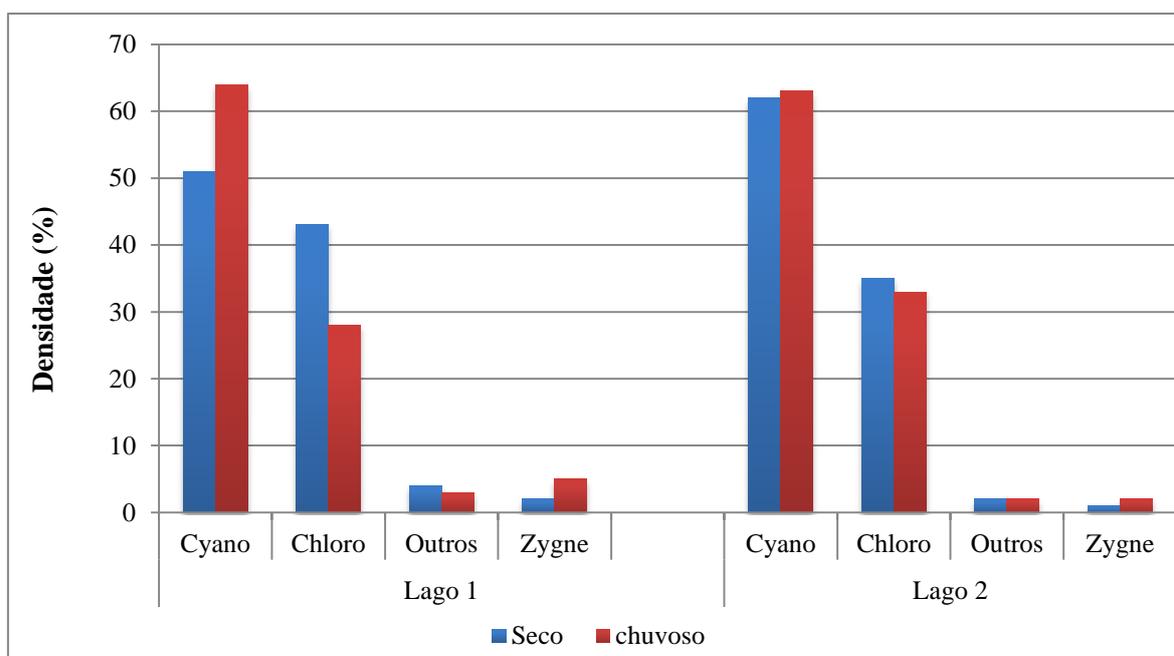


**Figura 12.** Variação da densidade de fitoplâncton nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.

Apesar da maior riqueza de espécie ter sido atribuída à classe Chlorophyceae nos dois lagos, as maiores densidades foram verificadas para Cyanobacteria seguida de Chlorophyceae. Nos Lagos L1 e L2 Cyanobacteria foi a mais representativa nos dois períodos estudados contribuindo no L1 com 51% no período seco ( $626 \text{ org.mL}^{-1}$  a  $36.155$

org.mL<sup>-1</sup>) e 64% no chuvoso (260 org.mL<sup>-1</sup> a 48.672 org.mL<sup>-1</sup>) para o L2 62% no período seco (1.463 org.mL<sup>-1</sup> a 63.407 org.mL<sup>-1</sup>) e no chuvoso 63% (91 org.mL<sup>-1</sup> a 40.220 org.mL<sup>-1</sup>). Chlorophyceae contribuiu com 43 e 28% nos períodos seco e chuvoso (738 a 24.103 org.mL<sup>-1</sup> e 1.062 a 13.33 org.mL<sup>-1</sup>, respectivamente) no L1, e 35 e 33% nos períodos seco e chuvoso (com variações de 877 a 23.249 org.mL<sup>-1</sup> e 518 a 16.159 org.mL<sup>-1</sup> respectivamente) no L2. Apesar das variações nos valores das densidades, não houve correlação significativa ( $p > 0,05$ ) com a sazonalidade (Figura 13).

Densidades mais elevadas para as classes Chlorophyceae e Cyanobacteria em períodos de seca e chuva também foi verificada em 30 pesqueiros na Região Metropolitana de São Paulo (GENTIL, 2007). No Estado do Rio de Janeiro, Costa et al. (2014) em 30 viveiros de cultivo de peixes incluindo pesque-pague verificaram maiores densidades para as classes Cyanobacteria e Chlorophyceae, corroborando com o presente estudo.



**Figura 13.** Densidade das classes nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE nos períodos seco e chuvoso.

As Cianobactérias em decorrência das características fisiológicas e morfológicas apresentam extraordinária capacidade adaptativa nos mais diversos ambientes, sendo assim, consideradas excelentes colonizadoras ambientais, o que proporciona grande vantagem em relação aos demais organismos fitoplanctônicos (CALIJURI; ALVES; SANTOS, 2006).

Em lagos de regiões tropicais tem-se observado que a periodicidade do fitoplâncton não é uniforme e existem poucas evidências para ocorrência de flutuações ligadas às estações do ano (flutuações sazonais). Assim, a variação da composição específica ou da densidade do fitoplâncton nestes lagos esta associada geralmente a fatores locais (ESTEVES, 2011). No caso dos ecossistemas em estudo a morfometria, o manejo (arraçoamento, abastecimento de água, sobras de iscas). e as altas temperatura, possivelmente, influenciaram na composição da comunidade fitoplanctônica.

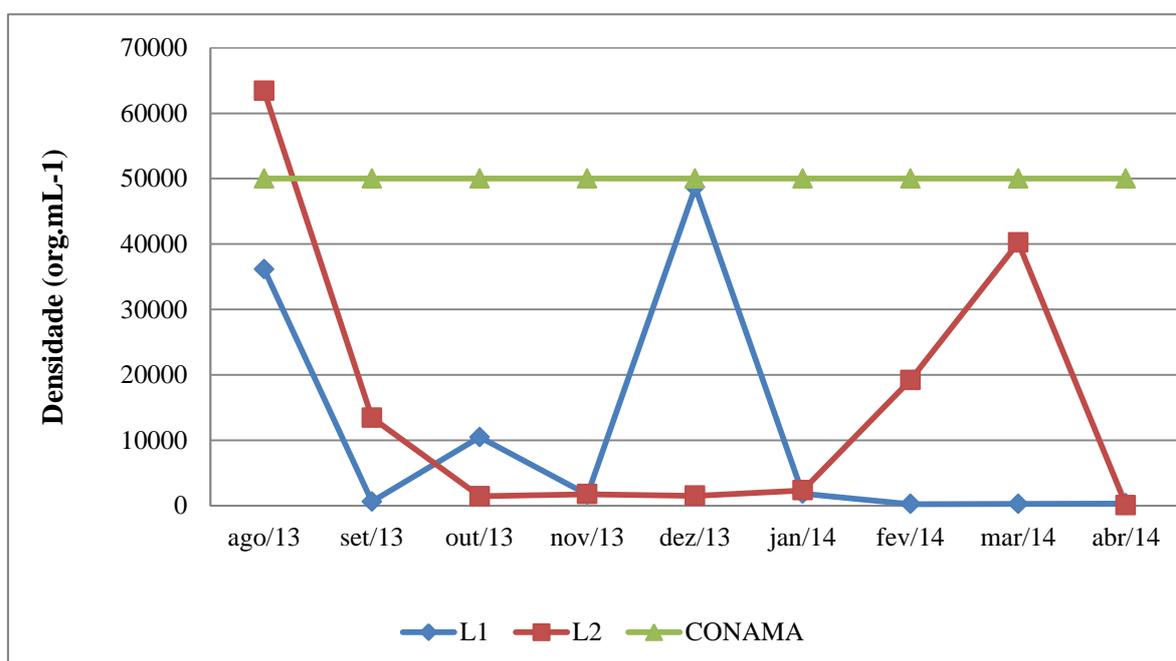
Altas densidades de cianobactéria foram observadas nos meses de ago./13 (seco) e dez./13 (chuvoso) no lago L1 em decorrência da floração de Filamentosa não identificada ( $28.819 \text{ org.mL}^{-1}$ ) e *Romeria* sp. ( $45.586 \text{ org.mL}^{-1}$ ) respectivamente. E no L2 foi detectado também nos dois períodos seco e chuvoso floração de Cyanobacteria. O aumento da temperatura associado a outros fatores ambientais acelera a atividade metabólica e consequentemente, a velocidade da taxa de crescimento do fitoplâncton (MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004).

De acordo com Silva (2005), os valores de temperatura encontrados nesse estudo beneficia o aparecimento de cianobactérias, que apresentam crescimento ótimo acima de  $20^{\circ}\text{C}$ . Enfatiza também que os processos de decomposição são acelerados promovendo a eutrofização. Para Honda et al. (2006) o processo de eutrofização em pesqueiro é fortemente intensificado pelo constante incremento de nitrogênio e fósforo advindos do arraçoamento. Entretanto, discussões sobre alguns fatores básicos que determinam a dominância de algumas classes na comunidade fitoplanctônica no presente estudo, tornam-se difíceis devido à ausência da análise dos nutrientes, sendo necessários estudos mais detalhados.

Acréscimo na densidade de organismos, geralmente de uma ou mais espécies é chamado de floração. Ambientes que recebem grandes quantidades de nutrientes, dos mais variados como esgotos domésticos e industriais, fertilizantes agrícolas entre outros se tornam eutrofizados, favorecendo o crescimento acelerado de algas, principalmente de cianobactérias (SANT'ANNA et al., 2006). Ressaltaram também que além dos desequilíbrios ecológicos, as florações podem conferir sabor e odor desagradáveis à água ("off-flavor"), produção de cianotoxinas, sendo que embora só tenham sido detectados em alguns gêneros, todas as cianobactérias, a princípio, são consideradas potencialmente tóxicas. De acordo com Kubitza (2004) as substâncias produzidas por cianobactérias como geosmina (GEO) e o metil-isoborneol são as mais frequentemente envolvidas com o "off-flavor" na água e nos peixes cultivados.

Apesar das altas densidade de cianobactérias nos dois Lagos, os valores encontraram-se dentro do estabelecido pela resolução do CONAMA 357, de março de 2005 que permite 50.000 células.mL para água doce, de classe 2, destinada à aquicultura e pesca, com exceção, apenas o mês de ago./13 no L2 (Figura 14). Porém, vale ressaltar que esse alto valor está relacionado à floração de *Geitlerinema*, um gênero considerado potencialmente tóxico e produtor de geosmina.

Algumas espécies de cianobactérias que desenvolvem floração podem produzir toxinas, que se acumulam na cadeia trófica, causando mortandade de animais aquáticos e terrestres, efeitos crônicos e intoxicações agudas no homem (AZEVEDO,1998).



**Figura 14** - Densidade de cianobactéria nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.

### 5.5 Espécies descritoras, dominantes e abundantes

Dos 113 táxons identificados, 20 espécies foram consideradas como descritoras da comunidade, nove no L1 e 17 no L2. Destas, 13 espécies pertencem à classe Chlorophyceae, cinco à Cyanobacteria e duas à Zygnemaphyceae. As maiores contribuições dessas duas primeiras classes também foi verificado em pesqueiros no Estado de SP, esse resultado evidencia o predomínio de tais classes sob condições de eutrofização (GENTIL, 2007).

Do total de espécies descritoras, apesar da maior contribuição dada pela classe Chlorophyceae, *Geitlerinema cf. amphibium* (29%), *Romeria* sp. (27%) e a Filamentosa não identificada (19 e 27%) (Cyanobacteria), destacaram-se com os maiores valores de densidade. As espécies *Scenedesmus* sp.2 (14%), *Chlorococcum infusionum* (5%), *Mucidosphaerium pulchellum* (4%), *Acutodesmus acuminatus*, *Scenedesmus* sp.1 e *Chlorella minutissima* (3%), *Monoraphidium contortum*, *Crucigenia tetrapedia* e *Closteriopsis acicularis* (2%) foram as espécies descritoras com maiores densidades dentro da classe Chlorophyceae. As espécies *Euastrum rectangulare* e *Cosmarium majae* (Zygnemaphyceae) foram exclusivas do Lago L1 (Tabela 5).

**Tabela 5** - Espécies descritoras identificadas nos lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos no período de ago./13 a abr./14.

Classes/ Espécies descritoras	Densidade total (org.mL <sup>-1</sup> )	
	L1	L2
<b>Cyanobacteria</b>		
<i>Chroococcus dispersus</i>	3,68	-
Filamentosa não identificada	<b>19,51</b>	<b>27,96</b>
<i>Geitlerinema amphibium</i>	1,66	<b>29,06</b>
<i>Romeria</i> sp.	<b>27,04</b>	-
<i>Synechocystis aquatilis</i>	1,98	1,33
<b>Chlorophyceae</b>		
<i>Acutodesmus acuminatus</i>	3,83	2,29
<i>Chlorella minutissima</i>	3,51	-
<i>Chlorococcum infusionum</i>	5,12	-
<i>Closteriopsis acicularis</i>	2,28	-
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	2,20	-
<i>Crucigeniella pulchra</i>	1,10	-
<i>Desmodesmus communis</i>	1,20	-
<i>Desmodesmus opoliensis</i>	-	1,10
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i>	1,03	4,13
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	-	1,31
<i>Monoraphidium contortum</i>	2,28	2,81
<i>Scenedesmus</i> sp.1	3,67	-
<i>Scenedesmus</i> sp.2	-	<b>14,11</b>
<b>Zygnemaphyceae</b>		
<i>Cosmarium majae</i>	1,04	-
<i>Euastrum rectangulare</i>	1,90	-
<b>Total</b>	<b>83,70</b>	<b>84,13</b>

O gênero *Geitlerinema* ocorre, normalmente, formando massas em ambientes subaéreos, em solo, esteiras ou no perifíton entre macrófitas e outras algas ou ainda sobre sedimento e pedras (KOMÁREK, KLING, KOMÁRKOVÁ, 2003; BICUDO; MENEZES, 2006). Embora esse gênero componha preferencialmente, a comunidade perifítica, ocasionalmente pode se desagregar passando a compor a comunidade fitoplanctônica, provavelmente a baixa profundidade dos lagos, o manejo e a entrada de água tenham ocasionado ressuspensão dos sedimentos. Esta espécie também é comum em pesqueiros nos Estados de São Paulo (GENTIL, 2007; ROSINI; SANT'ANNA; TUCCI, 2013a), Goiás e Minas Gerais (NOGUEIRA; GAMA JÚNIOR; D'ALESSANDRO, 2011; PANDOLPHO et al., 2013).

O gênero *Romeria*, foi o segundo juntamente com a Filamentosa não identificada a destacarem-se com maior densidade dentre as descritoras. Segundo Bicudo e Menezes (2006) e Komárek, Kling e Komárková (2003) as espécies desse gênero são principalmente planctônicas, habitante típico de corpos de água mesotrófico, raramente em sistemas hipereutrófico. Sendo este gênero também identificado em seis dos 30 pesqueiros analisados em SP (GENTIL, 2007).

A filamentosa não identificada (Cyanobacteria) célula sigmoide, mede 22-24 µm de comprimento e 0,94 - 0,99 µm de diâmetro, há registros da presença apenas em dois reservatórios do Estado de São Paulo (LAMPARELLI et al., 2014). O gênero não possui descrição, e no presente estudo foi registrado como primeira ocorrência para o Nordeste do Brasil.

*Geitlerinema amphibium*, *Romeria* sp. e Filamentosa não identificada apresentaram-se dominantes, enquanto, *Synechocystis aquatilis* e *Chroococcus* sp. abundantes. De acordo com Sant'Anna; Gentil e Silva (2006), a dominância de Cyanobacteria é atribuída a adaptações que possibilitam seu intenso desenvolvimento em ambientes eutróficos, entre elas: habilidade de armazenar fósforo no interior de suas células, tornando-se capazes de mesmo com esses nutrientes limitados realizarem divisão celular; habilidade de migrar na coluna d'água graças a presença de aerótopos (vesículas de gás) nas células, permitindo o posicionamento na zona eufótica para aproveitar com maior eficácia a luz e os nutrientes e capacidade de fixar nitrogênio atmosférico.

Já *Scenedesmus* sp.2 foi a espécie descritora mais expressiva dentro da classe Chlorophyceae (Tabela 5), ocorrendo apenas no L2 e apresentou-se dominante em dez./13. Pertence a um dos gêneros de algas verdes mais comuns, encontrado, frequentemente, em quase todo corpo d'água (BICUDO; MENEZES, 2006). Desenvolve-

se bem em águas de diferentes trofismos, principalmente em meios eutróficos (FRANCESCHINI et al., 2010).

*Euastrum rectangulare* e *Cosmarium majae* (Zygnemaphyceae) constituem um grupo relevante pela alta diversidade morfológica comparada aos demais grupos de algas verdes. Distribuem-se de forma cosmopolita sendo abundantes em lagos, tanques e rios (BIOLO; SIQUEIRA; BUENO, 2008). Estudos em pesqueiros relataram destaque para a classe Zygnemaphyceae em um ponto com maior riqueza em número de indivíduos (LACHI; SIPAÚBA-TAVARES, 2008),

As espécies consideradas abundantes foram: *Anabaenopsis circularis*, *Aphanocapsa incerta*, *Aphanocapsa pusilla*, *Chroococcus* sp., Filamentosa não identificada, *Geitlerinema amphibium*, *Pseudoanabaena* sp., *Romeria* sp., *Synechococcus mundulus* e *Synechocystis aquatilis* (Cyanobacteria). *Acutodesmus acuminatus*, *Coelastrum indicum*, *Coelastrum reticulatum*, *Chlorella minutissima*, *Chlorella* sp., *Chlorococcum infusionum*, *Closteriopsis acicularis*, *Crucigenia quadrata*, *Crucigenia tetrapedia*, *Crucigeniella pulchra*, *Desmodesmus armatus*, *Desmodesmus bicaudatus*, *Desmodesmus opoliensis*, *Desmodesmus subspicatus*, *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Eutetramorus globosus*, *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium contortum*, *Mucidosphaerium pulchellum*, *Nephrochlamys* sp., *Scenedesmus* sp.1, *Scenedesmus bacilaris*, *Scenedesmus disciformis*, *Tetrastrum triangulare* (Chlorophyceae) *Euastrum rectangulare*, *Cosmarium majae* (Zygnemaphyceae) *Phacus* sp. (Euglenophyceae) *Cryptomonas brasiliensis*, *Cryptomonas marsonii* (Cryptophyceae) *Peridinium* sp.1 (Dinophyceae) *Goniochloris mutica* (Xanthophyceae).

Apenas a classe Bacillariophyceae não contemplou com nenhum táxon abundante. A classe mais representativa em número de espécies abundantes foi Chlorophyceae (24 spp.) seguida de Cyanobacteria (10 ssp.). Das 24 espécies de Chlorophyceae, 21 são do grupo das Chlorococcales, que de acordo com Margalef (1983) desenvolvem-se bem em ambientes eutrofizados. Esse grupo também foi o mais amplamente distribuído em 30 pesqueiros na Região Metropolitana de São Paulo (SANT'ANNA; GENTIL; SILVA, 2006).

Quanto às espécies de Cyanobacteria caracterizadas abundantes destacaram-se *G. amphibium*, *Romeria* sp. e Filamentosa não identificada (dominantes e descritoras) e *S. aquatilis*. Costa et al. (2014) em pesqueiros no Estado do Rio de Janeiro identificou alguns desses táxons também como abundantes.

## 5.6 Frequência de ocorrência

Em relação à frequência de ocorrência, considerando o total de organismos levantados nos dois lagos, ocorreram oito espécies (7%) muito frequente (> 70%): *Synechocystis aquatilis*, *Chlorella minutissima*, *Chlorococcum infusionum*, *Crucigenia tetrapedia*, *Mucidosphaerium pulchellum*, *Monoraphidium contortum*, *Tetraedron minimum* e *Euastrum rectangulare*. Foram registradas 18 espécies frequentes, 61 pouco frequentes e 26 raras (Tabela 6).

A maior frequência 94.4% foi representada pelo gênero *Euastrum* que é característico de água doce, ácida e oligotrófica, no entanto, são cosmopolitas (FRANCESCHINI et al., 2010; BRANCO, 1978). Esse gênero também foi registrado em pesqueiros no Estado de São Paulo (ROSINI, 2010).

A constância da espécie *S. aquatilis* (Cyanobacteria) pode ser fator preocupante, devido à capacidade de algumas espécies deste gênero produzirem hepatotoxinas do grupo das microcistinas (FRANCESCHINI et al. 2010). A frequência pode ser atribuída à alta condutividade elétrica observada durante todo período de estudo. De acordo com Lopes (2007) essa condição é ótima para o aparecimento desta espécie de Cyanobacteria.

As demais espécies muito frequentes (Chlorophyceae) são todas de gêneros de algas de superfície e vivem bem em ambientes ricos em matéria orgânica.

As Clorofíceas são consideradas o grupo melhor distribuído nos variados corpos de águas continentais como também geralmente a mais abundante em riqueza de táxon (ROSINI; SANT'ANNA; TUCCI, 2012).

**Tabela 6.** Lista e frequência de ocorrência dos táxons fitoplanctônicos registrados nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE no período de ago./13 a abr./14. Legenda: FO = frequência de ocorrência, R = espécie rara, PF = pouco frequente, F = frequente, MF = muito frequente, A = ago./13, S = set./13, O = out./13, N = nov./13, D = dez./13, J = jan./14, F = fev./14, M = mar./14 e A\* = abr./14. (Continua)...

TÁXON	Lago 1									Lago 2									FO
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	A	S	O	N	D	J	F	M	A	
<b>Cyanophyceae</b>																			
<i>Anabaenopsis circularis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Aphanocapsa anulata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	PF
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	PF
<i>Aphanocapsa elachista</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Aphanocapsa holsatica</i>	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	F
<i>Aphanocapsa incerta</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Aphanocapsa pusilla</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Chroococcus</i> sp.	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	F
<i>Chroococcus dispersus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	PF
Filamentosa não identificada	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	F
<i>Geitlerinema amphibium</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	F
<i>Merismopedia tenuissima</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	PF
<i>Pseudoanabaena</i> sp.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	PF
<i>Romeria</i> sp.	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	PF
<i>Synechococcus mundulus</i>	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	F
<i>Synechocystis aquatilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	MF
<b>Chlorophyceae</b>																			
<i>Acutodesmus acuminatus</i>	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	F
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Ankistrodesmus densus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Botryococcus braunii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	R
<i>Chlorella minutissima</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	MF
<i>Chlorella</i> sp.	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Chlorococcum infusionum</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	MF
<i>Closteriopsis acicularis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Coelastrum indicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Coelastrum microporum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	PF
<i>Coelastrum reticulatum</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	R
<i>Crucigenia quadrata</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	MF
<i>Crucigeniella pulchra</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Desmodesmus armatus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	PF
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	PF
<i>Desmodesmus communis</i>	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	F
<i>Desmodesmus maximus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Desmodesmus opoliensis</i>	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	F
<i>Desmodesmus subspicatus</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	F



**Tabela 6.** Lista e frequência de ocorrência dos táxons fitoplanctônicos registrados nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE no período de ago./13 a abr./14. Legenda: FO = frequência de ocorrência, R = espécie rara, PF = pouco frequente, F = frequente, MF = muito frequente, A = ago./13, S = set./13, O = out./13, N = nov./13, D = dez./13, J = jan./14, F = fev./14, M = mar./14 e A\* = abr./14. (Continua)...

TÁXON	Lago 1									Lago 2									FO
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	A	S	O	N	D	J	F	M	A	
<b>Zygnemaphyceae</b>																			
<i>Closterium diana</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Closterium</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Cosmarium</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	R
<i>Cosmarium majae</i>	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	F
<i>Euastrum rectangulare</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	MF
<i>Staurastrum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	PF
<i>Staurastrum volans</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PF
<b>Euglenophyceae</b>																			
<i>Euglena proxima</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Euglena pusilla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Euglena</i> sp.1	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	F
<i>Euglena</i> sp.2	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Hyalophacus ocellatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Lepocinclis acus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	R
<i>Lepocinclis steinii</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	PF
<i>Lepocinclis caudata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Phacus longicauda</i>	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	F
<i>Phacus minutus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	R
<i>Phacus undulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	R
<i>Phacus</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	PF
<i>Phacus tortus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	PF
<i>Strombomonas</i> sp.	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Trachelomonas abrupta</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
<i>Trachelomonas volvocina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	R
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	PF
<b>Cryptophyceae</b>																			
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	PF
<i>Cryptomonas marssonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	PF
<b>Dinophyceae</b>																			
<i>Peridinium</i> sp.1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	PF
<i>Peridinium</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	R
<b>Xanthophyceae</b>																			
<i>Centritractus belenophorus</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	PF
<i>Centritractus</i> sp.	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	PF
<i>Goniochloris mutica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	F
<i>Isthmochloron lobulatum</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	R
<b>Bacillariophyceae</b>																			
<i>Achnantheidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	PF
<i>Amphora</i> sp.	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	PF

**Tabela 6.** Lista e frequência de ocorrência dos táxons fitoplantônicos registrados nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE no período de ago./13 a abr./14. Legenda: FO = frequência de ocorrência, R = espécie rara, PF = pouco frequente, F = frequente, MF = muito frequente, A = ago./13, S = set./13, O = out./13, N = nov./13, D = dez./13, J = jan./14, F = fev./14, M = mar./14 e A\* = abr./14. (Continua)...

TÁXON	Lago 1										Lago 2										FO
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	A	S	O	N	D	J	F	M	A			
<i>Navicula</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	PF		
<i>Nitzschia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	PF		
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	R		
<i>Urosolenia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	PF		

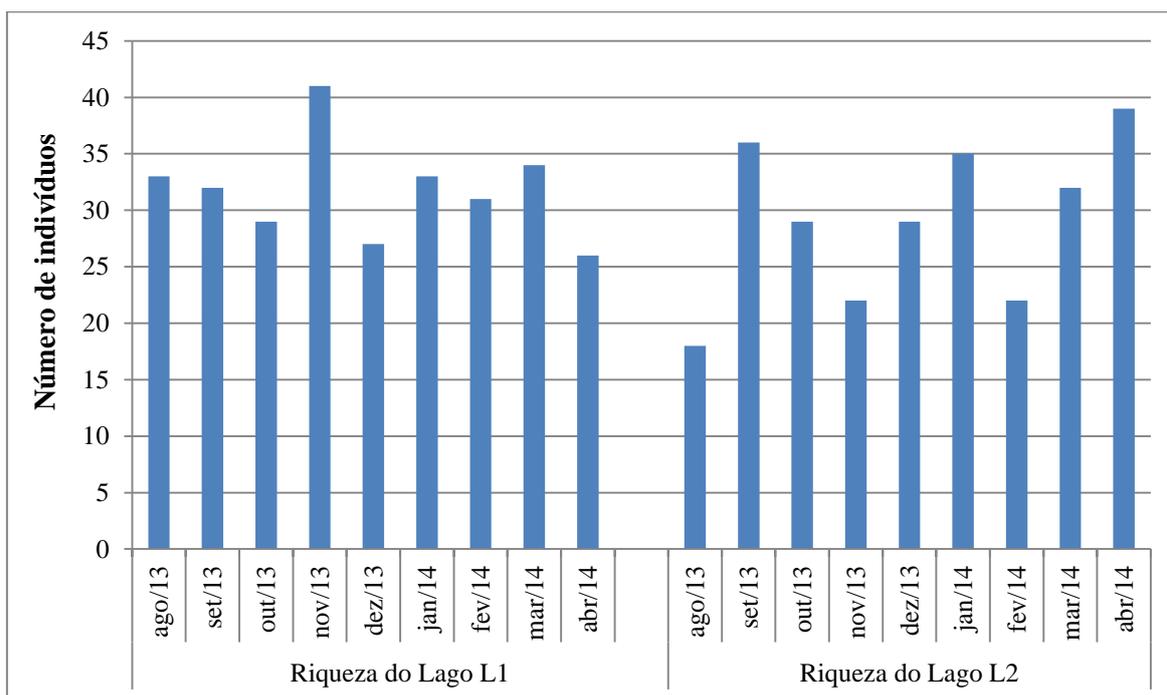
### 5.7 Índices de diversidade, equitabilidade e dominância

A riqueza, os índices de diversidade ( $H'$ ), equitabilidade ( $J'$ ) e dominância ( $DS'$ ) apresentaram variação em ambos os Lagos (L1 e L2) e período de estudo (Tabela 7).

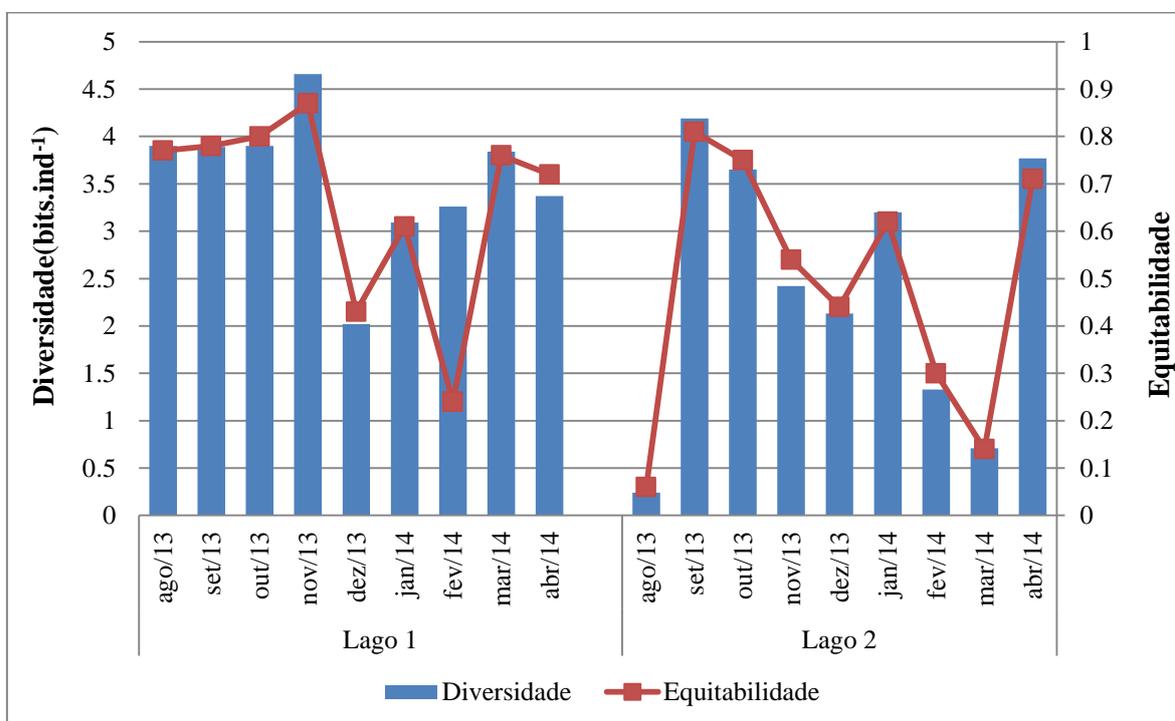
No L1, os valores de riqueza variaram de 26 a 41 a diversidade de 2,02 a 4,66 bits.  $\text{ind}^{-1}$ , equitabilidade de 0,24 a 0,87 e o índice de dominância de 0,06 a 0,50. No L2 a riqueza oscilou entre 18 e 39, a diversidade entre 0,24 e 4,19 bits.  $\text{ind}^{-1}$ , a equitabilidade 0,06 a 0,81 e dominância 0,08 a 0,95. (Figura 15-17).

**Tabela 7** - Valores de Riqueza (R), índice de diversidade ( $H'$ ), equitabilidade ( $J'$ ) e dominância ( $DS'$ ) dos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos no período de ago./13 a abr./14.

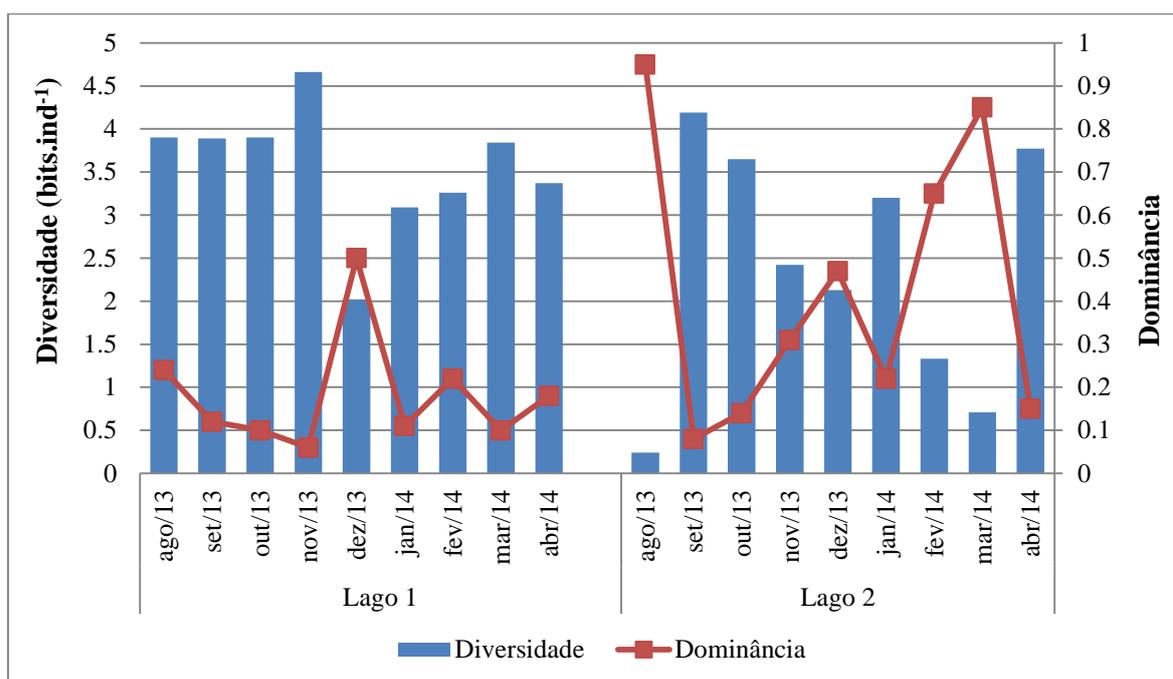
	R	Densidade			
		$H'$ bits. $\text{ind}^{-1}$	$J'$	$DS'$ org. $\text{mL}^{-1}$	
Lago 1	ago/13	33	3,11	0,77	0,24
	set/13	32	3,89	0,78	0,12
	out/13	29	3,90	0,80	0,10
	nov/13	41	4,66	0,87	0,06
	dez/13	27	2,02	0,43	0,50
	jan/14	33	3,95	0,61	0,11
	fev/14	31	3,26	0,24	0,22
	mar/14	34	3,84	0,76	0,10
abr/14	26	3,37	0,72	0,18	
Lago 2	ago/13	18	0,24	0,06	0,95
	set/13	36	4,19	0,81	0,08
	out/13	29	3,65	0,75	0,14
	nov/13	22	2,42	0,54	0,31
	dez/13	29	2,13	0,44	0,47
	jan/14	35	3,20	0,62	0,22
	fev/14	22	1,33	0,30	0,65
	mar/14	32	0,71	0,14	0,85
abr/14	39	3,77	0,71	0,15	



**Figura 15.** Variação do índice de riqueza dos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE, no período de ago./13 a abr./14.



**Figura 16.** Variação dos índices de diversidade e equitabilidade nos Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos, Crato/CE no período de ago./13 a abr./14.



**Figura 17.** Variação dos índices de diversidade e dominância nos dois Lagos do pesque-pague Quinta dos Lobos Crato/CE, no período de ago./13 a abr/14.

Em relação aos 113 táxons inventariados, 95 no L1 e 91 no L2, a menor riqueza (18) apresentou-se para o mês de ago./13 no L2, provavelmente em ocorrência da floração de *G. amphibium* ( $63.407 \text{ org. mL}^{-1}$ ) não permitindo a coexistência de muitas espécies. A floração pode estar associada a valores elevados de temperatura e Condutividade elétrica.

Essa elevada abundância refletiu no alto índice de dominância (0,95) e nos mais baixos valores de diversidade ( $0,24 \text{ bits.ind}^{-1}$ ) e equitabilidade (0,06). Neste Lago, a comunidade fitoplanctônica esteve representada como alta (45%), média e muito baixa (22%) e baixa diversidade (11%) e em relação a equitabilidade 56% com distribuição uniforme dos táxons.

A dominância de Cyanobacteria interferindo na diversidade e equitabilidade também foi verificado por Gentil (2007) em três dos 30 pesqueiros analisados, onde atribuiu que esses valores podem ter sido influenciados pelo grau de trofia do ambiente. Os picos de densidade de algas ocasionada por poucas espécies ocorrem redução dos valores de diversidade (MARGALEF, 1983).

Para o Lago 1 a maior riqueza foi determinada no mês de nov./13 contemplando com o maior valor de diversidade ( $4,66 \text{ bits.ind}^{-1}$ ) e equitabilidade (0,87) refletindo no menor índice de dominância (0,06). A comunidade fitoplanctônica demonstrou alta

diversidade (89%), bem como, apresentou em 78% das amostras valores de equitabilidade acima de 0,5, indicando que a flora está uniformemente distribuída.

As diferenças registradas nos dois lagos provavelmente decorrem de efeitos de fatores autóctones, como as espécies cultivadas e os táxons dominantes do fitoplâncton, embora devam ser consideradas diferenças quanto ao manejo.

Os resultados ressaltaram a importância do monitoramento nas atividades aquícolas, uma vez que a comunidade fitoplanctônica é uma excelente ferramenta utilizada para diagnosticar a qualidade da água e possíveis riscos à saúde, principalmente pelas cianobactérias por liberarem toxinas e assim acarretarem prejuízos sócio-econômico.

## 6 CONCLUSÕES

1-A composição da comunidade fitoplanctônica esteve representada nos Lagos (L1 e L2) do pesque-pague Quinta dos Lobos, em um total de 113 táxons, distribuídos em oito classes taxonômicas: Cyanobacteria, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Xanthophyceae e Zygnemaphyceae.

2-A maior riqueza de espécies foi da classe Chlorophyceae nos Lagos (L1 e L2) e as maiores densidades foram verificadas para Cyanobacteria nos dois períodos (seco e chuvoso), seguida de Chlorophyceae.

3- Floração de Cyanobacteria (altas densidades) foi detectada nos dois períodos (seco e chuvoso), sendo atribuídas essas altas densidades a fatores como elevada temperatura e manejo. Porém, não foi observada correlação significativa ( $p > 0,05$ ) entre as variáveis físico-químicas e a densidade.

4- Das espécies descritoras destacaram-se as formadoras de florações: *Geitlerinema amphibium*, *Romeria* sp., Filamentosa não identificada (Cyanobacteria) e *Scenedesmus* sp<sub>2</sub> (Chlorophyceae). Sobre os riscos de florações tóxicas para que medidas profiláticas sejam tomadas, sugere-se o monitoramento com foco na presença de cianobactérias.

5- A grande maioria das descritoras pertenceu a classe Chlorophyceae, e ordem das Chlorococcales, grupo que caracteriza ambientes eutróficos.

6- As variações ocorridas nas variáveis físico-químicas e na estrutura da comunidade fitoplanctônica ocorreram em ambos os períodos estudados, não sendo influenciada diretamente pela sazonalidade, mas possivelmente pelo manejo empregado. Não houve correlação significativa ( $p > 0,05$ ) com a sazonalidade.

7- A comunidade fitoplanctônica apresentou alta diversidade, principalmente o L1 (89%), o L2, com apenas 45% e estiveram uniformemente distribuídas.

8- De maneira geral, o pH e o índice de densidade de Cyanobacteria verificados nos Lagos (L1 e L2) do pesque-pague Quinta dos Lobos, estão de acordo com os padrões de

qualidade da água destinado à aquicultura e pesca, estabelecidos pela resolução do CONAMA 357.

9- O presente estudo é pioneiro para a Região Nordeste e de grande relevância para o Estado do Ceará, uma vez que permite ampliar o conhecimento da diversidade de microalgas planctônicas, assim como a distribuição geográfica desta comunidade.

## REFERÊNCIAS

ALBANEZ, J. R.; MATOS, A. T. Aquicultura. In: MACÊDO, J. A. B. **Águas e Águas**. 3. Ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007.

ALENCAR, S. R.; SEIXAS, E. N. C.; TAVEIRA, L. K. P. D.; ROQUE, R. de L.; MELO JÚNIOR, H. do N. Avaliação Ambiental, Físico-química e Microbiológica do Pesque-pague do Clube Recreativo Grangeiro. **Caderno de Cultura e Ciência**, v.10, n.1, p. 28-36, 2011.

AN, S. S.; FRIEDEL, T.; HEGEWALD, E. Phylogenetic relationships of Scenedesmus and Scenedesmus-like coccoid green algae as inferred from ITS-2 rDNA sequence comparisons. **Plantbiology** 1: 418-428.1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Informação e documentação – Referências – Elaboração**. Procedimento NBR- 6023, Rio de Janeiro, ago. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação**. Procedimento NBR – 14724, Rio de Janeiro, abr. 2011.

AZEVEDO, M. T. P.; NOGUEIRA, N. M. C.; SANT'ANNA, C. L. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 8: Cyanophyceae. **Hoehnea**, v. 23, p.1-38, 1996.

AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L. 1999. *Coelosphaerium evidenter-marginatum*, a new planktonic species of Cyanophyceae/Cyanobacteria from São Paulo State, Southeastern Brazil. **Algological Studies** 94:35-43.

AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L. 2003. *Sphaerocavum*, a new genus of planktic Cyanobacteria from continental water bodies in Brazil. **Algological Studies** 109:79-92.

AZEVEDO, S. M. F. O. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. **Medicina on-line**, v. 1, n. 3. 1998.

BEYRUTH, Z.; TUCCI-MOURA, A.; FERRAGUT, C.; MENEZES, L. C. B. Caracterização e variação sazonal do fitoplâncton de tanques de aquicultura. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n.1, p 21-36, 1998.

BICUDO, C. E. de M.; MENEZES, M. **Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil**. São Carlos/ São Paulo: Rima, 2006. 483p.

BIOLO, S.; SIQUEIRA, N. S.; Bueno, N. C. Desmidiaceae (exceto Cosmarium) de um Tributário do Reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 35, n. 2, p.309-326, 2008.

BONAZZI, B. **Avaliação da relação entre as atividades de engorda e pesque-pague e as características limnológicas destes ambientes aquáticos**. Dissertação (mestrado em aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal, 2013.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 2. Ed. São Paulo: CETESB, 1978. 620 p.

BRANDÃO, L. H.; DOMINGOS, P. Fatores Ambientais Para Floração de Cianobactérias tóxicas. **Revista Saúde e Ambiente**, Duque de Caxias, v.1, n. 2, p. 40-50, 2006.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução n. 357, de 17 de março de 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, e dá outras providências. Sec. 1, n. 53, p.58. Publicada no Diário Oficial da União Publicada (DOU), 18 de março de 2005.

BUCHHEIM, M., BUCHHEIM, J.; CARLSTON, T.; BRABAND, A.; HEPERLE, D.; KRIENITZ, L.; HEGEWALD, E.; WOLF, M. Phylogeny of the Hydrodictyaceae (Chlorophyceae): Inferences From rDNA Data. **Journal Phycology**, v. 41, p. 1039-1054, 2005.

CABIANCA, M. A. de A. **A comunidade zooplanctônica de lagos de pesca da região metropolitana de São Paulo: Aspectos ecológicos e sanitários**. Tese (Doutorado em Saúde Pública) USP, Faculdade de Saúde Pública, 2005.

CARRARO, F. G. P. **Estrutura do Fitoplankton e sua Utilização como Indicador de Condições Ecológicas no Reservatório de Pedra, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

CALIJURI, M. do C.; ALVES, M. S. A.; SANTOS, A. C. A. dos. **Cianobactérias e Cianotoxinas em Águas Continentais**. São Carlos/ São Paulo: Rima, 2006. 118 p.

CASTRO, A. A. J.; BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas 2: Cryptophyceae. **Hoehnea**, v. 18, n. 1, p. 87-106, 1991.

CASTRO, P. M. G. de.; MARUYAMA, L. C.; MENEZES, L. C. B. de.; MERCANTE, C. T. J. Perspectivas da Atividade de Pesqueiros no Alto Tietê: Contribuição à Gestão de Usos Múltiplos da Água. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 1 - 14, 2006.

CEARÁ, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME. Disponível <[www.funceme.br/index.php/tempo/chuvas-mensais-municipio](http://www.funceme.br/index.php/tempo/chuvas-mensais-municipio)>. Acesso em julho de 2014.

CEARÁ, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará- IPECE. Disponível <[www.ipece.ce.gov.br/aceso-a-informação/](http://www.ipece.ce.gov.br/aceso-a-informação/)>. Acesso em julho de 2014.

COLE, G. **Textbook of limnologia**. Saint Louis: The C. V. Mosby, 1975.

COMAS, A. Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. **Bibliotheca Phycologica** 99, Cramer, 1996. 192p.

CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; CAVALCANTE-SILVA, E.; PICCIN-SANTOS, V.; DIAS, S. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; SEVERI, W.; MOURA, A. N. do. Diversidade Fitoplanctônica de Lagoas Marginais no Reservatório de Sobradinho-Bahia. In: MOURA, A. do N.; ARAÚJO, E de L.; BITTENCOURT- OLIVEIRA, M. do C.; PIMENTEL, R. M. de M.; ALBUQUERQUE, U. P. de. **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. Bauru, SP, 2010. p. 55-80.

COSTA, S. M.; APPEL, E.; MACEDO, C. F.; HUSZAR, V. L. M. Low water quality in tropical fishponds in southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 3, p.1181-1195, 2014.

ELER, M. N.; CECCARELLI, P. S.; BUFON, A. G. M.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Mortandade de peixes (matrinxã, Brycon cephalus, e pacu, Piaractus mesopotamicus) associada a uma floração de cianobactérias em pesque-pague, município de Descalvado, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim Técnico**, CEPTA, v. 14, p. 35-45, 2001.

ESTEVEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

ESTEVEVES, K. E.; SANTANA, C. L. **Pesqueiros sob uma visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Paulo: Rima, 2006. 226p.

ESTEVEVES, K. E.; FUJII, R. T. Alimentação de Peixes em Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVEVES, K. E. e; SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima, 2006. p.147-162.

FERNANDES, R.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Pesque-pague: Negócio ou fonte de dispersão de espécies exóticas. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 115-120, 2003.

FERRAGUT, C; LOPES, M. R. M.; BICUDO, D. C.; BICUDO, C. E. M.; VERCELLINO, I. S. Ficoflora perifítica e planctônica (exceto Bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (Lago do IAG, São Paulo). **Hoehnea**, v. 32, p. 137-184, 2005.

FRANCESCHINE, I. M.; BURLIGA, A. L.; REVIERS, B.; PRADO, J. F.; REIG, S. H. **Algas uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. Artmed, São Paulo, 2010. 332p.

GENTIL, R. C. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: primavera e verão**. Tese (Doutorado em biodiversidade vegetal e meio ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2007.

GENTIL, R. C.; TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e aspectos sanitários de um lago urbano eutrófico em São Paulo, SP. **Hoehnea**, v. 35, n. 2, p. 265-280, 2008.

GÓES, M. I. L.; OLIVEIRA, E. C. C. de.; SANTOS, C. N. dos; CAMPOS, T. F.; MACÊDO, J. C. A.; LACERDA, S. R. Microalgas planctônicas (Chlorophyta) em pesqueiros na região do Cariri/Ceará. In: 62º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA E 34ª REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA. **Anais do 62º Congresso Nacional de Botânica e 34ª Reunião Nordestina de Botânica**. Fortaleza, 2011.

GODINHO, L. R. **Família Scenedesmaceae no Estado de São Paulo: Levantamento florístico**. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica, São Paulo, 2009.

GODINHO, L. R.; COMAS, A. A.; BICUDO, C. E. M. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 30: Chlorophyceae (família Scenedesmaceae). **Hoehnea**, v. 37, n. 3, p. 513-553, 2010.

GÓES, M. I. L.; OLIVEIRA, E. C. C.; SANTOS, C. N.; CAMPOS, T. F.; MACÊDO, J. C. A.; LACERDA, S. R. Microalgas Planctônicas (Chlorophyta) em Pesqueiro na Região do Cariri-Ceará. In: 62° CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. **Anais do 62° Congresso Nacional de Botânica**, Fortaleza, 2011.

GÓES, M. I. L.; NASCIMENTO, K. J.; VIEIRA, R. de S.; LACERDA, S. R. Comunidade Fitoplanctônica em Sistema de pesque-pague: Avaliação da qualidade da água. In: III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E V ENCONTRO NORDESTINO DE BIOGEOGRAFIA. v. 1, p. 610-619. **Anais do III Encontro Nacional de Educação Ambiental e V Encontro Nordeste de Biogeografia**. João Pessoa, 2013.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. e RYAN, P.D. 2001. PAST - Palaeontological statistics. <http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Acesso em fevereiro de 2009.

HEGEWALD, E. Taxonomy and phylogeny of Scenedesmus. *Algae Korean*. **Journal of Phycology**, v. 12, p. 235–246, 1997.

HEGEWALD, E. New combinations in the genus Desmodesmus (Chlorophyceae, Scenedesmaceae). **Algological Studies**, v. 96, p. 1-18, 2000.

HEGEWALD, E.; HANAGATA, N. Phylogenetic studies on Scenedesmaceae (Chlorophyta). **Algological Studies**, v. 100, p. 29–49, 2000.

HEGEWALD, E.; WOLF, M. Phylogenetic relationships of Scenedesmus and Acutodesmus (Chlorophyta, Chlorophyceae) as inferred from 18S rDNA and ITS-2 sequence comparisons. **Plant Systematics and Evolution**, v. 241, n.185–191, 2003.

HONDA, R.Y.; MERCANTE, C. T. J.; VIEIRA, J. M. dos S.; ESTEVES, K. E.; CABIANCA, M. A. de A.; AZEVEDO, M. T. de P. Cianotoxinas em Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, K. E. e; SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima, 2006. p. 49-62.

HÜBER-PESTALOZI, G. Das phytoplankton des Süßwassers: systematik und biologie: Euglenaceen. E. **Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung**, v.16, n.4, 1955. 605 p.

KITAMURA, P. C.; LOPES, R. B.; CASTRO JÚNIOR, F. G. de; QUEIROZ, J. F. Avaliação Ambiental e Econômica dos Lagos de Pesca Esportiva na Bacia do Rio Piracicaba. **Boletim Indústria Animal**, N. Odessa, v. 56, n.1, p. 95-107, 1999.

KOMÁREK, J.; FOTT, B. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales. In: Huber Pestalozzi, G., Heynig, H. e Mollenhauer, D.(eds) des Süßwassersflora Band (1). **Gustav Fischer**, Jena, 1983. 1044 p.

KOMÁRKOVA-LEGNEROVÁ, J.; CRONBERG, G. Planktic blue-green algae from lakes in South Scania, Sweden. Part I. Chroococcales. **Algological Studies**, v. 72, p.13-51, 1994.

KOMÁREK, J.; AZEVEDO, M. T. P. *Geitlerinema unigranulatum*, a common tropical cyanoprokaryote from freshwater reservoirs in Brazil. **Algological Studies**, v. 99, p. 39–52, 2000.

KOMÁREK, J., KLING, H., KOMÁRKOVÁ, J. Filamentous Cyanobacteria. In WEHR, J. D., SHEATH, R. G. Freshwater Algae of North America Ecology and Classification. San Diego, Califórnia: **Academic Press**. P. 117-196, 2003.

KRIENITZ, L.; BOCK, C. Present state of the systematics of planktonic coccoid green algae of inland waters. **Hydrobiologia**, 2012.

KRIENITZ, L.; HEGEWALD, E.; HEPERLE, D.; WOLF, M. The systematics of coccoid green algae: 18S rRNA gene sequence data versus morphology. **Biologia**, v. 58, p. 437-446, 2003.

KUBITZA, F. Off-flavor nos peixes cultivados. **Panorama da Aquicultura**, v. 14, n. 84, p. 15-25, 2004.

LACHI, G. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 29-38, 2008.

LAMPARELI, M. C.; TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L.; PIRES, D. A.; LERCHE, L. H. M.; CARVALHO, M. do C; ROSAL, C. 2014. **Atlas de Cianobactérias da bacia do alto Tietê**. Cetesb (Publicação On-line). Disponível <[www.Cetesb.sp.gov.br](http://www.Cetesb.sp.gov.br)>. Acesso em junho de 2014.

LLOYD, M.; GHELARDI, R. J. A table for calculating the equitability component of species diversity. **Journal An. Ecology**, v. 33, p. 217-225, 1964.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitárias del fitocenosis planctônicas Del sistemas de desembocaduras de rios y esteros de el zona central de Chile. **Revista Biologia Marina**, n. 22, p. 1-29, 1986.

LOPES, A. G. D. **Estudo da comunidade fitoplanctônica como indicador de poluição em três reservatórios em série do Parque estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP.** Dissertação (mestrado em Saúde Pública), Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2007.

LUCENA, T. C.; SILVA, J. F.; NOBRE, F. W.; SOUZA, C. A. de. **Contribuição do Geopark Araripe para o ensino de geografia no cariri cearense: um estudo de caso na escola Gonzaga Mota na cidade do Crato.** II COLÓQUIO SOCIEDADE, POLÍTICAS PÚBLICAS, CULTURA E DESENVOLVIMENTO-CE. Universidade Regional do Cariri-URCA, Crato- CE, 2012.

LUND, J.W.G.; KIPLING, C.; LECREN, E.D. The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. **Hydrobiologia**, v.11, p.143-170,1958.

MARGALEF, R. **Limnologia.** Barcelona, Omega S. A. 1983. 1010 p.

MARTINS, F. C. O.; FERNANDES, V. de O. Fitoplâncton da lagoa do campus universitário da UFES (Vitória, ES): estrutura da comunidade e considerações ecológicas. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 1, n. 2, p. 101-109, 2006.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La Metodologia para el Estudio de La Vegetacion. **Collection de Monografias Científicas.** [s. 1.], n. 22, 1982. 168 p.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde pública**, v. 38, n. 5, p. 679-686, 2004.

MENEZES, M. **Fitoflagelados pigmentados de quatro corpos d' água da região sul do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.** Tese (Doutorado em Botânica), Universidade de São Paulo. 1994. 700p.

MERCANTE, C. T. J; CABIANCA, M.A; SILVA, V.; COSTA, S.V.; ESTEVES, K. E. Water quality in fee-fishing ponds located in the São Paulo metropolitan region, Brazil: analysis of the eutrophication process. **Acta Limnológica Brasiliensia**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 95-102, 2004.

MERCANTE, C. T. J.; COSTA, S. V.; SILVA, D.; CABIANCA, M. A.; ESTEVES, K. E. Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2005.

MERCANTE, C. T. J.; SILVA, D.; COSTA, S. V. Avaliação da Qualidade da Água de Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo por Meio do Uso de Variáveis Abióticas e Clorofila In: ESTEVES, K. E.; SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima, 2006. p. 37-48.

MERCANTE, C. T. J.; PEREIRA, J. S.; MURUYAMA, L. S.; CASTRO, de P. M. G.; MENEZES, de L. C. B.; SENDACZ, S.; GENARO, A. C. D. Qualidade da água de efluentes de pesqueiros situados na bacia do Alto Tietê. **Bioikos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 41-52, 2011.

MILLAN, R. N. **Dinâmica da qualidade da água em tanques de peixes de sistema pesque-pague: aspecto físico – químico e plâncton**. Dissertação (mestrado em aquicultura) Campus de Jaboticabal, São Paulo, 2009. 87p.

MOURA, A. do N.; PIMENTEL, R. M. de M.; LIRA, G. A. S. T.; CHAGAS, M. das G. S.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C. Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas no reservatório de Botafogo. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE- DCG/NAPA, v.23, n. 3, 2006.

NOGUEIRA, I. S. **Chlorococcales sensu lato (Chlorophyceae) do município de Rio de Janeiro e arredores, Brasil: inventário e considerações taxonômicas**. Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991. 356 p.

NOGUEIRA, I. de S.; GAMA JÚNIOR W. A.; ALESSANDRO, E. B. D. Cianobactérias planctônicas de um lago artificial urbano na cidade de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Botânica**, v.34, n.4, p.575-592, 2011.

NUNES, A. P. **Análise do Potencial de Impacto no Meio Ambiente como Ferramenta para Educação e Proteção Ambiental em Pesqueiros**. Dissertação (mestrado em aquicultura) Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura Jaboticabal, 2009. 100 p.

OLIVEIRA, J. C. A.; ABREU, R. C. Resgatando a história de uma cidade média: Crato capital da cultura. **Revista Historiar**, n. 1, 2010.

PANDOLPHO, L.V. R. A. B.; GUIMARÃES, A. G.; DEUS, R. B. de; NASCIMENTO, A. G. do; GUARDA, V. L. M. Identificação e teste de toxicidade "in vivo" do extrato bruto de cianobactérias em pesque-pagues da região dos Inconfidentes - MG. **Revinter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 1, p. 29-44, 2013.

PROENÇA, L. A. O.; FONSECA, R. S.; PINTO, T. O. **Microalgas em área de cultivo do litoral de Santa Catarina**. São Carlos: Rima, 2011. 90p.

QUEIROZ, J. F. de; MACHADO, T. A.; RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A. **Indicadores para avaliação ambiental em pesque-pagues nas dimensões ecologia da paisagem e qualidade da água**. Jaguariuna, Embrapa Meio ambiente, boletim de pesquisa e desenvolvimento, 2006. 39 p.

RAMOS, G. J. P., BICUDO, C. E. M., GÓES-NETO, A.; MOURA, C. W. N. *Monoraphidium* and *Ankistrodesmus* (Chlorophyceae, Chlorophyta) from Pantanal dos Marimbus, Chapada Diamantina, Bahia State, Brazil, **Hoehnea**, v. 39, n. 3, p. 421-434, 2012.

RODRIGUES, L.L.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Chlorophyceae das Represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v. 33, p. 247-264, 2010.

ROJAS, N. E. T.; SANCHES, E. G. Considerações sobre a Implantação e o Manejo de Sistemas Aquaculturais Esportivos. In: ESTEVES, K. E. e SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima. 2006. p.177-200.

ROSINI, E. F. **Fitoplâncton de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo: Levantamento florístico**. Dissertação (mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2010.

ROSINI, E. F.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Chlorococcales (exceto Scenedesmaceae) de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: levantamento florístico. **Hoehnea**, São Paulo v.39, n.1, 2012.

ROSINI, E. F.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Cyanobacteria de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 2, p. 399-417, 2013a.

ROSINI, E. F.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Scenedesmaceae (Chlorococcales, Chlorophyceae) de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: levantamento florístico. **Hoehnea**, v. 40, n. 4, p. 661-678, 2013b.

SANCHES, E. G., GRAÇA-LOPES, R. Avaliação da dinâmica de movimentação de peixes em um estabelecimento de pesca esportiva tipo “pesque e solte.” **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.7, n.1, p. 38-46, 2006.

SANCHES, E. G.; LOPES, R. G. Avaliação da aquisição, estocagem e venda de peixes em um estabelecimento de pesca esportiva. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 365-372, 2009.

SANDRE, L. C. G. de; TAKAHASHI, L. S.; SAITA, M. V.; GIMBO, R. Y.; FIORELLI, J. **Características de Pesqueiros do Município de Dracena/ SP e sua Influência na Qualidade de Água**. In: IV SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS E V ENCONTRO DE ZOOTECNIA UNESP. DRACENA, São Paulo/ SP, setembro, 2008.

SANDRE, L. C. G. de.; TAKAHASHI, L. S.; FIORELLI, J.; SAITA, M.V.; GIMBO, R. Y.; RIGOBELLO, E. C. Influência dos fatores climáticos na qualidade de água em pesque-pagues. **Veterinária e Zootecnia**, v. 16, n.3, p. 509-518, 2009.

SANT'ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; SILVA, D. Comunidade Fitoplanctônica de Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, K. E. e SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima, 2006. p.49-62.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. de P.; AJUGARO, L. F.; CARVALHO, M. do C.; CARVALHO, L. R. de; SOUZA, R. C. R. de. **Identificação e contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. 58p.

SANT'ANNA, C.L. 1984. Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Bibliotheca Phycologica** 67:1-348.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; SORMUS, L. Fitoplâncton do Lago das Garças, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: Estudo Taxonômico e Aspectos Ecológicos, **Hoehnea**, v. 16, p. 89-131, 1989.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SENNA, P.A.C.; KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 213-227, 2004.

SANT'ANNA, C.L.; TUCCI, A.; AZEVEDO, M. T. P.; MELCHER, S. S.; WERNER, V. R.; MALONE, C. F. S.; ROSSINI, E. F.; JACINAVICIUS, F. R.; HENTSCHKE, G. S.; OSTI, J. A. S.; SANTOS, K. R. S.; GAMA JUNIOR, W. A.; ROSAL, C.; ADAME, G. 2012. **Atlas de Cianobactérias e Microalgas de águas continentais Brasileiras**. Instituto de Botânica de São Paulo. (Publicação On-Line). Disponível < [http://botanica.sp.gov.br/files/2013/09/virtuais\\_3atlas.pdf](http://botanica.sp.gov.br/files/2013/09/virtuais_3atlas.pdf)>. Acesso em junho de 2014.

SETO, L. M. **Inter-relação entre a comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em tanques de piscicultura nos períodos de seca e chuva.** Dissertação (mestrado em microbiologia agropecuária) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication.** University of Illinois Press, Urbana.1963.

SILVA, D. da. **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 da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2005.

SILVA, K. P. B. da; COSTA, M. M. S. da; GUEDES, E. A. C. Variação temporal do fitoplâncton de um lago pertencente à Área de Proteção Permanente no Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25 n. 4, p. 890-898, 2011.

SILVEIRA JÚNIOR, A. M.; FAUSTINO, S. M. M.; CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A. Estudos fitoplanctônicos no Brasil e sua influência no contexto Amazônico e local. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.15, n. 2, p. 14-26, 2015.

SIMPSON, E.H., **Measurement of diversity.** Nature, 1949. p. 163-688.

SIVONEM, K.; JONES, G. Cyanobacterial toxins. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Ed.). **Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management.** London: E e FN Spon, 1999.

TELL, G.; CONFORTI, V. **Euglenophyta pigmentadas de la Argentina.** Bibliotheca Phycologica, v. 75. 1986.301p.

TIAGO, G. G.; GIANESELLA, S. M. F. O uso da água pela aquicultura: estratégias e ferramentas de implementação de gestão. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 29, n.1, p. 1 - 7, 2003.

TUCCI, A. **Sucessão da comunidade fitoplanctônica de um reservatório urbano e eutrófico, São Paulo, SP, Brasil.** Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002. 274 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, **Hoehnea**, v. 33, p. 147-175, 2006.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Recursos hídricos no século XXI**, São Paulo. Oficina de texto, 2011.

UTERMÖHL, H. **Zur Vervollkommung der quantativen phytoplankton-methodik**. Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 9(2): 1-38.1958.

WEBER, C.I. Plankton. In: **National Environmental Research Center Office of Research and Development U. S. Environmental Protection Agency Cincinnati** (ed.). Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface water and effluents. p.1-17.1973.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 2 ed. 1984.