



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE – CES *campus* – CUITÉ
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO - UAE

IVANICE DA SILVA SANTOS

**ECOTAXONOMIA DE CIANOBACTÉRIAS NO HORTO FLORESTAL OLHO
D'ÁGUA DA BICA – CUITÉ- PB**

CUITÉ – PB

2014

IVANICE DA SILVA SANTOS

ECOTAXONOMIA DE CIANOBACTÉRIAS NO HORTO FLORESTAL OLHO
D'ÁGUA DA BICA – CUITÉ- PB

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Campus Cuité, como forma de obtenção do Grau de licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Garcia dos Santos

CUITÉ – PB

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE

Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

S237e

Santos, Ivanice da Silva.

Ecotaxonomia de cianobactérias no Horto Florestal Olho d'água da Bica – Cuité - PB. / Ivanice da Silva Santos – Cuité: CES, 2014.

64. fl

Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) – Centro de Educação e Saúde/ UFCG, 2014

Orientador: Dr. Carlos Alberto Garcia dos Santos

1. Água - nutrientes. 2. Cyanophyta. 3. Ecotaxonomia cianobactérias. I. Título

CDU556

IVANICE DA SILVA SANTOS

ECOTAXONOMIA DE CIANOBACTÉRIAS NO HORTO FLORESTAL OLHO
D'ÁGUA DA BICA – CUITÉ- PB

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas da UFCG, campus Cuité, para
obtenção do grau de licenciado em Ciências Biológicas

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto Garcia dos Santos

Orientador – UFCG/CES

Profa. Dra. Denise Domingos da Silva

UFCG/CES

Profa. Dra. Maria Franco Trindade Medeiros

UFCG/CES

Profa. Dra. Ana Maria da Silva

Suplente – UFCG/CES

A Josefa Fragoso (*in memoriam*), vó
dedicada e amada, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente e acima de todas as coisas, pois em momentos de desânimo foi agarrando-me em minha fé que continuei em frente;

Ao professor e orientador Dr. Carlos Alberto pela excelente orientação e por não me deixar desistir em certos momentos, além de orientador foi também amigo;

A professora Dra. Denise Domingos por ter me auxiliado e disponibilizado o laboratório para minhas análises;

Ao professor da Universidade Estadual da Paraíba Dr. Valderí Leite por ter respondido o e-mail de uma estranha e tão gentilmente ter disponibilizado laboratório, material, auxílio e aprendizado;

A Extrabes e toda sua equipe de alunos, estagiários, bolsistas e funcionários que me receberam de braços abertos e sempre responderam às minhas dúvidas, ouviram minhas lamentações e me socorreram em determinados momentos;

Aos técnicos, Júlio Leonardo dos laboratórios da Saúde do CES por seu auxílio, disponibilidade e paciência, e Ana Paula dos laboratórios de ensino de Biologia também do CES por toda a orientação e respostas as minhas dúvidas, momentos de aprendizado e principalmente ajuda na identificação das cianobactérias, sem ela outros rumos teriam sido tomados;

Aos colegas de laboratório do CES, Francirenildo que suportou no começo da pesquisa minhas dúvidas e principalmente Natália que com toda a sua paciência e excelente companhia me acompanhou em todas as análises, foram momentos gratificantes;

As colegas de laboratório da Extrabes, Elaine, Mariah e principalmente a Raquel que foi companheira de análises, amiga e porque não dizer professora também, pois com ela aprendi muito e mesmo a distância nunca deixou de me auxiliar, obrigado pelos risos, pela companhia, pelas conversas, mas principalmente por compartilhar seu conhecimento comigo;

A todos os meus amigos que reservaram um pouco do seu tempo para me acompanhar em coletas longas e cansativas, Micaéla, Daniele, Rafaela, Elson, Felipe, Neto, Francirenildo e Felipe Fernando;

A todos os professores do curso de Ciências Biológicas do CES que me ensinaram, levarei de vocês grande parte da profissional que pretendo ser;

A todos os meus colegas de curso por esses anos de companheirismo e de crescimento pessoal, vocês fizeram parte de uma fase muito importante da minha vida, levarei para sempre cada um em meu coração, obrigado amigos.

Não desista até que todas as portas se fechem.

(Carlos Alberto Garcia)

*Sei que o meu trabalho é apenas uma gota no oceano,
mas sem ele o oceano seria menor.*

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

O semiárido brasileiro conta com apenas 8% de toda a água doce do país. Por esse motivo o monitoramento da qualidade dessas águas é de suma importância. Uma das formas de obter esse controle por métodos naturais é através da análise por bioindicadores. As cianobactérias são organismos fotossintetizantes que são sensíveis a alterações físico-químicas nos corpos d'água. A fonte Olho D'Água da Bica faz parte de um complexo de mananciais do município de Cuité, na Paraíba, utilizada como fonte de recursos hídricos em tempos de estiagem prolongada. O objetivo desse trabalho foi identificar os gêneros da Divisão Cyanophyta ocorrentes em três pontos do Horto Florestal Olho D'Água da Bica, fazendo uma correlação entre eles e os parâmetros físico-químicos registrados nos pontos de coleta. As coletas foram realizadas entre novembro de 2012 a dezembro de 2013. Os parâmetros físico-químicos analisados foram temperatura da água, no ato da coleta, pH, turbidez, condutividade, dureza, fósforo total e ortofosfato solúvel. Foram identificadas 7 famílias e 10 gêneros de cianobactérias: *Stigonema*, *Leptolyngbya*, *Borzia*, *Lyngbya*, *Spirulina*, *Geitlerinema*, *Synechocystis* e algumas potencialmente tóxicas como *Anabaena*, *Phormidium* e *Oscillatoria*. Porém a dinâmica e distribuição dos táxons indicava que o ambiente encontrava-se equilibrado. A água apresentou temperatura em torno de 25,3 °C, pH ácido, água levemente dura a muito dura, turbidez e condutividade abaixo do esperado para ambientes eutrofizados, assim como o fósforo e o ortofosfato. Estes últimos provenientes apenas das características físicas próprias dos pontos de coleta. Concluiu-se então que as águas do Horto Florestal Olho D'Água da Bica não se encontram sob eutrofização por atividades antrópicas, situação indicada pela análise dos parâmetros e pela dinâmica das cianobactérias.

Palavras-chave: Cyanophyta, parâmetros físico-químicos, água, nutrientes.

ABSTRACT

The Brazilian semiarid region has only 8% of all fresh water in the Country. For this reason the quality monitoring of these waters paramount importance. One of the ways to get this control by natural methods is through the analysis of bioindicators. The Cyanobacterias are photosynthetic organisms that are susceptible to physicochemical changes in water bodies. The Olho D'água da Bica is part of a complex of springs in the municipality of Cuite, in Paraíba, used as source of water resources in times of prolonged drought. The objective of this work was to identify the genera of Division Cyanophyta occurring in three points the Horto Florestal Olho D'água da Bica, making a correlation between them and the physicochemical parameters recorded at collection points. The collections werw made between November 2012 and December 2013. The physicochemical parameters analyzed were the water temperature, in the act of collections, Ph, turbidity, conductivity, hardness, total phosphorous and orthophosphato. Werw identified 7 familly and genres of cyanobacteria: *Stigonema*, *Leptolyngbya*, *Borzia*, *Lyngbya*, *Spirulina*, *Geitlerinema*, *Synechocystis* and some potentially toxic as *Anabaena*, *Phormidium* and *Oscillatoria*. However the dynamics and distribution of taxa indicated that the environment was balanced. The water has temperature around 25.3° C, pH, acid water slightly hard to very hard, turbidity and conductivity below the expected to eutrophic environments as well as phosphorus and orthophosphate. These last from only own physical characteristics of collection points. aIt was conclude then that the waters of the Horto Florestal Olho D'água da Bica spout not under eutrophication by human activities is displayed by the analysis of the parameters and the dynamics of Cyanobacterias.

Kywords: Cyanophyta, Physicochemical Parameters, Water, Nutrients.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Horto Florestal Olho D'água da Bica. Fonte: Adaptado do Google Maps	23
Figura 2: Localização do município de Cuité	24
Figura3: A. Localização do Ponto 1 de coleta (06°29'26"S e 36°09'27,3"W) B. Imagem do local. Fonte: dados da pesquisa	27
Figura 4: A. Localização do ponto 2 de coleta (06° 29' 38,5" S e 36° 09' 43,7" W) B. Imagem do local. Fonte: dados da pesquisa	28
Figura 5: A. Localização do ponto 3 de coleta (06° 29' 41,9" S e 36° 10' 01,9" W) B. Imagem do local. Fonte: dados da pesquisa	29
Figura 6: Recipientes de vidro utilizados na coleta de cianobactérias. Fonte: dados da pesquisa	30
Figura 7: Recipientes utilizados na coleta de água para posterior análise físico-química. Fonte: dados da pesquisa	30
Figura 8: Realizando análise de turbidez. Foto: Nátaia Ferreira. Fonte: dados da pesquisa	31
Figura 9: Realizando análise de condutividade. Foto: Natália Ferreira. Fonte: dados da pesquisa	32
Figura 10: Amostra antes e após a titulação. Fonte: dados da pesquisa	33
Figura 11: <i>Synechocystis</i> Fonte: dados da pesquisa	38
Figura 12: <i>Geitlerinema</i> Fonte: dados da pesquisa	39
Figura 13: <i>Oscillatoria</i> Fonte: dados da pesquisa	39
Figura 14: <i>Spirulina</i> Fonte: dados da pesquisa	40
Figura 15: <i>Phormidium</i> Fonte: dados da pesquisa	40
Figura 16: <i>Borzia</i> Fonte: dados da pesquisa	41
Figura 17: <i>Lyngbya</i> Fonte: dados da pesquisa	41
Figura 18: <i>Leptolyngbya</i> Fonte: dados da pesquisa	42
Figura 19: <i>Stigonema</i> Fonte: dados da pesquisa	42
Figura 20: <i>Anabaena</i> Fonte: dados da pesquisa	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos gêneros de cianobactérias encontrados por pontos. Fonte: dados da pesquisa44

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos obtidos a cada coleta. Fonte: dados da pesquisa. *V.D.C: valores durante as coletas.45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação das águas de acordo com a dureza. Fonte: Adaptado de Rocha, Rosa, Cardoso (2009)	49
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição dos valores de temperatura por pontos. Fonte: dados da pesquisa	46
Gráfico 2. Distribuição dos valores de pH por pontos. Fonte: dados da pesquisa	47
Gráfico 3. Distribuição dos valores de turbidez por pontos. Fonte: dados da pesquisa.....	48
Gráfico 4. Distribuição dos valores de condutividade por pontos. Fonte: dados da pesquisa	49
Gráfico 5. Distribuição dos valores de dureza por pontos. Fonte: dados da pesquisa.....	50
Gráfico 6. Distribuição dos valores de fósforo por pontos. Fonte: dados da pesquisa.....	51
Gráfico 7. Distribuição dos valores de ortofosfato por pontos. Fonte: dados da pesquisa.....	52

SUMÁRIO

1. Introdução	14
1.1 Cianobactérias no Nordeste	18
2. Objetivos	22
2.1 Objetivo geral	22
2.2 Objetivos específicos	22
3. Material e Métodos	23
3.1 Área de estudo	23
3.2 Coleta de material biológico	26
3.3 Procedimentos analíticos	30
3.3.1 Temperatura (°C)	30
3.3.2 pH.....	30
3.3.3 Turbidez (NTU)	31
3.3.4 Condutividade ($\mu\text{S} / \text{cm}$)	32
3.3.5 Dureza ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$).....	32
3.3.6 Fósforo Total	33
3.3.7 Ortofosfato Solúvel	34
3.3.7.1 Preparação do ácido ascórbico	35
3.3.7.2 Preparação do reagente combinado	35
4. Resultados e Discussão	36
4.1 Divisão Cyanophyta	36
4.2 Análise dos parâmetros físico-químicos	45
4.2.1 Temperatura (°C)	45
4.2.2 pH	46
4.2.3 Turbidez (NTU)	47
4.2.4 Condutividade ($\mu\text{S} / \text{cm}$)	48
4.2.5 Dureza ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$)	49
4.2.6 Fósforo Total	50
4.2.7 Ortofosfato Solúvel	51
5. Considerações finais	54
6. Referências	56
Glossário.....	64

1. Introdução

O Brasil apresenta cerca de 12 % da água doce superficial do planeta, dos quais apenas 3% está disponível para a região Nordeste (SUASSUNA, 2001), afetada por longos períodos de estiagem e onde uma população de mais de 50 milhões de habitantes (IBGE, 2010) utilizam água para diversos fins. Apesar da importância desse recurso natural, o desperdício e a poluição são agravantes que requerem medidas imediatas. A poluição promove a eutrofização dos corpos d'água prejudicando sua potabilidade. Tal processo favorece a proliferação de algas como as cianobactérias, que em grandes florações atribuem a água cor, odor e sabor impróprios, além da produção de toxinas por parte de certas espécies. Dessa forma, o Ministério da Saúde e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) disponibilizaram algumas portarias que tratam da ocorrência, número de células, controle e tratamento de águas que apresentem cianobactérias, com o devido fim de controle desses organismos e assim preservação da água potável, embora em águas que não sejam doces a proliferação desses organismos também seja preocupante (Portaria 518/2004 e Resolução 357/2005).

Entretanto, as cianobactérias são também importantes elementos dos ecossistemas aquáticos marinhos e dulcícolas, pois contribuem para a absorção do carbono e, como produtores, são essenciais para a manutenção das cadeias tróficas nesses ambientes. Alguns gêneros são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico na forma molecular, possibilitando a disponibilização desse elemento na forma de nitrito, nitrato ou amônia. Além disso, estudos mostram sua importância como bioindicadores da qualidade da água (Comunicação pessoal, 2014). Segundo Washington (1984 *apud* BASTOS *et al*, 2006, p. 204), bioindicadores são espécies sensíveis a vários parâmetros, como poluição orgânica, derramamento de óleo, alterações de pH da água, lançamento de pesticidas, entre outros.

O reduzido número e volume de reservatórios na região Nordeste, aliado aos baixos índices pluviométricos médios anuais constituem fatores relevantes para um estudo centrado na influência das comunidades de cianobactérias na qualidade das águas de abastecimento no estado da Paraíba, em particular nas áreas do agreste e sertão, onde os recursos hídricos são ainda mais escassos.

As águas subterrâneas também constituem parte dos mananciais naturais que em algumas áreas, irrompem em nascentes das vertentes das serras. Este é o caso da fonte

Olho D'Água da Bica, no município de Cuité, cujas águas já foram utilizadas pela população da cidade como recurso em tempos de longa estiagem (COSTA, 2009^b). Além disso, esta fonte alimenta ribeirinhos que desembocam no açude Boqueirão do Cais, o principal reservatório de abastecimento para os municípios de Cuité e Nova Floresta.

Bastos e colaboradores (2006) estudaram o comportamento de cianobactérias e clorofíceas como bioindicadores de contaminação em águas de hidrossistemas de uma indústria de papéis reciclados em Governador Valadares – MG, e observaram também outros grupos assim como, por exemplo, a Divisão Chlorophyta (algas verdes). Estes realizaram um estudo onde foram analisados sete pontos de despejo da indústria desde a captação das águas, passando por uma estação de tratamento de água até a devolução da água utilizada pela indústria ao Ribeirão Capim, local também de captação. A comunidade fitoplanctônica encontrada apresentava 5 divisões, 5 classes, 11 ordens, 19 famílias e 36 gêneros. Dentre as cianobactérias se identificou 1 classe, 2 ordens, 4 famílias e 8 gêneros. As cianobactérias foram encontradas durante todo o trabalho em maior número em pontos onde a incidência de matéria orgânica eram maiores e nos mesmos nos quais os parâmetros Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio e Fósforo também tiveram aumentos significativos, sendo que os demais grupos representados por organismos que só se desenvolvem em condições ótimas no ambiente tiveram uma maior representatividade nos três primeiros pontos, caracterizados como pontos desprovidos de qualquer influência da indústria e por isso, livres de poluição.

Ainda em Minas Gerais, Corrêa (2007) estudou as cianobactérias como possíveis bioindicadores de ambientes em presença de hidrocarbonetos, compostos que se constitui exclusivamente de carbono e hidrogênio (CORRÊA, 2007). Identificaram-se assim os gêneros *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Pseudonabaena* e *Geitlerinema*, porém os testes foram realizados apenas com *Phormidium*, pois era o gênero com o maior número de indivíduos. O trabalho comprovou que *Phormidium* pode ser utilizado como bioindicador de ambientes contaminados por hidrocarbonetos, embora ainda não se saiba qual é exatamente o papel desses organismos na biodegradação de hidrocarbonetos, porém algumas pesquisas recentes demonstraram a alta adaptabilidade de cianobactérias em ambientes contaminados. Corrêa (2007) relata, por exemplo, um incidente ocorrido em 1991 onde seis mil barris de petróleo foram derramados no Golfo

Arábico, em uma faixa de aproximadamente 770 km. Meses depois as cianobactérias foram os primeiros organismos a recolonizar a área, inclusive em locais poluídos e em outros onde antes elas não colonizavam, apesar do incidente ter afetado a composição de seu biofilme. O autor concluiu que biofilmes de *Phormidium* são indicados para futuros experimentos de biorremediação de áreas impactadas por hidrocarbonetos.

Borges (2009) realizou levantamento de cianobactérias durante duas estações, chuvosa e seca, em um manancial de abastecimento público na cidade de Ouro Preto – MG para analisar seu potencial tóxico em relação às microcistinas, uma classe de toxinas produzidas por cianobactérias. Além disso, analisou se a qualidade da água estava de acordo com a Resolução CONAMA 357/05. Foram identificadas 4 ordens, 12 gêneros, e 20 espécies, algumas potencialmente tóxicas. Também foram avaliados os parâmetros físico-químicos como concentração de fósforo, ortofosfato, nitrogênio, temperatura da água, pH, DBO, sólidos totais e coliformes termotolerantes. Estes últimos encontravam-se fora dos limites permitidos pelo CONAMA e foram os que mais contribuíram negativamente para a qualidade da água. Apenas a pluviosidade e coliformes termotolerantes tiveram uma correlação significativa com a densidade de cianobactérias. Os testes para microcistinas comprovaram que a espécie *Nostoc muscorum* era responsável pelos maiores valores de toxinas. Ficou claro assim, o quanto são fundamentais medidas de monitoramento em águas de abastecimento público.

Na cidade de Tangará, no estado de Santa Catarina, Anciutti e Cochôa (2010) analisaram os parâmetros físico-químicos e os principais grupos de cianobactérias presentes em um lago de uma propriedade particular do município. Incrivelmente, considerando a alta adaptabilidade desses organismos, as autoras só identificaram espécies do gênero *Oscillatoria*, este produtor de toxinas, porém estava de acordo com a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde não excedendo 10.000 células/mL. A baixa representatividade de cianobactérias no corpo d'água ficou comprovada pelas análises físico-químicas que indicaram nitrato, amônia e pluviosidade acima da média o que torna o ambiente caracterizado por baixa produtividade.

De acordo com Nascimento (2010) uma das formas de avaliação dos efeitos de atividades antrópicas em um manancial é com o uso de bioindicadores. Dessa forma, ele utilizou as cianobactérias para avaliação das águas que são captadas em estações de tratamento de quatro cidades do estado de São Paulo. Utilizou dados secundários já

obtidos pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e procurou-se assim por um período de tempo avaliar as condições ambientais das águas em relação ao crescimento gradual da densidade de cianobactérias, já que esse crescimento indicaria também um aumento na poluição desses corpos d'água. Os resultados mostraram então um aumento no número de cianobactérias em todos os reservatórios.

Jardim (2011) procurou estabelecer os parâmetros físico-químicos que influenciam a densidade de cianobactérias em um corpo d'água. Para tanto realizou estudo no Rio das Velhas localizado na mesorregião metropolitana de Minas Gerais. Os resultados obtidos estabeleceram que os parâmetros oxigênio dissolvido, pH e clorofila-*a* são os que mais influenciam na densidade de cianobactérias, e turbidez e sólidos suspensos, indicadores das condições físicas da água, os que menos interferem. E ainda, a sazonalidade influencia diretamente os parâmetros que interferem na densidade de cianobactérias.

Gonçalves (2005) classificou a Lagoa Juparanã em Linhares – Espírito Santo como um ambiente mesotrófico a eutrófico graças à grande concentração de cianobactérias, e ainda oligotrófico devido à baixa concentração de nutrientes. A sazonalidade também permitiu que a transparência da água diminuísse ao longo do período de estudo. Dentre toda a comunidade fitoplanctônica estudada as cianobactérias foram as mais representativas com dominância de *Synechocystis sp* o que é um alerta para a lagoa pois esse táxon é produtor de cianotoxinas.

Outros estados brasileiros também contribuíram para a identificação de cianobactérias que colonizam nossas águas e sua interação e influência no meio, seja por liberarem toxinas na água, seja por indicar condições extremas no ambiente, seja apenas contribuindo para o conhecimento da taxonomia da Divisão Cyanophyta. Silva e Silva e colaboradores (2007) realizaram levantamento taxonômico das cianobactérias da Lagoa Pitanguinha no nordeste do Rio de Janeiro, identificando ainda alguns fatores que limitavam o crescimento da microflora nesse ambiente como a hipersalinidade, embora as cianobactérias sejam adaptáveis a habitats em condições extremas. No Rio Grande do Sul, Martinez-Brito (2011) analisou a comunidade cianobactéria da Lagoa das Custódias, localizada na região costeira do estado. Foram identificados 35 táxons, dentre estes doze espécies eram registros novos para a área e três para o estado, e ainda,

a espécie *Lemmermanniella sp* foi considerada como uma nova espécie para a ciência. Em São Paulo, Rodrigues (2008) estudou a interação entre as diversas comunidades fitoplanctônicas, entre elas as cianobactérias, que apresentavam 17 táxons nas represas Billings e Guarapiranga que abastecem água para milhões de pessoas do estado, sendo nove cianobactérias potencialmente tóxicas. O estudo comprovou similaridade entre as comunidades fitoplanctônicas. Ainda em São Paulo, Gama Júnior (2012) comprovou a grande adaptabilidade das cianobactérias em diversos habitats. Embora estas sejam estudadas frequentemente em corpos de água também podem colonizar o solo, rochas e outros substratos terrestres. Sendo assim, para o estudo realizado foram identificados 61 táxons de cianobactérias em trechos da Mata Atlântica do estado de São Paulo.

1.1 Cianobactérias no Nordeste

O clima seco, a temperatura elevada na maior parte do ano e a baixa pluviosidade são características que favorecem as florações de cianobactérias no Nordeste. Sendo a água de uso, na maioria das vezes armazenada em açudes, a grande preocupação é quanto dessas florações estariam associadas à baixa potabilidade dessas águas. Diante disso, a Resolução CONAMA 357/2005 que “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 efluente”, estabelece um limite de 20.000 cel/mL para a densidade de cianobactérias em águas doce, classe I, definidas como águas destinadas ao abastecimento para consumo humano. Sendo assim, vários são os trabalhos destinados ao estudo desses corpos d’água com ênfase na influência das cianobactérias em seus vários âmbitos.

Na Paraíba, o primeiro levantamento de cianobactérias foi realizado por Barbosa e colaboradores (2001 *apud* VASCONCELOS, *et al*, 2011, p. 4) para o Parque Solon de Lucena, em João Pessoa. Monteiro e colaboradores (2012) realizaram levantamento taxonômico da comunidade cianobactéria do açude de Bodocongó, em Campina Grande – PB, com o objetivo de avaliar as implicações da ocorrência desses organismos na qualidade da água para a população em seu entorno. O levantamento identificou 12 espécies de cianobactérias, sendo quatro produtoras de cianotoxinas: *Microcystis sp*, *Planktothrix isoethrix*, *Dolichospermum circinalis* e *Planktolyngbya limnética*. Além disso, a densidade de células se encontrava fora dos parâmetros estabelecidos pelo

CONAMA e a água apresentava alteração na cor e odor, caracterizando assim um desequilíbrio ecológico. Os autores concluíram diante desses dados que o açude se encontrava em uma situação de grave ameaça a saúde pública, pois o contato com cianotoxinas em longo prazo pode levar a incidência de doenças para a população que utiliza as águas do açude para diversos fins.

Outros açudes da Paraíba também se mostraram em condições preocupantes, o que relata o trabalho de Torquato (2012). O estudo analisou 23 mananciais de abastecimento público da Paraíba, divididos em cinco bacias (Rio Piranhas, Paraíba, Taperoá, Mamanguape e Gramame) com o objetivo de avaliar a qualidade da água em relação à potabilidade no que diz respeito à cianotoxinas. Os parâmetros analisados, temperatura da água, oxigênio, alcalinidade, nitrogênio inorgânico total, fósforo solúvel, e total, mostraram variação constante durante os dois períodos de estudo, seco e chuvoso, sendo que os maiores valores foram registrados na maioria dos casos no período seco. No que diz respeito às cianobactérias elas dominaram 16 dos 23 mananciais, número este que ultrapassa os limites estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Nos dois períodos de estudo foram identificados organismos potencialmente produtores de toxinas, dentre os quais se destacaram espécies dos gêneros *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Aphanocapsa*, *Cylindrospermopsis*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Planktothrix* e *Pseudonabaena*. Os valores de nitrogênio e fósforo revelaram ambientes eutrofizados em todos os reservatórios e presença elevada de microcistinas em 40% dos açudes no período seco, e no período chuvoso 20%. Diante disso, a autora enfatiza o quão importante são medidas de remediação desses açudes.

Costa e colaboradores (2009^a) estudaram a dinâmica das cianobactérias em seis reservatórios, já em condições eutróficas, do Rio Grande do Norte, a fim de se avaliar durante dois períodos, chuva e estiagem, os fatores que influenciam essa comunidade em região semiárida. Durante todo o trabalho as cianobactérias permaneceram constantes, com uma diversidade reduzida, porém alta biomassa, inclusive com a presença de gêneros potencialmente tóxicos. No período chuvoso verificou-se a dominância do gênero *Microcystis* e na estiagem os gêneros *Planktothrix* e *Cylindrospermopsis*. Os resultados obtidos levaram a crer que a condutividade, profundidade média e a razão TN/TP (nitrogênio total/fósforo total), os quais se mantiveram acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA, foram os fatores que contribuíram significativamente para a variância das espécies fitoplanctônicas.

Semelhantemente Silva e colaboradores (2009) identificaram 12 táxons de cianobactérias, cerca de 6,37% da comunidade microfitoplanctônica do estuário de Rio Formoso em Pernambuco, local de estudo. Levando em consideração os resultados obtidos através de análises de parâmetros abióticos e da pluviosidade da região, pode-se comprovar que os parâmetros que mais influenciam a distribuição taxonômica de todos os 204 táxons microfitoplanctônicos identificados no estuário são: oxigênio proveniente do aporte de água marinha, maiores concentrações de nutrientes e biomassa de algas, observados no período chuvoso.

Em Sergipe Pereira e colaboradores (2011) realizaram levantamento taxonômico da comunidade cianobactéria em quatro pontos da sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim, a fim de contribuir para o conhecimento da biodiversidade de cianobactérias do local. Foram identificadas 13 espécies de cianobactérias, sendo que a mais representativa foi a *Oscillatoria ornata*, pertencente a um gênero bem representativo em todos os estudos da área, além de ser bioindicador de condições inóspitas do ambiente, pois a espécie foi encontrada em maior quantidade no ponto onde o Rio Poxim é altamente antropizado, ou seja, sofre influência direta da população do seu entorno por meio de banhos e higienização de animais, além de não apresentar sistema de esgotamento sanitário, se tornando assim, o ponto onde a qualidade ambiental se encontra em piores condições. Os resultados mostram mais uma vez a importância de medidas visando o melhoramento das condições ambientais de corpos de água, principalmente àqueles que abastecem populações inteiras.

Araujo e Oliveira (2011) determinaram que as águas dos açudes do Prata e do Meio em Recife – PE se encontram adequadas para o abastecimento público, pois os parâmetros limnológicos analisados nos dois açudes, pH, temperatura, Oxigênio dissolvido (O.D), D.B.O, cor, turbidez, série nitrogenada, fósforo total, sílica, transparência, além da comunidade fitoplanctônica em geral se mantiveram sempre abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA durante o período de estudo. Embora não citem os grupos fitoplanctônicos encontrados, mencionam a temperatura de 20°C como o valor mínimo para a floração de cianobactérias, sendo que os dados encontrados indicaram temperatura entre 27°C e 31°C para os dois açudes, o que leva a crer que as cianobactérias era um dos grupos encontrados nos açudes do Prata e do Meio.

Outro fator que determina a presença de florações de cianobactérias é a densidade de células, o que leva a uma maior ou menor biomassa e assim ao aparecimento de florações, o que mostra o trabalho de Aragão (2011). Ela analisou a densidade de células de cianobactérias em 19 reservatórios de água em Pernambuco, já tendo realizado levantamento taxonômico identificando 23 táxons distribuídos em três classes, Oscillatoriales, Nostocales e Chroococcales, e pode comprovar que as florações ocorriam quando a densidade total e biomassa total estavam acima de 10^8 cel.mL⁻¹ e 10^3 mg.L⁻¹ respectivamente. As florações estiveram presentes em 12 reservatórios, os quais também apresentavam coloração diferenciada, o que pode ser indicado pelos altos valores dos parâmetros abióticos como temperatura do ar e da água, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e turbidez em todos os reservatórios, com apenas algumas exceções.

Da mesma forma Oliveira (2011) chegou às mesmas conclusões quanto a fatores abióticos que favorecem a densidade de células de cianobactérias, indicando que a disponibilidade de nitrogênio total no corpo d'água induz a uma maior ocorrência de florações em açudes do semiárido paraibano.

Outro trabalho que trouxe informações significativas para o conhecimento de fatores que implicam na floração de cianobactérias foi Ribeiro (2007), que também mostrou a influência do nitrogênio nesse fenômeno. A autora estudou quatro lagoas de estabilização nos municípios de Sapé, Monteiro, Cajazeiras e Souza, quanto a seus parâmetros abióticos e dados climáticos do município (pluviosidade, insolação e temperatura do ar), além de avaliar o efluente final das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Após o final do estudo pode-se concluir que a razão N/P (nitrogênio/fósforo) influencia a formação de florações de cianobactérias, além de parâmetros como alta insolação, temperatura acima de 25 °C e pH médio em torno de 7,5, pois todas as lagoas de estabilização se encontravam nessas condições e sob florações.

2. Objetivos:

2.1 Objetivo geral:

- Identificar os gêneros da Divisão Cyanophyta ocorrentes em três pontos do Horto Florestal Olho D'Água da Bica, analisando parâmetros físico-químicos da água e fazendo uma correlação entre eles e a presença dos organismos encontrados a fim de contribuir para o conhecimento da influência dos mesmos na qualidade das águas do semiárido.

2.2 Objetivos específicos:

- Realizar levantamento taxonômico da comunidade cianobactéria do Horto Florestal Olho D'água da Bica;
- Realizar análises físico-químicas das águas de três pontos do Horto Florestal Olho D'água da Bica;
- Determinar a carga de fosfatos das águas de três pontos do Horto Florestal Olho D'água da Bica;
- Determinar a ocorrência de influência antrópica na qualidade das águas do Horto Florestal Olho D'água da Bica;
- Comparar os resultados obtidos com os de outras análises feitas no Nordeste.

3. Material e Métodos

3.1 Área de estudo

O Horto Florestal Olho D'água da Bica é uma área de 75 hectares sob administração da Universidade Federal de Campina Grande. Está localizado na encosta sul da serra de Cuité (Figura 1), mesorregião do Agreste Paraibano, microrregião do Curimataú Ocidental, no planalto da Borborema. Situado a 667 metros acima do nível do mar. Está distante da capital, João Pessoa 235,1 km, entre as coordenadas $6^{\circ} 29' 06''$ S e $36^{\circ} 9' 24''$ W (COSTA *et al* 2009^b) (Figura 2). Limita-se com os municípios de Cacimba de Dentro, Damião, Barra de Santa Rosa, Sossego, Baraúna, Picuí, Nova Floresta e com o Estado do Rio Grande do Norte (CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2005).



Figura 1: Localização do Horto Florestal Olho D'água da Bica. Fonte: Adaptado do Google Maps



Figura 2: Localização do município de Cuité.

A história do Horto Florestal está ligada ao estabelecimento das tribos indígenas dos Tarairús, Paiacús e Surucús que foram os primeiros ocupantes da região que posteriormente ficaria conhecida como Cuité, mas que em épocas remotas era chamada de “Coité”, nome de origem indígena que significa: Cuy (vasilha, cuia, gamela) e Eté (grande, real, verdadeira). Segundo dados históricos há pelo menos duas versões acerca do início do desenvolvimento da cidade de Cuité. Uma diz que um caçador da cidade de Bananeiras, chamado João de Barros, teria em uma excursão com seus filhos, encontrado a Serra de Cuité. Voltando a sua cidade contou o fato ao coronel de milícias Caetano Dantas, que após conhecer a região requereu sesmaria para criação de gado. A outra versão diz que a descoberta das terras de Cuité deu-se pelo próprio Caetano Dantas em uma excursão. Tradições e lendas indígenas sobre a origem da fonte Olho D’Água foram transmitidas aos descendentes dos povos que primeiramente ocuparam a região e são herança de uma cultura que deve ser preservada.

O Olho D’Água é uma fonte de água permanente que brota de uma rocha de 140 m. Um curso d’água é formado a partir daí e represado em 3 pontos. Há alguns anos atrás esta água era utilizada por toda a população cuiteense para diversos fins, como recreação, higiene de animais, de bicicletas e motos, banhos coletivos e até mesmo, para consumo próprio. Além da presença de banheiros públicos no local a área ainda é composta por uma lagoa permanente, com vegetação característica no entorno e vários pontos de cachoeiras, estas alcançando poucos metros de altura. Por fim, toda a água desemboca em um pequeno reservatório localizado no ponto final da área a muitos

metros de distância do Olho D'Água. A riqueza do Olho D'Água não se limita aos recursos hídricos. Muitos representantes da flora e da fauna são originais e encontram refúgio nesta área que devido a sua posição geográfica sofreu menos impacto que as áreas do entorno.

O local foi, em épocas recentes, utilizado pela população da cidade e vizinhança para além das práticas de recreação para manifestações culturais como a encenação da Paixão de Cristo, que reunia uma grande multidão. O resultado foi a degradação do ambiente, pois uma parte maior da vegetação foi removida para abrigar um maior número de pessoas e ao final do espetáculo, uma grande quantidade de resíduos sólidos era deixada no local. Com o encerramento dessas atividades, o Olho D'Água serviu como depósito de lixo e a vegetação fonte de alimento para animais.

Em 2003, foi realizado um trabalho por professores da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Orlando Venâncio dos Santos com o objetivo de coletar dados do Olho D'Água para subsidiar um plano de educação ambiental para a viabilização de um projeto de gerenciamento adequado da fonte. Foram feitas entrevistas com usuários da área e coletas de amostras de água para análises das condições físico-químicas e biológicas do corpo hídrico. Com base nessas entrevistas puderam evidenciar a participação da população local nos resultados negativos obtidos nas análises de temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, condutividade elétrica, dureza, ortofosfato, D.B.O., coliformes fecais, amônia, nitrato, e fósforo total. Estes resultados revelaram a impropriedade da água para consumo humano.

Em 2009, professores do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande realizaram uma análise socioambiental das condições hídricas do Olho D'Água e um levantamento da fauna e da flora local, dessa vez para a implantação do Horto Florestal. Além de atividades de sensibilização ambiental nas escolas locais, os levantamentos biológicos efetuados identificaram nove grupos na microbiota dos corpos d'água, vinte famílias de angiospermas, quatro ordens piscícolas e seis grupos da meiofauna. Em relação às condições físico-químicas da água elas apenas confirmaram dados já levantados pelo trabalho anteriormente referenciado. A água possuía elevada dureza, baixo pH e inexistência de fatores tamponantes. Em função desses dados fica evidente a necessidade de se realizar novos estudos das condições ambientais do Horto

Florestal Olho D'Água da Bica. O estudo do relevante papel das cianobactérias como bioindicadores e produtores nas teias tróficas pode ampliar a perspectiva de intervenção na melhoria da qualidade da água do Olho D'Água.

3.2 Coleta de material biológico

As coletas de amostras de água contendo material biológico foram realizadas quinzenalmente no período de novembro de 2012 a dezembro de 2013 em três pontos do Horto Florestal Olho D'Água da Bica (Figuras 3 A-B; 4 A-B; 5 A-B). Este foi armazenado em recipientes de vidro previamente esterilizados e fechados (Figura 6). Imediatamente foi conduzido ao laboratório de Botânica do Centro de Educação e Saúde e fixado em formol a 4% para posterior identificação dos táxons em microscópio óptico, em objetivas de 4X a 40X, com utilização das chaves de Sant'anna, Branco e Azevedo (2006). Para o registro de imagens utilizou-se o programa Micro Image Analysis (2008). Ao mesmo tempo foram coletadas amostras de água para análises físico-químicas em garrafas “pet” (Figura 7) e levadas ao Laboratório de Química Analítica do CES para análises imediatas de pH, turbidez, condutividade e dureza, todos analisados em triplicata. Para fósforo total e ortofosfato os recipientes foram lavados anteriormente com solução de 100 ml de água sanitária para 400 ml de água, colocados sob refrigeração e levados, no prazo de menos de 24 horas à EXTRABES (Laboratório de Análises de Água da Universidade Estadual da Paraíba, campus de Campina Grande).

- Ponto 1: Reservatório próximo à fonte Olho D'Água (Figura 3 A-B).



Figura3: A. Localização do Ponto 1 de coleta ($06^{\circ}29'26''S$ e $36^{\circ}09'27,3''W$) B. Imagem do local. Fonte: dados da pesquisa

- Ponto 2: Cachoeira na vazante da lagoa permanente (Figura 4 A-B)

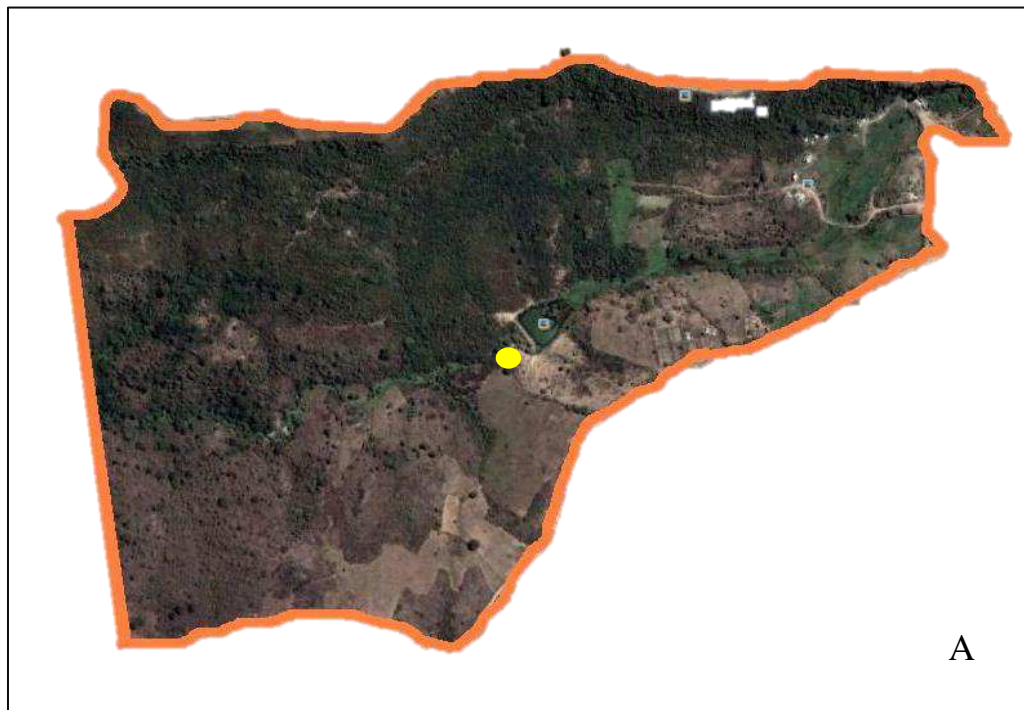


Figura 4: A. Localização do ponto 2 de coleta ($06^{\circ} 29' 38,5''$ S e $36^{\circ} 09' 43,7''$ W) B. Imagem do local. Fonte: dados da pesquisa

- Ponto 3: Reservatório localizado no final da área destinada ao Horto Florestal (Figura 5 A-B)

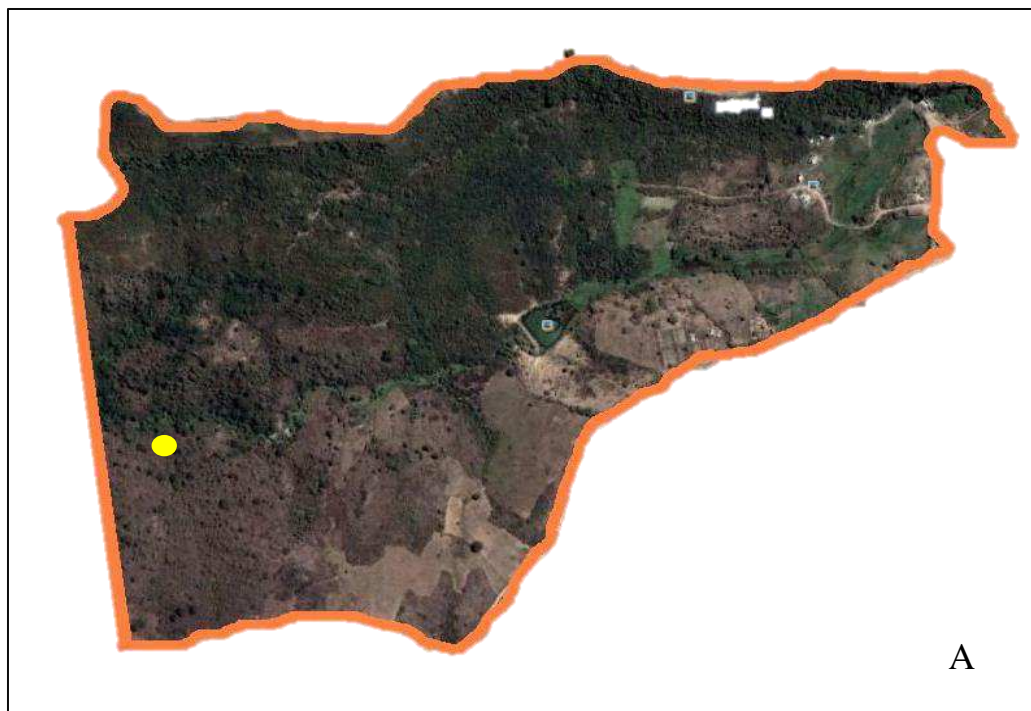


Figura 5: A. Localização do ponto 3 de coleta ($06^{\circ} 29' 41,9''$ S e $36^{\circ} 10' 01,9''$ W) B. Imagem do local. Fonte: dados da pesquisa



Figura 6: Recipientes de vidro utilizados na coleta de cianobactérias. Fonte: dados da pesquisa



Figura 7: Recipientes utilizados na coleta de água para posterior análise físico-química. Fonte: dados da pesquisa

3.3 Procedimentos analíticos

3.3.1 Temperatura (°C)

Segundo Brasil (2009), a temperatura de um corpo hídrico está relacionada com o aumento do consumo de água, com a mudança de pH e com a desinfecção, entre outros fatores. Além disso, a temperatura também sofre variações sazonais, diurnas e noturnas, contribuindo para a diversidade das comunidades aquáticas. Para as cianobactérias o ponto ideal para reprodução está acima de 25°C (RIBEIRO, 2007). A temperatura da água nos pontos de coleta foi medida através de um termômetro de mercúrio seguindo o protocolo de análise do manual prático de análise de água da Funasa (2009). No ato da coleta o termômetro foi mergulhado na água e realizada a leitura após 5 minutos.

3.3.2 pH

O pH (potencial hidrogeniônico) é a medida de íons de hidrogênio encontrados em uma solução. É um parâmetro muito importante para a qualidade de um corpo d'água. Pode se apresentar de 0 a 14, sendo $\text{pH} < 7$ ácido, $\text{pH} = 7$ básico e $\text{pH} > 7$ alcalino (BRASIL, 2009).

O pH foi analisado através do protocolo de análise do manual prático de análise de água da Funasa (2009). O Phmetro foi calibrado com as soluções padrões de valores 5,0 e 8,0 respectivamente, mergulhando assim a célula na primeira solução até que o aparelho indique o valor padrão da solução. Lavou-se então a célula com água destilada que em seguida foi enxugada com papel absorvente, repetindo o mesmo procedimento para a segunda solução padrão. Após a calibração do aparelho a amostra foi analisada repetindo-se o mesmo procedimento da calibração três vezes.

3.3.3 Turbidez (NTU)

A turbidez da água deve-se à presença de materiais sólidos em suspensão, além de algas, plâncton, matéria orgânica e outras substâncias que podem ser provenientes de despejos orgânicos e erosão do solo. Essa característica reduz a transparência da água. É um parâmetro sanitário para indicação de potabilidade da água para consumo humano (BRASIL, 2009).

A turbidez foi medida com o auxílio do turbidímetro modelo TB 1000 (Figura 8). Inicialmente o aparelho foi calibrado inserindo-se as cubetas com solução padrão na ordem que o próprio aparelho indica. Por fim, colocou-se 10 ml da amostra na última cubeta, inserindo-a no aparelho e fez-se a leitura da amostra. O procedimento foi repetido 3 vezes. A cada 10 ml da amostra a cubeta foi lavada com água destilada. O protocolo utilizado foi o do manual de análises de água da Funasa (2009).



Figura 8: Realizando análise de turbidez. Foto: Nátalia Ferreira. Fonte: dados da pesquisa.

3.3.4 Condutividade ($\mu\text{S} / \text{cm}$)

Condutividade é a capacidade da água conduzir corrente elétrica e é ainda, proporcional a quantidade de íons que a solução apresenta.

A condutividade foi medida através do aparelho condutivímetro modelo mCA 150 seguindo as orientações do manual do próprio aparelho. Após o processo de calibração mergulha-se a célula e o sensor de temperatura em um béquer com a amostra, espera-se o aparelho estabilizar e faz-se então a leitura. O procedimento foi realizado em triplicata e após cada leitura deve-se lavar a célula e o sensor de temperatura com água destilada e enxugá-las com papel absorvente (Figura 9).



Figura 9: Análise condutométrica das amostras de águas. Foto: Natália Ferreira. Fonte: dados da pesquisa

3.3.5 Dureza ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$)

A dureza total representa a concentração total de sais de cálcio e magnésio presente em uma solução, estes decorrentes da dissolução de minerais do solo e das rochas ou do aporte de resíduos industriais (ROCHA, ROSA, CARDOSO, 2009).

Para a determinação da dureza utilizou-se o método volumetria de complexação (FUNASA, 2009). Separou-se 100 ml da amostra em Erlenmeyer. O procedimento seguinte foi realizado em capela, adicionando-se 6 ml de solução de hidróxido de sódio (NaOH) com concentração de 0,1. Fora da capela adicionaram-se cristais do indicador murexida e fez-se a titulação com EDTA 0,01 M/L. A leitura do resultado foi feita a partir do volume gasto quando a amostra atingiu o ponto de viragem (Figura 10).



Figura 10: Amostra antes e após a titulação. Fonte: dados da pesquisa

3.3.6 Fósforo Total

A principal fonte de fósforo são as rochas fosfáticas sedimentares formadas durante as eras geológicas e que a partir de fenômenos de erosão liberam fosfatos que entram nos ecossistemas e são ciclados (ROCHA, ROSA, CARDOSO, 2009). Outras importantes fontes de fósforo no ambiente aquático são os esgotos domésticos e industriais e as fontes dispersas de origem agrícola e é considerado um dos principais limitantes da produtividade primária, sendo as bactérias, macrófitas aquáticas e algas planctônicas e perifíticas seus principais consumidores (POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2003).

Utilizou-se para a análise de fósforo total o método do ácido ascórbico (APHA, 2005). Separou-se a massa de 0,5 g de persulfato de potássio ($K_2S_2O_8$) em sete

Erlenmayeres. Em três deles foram pipetados 5 ml da amostra bruta, ou seja, não filtrada. Em outros três Erlemayeres foram pipetados 5 ml de solução padrão na ordem padrão 1, padrão 2 e padrão 3. Foram então adicionados 20 ml de água destilada tanto nas amostras como nos padrões, sendo que no sétimo Erlenmayer foram adicionados 25 ml, pois neste a solução deveria permanecer branca para efeito de comparação. Após adicionar uma gota do indicador fenolftaleína em todos os recipientes verificou-se a mudança de cor. Aos recipientes que apresentaram coloração rósea, foi adicionado ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentração de 5 molar, gota a gota até o desaparecimento da cor, pois a coloração rósea indica meio básico na amostra. Em seguida adicionou-se mais 0,5 ml de solução de digestão. Agitaram-se os recipientes, cobriu-se com papel laminado e foram então conduzidos à autoclave por 30 minutos entre 121 °C e 127 °C. Retirados e após esfriar adicionou-se novamente uma gota do indicador fenolftaleína em cada Erlenmayer e foi realizada a titulação com ácido sulfúrico. Nas amostras adicionou-se ainda 8 ml do reagente combinado e então entre 10 a 30 minutos fez-se a leitura da absorbância no espectrofotômetro a 880 nm. As amostras foram conduzidas para leitura no espectrofotômetro modelo 700 plus FEMTO. Adicionou-se primeiro a amostra branca. Dessa forma o aparelho zerou e iniciou-se a leitura com as soluções padrões em ordem crescente. Após a leitura de cada amostra, a cubeta do aparelho foi lavada com água destilada.

3.3.7 Ortofosfato Solúvel

O fósforo solúvel reativo, também chamado de ortofosfato, é uma das formas de fósforo encontradas no ambiente. Ele é proveniente de despejos de esgoto sanitário no corpo hídrico. Quando os compostos orgânicos sofrem decomposição biológica dão origem a ortofosfatos (GUIDOLINI, *et al*,2010).

Da mesma forma que no fósforo total a metodologia empregada para a determinação do ortofosfato foi o método do ácido ascórbico (APHA, 2005), com apenas algumas modificações. As amostras foram filtradas em filtros com malhas de 0,1 ou 0,2 μm de abertura. Em seguida foram pipetados 5 ml da amostra em três Erlenmayeres. Feita a titulação as amostras foram conduzidas para leitura no espectrofotômetro.

3.3.7.1 Preparação do ácido ascórbico

Dissolver 8,80 g de ácido ascórbico em 500 ml de água destilada.

3.3.7.2 Preparação do reagente combinado

- 100 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4 5N)
- 10 ml de tartarato de antimônio e potássio
- 30 ml de molibdato de amônio
- 60 ml de ácido ascórbico

4. Resultados e Discussão

4.1 Divisão Cyanophyta

É constituída exclusivamente de organismos procariontes e está subdividida em três ordens: Chroococcales, Oscillatoriales e Nostocales segundo Lee (2008 *apud* ARAGÃO, 2011, p. 14), porém o sistema de classificação proposto por ANAGNOSTIDIS e KOMÁREK (1985; 1988; 1990) e KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS (1986; 1989; 1998; 2005 *apud* ARAGÃO, 2011, p. 14) inclui mais uma ordem: Stigonematales. De acordo com Reiers (2006) a divisão compreende 150 gêneros e 2.000 espécies. As cianobactérias são conhecidas como “algas azuis” devido à presença do pigmento fotossintetizante ficocianina e são as únicas algas procariontes. Apresentam clorofila *a*, fazem parte do fitoplâncton e habitam diferentes nichos ecológicos, desde ambientes de água doce, marinho, no solo, ou em associação com outros organismos. Algumas espécies são tolerantes a temperaturas extremas. Podem ser filamentosas, cocóides, isoladas ou coloniais. Podem ser encontradas também em ambientes anóxicos, apresentando assim vantagem seletiva sobre outros organismos exclusivamente aeróbicos. Apresentam atividade direta na ciclagem do carbono e do oxigênio da atmosfera por realizarem fotossíntese com liberação de oxigênio segundo Carr e colaboradores (1973 *apud* MARQUES, 2006, p. 13). Algumas podem fixar nitrogênio molecular, participando ativamente do ciclo deste elemento por células especiais chamadas de heterocistos, que armazenam o nitrogênio na forma de grânulos de cianoficina e são altamente resistentes ao dessecação (OLIVEIRA, 2010).

Situam-se entre os primeiros seres vivos que apareceram na Terra, contribuindo para a demanda de oxigênio na atmosfera primitiva através da fotossíntese (REVIERS, 2006). O registro fóssil mostra evidências de atividade de cianobactérias a partir de 2,7 bilhões de anos (WHITTON; POTTS, 2000 *apud* MARTINEZ - BRITO, 2011, p. 12) no Pré-Cambriano. Os estromatólitos são testemunhas desse fato. Estes são depósitos sedimentares marinhos resultantes das atividades metabólicas e do crescimento das cianobactérias.

As cianobactérias são de grande importância ecológica para corpos d'água, já que são sensíveis a determinadas condições ambientais e podem provocar um fenômeno de floração conhecido como *bloom*, o qual ocorre devido ao enriquecimento da água por nutrientes e sob algumas condições favoráveis como pH elevado e disponibilidade de

luz. É nessas condições que podem ser excelentes bioindicadores. Produzem alguns metabólitos secundários como as cianotoxinas, substâncias tóxicas nocivas a animais e seres humanos quando ingeridas. Essas substâncias, por sua vez, também causam odor e sabor desagradável na água.

Considerando os três pontos de coletas estudados foram identificados 21 táxons de cianobactérias, distribuídos em 4 ordens, 7 famílias e 10 gêneros, analisados através de seus aspectos morfológicos e ecológicos em concordância com alguns dos principais caracteres que devem ser avaliados na identificação de cianobactérias segundo Werner (2002 *apud* CYBIS *et al*, 2006, p. 29):

- Morfologia externa;
- Plano de divisão celular;
- Tipo de colônia e disposição das células dentro destas;
- Presença ou ausência de envelope mucilaginoso ou bainha;
- Relação entre largura e comprimento das células;
- Estrutura do tricoma;
- Forma do ápice;
- Presença ou ausência de acinetos, heterocistos, grânulos e aerótopos;
- Forma e tamanho dos heterocistos;
- Origem, tamanho, forma, disposição e número dos acinetos.

Chave para identificação das ordens e gêneros de Cyanophyta encontrados no Horto Florestal Olho D'Água da Bica:

1. Células esféricas, isoladas com dois planos de divisão. Bainha retendo as células filhas durante algum tempo.....(CHROOCOCALLES) *Synechocystis*
- 1'. Filamentos isolados..... 2
2. Tricomas homocitados(OSCILLATORIALES) 3
3. Tricomas sem bainha mucilaginosa..... 4
4. Filamentos estreitos com ápice torcido.....*Geitlerinema*
- 4'. Filamentos largos com ápice ereto.....*Oscillatoria*

- 3'. Tricomas com bainha de mucilagem..... 5
5. Tricomas estreitos 6
6. Filamentos espiralados, septos inconspícuos ou ausentes.....*Spirulina*
- 6'. Filamentos retos, septos conspícuos.....*Phormidium*
- 5'. Tricomas largos..... 7
7. Filamentos com 8-16 células com paredes laterais arredondadas.....*Borzia*
- 7'. Filamentos com mais de 16 células retangulares..... 8
8. Tricomas com septos granulados.....*Lyngbya*
- 8'. Tricomas com septos com 1-2 grânulos ou agranulosos *Leptolyngbya*
- 2'. Tricomas heterocitados.....9
9. Filamentos ramificados.....(STIGONEMATALES) *Stigonema*
- 9'. Filamentos não ramificados.....(NOSTOCALES) *Anabaena*

**Classificação dos táxons ocorrentes no Horto Florestal
Olho D'Água da Bica**

Ordem Chroococcales

Família Merismopediaceae

Gênero *Synechocystis* Sauvageau. Bull. Soc. Bot. Fr, 1892 (Figura 11)



Figura 11: *Synechocystis* Fonte: dados da pesquisa

Ordem Oscillatoriales

Família Pseudanabaenaceae

Gênero *Geitlerinema* (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis. Plant. Syst. Evol, 1989 (Figura 12)



Figura 12: *Geitlerinema* Fonte: dados da pesquisa

Ordem Oscillatoriales

Família Oscillatoriaceae

Gênero *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont. Ann. Sci. Nat. Bot, 1892. (Figura 13)

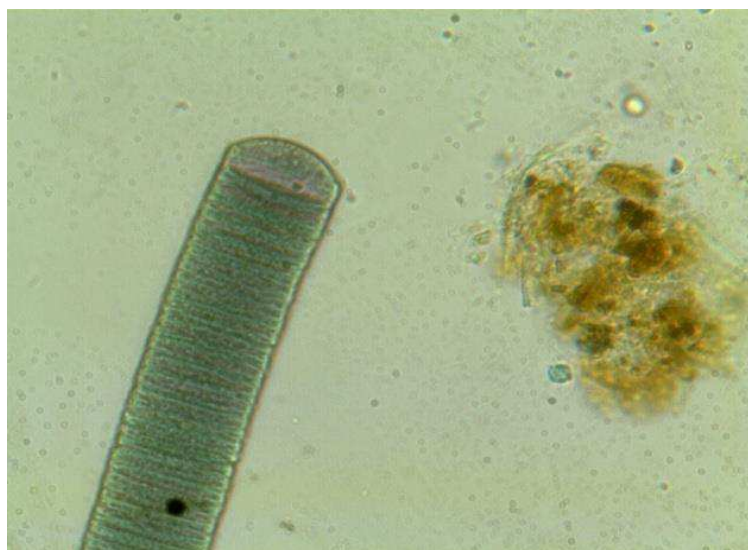


Figura 13: *Oscillatoria* Fonte: dados da pesquisa

Ordem Oscillatoriales

Família Phormidiaceae

Gênero *Spirulina* Turpin ex Gomont. Ann. Sci. Nat. Bot, 1892. (Figura 14)

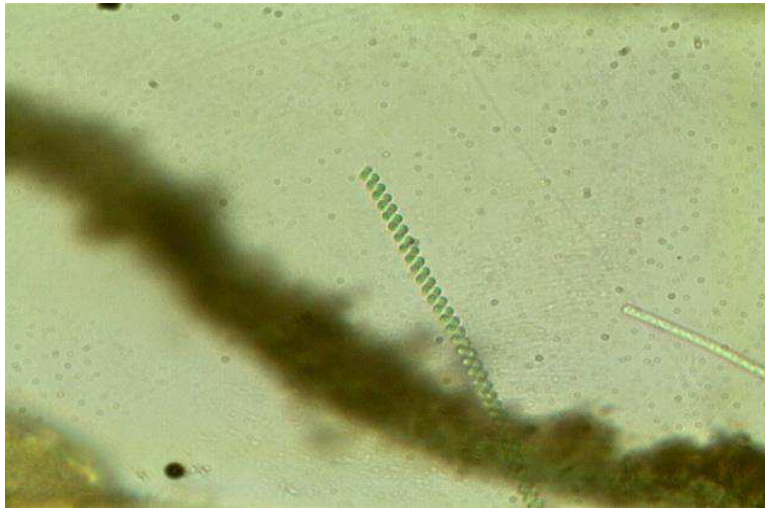


Figura 14: *Spirulina* Fonte: dados da pesquisa

Ordem Oscillatoriales

Família Phormidiaceae

Gênero *Phormidium* Kützing ex Gomont. Ann. Sci. Nat. Bot, 1892. (Figura 15)



Figura 15: *Phormidium* Fonte: dados da pesquisa

Ordem Oscillatoriales

Família Borziaceae

Gênero *Borzia* Cohn ex Gomont. Ann. Sci. Nat. Bot, 1892. (Figura 16)



Figura 16: *Borzia* Fonte: dados da pesquisa

Ordem Oscillatoriales

Família Oscillatoriaceae

Gênero *Lyngbya* C. Agardh ex Gomont. Ann. Sci. Nat. Bot, 1892. (Figura 17)

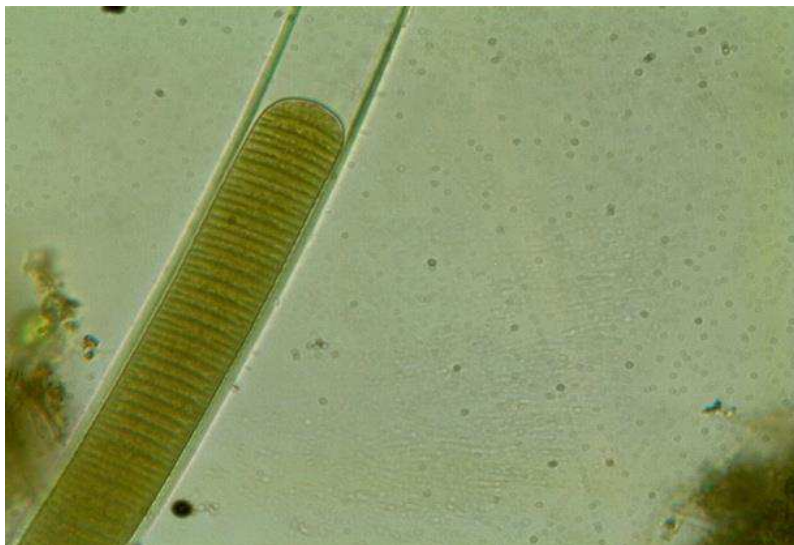


Figura 17: *Lyngbya* Fonte: dados da pesquisa

Ordem Oscillatoriales

Família Pseudanabaenaceae

Genêro *Leptolyngbya* Anagnostidis et Komárek. Algolog. Stud, 1988. (Figura 18)



Figura 18: *Leptolyngbya* Fonte: dados da pesquisa

Ordem Stigonematales

Família Stigonemataceae

Gênero *Stigonema* Agardh ex Bornet et Flahault. Ann. Sci. Nat, 1886. (Figura 19)



Figura 19: *Stigonema* Fonte: dados da pesquisa

Ordem Nostocales

Família Nostocaceae

Gênero *Anabaena* Bory ex Bornet et Flahault. Ann. Sci. Nat. Bot, 1888. (Figura 20)



Figura 20: *Anabaena* Fonte: dados da pesquisa

Quanto à distribuição e diversidade dos gêneros de cianobactérias, os pontos 3 e 2 foram os que apresentaram representantes de quase todos os gêneros, com a diferença de apenas um gênero entre ambos, enquanto o ponto 1 foram encontrados apenas representantes dos gêneros *Stigonema* e *Phormidium* (Tabela 1). *Phormidium* foi o único gênero presente nos três pontos, sendo que em cada ponto este gênero apresentava uma morfologia diferente, levando a crer assim que se considerarmos apenas caracteres morfológicos o gênero era representado por pelo menos três espécies distintas. Nenhum dos representantes de *Phormidium* apresentava bainha de mucilagem, sendo esta presente apenas em condições inadequadas no ambiente (KÜTZING ex GOMONT, 1892), o que indica dessa forma que os pontos apresentavam condições ecológicas apropriadas. Entre todas as formas unicelulares de cianobactérias a única registrada para o Horto Florestal foi *Synechocystis* e com pouca representatividade, o que caracteriza um ambiente pobre em nutrientes, pois o desenvolvimento e dominância das formas unicelulares de cianobactérias indicam ambientes eutrofizados (MORESCO; RODRIGUES, 2006). Dos 11 gêneros citados por Macêdo (2007) como cianobactérias

tóxicas apenas três foram encontrados nos três pontos estudados, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Lyngbya* e ainda *Phormidium* segundo Brasília (2003), porém a liberação de cianotoxinas, proveniente de lise celular só ocorre mediante condições físico-químicas apropriadas. As formas filamentosas, principalmente da ordem Oscillatoriales dominaram em diversidade os três pontos de estudo, sendo o gênero *Oscillatoria* o mais representativo em número de indivíduos nos pontos em que foi encontrado, o que é evidenciado pelo fato de ser este o gênero da divisão Cyanophita mais bem adaptado a qualquer tipo de ambiente, sendo considerado então, cosmopolita. *Synechocystis* foi registrado ainda como o gênero com o menor número de indivíduos encontrados.

Embora não se tenha realizado análises de nitrogênio, a ocorrência de gêneros heterocitados como *Anabaena* e *Stigonema* indica que os pontos 1 e 3 apresentam baixos valores de nitrogênio, pois quando os heterocistos começam a surgir no ambiente é indicação que os níveis de nitrogênio estão abaixo de um certo limiar (ESTEVES, 1998 *apud* SIQUEIRA; OLIVEIRA-FILHO, [2005], p. 111). A presença de grânulos em *Geitlerinema* também é indicação de condições fisiológicas ou ambientais (RODRIGUES, 2008). Porém, a literatura consultada não indica que condições específicas seriam essas. De uma forma mais ampla, as cianobactérias não representam prejuízos ao ambiente em que estão inseridas devido à dinâmica de reprodução e predação. A eutrofização da água seria o fator inicial para uma dinâmica prejudicial das cianobactérias.

Tabela 1: Distribuição dos gêneros de cianobactérias encontrados por pontos

Gêneros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
<i>Stigonema</i>	X		X
<i>Phormidium</i>	X	X	X
<i>Leptolyngbya</i>		X	
<i>Borzia</i>		X	
<i>Lyngbya</i>		X	X
<i>Oscillatoria</i>		X	X
<i>Spirulina</i>		X	X
<i>Geitlerinema</i>			X
<i>Synechocystis</i>		X	X
<i>Anabaena</i>			X

Fonte: dados da pesquisa

4.2 Análise dos parâmetros físico-químicos

A cada coleta os parâmetros foram analisados em triplicata e obtido uma média desses valores, o que representa a situação de cada ponto diante das condições físico-químicas apontadas pelos parâmetros.

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros físico-químicos obtidos a cada coleta

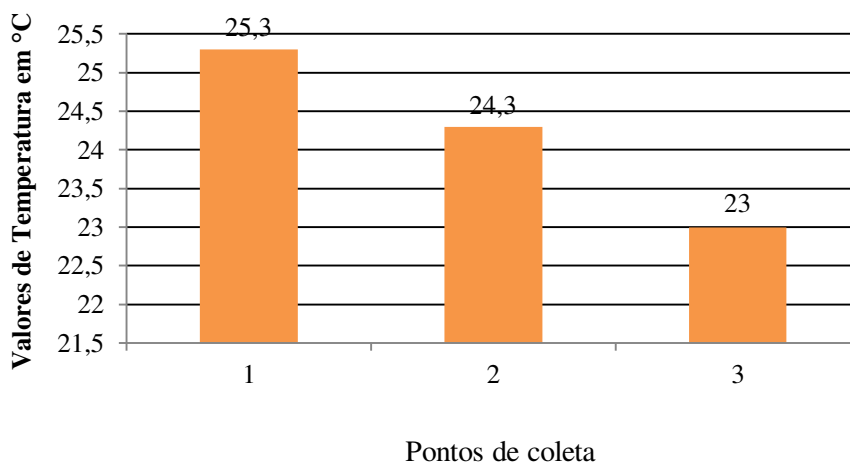
Pontos	Parâmetros	V. D.C		
1	Temperatura (°C)	26	26	24
	pH	4,06	4,84	4,30
	Turbidez (NTU)	0,60	4,27	6,33
	Condutividade (µs/cm)	3,52	3,36	3,12
2	Temperatura (°C)	25	24	24
	pH	6,23	5,96	5,56
	Turbidez (NTU)	0,86	1,42	11,06
	Condutividade (µs/cm)	4,59	4,39	5,02
3	Temperatura (°C)	23	23	23
	pH	6,49	5,97	6,15
	Turbidez (NTU)	2,47	3,51	3,79
	Condutividade (µs/cm)	6,07	5,54	7,15

Fonte: dados da pesquisa. *V.D.C: valores durante as coletas

4.2.1 Temperatura (°C)

A temperatura média dos pontos apresentou uma mínima de 23 °C para o ponto 3, sendo um local bastante sombreado com vegetação de pequeno porte no entorno e árvores maiores formando uma cobertura com suas copas sobre o corpo d'água, impedindo assim a entrada de raios solares mais fortes e constantes. A máxima de 25, 3 °C ficou para o ponto 1, que apesar de também apresentar vegetação por perto é mais exposto aos raios solares do que os demais pontos (Gráfico 1). Durante o período de amostragem a temperatura se manteve constante, diminuindo um pouco apenas na última coleta, visto que esse dia estava nublado e houve pequenos indícios de chuva. A temperatura máxima indica então, que o ponto 1 é favorável a proliferação de cianobactérias. Em contrapartida a grande diversidade de táxons foi registrada para os pontos com menos disponibilidade de luz, corroborando Macêdo (2007) que diz que para os processos vitais as cianobactérias necessitam de água, dióxido de carbono, substâncias inorgânicas e luz.

Gráfico 1: Distribuição dos valores de temperatura por pontos

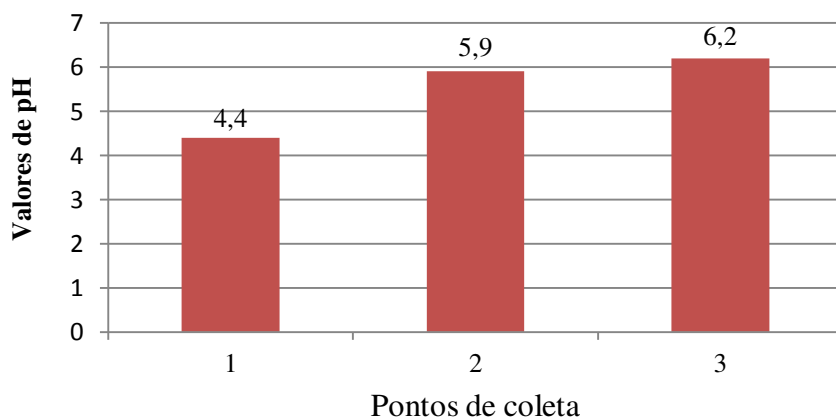


Fonte: dados da pesquisa

4.2.2 pH

Em relação ao pH, as águas dos três pontos se apresentaram ácidas com um mínimo de 4,4 para o ponto 1 e máximo de 6,2 para o ponto 3 (Gráfico 2), mantendo-se próximo aos resultados obtidos por Costa e colaboradores (2009^b) para a mesma água. Já para o desenvolvimento de florações de cianobactérias esse parâmetro se apresenta impróprio, pois o pH para determinada proliferação deve ser em torno de 7,5 (RIBEIRO, 2007). Ao longo das coletas o pH se manteve constante nos três pontos com apenas pequenas variações. O pH baixo do ponto 1 também explica a pouca diversidade de cianobactérias e da biota aquática no geral, pois sendo esta mais bem adaptada a águas em torno do neutro, o pH ácido limita a diversidade de espécies (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2011).

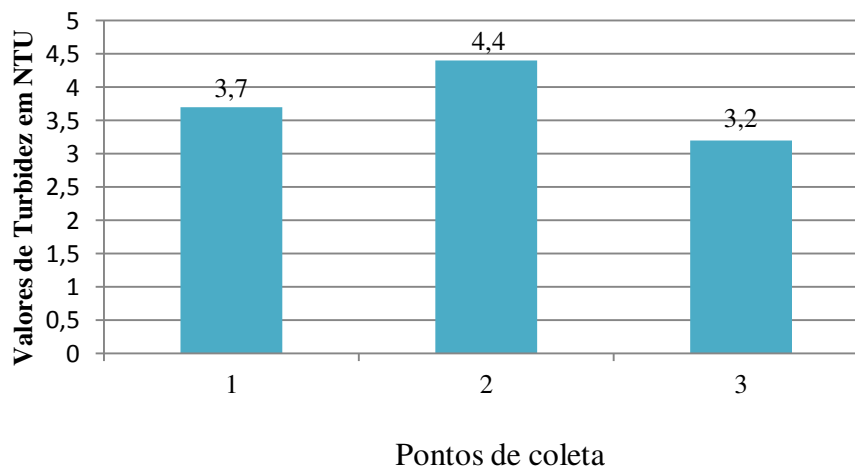
Gráfico 2: Distribuição dos valores de pH por pontos



Fonte: dados da pesquisa

4.2.3 Turbidez (NTU)

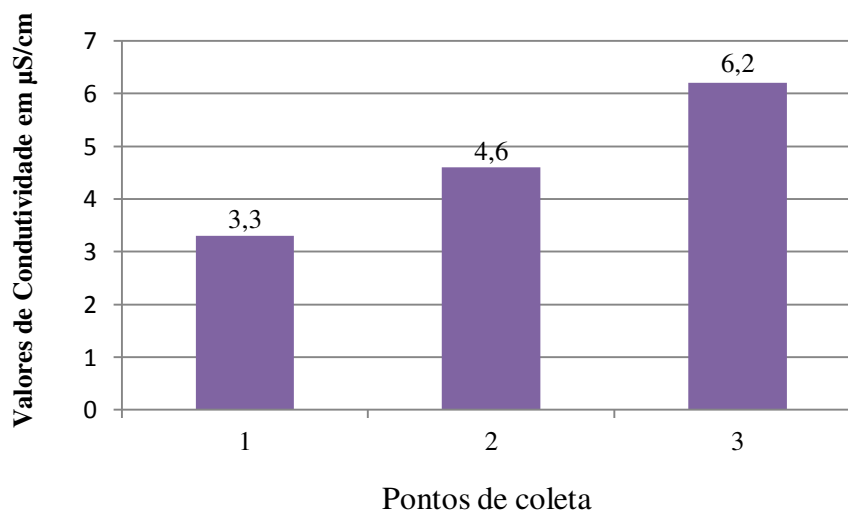
Uma das principais causas de turbidez na água é a erosão do solo, que leva partículas sólidas para dentro do corpo hídrico (BRASIL, 2009), fato esse que pode explicar a máxima de 4,4 NTU para o ponto 2, já que esse apresenta em seu entorno camadas de solo em processo de erosão, deixando raízes de árvores expostas e que se agrava com o período de estiagem, pois nesse o solo fica mais seco e arenoso e dessa forma mais propício a ação do vento, de animais e possíveis ações antrópicas que podem, juntamente com a erosão natural, levar mais partículas sólidas para dentro da água, o que também explica o aumento expressivo de turbidez durante a última coleta, já que essa foi realizada no período de estiagem. A mínima ficou para o ponto 3 com 3,2 NTU (Gráfico 3). Para florações de cianobactérias seria mais apropriado que a turbidez fosse proveniente de despejos orgânicos, o que não foi observado.

Gráfico 3: Distribuição dos valores de turbidez por pontos

Fonte: dados da pesquisa

4.2.4 Condutividade ($\mu\text{S} / \text{cm}$)

A condutividade se apresentou ao longo do período de amostragem constante no ponto 1, mas variou um pouco no ponto 2 e 3. A mínima ficou para o ponto 1 com $3,3 \mu\text{S}/\text{cm}$ e a máxima para o ponto 3 com $6,2 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Gráfico 4), já que nesse ponto a vazão e o volume de água se mostraram bem abaixo do que nos demais pontos durante o período de coletas, sendo período de estiagem na região, proporcionando assim uma maior concentração de íons na água (CRUZ *et al*, 2007). A relação entre florações de cianobactérias e condutividade se deve mais ao fato desta última também aumentar devido ao aporte de matéria orgânica na água, uma condição ótima para o crescimento excessivo de cyanophitas, o que aumentaria também demais parâmetros, proporcionando um ambiente propício para suas florações. Costa e colaboradores (2009^b) relataram altos valores para condutividade nas mesmas águas, porém no mesmo ano do estudo a área ainda abrigava um lixão ao ar livre que em períodos de chuva abundante poderia ter dejetos levados para as águas do Horto Florestal, contribuindo para valores elevados.

Gráfico 4: Distribuição dos valores de condutividade por pontos

Fonte: dados da pesquisa

4.2.5 Dureza ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$)

A dureza total de uma água é medida através da quantidade de sais de magnésio e cálcio, estes provenientes da dissolução de minerais do solo e de rochas, além de aportes industriais. Uma água considerada dura é resistente a ação dos sabões e causa incrustações (BRASIL, 2009), embora o Ministério da Saúde, portaria 518/2004 estabeleça um limite de 500 mg/L de dureza para água potável.

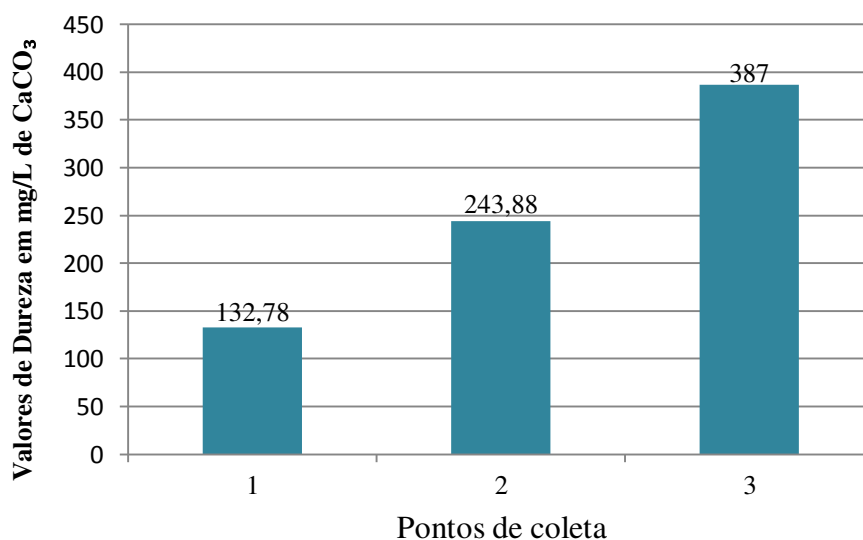
Quadro 1: Classificação das águas de acordo com a dureza

Classificação	Concentração de CaCO_3
Águas moles	< 50
Águas moderadamente moles	50 a 100
Águas levemente duras	100 a 150
Águas moderadamente duras	150 a 250
Águas duras	250 a 350
Águas muito duras	>350

Fonte: Adaptado de Rocha, Rosa, Cardoso (2009)

O ponto 1 apresentou o menor valor para dureza (132,78 mg de CaCO_3 /L), já o maior valor foi obtido no ponto 3 (387 mg de CaCO_3 /L) (Gráfico 5). O ponto 3 é caracterizado pela presença de grande quantidade de rochas, dentro e no entorno, sendo assim, a principal causa do maior valor de dureza entre os três pontos. O ponto 2 alcançou ainda o segundo maior valor, este sendo característico pela erosão das suas margens, o que leva para dentro da água minerais do solo. Dessa forma, as águas do Horto Florestal podem ser consideradas levemente duras a muito duras (Quadro 1).

Gráfico 5: Distribuição dos valores de dureza por pontos



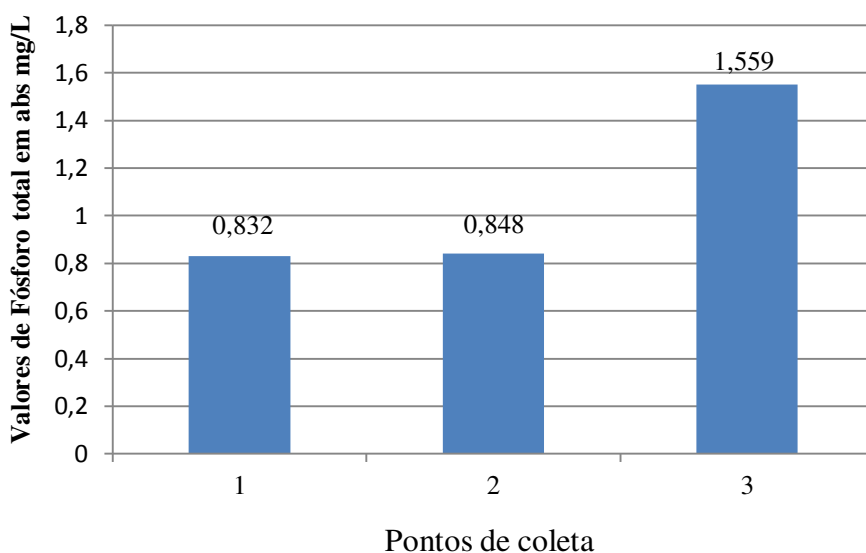
Fonte: dados da pesquisa

4.2.6 Fósforo Total

O valor mínimo para fósforo foi registrado no ponto 1 (0,832), o valor máximo no ponto 3 (1,559) (Gráfico 6). Com base nesses valores em comparação com os obtidos em diversos trabalhos da região Nordeste, onde se fizeram análises para determinar cargas de nutrientes e o processo de eutrofização em lagos, lagoas, demais ambientes hídricos e principalmente reservatórios de abastecimento público eutrofizados, sendo os valores apresentados elevados, percebemos que a carga de

fosfato nas águas do Horto Florestal é mínima, proveniente apenas da dissolução de minerais das rochas e do solo, além dos processos biológicos realizados pelo fitoplâncton, sendo o fósforo determinante para a presença desses microorganismos e para a produção primária na cadeia trófica. Além disso, o fósforo pode estar retido nos organismos vivos, o que seria uma pequena parte, e detritos e também pode ficar preso no sedimento, estando indisponível para o ambiente, sendo assim os valores são baixos em ambientes aquáticos não eutrofizados. (POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2003).

Gráfico 6: Distribuição dos valores de fósforo por pontos



Fonte: dados da pesquisa

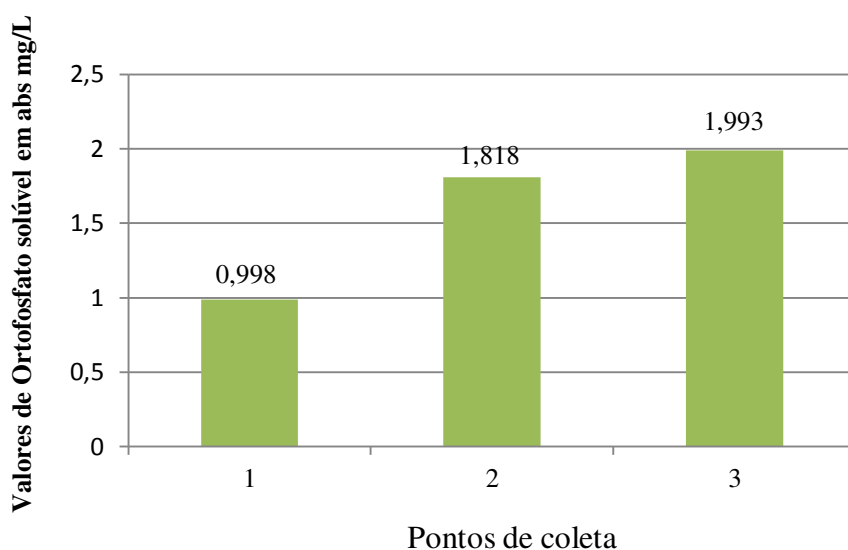
4.2.7 Ortofosfato Solúvel

O ortofosfato é a principal forma de fósforo encontrada no ambiente e a mais importante, pois é absorvida mais facilmente pelas algas fotossintetizantes e é essencial para o seu crescimento. Além disso, a lixiviação de minerais do solo e matéria orgânica também são fontes de ortofosfato. König (2000, *apud* RIBEIRO, 2007, p. 33) afirma que a fotossíntese realizada pelas algas pode vir a causar a precipitação de ortofosfatos, além disso, Cavalcanti (2001, *apud* RIBEIRO, 2007, p. 33) também afirma que altas

concentrações de ortofosfato são encontradas em presença de íons de cálcio e magnésio, mas também sob altos valores de pH.

Sendo assim, o maior valor médio de ortofosfato foi encontrado no ponto 3 (1,993) onde a dureza também é a maior, o pH e a maior parte dos táxons de cianobactérias são encontrados, o caracterizando assim como o ponto de maior produção fotossintética. Porém a vazão da água se encontrava reduzida devido o período de estiagem e a matéria orgânica presente era apenas a serrapilheira que caía da copa das árvores dentro da água e estava em estado de decomposição. Dessa forma, apesar de apresentar os maiores valores o ambiente não se encontrava eutrofizado, levando em consideração dados levantados por outros trabalhos em ambientes hídricos com altos valores de ortofosfato e de aportes orgânicos. O valor médio mínimo foi registrado para o ponto 1 (0,998) (Gráfico 7).

Gráfico 7: Distribuição dos valores de ortofosfato por pontos



Fonte: dados da coleta

Na região Nordeste muitos são os trabalhos já realizados em torno desse tema, pois considerando as características pluviométricas próprias da região é de suma importância que um controle maior seja realizado sob os seus recursos hídricos. Os resultados obtidos nas análises das águas do Horto Florestal Olho D'Água da Bica estão

de acordo com demais trabalhos da região Nordeste. Costa e colaboradores (2009^a) comprovou a relação de N/P com a dinâmica de cianobactérias. No seu estudo estas apresentaram reduzida diversidade, porém grande biomassa, concluindo assim uma relação com os altos valores de nutrientes, condutividade e profundidade média que estavam acima dos limites permitidos pelo CONAMA. Nas águas do Olho D'Água os parâmetros obedeceram a esses limites, sendo assim, as cianobactérias apresentaram grande diversidade e reduzida biomassa. Oliveira (2011) também estabeleceu que a carga de nitrogênio no ambiente aquático favorece a floração de cianobactérias, vale assim ressaltar que a presença do gênero *Synechocystis* e de gêneros heterocitados nos três pontos comprovam a baixa disponibilidade de nitrogênio no Olho D'Água da Bica.

Os resultados se assemelham então aos obtidos por Araujo e Oliveira (2011) nos açudes do Prata e do Meio em Pernambuco, onde se encontravam dentro dos limites do CONAMA e o único parâmetro que estabelecia a presença de cianobactérias era a temperatura acima de 20 °C, além da própria característica cosmopolita da divisão.

5. Considerações finais

Diante dos resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos, carga de fosfato e táxons de cianobactérias encontrados em comparação a trabalhos já realizados no mesmo local e demais trabalhos de toda a região Nordeste onde ambientes eutrofizados foram estudados, podemos concluir que:

- A ordem Oscillatoriales foi dominante durante todo o estudo, porém as cianobactérias não foram os organismos mais dominantes no ambiente. O Horto Florestal Olho D'Água da Bica é rico em sua comunidade aquática, desde Algas verdes, Diatomáceas, Nematódeos e Zooplâncton;
- Os parâmetros pH, turbidez, condutividade e dureza não favoreciam proliferação excessiva de cianobactérias, apenas a temperatura no ponto 1 estava apropriada para determinado fenômeno, porém a dinâmica dos gêneros do local não indicavam a formação de *Bloom*;
- A carga de fosfato em todo o local estudado era proveniente apenas das próprias características dos pontos, como erosão do solo e dissolução de minerais das rochas, além das atividades metabólicas dos organismos fitoplânctônicos de uma forma geral;
- O local de estudo passa apenas por eutrofização natural nos períodos de seca, onde as folhas das árvores caem diretamente no corpo d'água;
- Embora não analisada, acredita-se que os valores de nitrogênio para as águas do Horto Florestal Olho D'água da Bica possam apresentar-se baixos, pois não ocorre excesso de nutrientes na água, apenas eutrofização natural, além da formação de heterocistos por parte de cianobactérias heterocitadas, o que não dispensa a análise de nitrogênio;
- Não foi observada presença de despejos orgânicos provenientes de atividades antrópicas, como descargas de esgoto sanitário, dejetos agrícolas e demais resíduos;

- Os resultados obtidos também mostram que apesar da presença de cianobactérias potencialmente produtoras de cianotoxinas a liberação destas no corpo d'água não ocorre se o ambiente não estiver impactado;
- A intervenção da Universidade Federal de Campina Grande, por meio do Centro de Educação e Saúde, transformando o local em área de preservação da instituição desempenhou um importante papel ecológico para a área, pois se vê claramente a mudança das condições sanitárias observadas por professores locais em seu estudo e por Costa e colaboradores entre os anos de 2007 e 2009 respectivamente, das atuais.

As cianobactérias são assim, importantes bioindicadores das condições ambientais, tanto de corpos d'água como do substrato terrestre.

6. Referências

ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 3: Oscillatoriales. **Algol. Stud.**, 50 – 53: 327 – 472, 1988.

ANCIUTTI, Maria; COCHÔA, Andréa. Identificação de cianobactérias tóxicas em um corpo hídrico no interior de Tangará, SC. **Revista Unoesc e Ciência – ACBS**, Juaçaba, SC, v. 1, n 1, p. 29 – 36, jan/jun 2010. Disponível em: <
http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acbs/article/view/94/pdf_2> Acessado em: 23 nov, 2012.

APROVED list of generic cyanobacterial names. Disponível em:
 <www.cyanodb.cz/valid_genera> Acessado em: 20 jan, 2014.

APHA, AWWA, and WEF (2005). Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water, 21 ed. American Public Health Association, Washington, D.C.

ARAGÃO, Nísia Karine Cavalcanti Vasconcelos. **Taxonomia, distribuição e quantificação de populações de cianobactérias em reservatórios do Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil)**. 2011. 157 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2011. Disponível em: <
http://pgb.ufrpe.br/doctos/2011/dissertacoes/Dissertacao_Nisia_Karine_Cavalcanti_Vasconcelos_Aragao.pdf> Acessado em: 28 maio, 2013.

ARAUJO, Ronaldo César da Silva; OLIVEIRA, Fábio Henrique Portella Corrêa de. **Análise de parâmetros limnológicos da água dos açudes do Prata e do Meio (Pernambuco-Brasil)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19, 2011, [s.l.], p. 1–19. Disponível em:<
http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/83d48c2ec40515e9fd52da4088372058_397004fdae91fe75bae93c52529becab.pdf> Acessado em: 20 fev, 2013.

BASTOS, Ivan César de Oliveira; *et al.* Utilização de bioindicadores em diferentes hidrossistemas de uma indústria de papéis reciclados em Governador Valadares, MG. **Revista Eng. Sanit. Ambient**, [s.l.], v. 11, n. 3, p. 203-211, jul/set 2006. Disponível em: <<
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141341522006000300003&script=sci_arttext&tlng=en> Acessado em: 16 mar, 2013.

BORGES, Diego Vaz da Costa. **Avaliação da qualidade da água e ocorrência de cianobactérias do Ribeirão do Funil, Ouro Preto, MG.** 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Ouro Preto, MG. 2009. Disponível em: <<http://www.proagua.ufop.br/joomla/images/stories/dissertacoes/diegovaz.pdf>> Acessado em: 24 mar, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25.03.2004.** Dispõe sobre normas e padrões de potabilidade de água para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, nº 59, p.266, 25 de março de 2004. Seção 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Brasília. 2005.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 3ª Ed. 144 p. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

CETESB. Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais. São Paulo, 2013.

CYANOBACTÉRIAS tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano – Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 2003. Disponível em: <www.cvs.saude.sp.gov.br> Acessado em: 25 mar, 2013.

CORRÊA, Débora Machado. **Potencial de cianobactérias na bioindicação e biodegradação de ambientes contaminados por naftaleno no Brasil e na Antártica.** 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/33/TDE-2007-08-14T060258Z-725/Publico/texto%20completo.pdf> Acessado em: 24 mar, 2013.

COSTA, I. A. S^a; *et al.* Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. **Revista Oecologia Brasiliensis**, [s.l.], v. 13, n. 2, p. 382 – 401, 2009. Disponível em: <
www.sigaa.ufrn.br/sigaa/verProducao?idProducao=283635&Key=d7f2b7a83c300c9daf44c76f5fd092b8> Acessado em: 25 mar, 2013.

COSTA, C. F^b; *et al.* **Projeto Horto Florestal Olho D'água da Bica/ UFCG/ CES/ Cuité. Parte I: Diagnóstico sócio-ambiental.** Cuité, 2009.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Cuité, PB. Recife: CPRM/PRO DEEM. 2005. Disponível em: <
<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/ALAG003.pdf> > Acessado em: 24 nov, 2012.

CRUZ, Patrícia; *et al.* **Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI.** In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2, 2007, João Pessoa, PB, p. 1-6. Disponível em: <
http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080213_091110_MEIO-073.pdf> Acessado em: 28 out, 2013.

CYBIS, Luis Fernando; *et al.* **Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: caso da represa Lomba do Sabão e lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro: Abes, 2006. Disponível em:<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/manual_cianobacterias/Manual_cianobacterias_ProSab_2009.pdf> Acessado em: 19 jan, 2013.

EDUCAÇÃO ambiental para o Olho D'água da Bica. Cuité, 2003.

FERNANDES, Rosette Botarda. **Glossário de Termos Botânicos**, 2007. Disponível em: <www.uc.pt/herbario_digital/glossario/#t> Acessado em: 14 mar, 2014.

GAMA JÚNIOR, Watson Arantes. **Cianobactérias unicelulares e coloniais de ambientes terrestres de áreas da Mata Atlântica no Estado de São Paulo, Brasil.** 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade vegetal e Meio ambiente) Instituto de Botânica, São Paulo, 2012. Disponível em: < http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/teses/2012/Pdf/Watson_Arantes_Gama_JR_MS.pdf > Acessado em: 2 maio, 2013.

GOMONT, M.M. Monographie des Oscillariées (Nostocacées homocystées). **Anns Sci. Nat.**, 15: 263 – 368, 16: 91 – 264, 1892.

GONÇALVES, Monica Amorim. **Algas fitoplanctônicas na lagoa Juparanã (Linhares – ES): Variação espacial, temporal e bioindicadores do estado trófico.** 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2005. Disponível em: < http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_2672_DISSERTA%C7%C3O.pdf > Acessado em: 24 mar, 2013.

GUIDOLINI, Janaína Ferreira; *et al.* **Ortofosfato como parâmetro indicador de qualidade da água em diferentes pontos da bacia do rio Uberaba.** In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. 3, 2010, [s.l.], p. 1 – 3. Disponível em: <http://iftm.edu.br/proreitorias/pesquisa/3o_seminario/trabalhos/ges_ortofosfato.pdf > Acessado em: 20 fev, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010.** Disponível em: <www.censo2010.ibge.gov.br> Acessado em: 17 fev, 2014.

JARDIM, Bárbara Fernanda de Melo. **Variação dos parâmetros físicos e químicos das águas superficiais da Bacia do Rio das Velhas – MG e sua associação com as florações de cianobactérias.** 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2011. Disponível em: < <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/943M.PDF> > Acessado em: 24 mar, 2013.

LOPES, Adriana Guidetti Dias. **Estudo da comunidade fitoplanctônica como bioindicador de poluição em três reservatórios em série do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI)**. 2007. 137 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-02102007-074842/pt-br.php>> Acessado em: 27 fev, 2013.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Águas e Águas**. 3 ed. Rio de Janeiro: CRQ-MG, 2007.

MARQUES, Karla Nishiyama. **Análise morfológica e molecular de cianobactérias isoladas de efluentes de uma mina de urânio desativada com ênfase em *Aphanothece* e sua capacidade de biossorção do ²²⁶Ra**. 2006. 118 f. Dissertação (Mestrado em Biologia na Agricultura e no Ambiente) Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP, 2006. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64133/tde19032007160337/publico/KARLA.pdf> Acessado em: 28 maio, 2013.

MARTINEZ – BRITO, Rita Gabriella. **Diversidade de cianobactérias na Lagoa das Custódias, Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil, no verão de 2010 – 2011**. 2011. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé, RS, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/40101/000786783.pdf?sequence=1>> Acessado em: 28 maio, 2013.

MONTEIRO, Flávia Morgana, *et al.* **Cianobactérias no açude de Bodocongó: Implicações para a saúde pública**. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA/UEPB, [2012], Campina Grande, PB, p. 1-10. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Comunicacao_516.pdf> Acessado em: 23 mar, 2013.

MORESCO, Carina; RODRIGUES, Liliana. Cianobactérias perifíticas nos reservatórios de Segredo e Iraí, Estado do Paraná, Brasil. **Revista Acta Sci. Biol. Sci.** Maringá, v. 28, n. 4, p. 335-345, Out/Dez 2006. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/165/234>> Acessado em: 16 mar, 2013.

NASCIMENTO, Paulo Batista do. **Cianobactérias como indicadoras de poluição nos mananciais abastecedores do Sistema Cantareira**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde08112010095522/publico/PauloBati%20sta.pdf > Acessado em: 16 mar, 2013.

OLIVEIRA, Iara Bezerra de. **Relações dos fatores abióticos com a densidade e dominância de cianobactérias em reservatórios do semi-árido paraibano**. 2011. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2011. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/647/PDF%20%20Iara%20Bezerra%20de%20Oliveira.pdf?sequence=1> > Acessado em: 24 abr, 2013.

OLIVEIRA, Laira Lúcia Damasceno de. **Estudo da estrutura da comunidade zooplancônica e sua relação com as cianobactérias em três reservatórios do Médio rio Tietê, SP**. 2010. 215 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010. Disponível em: <WWW.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde18032010142319/publico/DissertacaoLairaLuciaDamascenoDeOliveira.pdf > Acessado em: 23 mar, 2013.

PEREIRA, Ana Paula Sousa; *et al.* **Identificação de cianobactérias na sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim, Sergipe**. In: ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE, 4, 2011, Aracajú, SE, p. 1 – 4. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/anais_4enrehse/Resumos_expandidos/Identifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20cianobact%C3%A9rias%20na%20subbacia%20hidrogr%C3%A1fica%20do%20Rio%20Poxim,%20Sergipe..pdf > Acessado em: 20 fev, 2013.

POMPÊO, Marcelo Luiz Martins; MOSCHINI-CARLOS, Viviane. **Macrófitas aquáticas e perífiton, aspectos ecológicos e metodológicos**. São Carlos: RiMa, 2003.

REVIERS, Bruno de. **Biologia e Filogenia das Algas**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

RIBEIRO, Pollyana Caetano. **Análise de fatores que influenciam a proliferação de cianobactérias e algas em lagoas de estabilização.** 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2007. Disponível em: <http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_293.pdf> Acessado em: 24 nov, 2012.

ROCHA, Júlio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Introdução à química ambiental.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

RODRIGUES, Luciano Luna. **Biodiversidade de cianobactérias e Algas das Represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil.** 2008. 197 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-02122008-112617/pt-br.php>> Acessado em: 28 maio, 2013.

SANT'ANNA, C.L; BRANCO, L.H.Z; AZEVEDO, M.T.P. Cyanophyceae/Cyanobacteria. In: BICUDO, Carlos E. de M; MENEZES, Mariângela. **Gêneros de Algas de Águas continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição.** 2 ed. São Carlos: RiMa, 2006. Cap. 5.

SILVA E SILVA, Loreine Hermida da; *et al.* Cianobactérias planctônicas da Lagoa Pitanguinha, RJ, Brasil. **Revista Biociência**, Taubaté, RJ, v. 13, n. 1 – 2, p. 63 – 70, jan/jun 2007. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/viewFile/304/248>> Acessado em: 25 mar, 2013.

SILVA, Marcos Honorato da; *et al.* Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do Rio Formoso, PE, Brasil. **Revista Acta Bot. Bras.** São Paulo, v. 23, n. 2, p. 355 – 368, Abr/Jun 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-33062009000200007&script=sci_arttext> Acessado em: 16 mar, 2013.

SIQUEIRA, Danilo Barbosa; OLIVEIRA-FILHO, Eduardo Cyrino. Cianobactérias de água doce e saúde pública: uma revisão. **Revista Universitas Ciências da Saúde**. V. 3, n. 4, p. 109-127, Brasília, [2005]. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Biomedicina) Faculdade de Ciências da Saúde, Brasília, [2005]. Disponível em: < <http://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/index.php/cienciasaude/article/view/549/369> > Acessado em: 02 abril, 2013.

SUASSUNA, João. **Transposição de águas do Rio São Francisco: planejar é preciso**. Recife, PE, 2001. Disponível em: < http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&id=661&Itemid=376 > Acessado em: 17 fev, 2014.

TORQUATO, Kathyúcia Câmara. **Ocorrência de cianobactérias em reservatórios de bacias hidrográficas do Estado da Paraíba**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2012. Disponível em: < <http://pos-graduacao.ascom.uepb.edu.br/ppgcta/download/dissertacoesdefendidas/Dissertacoes2012/Kathyucia.pdf> > Acessado em: 16 mar, 2013.

VASCONCELOS, J.F; *et al.* Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: Ocorrência, toxicidade e fatores reguladores. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, [s.l], v. 39. N. 2. P. 1 – 20. 2011. Disponível em: < http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bo1_39%282-2%29.pdf > Acessado em: 16 mar, 2013.

GLOSSÁRIO

Fonte: CYBIS(2006); CETESB (2013); FERNANDES (2007).

Aeróbicos: Que necessita de oxigênio.

Aerótopos: Vesículas gasosas que ocorrem especialmente em cianobactérias planctônicas e auxiliam na sua flutuação.

Acinetos: Células especializadas responsáveis por armazenar proteínas nas cianobactérias.

Anóxicos: Que não necessita de oxigênio.

Ápice: Ponto terminal ou vértice.

Bainha: Camada mucilaginosa que envolve células ou tricomas, formada por polissacarídeos excretados pelas células. Nas cianobactérias coloniais é frequentemente chamada de envelope mucilaginoso.

Células especializadas: São células geralmente maiores que as demais células do organismo e que desempenham alguma função importante para a dinâmica do mesmo.

Conspícuos: Órgão, estrutura, aspecto, etc, óbvio.

Cosmopolita: Organismo que ocorre em todos os continentes ou águas oceânicas.

Grânulos: Inclusões no protoplasma visíveis ao microscópio óptico; armazenam substâncias de diferentes tipos ou carotenóides.

Filamento: Conjunto constituído pela bainha mucilaginosa e pela fileira de células (Tricoma).

Heterocisto: Célula especializada que absorve nitrogênio da atmosfera quando este se encontra abaixo de certo limiar no ambiente, presente em alguns gêneros heterocitados de cianobactérias.

Heterocitado: Organismo que apresenta heterocisto e/ou acineto.

Homocitado: Organismo que não apresenta heterocisto e nem acineto.

Inconspícuos: Órgão, estrutura, aspecto, etc, não óbvio.

Lise celular: Dissolução ou destruição da célula, com rompimento da membrana celular e liberação do conteúdo citoplasmático.

Septo: Divisória interna

Táxon: Pode estar em qualquer nível de um sistema de classificação, ou seja, uma ordem é um táxon, um gênero é um táxon, uma espécie é um táxon ou qualquer outra unidade de classificação dos seres vivos.

Tricoma: Fileira de células.