



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

MAYARA FABIANA DE MELO FURTADO

**Potencial para bioindicação e bioprospecção em microalgas e
cianobactérias na Lagoa dos Índios, Macapá, Amapá**

Macapá
2018

MAYARA FABIANA DE MELO FURTADO

**Potencial para bioindicação e bioprospecção em microalgas
e cianobactérias na Lagoa dos Índios, Macapá, Amapá**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amapá para obtenção do Título de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

Orientador: Dra. Sílvia Maria Mathes Faustino.

**Macapá
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

579.1

F992p Furtado, Mayara Fabiana de Melo

1.1.1. *Potencial para bioindicação e bioprospecção de microalgas e cianobactérias na Lagoa dos Índios, Macapá, Amapá / Mayara Fabiana de Melo Furtado; orientadora, Sílvia Maria Mathes Faustino. – Macapá, 2018.*

88 f.

Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas.

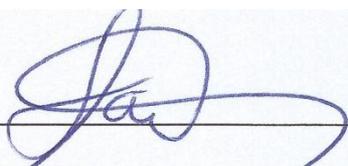
1. Ecossistema aquático. 2. Bioindicadores. 3. Fitoplâncton. 3. Impacto Ambiental – Amazônia. I. Faustino, Sílvia Maria Matheus, orientador. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

**Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas
da Universidade Federal do Amapá**

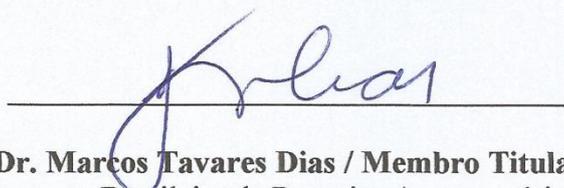
BANCA EXAMINADORA

Aluno(a): Mayara Fabiana de Melo Furtado

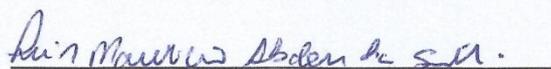
Orientador(a): Silvia Maria Mathes Faustino



Dra. Silvia Maria Mathes Faustino / Presidente
Professora Titular do Curso de Farmácia da Universidade Federal do Amapá, UNIFAP.



Dr. Marcos Tavares Dias / Membro Titular
Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA-AP.



Dr. Luis Mauricio Abdon da Silva / Membro Titular
Pesquisador do Instituto de Pesquisa Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá,
IEPA

Data: 05/03/2018

Dedico este trabalho aos meus amores, Carlos Eduardo Costa de Campos (esposo) e João Eduardo Melo Costa (filho), por todo carinho e compreensão por todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, por ter concedido que chegasse a mais essa etapa, por sempre cuidar de mim, renovando minha fé e esperança, por saber de todas as coisas que acontece em nossa vida, e por ter colocado pessoas maravilhoas nela!

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

À Univeridade Federal do Ampá, e a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêutica (PPGCF) pela dedicação e comprometimento. À coordenação do PPGCF, em nome do secretário Edson Junior, pela amizade e paciência, por sempre estar disposto a ajudar e viabilizar nos processos burocráticos do programa, meu muito obrigada!

À minha orientadora, Dra. Sílvia Maria Mathes Faustino, a qual estive sempre disposta a me auxiliar, compreender e ensinar. Sei que as pessoas não entram em vão em nossas vidas e tenho certeza que você é uma delas, uma excelente profissional, apaixonada pelo o que faz, contagiando as pessoas ao seu redor e me fez chegar até as algas, sou muito grata pelo conhecimento repassado!!!

Ao Eduardo Campos, o maior incentivador desse trabalho, sempre acreditando em minha capacidade, dando forças para alcançar meus objetivos. Obrigada por sempre estar ao meu lado, por todo carinho e compreensão, amo demais você e nossa amada família!!!

À minha mãe e irmão que sempre me estenderam as mãos frente a um obstáculo, me dando forças para poder ultrapassá-lo. Obrigada por todo amor e carinho depositados!

Aos alunos da turma de mestrado 2016 e aos amigos de laboratório, Arialdo Júnior, Jessica Vilhena, Elaine Cunha e Gabriela Almeida, pelos momento de descontração e auxílios em identificações taxonômicas e coletas.

Muito obrigada!!!

Comece mudando a si mesmo. Ninguém muda o mundo se não consegue mudar a si mesmo... Cuide da saúde do planeta. Não desperdice água, não jogue lixo no lugar errado, não maltrate os animais ou desmate as árvores. Por mais que você não queira, se nascemos no mesmo planeta, compartilhamos com ele os mesmos efeitos e conseqüências de sua exploração... Seja responsável: não culpe os outros pelos seus problemas, não seja oportunista, não seja vingativo. Quem tem um pouquinho de bom senso percebe que podemos viver em harmonia, respeitando direitos e deveres... Acredite em um mundo melhor. Coragem, Honestidade, Sinceridade, Fé, Esperança são virtudes gratuitas que dependem de seu esforço e comprometimento com sua Honra e Caráter. Não espere recompensas por estas virtudes, tenha-as por consciência de seu papel neste processo... Tenha Humildade, faça o Bem, trabalhe. Não tenha medo de errar, com humildade se aprende fazer o bem atrairá o bem para você mesmo e trabalhando valorizarás o suor de teu esforço para alcançar seus objetivos... Busque a Verdade, a Perfeição, uma posição realista frente aos obstáculos, uma atitude positiva diante da vida... Defenda, participe, integre-se à luta pacífica pela Justiça, Paz e Amor. Um mundo justo é pacífico, e onde há paz pode-se estar preparado para viver um grande Amor...

RODRIGO BENTES DINIZ

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	ALGAS.....	2
1.2	ESTUDOS DE ALGAS NO AMAPÁ.....	4
1.3	ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE LAGOA DOS ÍNDIOS	6
1.4	BIOINDICAÇÃO.....	11
1.5	CARACTERÍSTICAS DOS BIOINDICADORES.....	14
1.6	UTILIZAÇÕES DAS MICROALGAS E CIANOBACTÉRIAS COMO BIOINDICADORAS.....	15
1.7	BIOPROSPECÇÃO.....	17
1.7.1	Aplicações biotecnológicas das microalgas e cianobactérias.....	19
2	OBJETIVOS.....	23
2.1	OBJETIVO GERAL.....	23
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	24
3.2	COLETA DO MATERIAL FITOPLACTÔNICO.....	25
3.3	FIXAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO MATERIAL COLETADO.....	25
3.4	VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS.....	26
3.5	VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA.....	26
3.6	ÍNDICES ECOLÓGICOS.....	26
3.6.1	Análise Qualitativa do Fitoplâncton.....	26
3.6.2	Riqueza.....	27
3.6.3	Frequência de Ocorrência.....	27
3.7	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	28
4	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	29
4.1	ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA.....	29
4.1.1	Temperatura da Água.....	29
4.1.2	Oxigênio Dissolvido.....	30
4.1.3	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	34

4.1.4	Condutividade Elétrica.....	35
4.2	COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	37
4.3	FREQÜÊNCIA DE OCORRÊNCIA.....	40
4.4	RIQUEZA.....	41
4.5	ESTIMADOR DE RIQUEZA.....	44
4.6	CURVA DE RAREFAÇÃO.....	44
4.7	RELAÇÕES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA COM A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49
	ANEXOS E APÊNDICES.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características da Área de Proteção Permanente Lagoa dos Índios, Macapá, Amapá.....	7
Tabela 2 -	Os principais grupos que produzem toxinas e gêneros das cianobactérias em alvos primários.....	9
Tabela 3 -	Compostos biativos das microalgas e cianobacterias e suas principais aplicações.....	19
Tabela 4 -	Porcentagem das classificações de frequência de ocorrência dos grupos taxonômicos da Lagoa dos Índios, no período dos anos 2008, 2012 e 2016/2017. (Espécie freqüente (F= $\leq 70\%$ e $> 40\%$), Espécie pouco freqüente (PF= $\leq 40\%$ e $> 10\%$), Espécie esporádica (E= $\leq 10\%$).....	40
Tabela 5 -	Resultados dos estimadores de riqueza e o percentual da contribuição relativa das espécies da Lagoa dos Índios, ao longo do período do estudo.....	44
Tabela 6 -	Grupos taxonômicos, frequência de ocorrência e classe de frequência das microalgas e cianobactérias da Lagoa dos Índios, estudados durante o período de estudo.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das diferentes formas de bioindicação, segundo Lima (2000a).....	13
Figura 2 - Fluxograma da utilização das microalgas como bioindicadoras das condições ambientais, segundo: McCormick; Cairns Jr (1994).....	16
Figura 3 - Localização da Lagoa dos Índios, ponto de coleta na rodovia Duca Serra, no município de Macapá.....	24
Figura 4 - Resultado da análise da temperatura da água (°C) mostrando à média e intervalo de confiança ao longo do período do estudo.....	29
Figura 5 - Resultado da análise do oxigênio dissolvido (mg/L) mostrando à média e intervalo de confiança ao longo do período do estudo.....	32
Figura 6 - Proliferação excessiva de macrófitas, cobrindo grande extensões da superfície da Lagoa dos Índios, em janeiro de 2017.....	32
Figura 7 - Presença de contaminantes na Lagoa dos Índios, em novembro de 2016.....	33
Figura 8 - Resultado do pH mostrando à média e intervalo de confiança ao longo do período do estudo.....	35
Figura 9 - Resultado da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) mostrando à média e intervalo de confiança ao longo do período do estudo.....	36
Figura 10 - Contribuição percentual das classes taxonômicas para a riqueza total de espécies na Lagoa dos Índios, no período dos anos 2008, 2012 e 2016/2017.....	37
Figura 11- Resultado da riqueza mostrando à média ao longo do período do estudo.....	42
Figura 12 - Composição do fitoplâncton da Lagoa dos Índios em dois	

	períodos sazonais (de estiagem e chuvoso), A) para o ano 2008, B) 2012 e C) 2016/2017.....	43
Figura 13 -	Resultado da curva de rarefação das espécies da Lagoa dos Índios, com seus intervalos de confiança a 95%, ao longo do período do estudo.....	45
Figura 14 -	Resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA), relacionando a composição da comunidade fitoplanctônica com as variáveis físico-químicas da água (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica) na Lagoa dos Índios.....	47

SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

ACTN sp.1	<i>Actinella</i> sp.1
ACGL	<i>Actinotaenium globosum</i>
ACAC	<i>Acutodesmus acuminatus</i>
ANAB sp.1	<i>Anabaena</i> sp.1
ANAB sp.2	<i>Anabaena</i> sp.2
ANAB sp.3	<i>Anabaena</i> sp.3
ANAB sp.4	<i>Anabaena</i> sp.4
ANAB sp.5	<i>Anabaena</i> sp.5
ANAB sp.6	<i>Anabaena</i> sp.6
ANBE	<i>Ankistrodesmus bernardii</i>
ANBI	<i>Ankistrodesmus bibraianus</i>
ANDE	<i>Ankistrodesmus densus</i>
ANFU	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>
ANGR	<i>Ankistrodesmus gracilis</i>
ANSP	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>
APHA sp.1	<i>Aphanocapsa</i> sp.1
APHA sp.2	<i>Aphanocapsa</i> sp.2
APHA sp.3	<i>Aphanocapsa</i> sp.3
APHA sp.1	<i>Aphanothece</i> sp.1
ARTR sp.1	<i>Arthrospira</i> sp.1
ASFO	<i>Asterionella formosa</i>
ASTE sp.1	<i>Asterococcus</i> sp.1
AULA sp.1	<i>Aulacoseira</i> sp.1
AULA sp.2	<i>Aulacoseira</i> sp.2
AULA sp.3	<i>Aulacoseira</i> sp.3
AULA sp.4	<i>Aulacoseira</i> sp.4
AULA sp.5	<i>Aulacoseira</i> sp.5
AULA sp.6	<i>Aulacoseira</i> sp.6

BABR	<i>Bambusina brebissonii</i>
BOTR sp.1	<i>Botryococcus</i> sp.1
BOTR sp.2	<i>Botryococcus</i> sp.2
BULB sp.1	<i>Bulbochaete</i> sp.1
CALO sp.1	<i>Calothrix</i> sp.1
CHAE sp.1	<i>Chaetophora</i> sp.1
CHAR sp.1	<i>Characiopsis</i> sp.1
CHAR sp.1	<i>Characium</i> sp.1
CHVU	<i>Chlorella vulgaris</i>
CHIN	<i>Chlorococcum infusionum</i>
CHRO sp.1	<i>Chroococcus</i> sp.1
CLAC	<i>Closterium acutum</i>
CLBA	<i>Closterium baillyanum</i>
CLDI	<i>Closterium diana</i>
CLEH	<i>Closterium ehrenbergii</i>
CLGR	<i>Closterium gracile</i>
CLIN	<i>Closterium incurvum</i>
CLJE	<i>Closterium jenneri</i>
CLJERO	<i>Closterium jenneri</i> var. <i>robustum</i>
CLKU	<i>Closterium kuetzingii</i>
CLLI	<i>Closterium lineatum</i>
CLLU	<i>Closterium lunula</i>
CLMA	<i>Closterium macilentum</i>
CLMO	<i>Closterium moniliferum</i>
CLPA	<i>Closterium parvulum</i>
CLPO	<i>Closterium porrectum</i>
CLPS	<i>Closterium pseudolunula</i>
CLRO	<i>Closterium rostratum</i>
CLSEM	<i>Closterium semicirculare</i>
CLSET	<i>Closterium setaceum</i>
CLOS sp.1	<i>Closterium</i> sp. 1
CLOS sp.2	<i>Closterium</i> sp. 2
CLOS sp.3	<i>Closterium</i> sp. 3

CLOS sp.4	<i>Closterium</i> sp. 4
CLOS sp.5	<i>Closterium</i> sp. 5
CLOS sp.6	<i>Closterium</i> sp. 6
CLOS sp.7	<i>Closterium</i> sp. 7
CLOS sp.8	<i>Closterium</i> sp. 8
CLOS sp.9	<i>Closterium</i> sp. 9
COAS	<i>Coelastrum astroideum</i>
COMI	<i>Coelastrum microporum</i>
COPR	<i>Coelastrum proboscideum</i>
CORE	<i>Coelastrum reticulatum</i>
COELM sp.1	<i>Coelomoron</i> sp. 1
COEL sp.1	<i>Coelosphaerium</i> sp.1
COFO	<i>Coenochloris fottii</i>
COLE sp.1	<i>Coleochaete</i> sp.1
COBL	<i>Cosmarium blyttii</i>
COCO	<i>Cosmarium contractum</i>
CODE	<i>Cosmarium denticulatum</i>
COEL	<i>Cosmarium elegantissimum</i>
COEX	<i>Cosmarium excavatum</i>
COIN	<i>Cosmarium intermedium</i>
COLA	<i>Cosmarium lagoense</i>
COLO	<i>Cosmarium lobatum</i>
COMA	<i>Cosmarium margaritatum</i>
COOB	<i>Cosmarium obsoletum</i>
COOR	<i>Cosmarium ornatum</i> var. <i>pseudolagoense</i>
COPA	<i>Cosmarium pachydermum</i>
COPH	<i>Cosmarium phaseolus</i>
COPP	<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i>
COPT	<i>Cosmarium pseudotaxichondrum</i>
COPU	<i>Cosmarium punctulatum</i>
COQU	<i>Cosmarium quadrum</i>
CORA	<i>Cosmarium ralfsii</i>
CORE	<i>Cosmarium regnelli</i>

COSM sp.1	<i>Cosmarium</i> sp.1
COSM sp.10	<i>Cosmarium</i> sp.10
COSM sp.11	<i>Cosmarium</i> sp.11
COSM sp.2	<i>Cosmarium</i> sp.2
COSM sp.3	<i>Cosmarium</i> sp.3
COSM sp.4	<i>Cosmarium</i> sp.4
COSM sp.5	<i>Cosmarium</i> sp.5
COSM sp.6	<i>Cosmarium</i> sp.6
COSM sp.7	<i>Cosmarium</i> sp.7
COSM sp.8	<i>Cosmarium</i> sp.8
COSM sp.9	<i>Cosmarium</i> sp.9
COSUAN	<i>Cosmarium subnudiceps</i> var. <i>angulare</i>
COSUVA	<i>Cosmarium subspeciosum</i> var. <i>validius</i>
COTR	<i>Cosmarium trinodulum</i>
CYAN sp.1	<i>Cyanosarcina</i> sp.1
CYCL sp.1	<i>Cyclotella</i> sp.1
DEBA	<i>Desmidium baileyi</i>
DECO	<i>Desmidium coarctatum</i>
DEGR	<i>Desmidium grevillei</i>
DESW	<i>Desmidium swartzii</i>
DEAU	<i>Desmodesmus aculeolatus</i>
DEARBI	<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i>
DEAR	<i>Desmodesmus arthrodesmiformis</i>
DEBR	<i>Desmodesmus brasiliensis</i>
DECOM	<i>Desmodesmus communis</i>
DEMA	<i>Desmodesmus maximus</i>
DEOP	<i>Desmodesmus opoliensis</i>
DESM sp.1	<i>Desmodesmus</i> sp. 1
DESM sp.2	<i>Desmodesmus</i> sp. 2
DESM sp.3	<i>Desmodesmus</i> sp. 3
DIAC	<i>Dicloster acuatus</i>
DIEH	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>
DIPU	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>

DICT sp.1	<i>Dictyosphaerium</i> sp.1
DIMO sp.1	<i>Dimorphococcus</i> sp.1
DINO sp.1	<i>Dinobryon</i> sp.1
DIPL sp.1	<i>Diploneis</i> sp.1
DOCI sp.1	<i>Docidium</i> sp. 1
DOUN	<i>Docidium undulatum</i>
ELAK sp.1	<i>Elakatothrix</i> sp. 1
ERER	<i>Eremosphaera eremosphaeria</i>
EUAB	<i>Euastrum abruptum</i>
EUAN	<i>Euastrum ansatum</i>
EUBI	<i>Euastrum binale</i>
EUBR	<i>Euastrum brasiliense</i>
EUEV	<i>Euastrum evolutum</i>
EUFI	<i>Euastrum fissum</i>
EUGE	<i>Euastrum gemmatum</i>
EUIN	<i>Euastrum inerme</i>
EUOB	<i>Euastrum obesum</i> var. <i>extensum</i>
EURE	<i>Euastrum rectangulare</i>
EUSI	<i>Euastrum simia</i>
EUAS sp.1	<i>Euastrum</i> sp.1
EUAS sp.2	<i>Euastrum</i> sp.2
EUSU	<i>Euastrum subintegrum</i> var. <i>brasiliense</i>
EUDO sp.1	<i>Eudorina</i> sp.1
EUAC	<i>Euglena acus</i>
EUOX	<i>Euglena oxyuris</i>
EUGL sp.1	<i>Euglena</i> sp.1
EUGL sp.2	<i>Euglena</i> sp.2
EUSP	<i>Euglena spirogyra</i>
EUNO sp.4	<i>Eunotia</i> sp. 4
EUNO sp.1	<i>Eunotia</i> sp.1
EUNO sp.2	<i>Eunotia</i> sp.2
EUNO sp.3	<i>Eunotia</i> sp.3
FRUS sp.1	<i>Frustulia</i> sp. 1

GESP	<i>Genicularia spirotaenia</i>
GLAU sp.1	<i>Glaucocystis</i> sp.1
GLNA	<i>Gloeotrichia natans</i>
GOLE sp.1	<i>Golenkinia</i> sp. 1
GOVI	<i>Golenkinia viridis</i>
GOMO	<i>Gonatozygon monotaenium</i>
GONA sp.1	<i>Gonatozygon</i> sp.1
GRNE	<i>Groenbladia neglecta</i>
GYMN sp.1	<i>Gymnodinium</i> sp.1
GYRO sp.1	<i>Gyropaigne</i> sp.1
GYRO sp.1	<i>Gyrosigma</i> sp.1
HAMI	<i>Haplotaenium minutum</i>
HARE	<i>Haplotaenium rectum</i>
HYDI	<i>Hyalotheca dissiliens</i>
HYMU	<i>Hyalotheca mucosa</i>
ISTH sp.1	<i>Isthmochloron</i> sp.1
KIRC sp.2	<i>Kirchneriella</i> sp. 2
KIRC sp.3	<i>Kirchneriella</i> sp. 3
KIRC sp.1	<i>Kirchneriella</i> sp.1
LEPO sp.1	<i>Lepocinclis</i> sp.1
LEPO sp.2	<i>Lepocinclis</i> sp.2
LEPO sp.3	<i>Lepocinclis</i> sp.3
LEPO sp.4	<i>Lepocinclis</i> sp.4
LIMN sp.1	<i>Limnothrix</i> sp.1
LYNG sp.1	<i>Lyngbya</i> sp. 1
MERI sp.1	<i>Merismopedia</i> sp.1
MERI sp.2	<i>Merismopedia</i> sp.2
MICR sp.1	<i>Micractinium</i> sp.1
MIAB	<i>Micrasterias abrupta</i>
MIAL	<i>Micrasterias alata</i>
MIBO	<i>Micrasterias borgei</i>
MIFU	<i>Micrasterias furcata</i>
MILA	<i>Micrasterias laticeps</i>

MILAAM	<i>Micrasterias laticeps</i> var. <i>ampliata</i>
MIMA	<i>Micrasterias mahabuleshwariensis</i>
MIPI	<i>Micrasterias pinnatifida</i>
MIRA	<i>Micrasterias radiosa</i>
MICR sp.1	<i>Micrasterias</i> sp.1
MITO	<i>Micrasterias torreyi</i> var. <i>curvata</i>
MITR	<i>Micrasterias truncata</i>
MICR sp.1	<i>Microcystis</i> sp.1
MICR sp.2	<i>Microcystis</i> sp.2
MOPY	<i>Monomorphina pyrum</i>
MONO sp.1	<i>Monoraphidium</i> sp.1
MONO sp.2	<i>Monoraphidium</i> sp.2
MOUG sp.1	<i>Mougeotia</i> sp.1
NAVI sp.1	<i>Navicula</i> sp.1
NEPH sp.1	<i>Nephrocytium</i> sp.1
NEDI	<i>Netrium digitus</i>
NETR sp.1	<i>Netruim</i> sp.1
NUPE sp.1	<i>Nupela</i> sp.1
OCMU	<i>Octacanthium mucronulatum</i>
OEDO sp.1	<i>Oedogonium</i> sp.1
ONLA	<i>Onychonema laeve</i>
OOBO	<i>Oocystis borgei</i>
OOCY sp.1	<i>Oocystis</i> sp. 1
OPHI sp.1	<i>Ophiocytium</i> sp.1
OSPR	<i>Oscillatoria princeps</i>
OSCI sp.1	<i>Oscillatoria</i> sp.1
OSCI sp.2	<i>Oscillatoria</i> sp.2
OSCI sp.3	<i>Oscillatoria</i> sp.3
OSCI sp.4	<i>Oscillatoria</i> sp.4
OSCI sp.5	<i>Oscillatoria</i> sp.5
PAND sp.1	<i>Pandorina</i> sp.1
PEJA	<i>Pectinodesmus javanensis</i>
PEDU	<i>Pediastrum duplex</i>

PETE	<i>Pediastrum tetras</i>
PERI sp.1	<i>Peridinium</i> sp.1
PHAC	<i>Phacus acuminatus</i>
PHHE	<i>Phacus helikoides</i>
PHLO	<i>Phacus longicauda</i>
PHAC sp.1	<i>Phacus</i> sp.1
PHAC sp.2	<i>Phacus</i> sp.2
PHAC sp.3	<i>Phacus</i> sp.3
PHAC sp.4	<i>Phacus</i> sp.4
PHOR sp.1	<i>Phormidium</i> sp.1
PHYM sp.1	<i>Phymatodocis</i> sp. 1
PINN sp.1	<i>Pinnularia</i> sp.1
PLYN sp.1	<i>Planktolyngbya</i> sp.1
PLGE	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>
PTRX sp.1	<i>Planktothrix</i> sp.1
PLEC sp.1	<i>Plectonema</i> sp.1
PLCO	<i>Pleurotaenium coronatum</i>
PLEH	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>
PLSC	<i>Pleurotaenium sceptrum</i>
PLTR	<i>Pleurotaenium trabecula</i>
PLVE	<i>Pleurotaenium verrucosum</i>
POSP	<i>Polyedriopsis spinulosa</i>
PSEU sp.1	<i>Pseudanabaena</i> sp.1
PYRO sp.1	<i>Pyrobotrys</i> sp. 1
PYRO sp.2	<i>Pyrobotrys</i> sp. 2
ROYA sp.1	<i>Roya</i> sp.1
SCAU	<i>Scenedesmus acuminatus</i>
SCAR	<i>Scenedesmus arcuatus</i>
SCEC	<i>Scenedesmus ecornis</i>
SCPA	<i>Scenedesmus parvus</i>
SCEN sp.1	<i>Scenedesmus</i> sp. 1
SCYT sp.1	<i>Scytonema</i> sp.1
SELE sp.2	<i>Selenastrum</i> sp. 2

SELE sp.1	<i>Selenastrum</i> sp.1
SORA sp.1	<i>Sorastrum</i> sp.1
SOSP	<i>Sorastrum spinulosum</i>
SPSC	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>
SPIR sp.1	<i>Spirogyra</i> sp.1
SPIR sp.2	<i>Spirogyra</i> sp.2
SPIR sp.3	<i>Spirogyra</i> sp.3
SPIR sp.4	<i>Spirogyra</i> sp.4
SPIR sp.5	<i>Spirogyra</i> sp.5
SPIR sp.6	<i>Spirogyra</i> sp.6
SPCO	<i>Spirotaenia condensata</i>
SPIR sp.1	<i>Spirulina</i> sp.1
SPPU	<i>Spondylosium pulchrum</i>
SPON sp.1	<i>Spondylosium</i> sp.1
STAN	<i>Staurastrum angulatum</i>
STBI	<i>Staurastrum bieneanum</i>
STCO	<i>Staurastrum cosmarioides</i>
STCY	<i>Staurastrum cyrtocerum</i>
STGR	<i>Staurastrum grillatorium</i>
STHI	<i>Staurastrum hirsutum</i> var. <i>muricatum</i>
STLE	<i>Staurastrum leptocladum</i>
SLCORN	<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>cornutum</i>
SLCORO	<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>coronatum</i>
STLIN	<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>insigne</i>
STMA	<i>Staurastrum manfeldtii</i>
STNO	<i>Staurastrum novae-caesareae</i> var. <i>brasiliense</i>
STNU	<i>Staurastrum nudibrachiatum</i>
STPE	<i>Staurastrum penicilliferum</i>
STPI	<i>Staurastrum pinnatum</i> var. <i>reductum</i>
STPR	<i>Staurastrum productum</i>
STQDRA	<i>Staurastrum quadrangulare</i>
STQDRI	<i>Staurastrum quadrinotatum</i>
STRO	<i>Staurastrum rotula</i>

STSE	<i>Staurastrum setigerum</i>
STRA sp.1	<i>Staurastrum</i> sp.1
STRA sp.2	<i>Staurastrum</i> sp.2
STRA sp.3	<i>Staurastrum</i> sp.3
STRA sp.4	<i>Staurastrum</i> sp.4
STRA sp.5	<i>Staurastrum</i> sp.5
STRA sp.6	<i>Staurastrum</i> sp.6
STSUCO	<i>Staurastrum submanfeldtii</i> var. <i>convergens</i>
STTE	<i>Staurastrum teliferum</i>
STTR	<i>Staurastrum trifidum</i>
STCO	<i>Staurodesmus convergens</i>
STDE	<i>Staurodesmus dejectus</i>
STLO	<i>Staurodesmus lobatus</i>
STMA	<i>Staurodesmus maximus</i>
STRO sp.1	<i>Staurodesmus</i> sp.1
STRO sp.2	<i>Staurodesmus</i> sp.2
STRO sp.3	<i>Staurodesmus</i> sp.3
STRO sp.4	<i>Staurodesmus</i> sp.4
STRO sp.5	<i>Staurodesmus</i> sp.5
STRO sp.6	<i>Staurodesmus</i> sp.6
STROT	<i>Staurodesmus triangularis</i>
STVA	<i>Staurodesmus validus</i>
STAU sp.1	<i>Stauroneis</i> sp.1
STEN sp.1	<i>Stenopterobia</i> sp.1
STIG sp.1	<i>Stigonema</i> sp.1
STRO sp.1	<i>Strombomonas</i> sp. 1
STRO sp.2	<i>Strombomonas</i> sp. 2
SURR sp.1	<i>Surirella</i> sp.1
SYNE sp.1	<i>Synechocystis</i> sp.1
SYNU sp.1	<i>Synura</i> sp.1
SYNU sp.2	<i>Synura</i> sp.2
TEIL sp.1	<i>Teilingia</i> sp.1
TETM sp.1	<i>Tetmemorus</i> sp.1

TECA	<i>Tetraëdron caudatum</i>
TEGR	<i>Tetraëdron gracile</i>
TETR	<i>Tetraëdron trigonum</i>
TETR sp.1	<i>Tetrallantos sp.1</i>
TETR sp.1	<i>Tetrastrum sp.1</i>
TRAR	<i>Trachelomonas armata</i>
TRCA	<i>Trachelomonas caudata</i>
TRHI	<i>Trachelomonas hispida</i>
TRHICR	<i>Trachelomonas hispida var. crenulatocollis</i>
TRAC sp.1	<i>Trachelomonas sp.1</i>
TRAC sp.2	<i>Trachelomonas sp.2</i>
TRAC sp.3	<i>Trachelomonas sp.3</i>
TRAC sp.4	<i>Trachelomonas sp.4</i>
TRAC sp.5	<i>Trachelomonas sp.5</i>
TRAC sp.6	<i>Trachelomonas sp.6</i>
TREU sp.1	<i>Treubaria sp.1</i>
TRIB sp.1	<i>Tribonema sp.1</i>
TRGR	<i>Triploceras gracile</i>
XAAN	<i>Xanthidium antilopaeum</i>
XARE	<i>Xanthidium regulare</i>
XAREAN	<i>Xanthidium regulare var. asteptum</i>
XATR	<i>Xanthidium trilobum</i>

Potencial para bioindicação e bioprospecção em microalgas e cianobactérias na Lagoa dos Índios, Macapá, Amapá

Introdução: Uma ferramenta importante que possibilita avaliar a qualidade da água é uso de organismos bioindicadores, o fitoplâncton é visto como marcador biológico, pois reagem de forma expressiva às mudanças ambientais naturais ou antrópicas. **Objetivo:** Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento das microalgas e cianobactérias da Lagoa dos Índios nos anos de 2008, 2012 e 2016/17 e comparar as espécies encontradas avaliando se ocorreram mudanças que possam indicar algum tipo de impacto ambiental. **Metodologia:** As amostras foram coletadas com auxílio de rede de fitoplâncton 20 µm, realizando uma análise qualitativa, acondicionado as amostras em frascos de vidro com um volume de 200 ml, fixados e preservados com solução formalina 4% imediatamente após a coleta. Foram mensurados o potencial hidrogeniônico (pH), condutividade (µS/cm), temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) da água. **Resultados e discussão:** Foram identificados 347 entre gêneros e espécies, distribuídos em 14 grupos taxonômicos, o grupo mais representativo foi Conjugatophyceae. A análise de variância demonstrou significância para temperatura da água e oxigênio dissolvido entre os anos 2008 e 2016/17. A composição de riqueza foi maior na estação chuvosa, para os anos 2008 e 2012, enquanto para o ano de 2016/17, foi maior na estação de estiagem. A análise de correspondência canônica (CCA) mostrou que foi significativo a relação das variáveis físicas e químicas com a composição da comunidade fitoplanctônica da Lagoa dos Índios. **Conclusões:** A alta riqueza encontrada evidência a importância biológica deste ecossistema e como a população utiliza sua água para diferentes finalidades, é necessário o monitoramento constante, pois foram identificadas cianobactérias que podem produzir toxinas. As microalgas e cianobactérias podem ser utilizadas como bioindicadoras pois demonstraram estatisticamente associação com os fatores físicos e químicos mensurados e as espécies podem ser isoladas para cultivo em laboratório resultando em diversos estudos de bioprospecção.

Palavras-Chave: Microalgas; Cianobactérias; Bioindicadores; Amazônia.

Agradecimentos: CNPq

Potential for bioindication and bioprospection in microalgae and cyanobacteria in Lagoa dos Índios, Macapá, Amapá

Introduction: An important tool that allows the evaluation of water quality is the use of bioindicators, phytoplankton is seen as a biological marker, as they react expressively to natural or anthropogenic environmental change. **Objectives:** The objective of this study was to carry out a survey of the microalgae and cyanobacteria of Lagoa dos Índios in the years of 2008, 2012 and 2016/17 and to compare the species found, evaluating if there were changes that could indicate some type of environmental impact. **Methodology:** Samples were collected using a 20 µm phytoplankton network, carrying out a qualitative analysis, conditioned the samples in glass vials with a volume of 200 ml, fixed and preserved with 4% formalin solution immediately after collection. The hydrogen ionic potential (pH), conductivity (µS / cm), temperature (°C) and dissolved oxygen (mg / L) of the water were measured. **Results and discussion:** Have been identified 347 genera and species were identified, distributed in 14 taxonomic groups, the most representative group being Conjugatophyceae. The analysis of variance showed significance for water temperature and dissolved oxygen between the years 2008 and 2016/17. The composition of wealth was higher in the rainy season, for the years 2008 and 2012, while for the year 2016/17, was higher in the dry season. The canonical correspondence analysis (CCA) showed that the relationship between physical and chemical variables was significant with the composition of the phytoplankton community of Lagoa dos Índios. **Conclusions:** The high wealth found evidence the biological importance of this ecosystem and how the population uses its water for different purposes, it is necessary constant monitoring, because cyanobacteria that can produce toxins have been identified. Microalgae and cyanobacteria can be used as bioindicators because they have been statistically associated with measured physical and chemical factors and species can be isolated for laboratory cultivation resulting in several bioprospecting studies.

Keywords: Microalgae; Cyanobacteria; Bioindicators; Amazon.

Acknowledgements: CNPq

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico dos seres vivos, como meio de vida de inúmeras espécies de vegetais e animais, ou como fator de produção de vários bens de consumo (LOBO, 2013). Nas últimas décadas, o uso inadequado deste recurso natural tem afetado diretamente os ecossistemas aquáticos. Devido a sua importância vital, o acesso a água sempre foi um dos fatores na escolha da localização de moradia das populações. No entanto, com o crescimento populacional sem planejamento, falta de saneamento adequado e do aumento das demandas por recursos hídricos, observa-se a degradação dos recursos aquáticos e a diminuição de sua disponibilidade em diversas regiões (FOLLMANN, FOLETO, 2010).

Avaliar a qualidade ambiental é necessário para diagnosticar a situação atual dos ecossistemas aquáticos. As metodologias tradicionalmente utilizadas são baseadas em parâmetros físicos e químicos apontados como pouco eficientes para a avaliação da qualidade de água, pois retratam uma avaliação ambiental momentânea (BUSS; OLIVEIRA; BAPTISTA, 2008), necessitando de indicadores biológicos para serem mais eficientes. Round (1991,1993) estabelece que os métodos de análises físicos e químicos complementam os métodos biológicos e, em conjuntos, constituem a base para uma correta avaliação da qualidade das águas naturais.

O conceito de indicador deriva do verbo latino *indicare* (destacar, revelar algo) (KAPUSTA, 2008). Um indicador biológico é uma característica do ambiente que, quando medida, quantifica a magnitude do estresse, as características do habitat, o grau de exposição ao agente estressor, ou ainda o grau de resposta ecológica à exposição (HUNSAKER; CARPENTER, 1990). A utilização de organismos como indicadores é chamada de bioindicação (KAPUSTA, 2008).

Os organismos comumente utilizados na avaliação da qualidade da água mais recomendados na literatura são os invertebrados bentônicos e as algas (HELLAWELL, 1986). Organismos planctônicos funcionam como “sensores

refinados das propriedades ambientais” refletindo a dinâmica do ecossistema sendo importantes para estudos de avaliação da qualidade da água que incluam análise qualitativa e quantitativa desses organismos (MARGALEF, 1983).

As algas possuem sensibilidade ou tolerância às condições ambientais o que colabora para seu potencial de fornecer avaliações precisas sobre condições físicas, químicas e biológicas dos mais variados ambientes (STEVENSON; SMOL, 2003), além de permitir o acompanhamento da evolução do estado de trofia do ambiente (LOBO et al., 2004; POTAPOVA; CHARLES, 2005; BELLINGER et al., 2006; WANG et al., 2007).

A biodiversidade de algas é fortemente influenciada pelas condições locais, como luz, temperatura, micronutrientes e macronutrientes, concentração do gás oxigênio e gás carbônico, estabilidade física da coluna de água, competição e herbivoria pelo zooplâncton (FERNANDES et al., 2005; REYNOLDS, 2006). Neste sentido, qualquer alteração, seja ela natural ou antrópica, promoverá alterações causando mudanças nas espécies, taxas de produtividade, biomassa e condições química da água (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004; FRANCESCHINI et al., 2010). Devido a Lagoa dos Índios ser utilizada para diversas finalidades é necessário o monitoramento constante desse ecossistemas, pois a degradação ambiental pode alterar a qualidade e o equilíbrio do meio ambiente.

1.1 ALGAS

O termo alga foi proposto por Lineu em 1753, como uma categoria taxonômica, em sua obra intitulada *Species plantarum*. Alga é um termo de uso popular, empregado para denominar uma enorme variedade de organismos, tão diferentes quanto sua morfologia, reprodução, fisiologia e ecologia, estando presentes em três reinos, Plantae, Monera e Protista (BICUDO; MENEZES, 2006). Apresentam dois tipos de estrutura celular: estrutura procariótica, com representantes nas Divisões Cyanophyta (cianobactérias) e Prochlorophyta e a estrutura eucariótica, com representantes nas Divisões Chlorophyta, Euglenophyta, Rhodophyta, Haptophyta (Prymnesiophyta), Heterokontophyta (Bacillariophyceae, Chrysophyceae,

Xantophyceae), Cryptophyta e Dinophyta, (HOEK; MANN; JAHNS, 1995). As principais divisões das algas de água doce são: Cyanophyta, Bacillariophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, Dinophyta e Chlorophyta (REYNOLDS, 2006; ESTEVES, 2011).

As primeiras algas que apareceram na Terra, há cerca de 3,5 Ga (era Arqueozoica), foram as cianobactérias (FRANCESCHINI et al., 2010). Ao longo de sua evolução, as algas tornaram-se um grupo muito diversificado de organismos fotossintéticos, compreendendo seres microscópicos unicelulares e multicelulares, com hábitos planctônicos e perifíticos, sendo que a maioria das algas tem hábitos planctônicos (LOURENÇO, 2006), predominantemente autótrofos e são a base energética das cadeias alimentares nos ambientes aquáticos e até hoje, são os principais produtores de oxigênio e de matéria orgânica nos oceanos e nas águas continentais (SZE, 1993). Seu ciclo funciona incorporando energia solar em biomassa produzindo oxigênio que é dissolvido na água e usado pelos demais organismos e atuam na mineralização e no ciclo de elementos químicos, ao morrerem, seus constituintes químicos são solubilizados e retornados ao ciclo novamente (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004).

São classificadas de acordo com o tamanho dos organismos, que variam de 0,2 μm (picoplâncton) a 2 mm (macroplâncton), e quanto à morfologia como unicelulares, coloniais ou filamentosas (ESTEVES, 2011). Para otimizar a flutuação na coluna d'água esses organismos podem apresentar especializações, como: bainha mucilaginosa, flagelos, formação de gotículas de óleo, formação de vacúolos de gás, esporos e filamentos para aumento da superfície de contato, formação de colônias, número e disposição de células e formação de estruturas silicosas (BRASIL; HUZSAR, 2011; ESTEVES, 2011). Apesar das diferenças estruturais e morfológicas entre os representantes de cada divisão, esses são fisiologicamente similares e apresentam um metabolismo análogo àquele das plantas (ALONSO et al., 1995), e a única característica que todos os grupos possuem é a presença de clorofila a (BICUDO; MENEZES, 2006).

1.2 ESTUDOS DE ALGAS NO ESTADO DO AMAPÁ

O estado do Amapá possui 62% do seu território preservado constituindo-se proporcionalmente o estado ecologicamente mais preservado do país (CUNHA et al., 2013). Apesar de sua importância ecológica, econômica e hidrodinâmica que a região apresenta, são poucos os estudos ficológicos no que tange o conhecimento da biodiversidade e ecologia de algas.

O primeiro registro da ocorrência de algas no estado do Amapá foi de Förster (1963), no Rio Oiapoque. Neste estudo, foram identificados cinco espécies de desmídias, *Desmidium laticeps* fac. *4-radiata*, *Desmidium laticeps* fac. *5-radiata*, *Euastrum laticep* sf. *evolutum*, *Cosmarium pseudomagnificum* f. *brasiliense* e *Closterium pseudo lunula* var *concevum*, e as duas últimas espécies foram caracterizadas como novas forma e variedade, respectivamente.

Silva-Cunha et al. (1991), analisaram amostras coletadas em um trecho desde o estado do Amapá até a Paraíba, com o propósito de identificar a composição e distribuição do fitoplâncton. Como resultado foi encontrado uma riqueza de 89 espécies, distribuída entre diatomáceas, dinoflagelados, cianobactérias e silicoflagelados. No que concerne às amostras provenientes do estado do Amapá, os pesquisadores constataram a dominância de diatomáceas na desembocadura do Rio Amazonas.

Dias (2007) realizou um estudo no sudoeste da Reserva Biológica do Lago Piratuba, na planície de inundação do Rio Araguari, região costeira do estado do Amapá. Avaliou a composição e abundância do fitoplâncton e verificou a presença de 178 táxons, sendo divididos em 83 gêneros e nove classes taxonômicas: Cyanophyceae, Crysohyceae, Xantophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenohyceae, Chlorophyceae e Zygnemaphyceae. As cianofíceas mostraram-se predominante em termos de riqueza (28%), seguido de clorofíceas (27%) e diatomáceas (20%).

Oliveira (2007) caracterizou a comunidade fitoplanctônica do Rio Araguari, em dois períodos sazonais (estiagem e chuvoso) nos anos de 2004 e 2005. Relatou 117 táxons, tendo Chlorophyceae a maior representatividade (54

táxons), Tendo como espécies mais frequentes: *Synecocystis* cf. *aquatilis*, *Lobopheraeropsis pyrenoidosa*, *Synechococcus* sp.1, *Chroomonas nordstedtii*, *Cryptomonas erosa* e *Chlorella vulgaris*. A beta diversidade indicou a heterogeneidade na manutenção das espécies no ambiente, principalmente nos períodos de chuvas.

Souza e Melo (2011) realizaram um levantamento taxonômico de desmídeas no Lago do Novo (AP), encontrando 35 espécies de desmídeas, com, 23 espécies pertencentes ao gênero *Staurastrum*, sete espécies de *Staurodesmus* e cinco espécies de *Xanthidium*. Todos os táxons identificados foram considerados a primeira citação para o estado do Amapá.

Cunha (2012) estudou a composição florística, quantificação e dinâmica espaço-temporal do fitoplâncton dos Rios Falsino e Araguari, identificando 185 táxons. Dentre as espécies identificadas entontram-se: *Ankistrodesmus densus*, *A. fusiformes*, *Eudorina elegans*, *Pediastrum duplex*, *Scenedesmus acuminatus*, *Closterium diane*, entre outros. Ao fim do estudo verificou-se 174 novas ocorrências para o estado do Amapá.

Silveira-Júnior (2012) estudou sobre a composição e biomassa do fitoplâncton associada a variáveis ambientais da zona estuarina do Rio Amazonas. Identificando 155 táxons distribuídos nas seguintes classes: Zygnematophyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Ulvophyceae, Mediophyceae e Euglenophyceae.

Araújo (2014) avaliou técnicas de cultivo de linhagens de cianobactéria e microalgas de três áreas de ressaca, do estado do Amapá. Como resultado, conseguiu isolar as espécies *Planktothrix agardhii*, *Geitlerinema amphibium*, *Planktothrix isothrix*, *Pseudanabaena catenata*, *Dolichospermum* sp. e *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Vilhena (2016) realizou um estudo da análise das variáveis físicos e químicas da qualidade da água e a relação destas com o fitoplâncton no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Ferreira Gomes, registrando 230 táxons distribuídos em nove classes (Zygnematophyceae, Xanthophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Cyanophyceae, Coscinodiscophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae e Bacillariophyceae). Destes 90 espécies foram consideradas como novos registros para o estado do Amapá.

Almeida (2017) estudou o perfil dos ácidos graxos produzidos pelas microalgas e cianobactérias, pertencentes a ambientes aquáticos da cidade de Macapá. Identificou 14 espécies de microalgas e cianobactérias (*Chlamydomonas reinhardtii*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella vulgaris*, *Limnothrix limnetica*, *Monoraphidium contortum*, *Planktolyngbya limnetica*, *Pseudanabaena mucicola*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus baculiformes*, *Scenedesmus ecornis*, *Scenedesmus ovalternus*, *Spirogyra communis*, *Spirulina platensis* e *Synechococcus* sp.) que foram cultivadas em laboratório com o meio BG-11 e NPK. A espécie *Scenedesmus ecornis* apresentou potencial para a produção de biodiesel e outros produtos importantes para a indústria farmacêutica, cosmética e alimentos, devido à produção de ésteres etílicos de ácidos graxos.

Os trabalhos desenvolvidos para a Lagoa dos Índios são relacionados a parâmetros físicos e químicos e sobre conflitos ambientais, tendo como resultados o agravamento das pressões urbanas, com perda do ambiente natural e a poluição que altera a composição química, física e biológica da água. Influenciando o equilíbrio biológico, o desenvolvimento de plantas e a vida dos animais, causadas pela ineficácia do planejamento ou ausência de cumprimento dos instrumentos de proteção (COSTA et al., 2012; THOMAZ, 2017). Estudos ecológicos sobre as algas em lagos de planície de inundação para a região amazônica, destacam-se os trabalhos realizados no estado do Pará (HUSZAR; REYNOLDS, 1997; MELO; HUSZAR, 2000; MELO et al., 2004) em lago de águas claras. Ibañez (1998), no estado do Amazonas, para um lago de águas brancas. Nabout et al. (2006), na bacia do rio Araguaia, em um lago de águas claras. Pinilla (2006), na Amazônia Colombiana, em um lago de águas claras e Raupp et al. (2009) no rio Negro no estado do Amazonas, em um lago de águas pretas.

1.3 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE LAGOA DOS ÍNDIOS

A Lagoa dos Índios é uma Área de Preservação Permanente (APP) legalmente protegida, no âmbito estadual, pela Lei nº. 0835, de 27 de maio de 2004, que dispõe sobre o reordenamento territorial, uso econômico e gestão ambiental das áreas de ressacas, e em nível federal, pela Lei nº. 4.771/65

(Código Florestal), sendo uma planície de inundação, fazendo parte da Bacia Hidrográfica Igarapé da Fortaleza, caracterizada como uma área úmida periodicamente inundável, funcionando como corredores naturais para circulação de ventos amenizando a temperatura das áreas em torno da região (SANTOS, 2006), absorvendo água das chuvas diminuindo os riscos de enchentes (TAKIYAMA; SILVA, 2003), servindo como local de reprodução e desova para organismos aquáticos e terrestres. Apresenta grande importância paisagística, além de proporcionar áreas de lazer para a população em seu entorno (Tabela 1). No entanto, essa área está sofrendo um rápido e desordenado processo de ocupação humana, por estar localizada em um perímetro urbano de Macapá, o que facilita o acesso e conseqüentemente a degradação ambiental deste habitat (TAKIYAMA; SILVA, 2003).

Tabela 1 - Características da Área de Proteção Permanente Lagoa dos Índios, Macapá, Amapá.

ITEM	CARACTERÍSTICA	REFERÊNCIAS
Clima	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equilíbrio térmico da cidade, formação de vapor d'água na atmosfera; ✓ Facilitam a circulação dos ventos, que levam ar úmido para o meio urbano; ✓ Influenciam no microclima da cidade; ✓ Deslocamento da ventilação das ressacas desconcentra os agentes poluentes dos veículos automotores. 	MACIEL (2001)
Drenagem	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reservatório natural de água, sob influência das marés, por meio de rede de canais e igarapés e dos ciclos sazonal das chuvas; ✓ Algumas ressacas permanecem alagadas durante o ano todo, outras só inundam no período chuvoso; ✓ Controle de inundações; ✓ As ressacas interligam-se umas com as outras. 	MACIEL (2001)
Geologia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ecossistema típico de zona costeira do Amapá; ✓ Encaixados em terrenos quaternários; ✓ Áreas desenvolvidas em costa de baixa energia, com substrato que inclui areia, silte, argila e turfa, abaixo do nível do mar e do Rio Amazonas, resultados da flutuação do mar e ação das correntes marinhas. 	MACIEL (2001) THOMAZ et al. (2003) COELHO (2006) PORTILHO (2010)

Ecologia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abrigo e reprodução para pássaros, peixes, mamíferos, insetos; ✓ Forrageiras para roedores e pequenos ruminantes; ✓ Manutenção de espécies vegetais e animais existentes; ✓ Descanso para aves migratórias. 	MACIEL (2001) NERI (2004) COELHO (2006)
Econômico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alimento (pesca, agricultura e caça); ✓ Lazer e turismo. 	MACIEL (2001)

Fonte: Thomaz et al., 2017.

Esta região vem sofrendo uma forte antropização dos recursos naturais e alterando a paisagem local, devido à falta de planejamento dos órgãos responsáveis o que possibilitou o aumento da urbanização, construções e atividades comerciais (BASTOS, 2006), ocasionando problemas ambientais na Lagoa, como aterramento, queimadas da vegetação, descartes de efluentes líquidos e sólidos e detritos domésticos, produzidos por órgãos públicos e pelos próprios moradores. A Lagoa dos Índios ainda é utilizada nas atividades de criação de búfalos e peixes. Essas ações exercem impacto negativo na qualidade da água, contribuindo para a degradação desses ecossistemas (TAKIYAMA; SILVA, 2003).

A utilização da região para fins recreativos, também contribui para a sua degradação. Uma das áreas mais afetadas é a da ponte localizada na Rodovia Duca Serra, usadas por banhistas e pescadores, os quais jogam resíduos, como garrafas de vidros, sacos plásticos e plásticos dentro da lagoa (BASTOS, 2006).

A degradação ambiental pode alterar a qualidade e o equilíbrio do meio ambiente, configurando assim um indicador de estresse ao meio biótico, que pode interferir na produção das algas, pois alguns grupos podem produzir toxinas que afetam a qualidade da água. Na presença de nutrientes adequados e suficientes, as algas são capazes de utilizar a radiação solar através da fotossíntese e sintetizar sua matéria orgânica. O excesso de nutrientes, leva às mudanças na composição da comunidade com o aparecimento de espécies oportunistas, muitas vezes tóxicas, capazes de aumentar sua concentração formando florações (BOYD, 1972, 1990; ESTEVES, 1998).

As florações podem indicar um processo conhecido como eutrofização, que promove mudanças negativas nos ecossistemas aquáticos, como a diminuição da transparência da água, alteração das concentrações iônicas, aumento da condutividade elétrica, acúmulo de fósforo nos sedimentos e coluna d'água (TUNDISI, 2003; DEBERTD et al., 2004), redução da taxa oxigênio dissolvido, mortandade de peixes e perda da biodiversidade (AZEVEDO, 1994; BOAVIDA, 2001). Um ecossistema eutrofizado apresenta riscos para a saúde do homem, pois favorece principalmente o surgimento de cianobactérias produtoras de toxinas que são sintetizadas e liberadas no meio quando ocorre a lise celular (VASCONCELOS, 1995; YUNES, 2000), devido ao ao estresse celular ou à senescência (ALVES, 2005).

Um levantamento dos estudos brasileiros sobre cianobactérias evidencia que as florações com potencial de toxicidade têm aumentado significativamente em todo país (BRANDÃO, 2008), refere-se ao potencial toxicológico das cianotoxinas como causadoras tumores hepáticos, distúrbios neurológicos e reações alérgicas (AZEVEDO, 1998; CARMICHAEL, 1992), manifesta-se com vertigens, gastroenterites agudas, irritações da mucosa ocular, pneumonias atípicas, cefaléias, cólicas abdominais, vômitos e diarreia (UENO et al., 1996; CHORUS; CAVALIERI, 2000; FLEMING et al., 2002; LEAL; SOARES, 2004) (Tabela 2).

Tabela 2 – Os principais grupos que produzem toxinas e gêneros das cianobactérias em alvos primários.

GRUPO DA TOXINA	ALVO PRIMÁRIO EM MAMÍFEROS	GÊNEROS DE CIANOBACTÉRIAS
PEPTÍDEOS CÍCLICOS		
MICROCISTINA	Fígado	<i>Anabaena</i> sp., <i>Anabaenopsis</i> sp., <i>Hapalosiphon</i> sp., <i>Microcystis</i> sp., <i>Nostoc</i> sp., <i>Oscillatoria</i> sp., <i>Planktotrix</i> sp.
NODULARINA	Fígado	<i>Nodularia</i> sp.
ALCALÓIDES		

ANATOXINA-A	Nervo sináptico	<i>Anabaena</i> sp., <i>Aphanizomenon</i> sp., <i>Nostoc</i> sp., <i>Oscillatoria</i> sp., <i>Planktotrix</i> sp.
APLISIOTOXINA	Pele	<i>Lyngbya</i> sp., <i>Oscillatoria</i> sp., <i>Planktotrix</i> sp., <i>Schizothrix</i> sp.,
CILINDROSPERMOPSINA	Fígado	<i>Aphanizomenon</i> sp., <i>Cylindrospermopsis</i> sp., <i>Umezakia</i> sp.
LYNGBIATOXINA	Pele, trato gastrointestinal	<i>Lyngbya</i> sp.
SAXITOXINA	Nervo axônico	<i>Anabaena</i> sp., <i>Aphanizomenon</i> sp., <i>Cylindrospermopsis</i> sp., <i>Lyngbya</i> sp.
LIPOPOLISSACARÍDEOS		
LPS	Qualquer contato potencial irritante	Todos

Fonte: Calijuri et al., 2006.

A contaminação pode ocorrer por hortaliças quando irrigadas com águas contaminadas, não sendo comum este modo de contaminação, por ingestão de água potável com tratamento insuficiente para eliminar as toxinas ou ainda via pescado contaminado, já que algumas das toxinas são bioacumulativas, por inalação de cianobactérias e seus esporos, o que pode acontecer acidentalmente ou durante a prática de desportos aquáticos e gerar sintomas como rinite, conjuntivite, dispnéia, bronquite aguda, asma, dermatite ou queimaduras na pele (BRANDÃO, 2008). Contudo, a ingestão de água contaminada parece ser a principal via de contaminação (VASCONCELOS, 1995).

Essas florações comprometem o aspecto estético do manancial já que a água por vezes adquire aparência de “sopa”, promovendo alterações importantes às características organolépticas como cor, sabor e odor da água decorrentes da produção das substâncias geosmina e 2-metil-isobomeol (LEÓN, 2002), que são como fontes dos odores de terra e mofo presentes nas águas contaminadas por cianobactérias (SIRTORI, 2006).

O gênero *Synura* causa um sabor amargo à água (SPEEDY; FISHER, 1969). O gênero *Microcystis*, que normalmente apresenta um cheiro de capim ou grama, quando encontra-se em estado de decomposição pode apresentar forte cheiro característico de esgoto séptico (BRANCO, 1978). Os gêneros *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Schizothrix* e *Symploca* são capazes de produzir odor de barro ou de mofo. Todos esses gêneros, exceto *Symploca*, possuem espécies ou cepas produtoras de toxinas. Assim, o sabor e odor da água podem ser usados como sinal de alerta para ocorrência de cianobactérias. Contudo, é importante destacar que a ausência de sabor e odor não implica na ausência de cianobactérias e, conseqüentemente, de cianotoxinas (FALCONER et al., 1999).

Sabendo da importância da Lagoa dos Índios para o município de Macapá, juntamente com a preservação ambiental, o estudo das microalgas e cianobactérias como bioindicadoras é de grande importância para avaliar a saúde do ambiente e inferir as prováveis causas de danos ecológicos. Isso porque os representantes deste grupo são controlados por fatores ambientais, bióticos e abióticos, os quais podem, por sua vez, ser afetados por diversos tipos de poluentes, produzindo mudanças na estrutura e no funcionamento do ecossistema (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004).

1.4 BIOINDICAÇÃO

O termo bioindicação começou a ser utilizado primeiramente na Alemanha, a partir dos anos 1960 (MARKERT; WECKERT, 1993). Segundo Ernst (1993), o relato mais antigo sobre plantas indicadoras data de mais de 400 anos. Bioindicador (*bio*: organismos e *indicados*: guias, indicantes ou sinais que indicam algo), seria então um organismo que está indicando determinada situação do ambiente (LIMA, 2001).

Avaliar o comportamento do poluente no ambiente, ou seja, monitorar a sua ação através de organismos vivos é chamado de bioindicação. Nos métodos de bioindicação, o comportamento do organismo frente a um agente estressor é utilizado na avaliação da qualidade de uma dada área (LIMA, 2001). Os organismos bioindicadores segundo Klumpp (2001) podem ser classificados ou agrupados em:

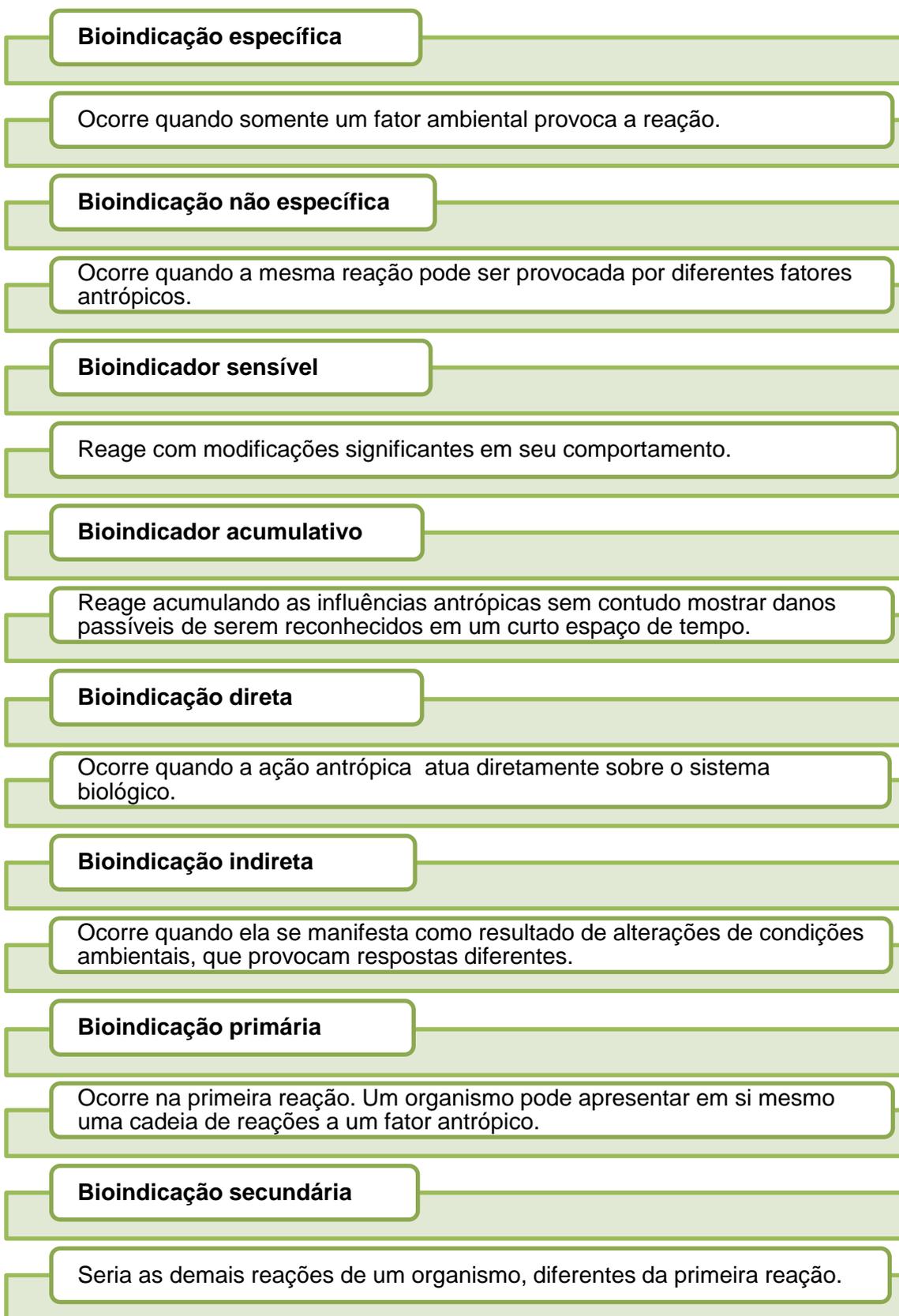
- a) **Organismos apontadores ou indicadores biológicos:** indicam o impacto da poluição através de mudanças no tamanho de sua população ou da existência/desaparecimento sob certas condições ambientais (dependerá da sensibilidade/tolerância de determinados organismos).

- b) **Organismos testes:** são indicadores altamente padronizados e utilizados em testes (bioensaios) de laboratório toxicológico e ecotoxicológico.

- c) **Organismos monitores (biomonitores):** demonstram qualitativamente e quantitativamente o impacto da poluição ambiental sobre organismos vivos. Podem ser utilizados **no monitoramento passivo**, em que as espécies já se encontram no ecossistema estudado, ou no **monitoramento ativo**, em que os organismos são introduzidos de forma padronizada.

Na bioindicação, além de fatores ambientais antrópicos e fatores internos como nível nutricional, idade, grau de tolerância e os fatores ambientais naturais, também influenciam as reações dos sistemas biológicos, que respondem considerando a totalidade do ambiente que lhe circunda. Existem diferentes formas de bioindicação, segundo Lima (2000) (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma das diferentes formas de bioindicação, segundo Lima (2000).



Fonte: própria autora, 2018.

Alguns autores (ARNDT et al., 1987; CALLISTO; GONÇALVES, 2002), definem bioindicação como espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas que respondem á poluição ambiental, alterando suas funções vitais ou acumulando toxinas e ou sua composição química, cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema aquático e com isso fornecem informações sobre a situação ambiental. Arias et al. (2007) utilizam bioindicadores para monitoramento de alterações ambientais decorrentes da poluição de corpos d'água, sendo adotados comumente dois níveis de organização biológica, o organismo e a população (ou comunidade), sendo o primeiro nível utilizado para avaliar os efeitos rápidos de exposição à contaminação e o segundo, os efeitos decorrentes de tempo mais longo de exposição.

Quanto melhor for conhecida a relação entre o organismo (ou a população, ou a comunidade) e o ambiente, melhor o bioindicador será (WILSON, 1994). O termo bioindicador pode ser usado em vários contextos tais como: indicação de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão da vegetação, mudanças climáticas e conseqüentemente degradação dos solos e ecossistemas (McGEOCH, 1998).

1.5 CARACTERÍSTICAS DOS BIOINDICADORES

Muitas características permitem classificar um organismo como bioindicador, sendo que o conhecimento detalhado da taxonomia, ciclo de vida e biologia de uma espécie é essencial para permitir esta classificação (LIMA, 2000). De acordo com Cairns, McCormick e Niederlehner (1993) e Johnson et al. (1993), para validar um organismo como bioindicador, tais organismos dever apresentar as seguintes características:

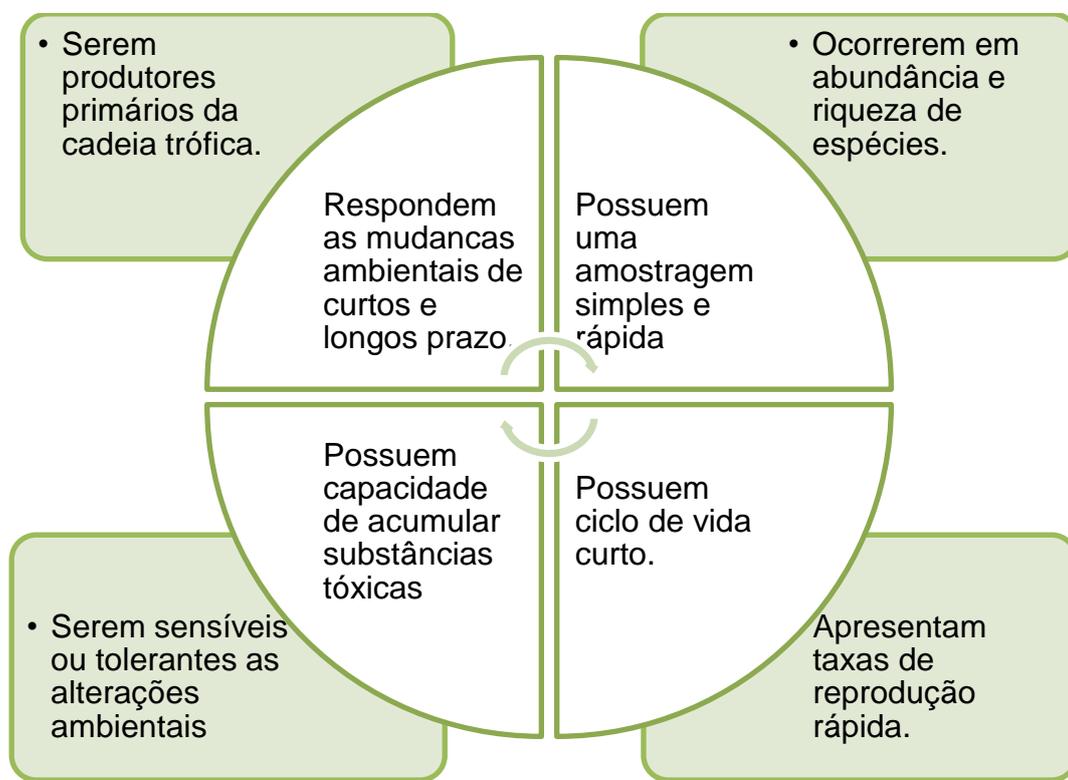
- a) relevância biológica: importância na manutenção de uma comunidade balanceada;
- b) relevância social: que tenha valor óbvio e observável pelos tomadores de decisão;
- c) taxonomia conhecida;
- d) distribuição cosmopolita;

- e) sensibilidade a estressores;
- f) diagnóstico de um estressor particular causador de um problema;
- g) mensurável: utilizando um procedimento padrão e baixo erro;
- h) interpretável: capacidade de distinguir condições aceitáveis de não aceitáveis;
- i) custo-benefício: barato para mensuração, provendo o máximo de informações por unidade amostral;
- j) integrativa: resumindo informações de muitos indicadores não analisados;
- k) disponibilidade de dados históricos, analisados para definir sua variabilidade natural, tendências e possibilidade de aceitar ou não aceitar condições (tolerância, sensibilidade);
- l) premonitório: capaz de mostrar indicações de degradação, antes que ocorram sérias consequências;
- m) prevenção: não destrutivo mínimo distúrbio no sistema, quando ocorre a amostragem;
- n) monitoramento: potencial para a continuidade da medição ao longo do tempo;
- o) forneça informações rápidas e seguras para o início das ações, antes dos danos inaceitáveis;
- p) adequação para uso em estudos de laboratório.

1.6 UTILIZAÇÕES DAS MICROALGAS E CIANOBACTÉRIAS COMO BIOINDICADORAS

As microalgas são ecologicamente importantes na maioria dos ecossistemas aquáticos, devido às suas necessidades nutricionais e posição na base da cadeia aquática. Além do papel ecológico o fitoplâncton, é um importante indicador biológico da qualidade da água, sendo utilizado para indicar o grau de trofia que o ecossistema apresenta (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2003; CALIJURI, 2006). Fatores pelos quais as microalgas são utilizadas como bioindicadoras das condições ambientais, segundo, McCormick e Cairns Jr. (1994) (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma da utilização das microalgas como bioindicadoras das condições ambientais, segundo: McCormick; Cairns Jr (1994).



Fonte: própria autora, 2018.

As microalgas compreendem a um grupo muito diversificado de organismos microscópios que crescem no plâncton e no perifíton de águas continentais (FRANCESCHINI et al., 2010). As algas planctônicas e ficoperifíticas competem pelos mesmos recursos, apesar de ocuparem habitats diferentes (HAVENS et al., 1996) e podem apresentar diferentes estratégias adaptativas de sobrevivência como diferenças no tamanho e volume, motilidade por flagelos ou aerótopos ou fagotrofia (LITCHMAN; KLAUSMEIER, 2008; FERRAGUT; BICUDO, 2010).

O fitoplâncton encontra-se em suspensão na coluna d'água e pode interceptar a luz antes dela alcançar o perifíton, mas este também pode apresentar adaptações ao sombreamento (SAND-JENSEN; BORUM, 1991; SÁNCHEZ et al., 2013). Além dos nutrientes da coluna d'água, o perifíton utiliza outras fontes de nutrientes como, da liberação pelos substratos naturais

e da água de intersticial (BURKHOLDER, 1996; WETZEL, 1996; ZHANG; JEPPESEN, 2013).

As microalgas e cianobactérias são fundamentais para a manutenção faunística, além de serem potenciais bioindicadores de poluição estando no topo da cadeia alimentar, respondem rapidamente às modificações ocorridas no meio ambiente (ALCÂNTARA; FERREIRA; OLIVEIRA, 2011). A ocorrência de determinados grupos pode indicar o grau de enriquecimento do ambiente (CUNHA; CALIJURI, 2011)

As algas da divisão Bacillariophyta são tolerantes a ambientes com alta turbulência (REYNOLDS et al., 2002; BECKER et al., 2009). As algas da divisão Chlorophyta são indicadores de qualidade de águas mesoeutróficas a eutróficas (KOMÁREK; FOTT, 1983) tem preferência por ambientes com pH ácido e baixa condutividade (COESEL, 1996; SOUZA; MELO, 2010). As algas da divisão Euglenophyta são encontradas em ambientes ricos em nutrientes e matéria orgânica, em alguns casos, ocupam ambientes altamente ácidos (LEE, 2008). A divisão das Cyanophytas formam um grupo de algas extremamente oportunista, com capacidade de crescimento nos mais diferentes meios, com características de água poluídas e quando presentes em grandes quantidades podem conferir de sabor e odor na água (BRANCO, 1978; CETTO et al., 2004; FRANCESCHINI et al., 2010).

1.7 BIOPROSPECÇÃO

O termo bioprospecção é uma invenção recente, creditada ao químico ecologista Thomas Eisner, que cunhou a expressão “prospecção biológica” em 1989, no artigo, “Prospecção das riquezas químicas da natureza” (DAVIS, 2011). É o método de localizar, avaliar e explorar sistemática e legalmente a diversidade de vida existente em determinado local. Tem como objetivo principal a busca de recursos genéticos e bioquímicos para fins comerciais (FARNSWORTH, 1997). Os genes ou processos naturais são extraídos ou alterados sinteticamente para produzir uma nova propriedade. Ao modificar o processo de vida nos níveis moleculares e genéticos, podem encontrar soluções para doenças genéticas ou proporcionar á microorganismos a

capacidade de produzir componentes importantes para o uso do homem (DAVIS, 2011).

O reconhecimento da natureza como fonte de produtos e processos biológicos data desde as civilizações mais antigas. Ainda assim, a exploração de moléculas funcionais derivadas de organismos vivos e os produtos naturais florescem até os dias recentes. O Brasil abriga uma megabiodiversidade, o que representa um grande potencial para a descoberta de moléculas de interesse biotecnológico (FILHO; SILVA; BIGI, 2014). Entre todas as finalidades da bioprospecção, o desenvolvimento de novos fármacos tem-se mostrado especialmente importante, devido à sua relação com a saúde e bem-estar do homem. O papel da bioprospecção no setor é fundamental: cerca de 50% dos fármacos atuais foram desenvolvidos com base em moléculas biológicas (SACCARO-JUNIOR, 2011). No caso de drogas anticâncer e antibióticos, essa proporção pode ser ainda maior, chegando próximo aos 70% (UNU-IAS, 2005).

Os microrganismos geralmente são vistos como agentes patogênicos, principalmente os fungos e as bactérias, entretanto, eles também são úteis na produção de substâncias químicas, como antibióticos, antitumorais, imunossuppressores, além de outros oriundos de produtos naturais microbianos (GUIMARÃES et al., 2012).

Desta forma, os microrganismos são agentes importantes para indústria farmacêutica como fonte de produtos naturais (MENEZES et al., 2013). Grande parte dos produtos utilizados atualmente são derivados da fermentação microbiana ou obtidos a partir de modificações químicas de um produto microbiano, e podem ser utilizados na agricultura, pecuária e também para o homem. Porém, nem todos os microrganismos são igualmente capazes de produzir metabólitos secundários. Essa capacidade, por sua vez, restringe-se a grupos específicos de bactérias e microrganismos eucarióticos. No grupo eucariótico temos as cianobactérias (DONADIO et al., 2002).

As cianobactérias ou (algas azuis-verde) são um grupo diversificado de bactérias Gram-negativas capazes de realizar fotossíntese e que podem estar presente em uma ampla variedade de ecossistemas, possuindo habilidades de sobreviver em condições adversas com altas concentrações de radiação ultravioleta por meio da produção de pigmentos de absorção de UV a formação de esporos resistentes, fizeram deste grupo uma das formas de vida mais bem

sucedidas na Terra. Além disso, esses fatores tornam-se fontes interessantes de novos produtos naturais com potencial terapêutico e biotecnológico (RAMASWAM et al., 2006; LOPRES et al., 2010).

Diversas espécies de microalgas e cianobactérias têm sido cultivadas por sua capacidade de sintetizar compostos considerados nutracêuticos, tais como ácidos graxos poliinsaturados, carotenóides, proteínas e pigmentos, além de inúmeras aplicações biotecnológicas de sua biomassa (BARSANTI; GUALTIERI, 2006; DENER et al., 2006).

1.7.1 Aplicações biotecnológicas das microalgas e cianobactérias

As microalgas são consideradas fábricas celulares versáteis com uma crescente implementação no campo da biotecnologia (KOLLER et al., 2014). Têm um grande potencial na geração de energia a partir de processos biotecnológicos usando fontes renováveis e sem comprometer a segurança alimentar e agricultura (JACOB-LOPES et al., 2015). São usadas para tratamento de águas residuais ou industriais, para obtenção de biocombustíveis (biodiesel, biohidrogênio, bioetanol), produtos de química fina, alimentos e compostos de alto valor para a cosmetologia e farmacêutica (WIJFFELS; BARBOSA, 2010).

Tabela 3 – Compostos bioativos das microalgas e cianobactérias e suas principais aplicações.

COMPOSTOS BIOATIVOS	FUNÇÕES E USOS	REFERÊNCIAS
ÁCIDOS GRAXOS	Enriquecimento de rações para peixes e na dieta humana.	FEOFILOVA et al., 2010.
ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS (PUFA)	Aditivos para leite (infantil), enriquecimento de ovos para ração de frango.	PULZS; GROSS, 2004.
CAROTENÓIDES	Potencial antioxidante, corantes naturais, aditivos de ração para animais e nutracêuticos.	CARDOZO et al., 2007; PLAZA et al., 2008; CORDERO, COUSO, LEÓN et al., 2011.

CLOROFILA	Corante de alimentos, produtos de higiene; Atividade anticancerígena.	DÍAZ et al., 2003 KOLLER et al., 2014.
LIPÍDEOS	Produção de biodiesel.	FEOFILOVA et al., 2010.
POLISSACARÍDEOS	Imunomoduladoras, antiviral, antitumoral, antibacteriana, anticoagulante.	BOHN; BEMILLER, 1995.

Fonte: própria autora, 2018.

As principais microalgas e cianobactérias cultivadas comercialmente são a *Chlorella* e *Arthrospira* para adição em alimentos naturais, na forma de comprimidos ou em pó (SPOLAORE et al., 2006). Descatam principalmente por apresentarem elevado teor protéico (50–70%), aminoácidos, vitaminas, sais minerais, pigmentos (carotenóides, ficocianinas e clorofilas), ácidos graxos poliinsaturados incluindo ômega-3 (BOROWITZKA; BOROWITZKA, 1999; COLLA et al., 2007). Spolaore et al. (2006) relataram que 30% da produção mundial de microalgas destinam-se a nutrição animal (aves, bovinos, gatos, cães e aquicultura) e acima de 50% da produção de *Arthrospira* é utilizada como suplemento alimentar. A ração para uso na avicultura pode conter de 5 – 10% de biomassa de microalga e isso pode ter efeito positivo na coloração da pele e da gema do ovo, devido a presença de carotenóides (BOROWITZKA; BOROWITZKA, 1999; BECKER, 2004). Na aquicultura, as microalgas são empregadas como fonte primária de alimento para crustáceos e peixes (GUEDES; MALCATA, 2012). As espécies mais adequadas são *Chlorella*, *Scenedesmus* e *Spirulina* (PULZS; GROSS, 2004).

As microalgas também têm uma grande importância ambiental, uma vez que podem ser utilizadas no controle da qualidade da água, particularmente na remoção de compostos tóxicos, incluindo amônia (NH₃ ou NH₄) e nitrito (NO₂), nitrogênio, fósforo, metais pesados (selênio, cromo, chumbo), metalóides (arsênio) em diversos tipos de efluentes o que possibilita sua utilização no processo de biorremediação (SASSI, 2016), como também sido utilizadas como bioindicadores para detecção de nutrientes e substâncias tóxicas, como detergentes, efluentes industriais, herbicidas e pesticidas e também na remoção de compostos orgânicos tóxicos, como fenóis e clorofenóis (GRESSLER, 2011).

Charity et al. (2009) cultivaram a microalga *Scenedesmus* sp. em efluentes de cultivo de peixes visando avaliar a remoção de nutrientes, crescimento e rendimento de biomassa. Os cultivos foram realizados em tanques com aeração constantes e em condições naturais de fotoperíodo e temperatura. As microalgas removeram 94,44% (23,90 mg.L⁻¹) de amônia, 77,54% (7,04 mg.L⁻¹) de fosfatos e 35,59% (26,09 mg.L⁻¹) de matéria orgânica.

As microalgas constituem uma via atóxica para mitigar as emissões de gases de efeito estufa e produzir grandes quantidades de biomassa. Rodolfi et al. (2009) confirmaram que para cada 1,8 kg de CO₂ capturados são produzidos 1 kg de biomassa seca de microalgas. Ao comparar *Botryococcus braunii*, *Chlorella vulgaris* e *Scenedesmus* sp., sob condições de mitigação de gases de combustão, Yoo et al. (2010), propuseram que *Scenedesmus* sp. apresenta-se com a mais adequada para mitigação de CO₂ devido as altas taxas de produção de biomassa, corroborando os estudos de Bronw (1996), que concluiu que diversas microalgas são bastantes tolerantes a gases de combustão.

A crescente demanda por fontes energéticas que estejam entrelaçadas a redução de impactos ambientais tem induzido ao desenvolvimento de ações que diminuam em ritmo crescente a utilização do petróleo, gás natural e carvão mineral, na busca de frear o aumento das concentrações de dióxido de carbono na atmosfera e consequentemente atenderem as políticas mundiais de redução das emissões dos gases do efeito estufa (NEJAT et al., 2005; SORANSO, 2008). Uma alternativa viável é a utilização de microalgas como matéria-prima para atender á crescente demanda de combustíveis, pois estudos demosntram que a produtividade de óleo de espécies de microalgas, pode ser de até 30 vezes superior do que a obtida com oleaginoas convencionais (MAITY et al., 2014). Podendo fornecer diferentes tipos de combustíveis, biodisel, biohidrogênio, bioetanol, bioquerosene e biometano (ZHU, 2015). O teor de óleo em microalga pode chegar a 75% em peso de biomassa seca, a exemplo da *Botryococcus braunii* (MATA et al., 2010). Algumas espécies de microalgas que produzem quantidades de óleos próximo ou superior á soja, incluem *Scenedesmus obliquus* (12-14%), *Euglena gracilis* (14-20%), *Scenedesmus dimophus* (16-40%), *Chlorella vulgaris* (14-22%), *Spirogyra* sp. (11-21%) (SASSI, 2016).

Monoraphidium contortum armazena altas quantidades de ácidos graxos em suas células, tendo potencial para produção de biodiesel ou co-geração de energia (LANG et al., 2011; BOGEN et al., 2013; MENEZES et al., 2013). Como podemos observar no trabalho desenvolvido por Yu et al. (2012) e Bogen et al. (2013), seu teor lipídico pode chegar a 56%, identificada como uma promissora candidata a produção de biocombustíveis líquidos, caracterizados pela alta produtividade de biomassa durante o crescimento máximo. Sassi (2016) também constatou que *M. contortum* foi capaz de remover 25,8% de nitrato, 7,2% de fosfato e 31,2% de DQO, evidenciando que é possível o cultivo de microalgas potencialmente promissoras para a produção de biodiesel em água de lavagem do biodiesel. Portanto, esses cultivos são importantes na mitigação de impactos ambientais em usinas produtoras de biodiesel e na produção de biomassa de microalgas que poderia ser incorporada à cadeia produtiva do biodiesel.

A espécie *Scenedesmus ecornis* apresentou potencial para a produção de biodiesel e outros produtos importantes para a indústria farmacêutica, cosmética e de alimentos (ALMEIDA, 2017). O gênero *Scenedesmus* possui a sua capacidade de acumular grandes quantidades de lipídeos (TANG et al., 2011; REN et al., 2013) que podem ser utilizados na produção de biodiesel, como aditivos alimentares ou combinados com outras fontes de proteína (BALEN et al., 2015). As microalgas *Scenedesmus obliquus* e *Chlorella vulgaris*, ambas clorofíceas que também tem sido estudada quanto sua capacidade de degradar petróleo (EL-SHEEKH et al., 2013).

A grande maioria das espécies listadas acima pode ser encontrada na Área de Preservação Permanente Lago dos Índios, podendo ser utilizada para diversos estudos na área biotecnológica, por isso a importancia de seu monitoramento constante e preservação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um levantamento da biodiversidade de algas (microalgas e cianobactérias) da Lagoa dos Índios, no período de 2016/17 e comparar com os dados coletados durante o período de 2008 e 2012 que possam indicar algum tipo de impacto ambiental, como a perda ou mudança das espécies.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

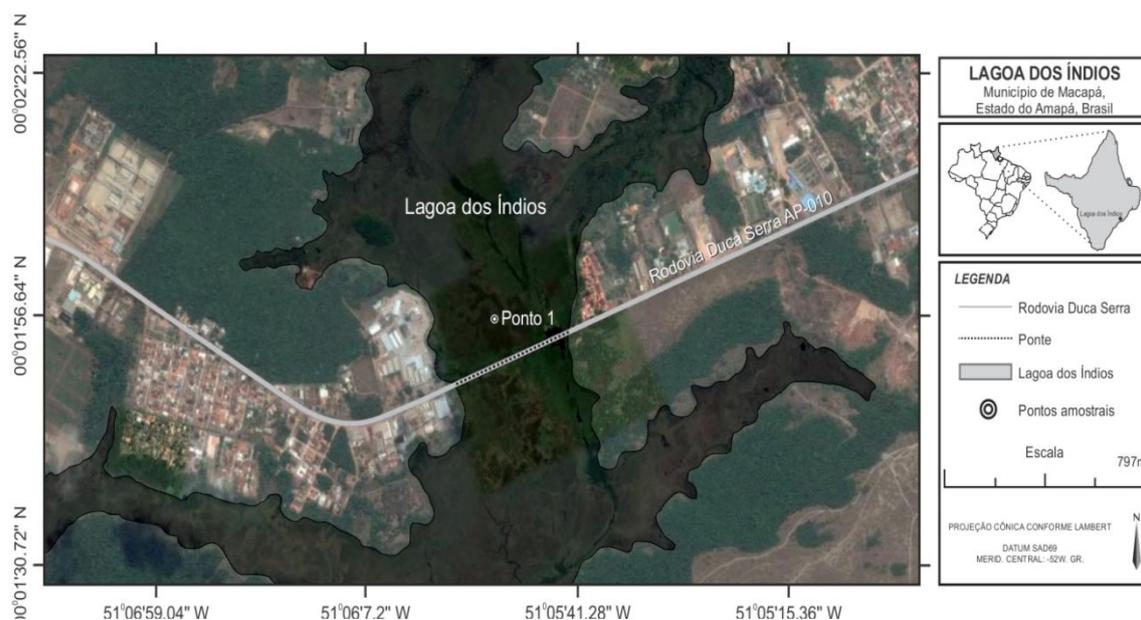
- a)** Identificar as espécies de microalgas e cianobactérias presentes nas amostras coletadas nos períodos de 2008, 2012 e 2016/17;
- b)** Comparar os dados físicos e químicos durante os períodos de 2008, 2012 e 2016/17;
- c)** Verificar a frequência das espécies de microalgas e cianobacterias avaliando sua periodicidade;
- d)** Identificar quais espécies de microalgas e cianobactérias ocorrem em condições ambientais específicas e que, portanto podem ser utilizadas como bioindicadoras ou que possam ser isoladas e cultivadas em laboratório para bioprospecção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa dos Índios (Figura 3) está localizada às margens da Rodovia Duca Serra no município de Macapá - AP ($0^{\circ}01'50,8''N$ e $51^{\circ}06'20,17''W$) e faz parte da Bacia Hidrográfica Igarapé da Fortaleza, que separa os municípios de Macapá e Santana. A área da Lagoa estende-se por aproximadamente 11 km na porção oeste da cidade de Macapá (TAKIYAMA; SILVA, 2004).

Figura 3 – Localização da Lagoa dos Índios, ponto de coleta na rodovia Duca Serra, no município de Macapá.



Fonte: Google Earth, 2017.

Comporta grandes variações do volume de água durante o ciclo anual, o período chuvoso (que vai de janeiro a meados de junho com alto fluxo de água proveniente da cheia do Rio Amazonas) e período de estiagem (que vai de meados de julho até dezembro com baixo nível de água), que são características climáticas marcantes do sistema hidrológico do Estado do Amapá, na Amazônia Oriental (TAKIYAMA; SILVA, 2004). A umidade relativa

do ar por sua vez sofre pouca variação durante todo o ano e a temperatura permanece quase estável, tornando o clima da área quente e úmido (MACIEL, 2001).

O ponto de coleta situa-se às margens da ponte da rodovia Duca Serra e foi denominado Ponto 1, este apresenta uma coluna de água próxima de 3 m de profundidade no período chuvoso (janeiro a junho) e 1,5 m no período de estiagem (julho a dezembro), sendo a água doce, escura e transparente. Possui vegetação caracterizada por macrófitas e raízes da vegetação marginal (LIMA et al., 2013).

3.2 COLETA DO MATERIAL FITOPLACTÔNICO

As coletas foram realizadas mensalmente, no período de maio 2016 a abril de 2017, antes da coleta do material biológico foi feita uma análise das condições da água no local. O material planctônico foi coletado com o auxílio de uma rede de plâncton confeccionada com tecido de náilon com abertura de malha de $\pm 20 \mu\text{m}$, através de arrastos horizontais $\pm 30 \text{ cm}$ superiores da coluna d'água, de preferência em ambientes onde geralmente crescem plantas aquáticas flutuantes e fixas, até obter uma quantidade razoável de material. Esta quantidade foi mensurada a olho nu, pelo surgimento de uma massa de coloração esverdeada a castanho-esverdeada que se acumula no fundo do frasco de coleta, acoplado a rede. Esta massa de consistência mucosa é, em geral, rica em algas (FAUSTINO, 2006).

As amostras referentes aos anos de 2008 e 2012 fazem parte do acervo do Laboratório de Cultivo de Algas da Universidade Federal do Amapá (LACAL-UNIFAP) e foram coletadas da mesma forma que as do período referente a 2016.

3.3 FIXAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO MATERIAL COLETADO

A fixação e preservação do material foi realizada com o uso de solução formalina a 4%, destina-se a preservar as algas o mais próximo possível de como se apresentam no momento da coleta (BICUDO; MENEZES, 2006). Para

o material destinado à análise qualitativa do plâncton, foi coletado um volume de 150 ml, acondicionado em frascos de vidro com um volume de 200 ml.

3.4 VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS

As variáveis ambientais: temperatura (°C) e pluviosidade (mm) foram obtidas do Núcleo de Hidro-Meteorologia e Energia Renováveis do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (NHMET/IEPA) para o período de estudo.

3.5 VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

Em campo foram mensurados os parâmetros da temperatura da água (°C), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (mg/L), através de sonda multiparamétrica (YSI 550A) e da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), usando do condutivímetro portátil (HANNA-HI 8730), introduzida na superfície da água (aproximadamente 50 cm) para realizar as medições.

3.6 ÍNDICES ECOLÓGICOS

3.6.1 Análise Qualitativa do Fitoplâncton

A partir das amostras coletadas com a rede de plâncton foram confeccionadas cinco lâminas provisórias para cada unidade amostral. As lâminas continam uma alíquota da amostra concentrada de material fitoplanctônico colocada entre lâmina e lamínula, para identificação dos organismos encontrados. Utilizou-se adição de tinta nanquim e de glicerina para que fossem observadas características particulares de alguns táxons como a mucilagem e para facilitar o giro, com isso a visualização de suas diversas vistas frontal, lateral e vertical (ou apical) (FAUSTINO, 2006). Desta forma foram analisadas e fotografadas com o auxílio de um microscópio, modelo trinocular invertido.

Sempre que possível, foram analisados espécimes vivos para avaliar as características morfológicas do cloroplastídio e do estágio reprodutivo. Para

identificação foi utilizada chaves taxonômicas de Bicudo e Menezes (2006) e Sant'anna et al. (2006). Bem como artigos sobre taxonomia, teses e dissertações procurando-se avaliar as fontes e a confiabilidade destes trabalhos. Foram analisadas 36 amostras no total, das quais 24 amostras foram coletadas no período de 2008 e 2012 sob as mesmas condições.

3.6.2 Riqueza

A riqueza de espécies foi baseada em dados de prevalência (presença/ausência) (CHAZDON et al., 1998).

3.6.3 Frequência de ocorrência

Definindo-se a frequência (F), expressa em porcentagem, como sendo a relação entre o número de ocorrências das diferentes espécies e o número total de amostras, Mateucci e Colma (1982), utilizando-se da seguinte fórmula:

$$F = (Pa/P) \times 100$$

Pa= número de amostras em que a espécie esta presente;

P = número total de amostras analisadas.

Para interpretação da frequência de ocorrência de cada táxon será utilizada a seguinte escala:

Espécie muito frequente (MF= >70%),

Espécie frequente (F= <70% e >40%),

Espécie pouco frequente (PF= <40% e >10%),

Espécie esporádica (E= <10%).

3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para avaliação das variáveis físico-químicas e a riqueza ao longo do período de estudo, foi realizado uma análise de variância unifatorial (ANOVA) utilizando o software PAST 3.17 (HAMMER et al., 2001).

A análise de correspondência canônica (CAA) foi utilizada para detectar o quanto da variabilidade na composição taxonômica é explicada pelas variáveis ambientais analisadas (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998), foram realizadas no software PAST 3.17 (HAMMER et al., 2001). Este método é ideal para revelar as relações entre os táxons e o seu ambiente.

Para avaliar o esforço amostral das espécies da Lagoa dos Índios durante o estudo foram utilizados os estimadores de riqueza Jackknife de primeira ordem (Jackknife 1), que utiliza o número de espécies que ocorrem em apenas uma amostra em seu cálculo (BURNHAM; OVERTON, 1978, 1979; HELTSHE; FORRESTER, 1983). O Jackknife de segunda ordem (Jackknife 2) que utiliza tanto os números de espécies encontradas em apenas uma amostra, como em duas amostras (“duplicates”) (SMITH; VAN BELLE, 1984; PALMER, 1991). E o estimador Bootstrap que utiliza os dados de todas as espécies coletadas para estimar a riqueza total (SANTOS, 2003) e foram calculados no software PAST 3.17 (HAMMER et al., 2001).

Curva de rarefação (GOTELLI; COLWELL, 2001), que elimina completamente a necessidade de réplica, permitindo a comparação direta de riqueza entre amostras (COLWELL et al., 2004).

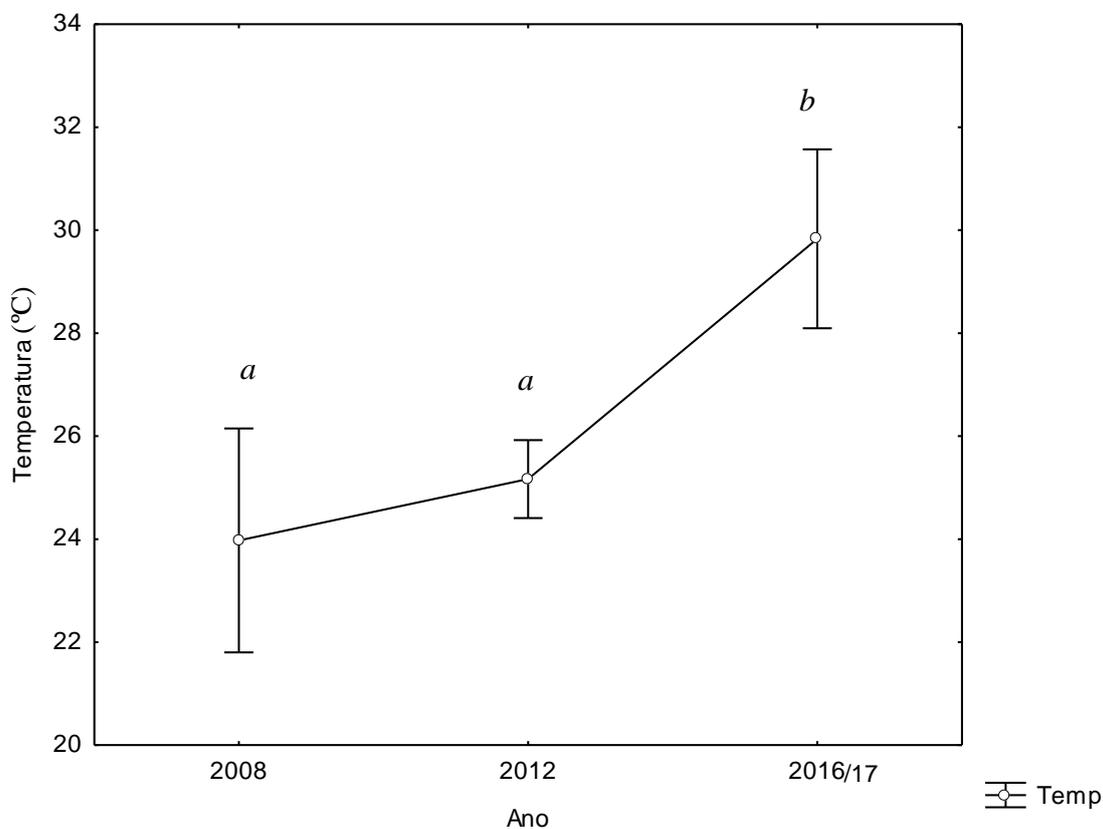
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

4.1.1 Temperatura da Água

A temperatura é um fator limitante para o crescimento celular e exerce importante função na composição química dos organismos fitoplanctônicos (EPLEY, 1972; VERITY, 1981). A análise de variância demonstrou significância ($p < 0,05$), mostrando que houve um aumento da temperatura da água, principalmente para os anos de 2008 e 2016 (Figura 4). A média da temperatura da água foi $26,33 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2,2$ para o período de estudo.

Figura 4 – Resultado da análise da temperatura da água ($^\circ\text{C}$) mostrando à média e intervalo de confiança ao longo do período do estudo.



A média da temperatura da água para o ano de 2016 foi $29,8^{\circ}\text{C} \pm 2,5$ corroborando com os valores encontrados para os ecossistemas tropicais, como os trabalhos de Silveira Júnior (2012) registrou os valores de temperatura com a menor média de $28,04^{\circ}\text{C} \pm 1,26^{\circ}\text{C}$ e a maior, $31,21^{\circ}\text{C} \pm 1,38^{\circ}\text{C}$, para o rio Amazonas. Vilhena (2016), que encontrou a média da temperatura de $29^{\circ}\text{C} \pm 1,8$, no reservatório UHE Coaracy Nunes. Silva et al. (2004) explicam que nos ambientes tropicais a temperatura tende a ser sempre elevada e as pequenas variações que ocorrem durante os ciclos sazonais dependem do grau de insolação e de outras condições meteorológicas.

Matsuzaki et al. (2004) afirmam que temperaturas elevadas estão relacionadas com o aumento da riqueza de espécies de algas no meio aquático. Corroborando com o estudo que identificou o aumento da temperatura interfere na riqueza, para ano de 2008 com média $23,9^{\circ}\text{C}$, com a riqueza de 170 espécies e para o ano de 2016 com a média de $29,8^{\circ}\text{C}$, com a riqueza de 231 espécies. De acordo ainda com os autores, o aumento da temperatura catalisa as atividades metabólicas do ambiente e conseqüentemente, a velocidade da taxa de crescimento do fitoplâncton.

4.1.2 Oxigênio Dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) é produto do balanço de massa entre oferta e consumo de oxigênio provocado pela reaeração física (hidráulica), fotossíntese (algas e vegetais) e estabilização da matéria orgânica (bactérias aeróbicas). Através do balanço de OD em um corpo d'água é possível determinar se há presença de poluição orgânica, pois a matéria orgânica é consumida pela oxidação química do oxigênio, bioquímica ou pela respiração de microorganismos (RIXEN et al., 2012).

A análise de variância demonstrou significância ($p < 0,05$) mostrando que existe um decréscimo de oxigênio ao longo do período de estudo (Figura 5). A média da concentração de oxigênio dissolvido foi de $2,94 \pm 1,20$ mg/L. No ano de 2008 o oxigênio dissolvido alcançou valores considerados bons para ambientes aquáticos, já que a resolução 357/05 do CONAMA preconiza o limite mínimo de oxigênio dissolvido encontrado na água seja de 5,0 mg/L. No

entanto, os meses de novembro (2016) e janeiro (2017), registraram menores valores de oxigênio dissolvido (0,44mg/L e 0,11mg/L), respectivamente.

O mês de novembro de 2016, foi observado a diminuição do volume de água, a Lagoa dos Índios encontrava-se na estação de estiagem, registrando, focos de queimadas, despejo de lixo doméstico, aterramento e a presença de peixes na superfície buscando oxigênio e alguns peixes mortos (Figura 6). A grande concentração de matéria orgânica na escassa quantidade de água na Lagoa dos Índios, diminui ainda mais a concentração de oxigênio para os peixes.

O mês de janeiro de 2017, foi observado a proliferação excessiva de macrófitas, cobrindo grande extensões da superfície da Lagoa dos Índios (Figura 7). A presença excessiva de macrófitas reduz a concentração de oxigênio dissolvido, pela inibição do desenvolvimento fitoplanctônico, e conseqüentemente da fotossíntese, provocado pelo sombreamento e pelo consumo decorrente da decomposição de matéria orgânica submergida (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008).

Oliveira (2007) analisou o oxigênio dissolvido no Rio Araguari, observou uma variação durante a estiagem de 3 mg/L a 8,9 mg/L e durante o período chuvoso os valores de variaram entre 6 mg/L a 8,5 mg/ L. Almeida e Melo (2011), encontravam valores baixos para o oxigênio dissolvido nas quatro estações de amostragem tanto na estação chuvosa, ($3,50 \pm 0,80$) quanto na estiagem ($1,72 \pm 0,84$), para o lago de inundação do Catalão, na região do Amazonas, corroborando com os valores baixos de oxigênio encontrados neste trabalho.

Figura 5 – Resultado da análise do oxigênio dissolvido (mg/L) mostrando à média e intervalo de confiança ao longo do período do estudo.

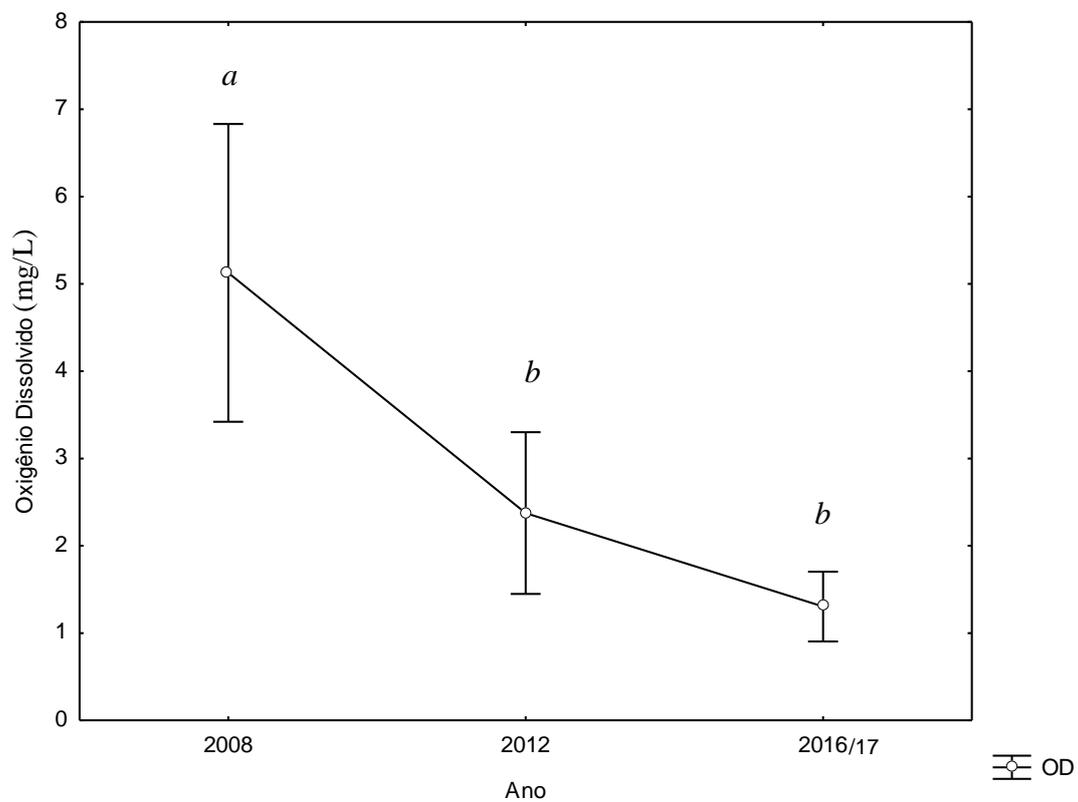


Figura 6 – Presença de contaminantes na Lagoa dos Índios, em novembro de 2016.



Fonte: acervo pessoal, 2018

Figura 7 - Proliferação excessiva de macrófitas, cobrindo grande extensões da superfície da Lagoa dos Índios, em janeiro de 2017.



Fonte: acervo pessoal, 2018.

A poluição intensa, como o lançamento de esgotos sanitários sem tratamento, provoca alterações significativas nas concentrações de OD podendo resultar em desequilíbrios do ecossistema, ocasionando mortalidade de peixes, danos estéticos e exalação de odores (SHRIVASTAVA et al., 2000). Assim, esta pode ser uma das principais causas da baixa concentração de oxigênio na Lagoa dos Índios, como afirma Bastos (2006). Visto que a maioria dos bairros dos municípios de Macapá e Santana, não possuem saneamento básico. A população utiliza como sistema de esgotamento sanitário, fossas sépticas ou rudimentares, valas negras ou ainda não possuem nenhum tipo de mecanismos para o descarte de efluentes, muitas vezes lançados para dentro da Lagoa. Quando o ambiente apresenta condições de baixas concentrações de oxigênio dissolvido e altos valores de matéria orgânica e nutrientes, o grupo das Euglenophytas, torna-se oportunista, como observado por Oliveira e Calheiros (2000), na planície de inundação do rio Paraná e por Nabout et al. (2006), em lagoas de inundação do rio Araguaia. Corroborando com o estudo, que evidencia o aumento das espécies, no ano de 2008 apresentou (14

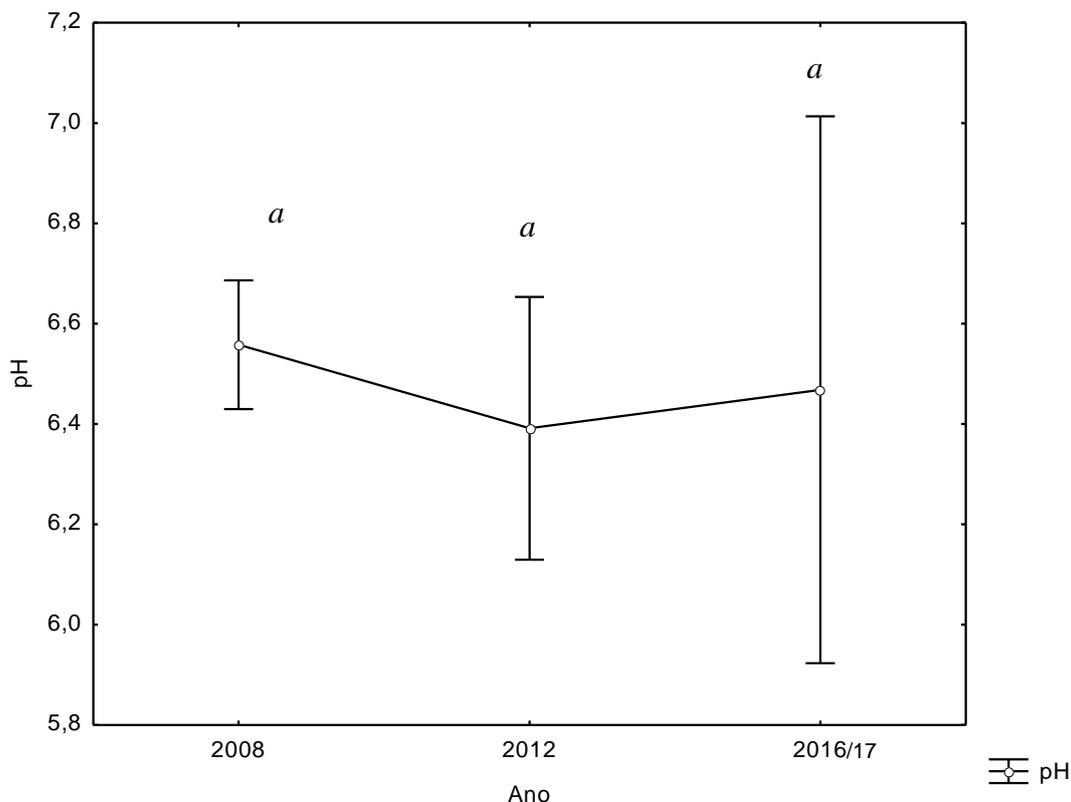
espécies) e para o ano de 2016 (25 espécies), mostrando com um indicativo das condições eutróficas.

4.1.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico é caracterizado pela presença de ácidos húmicos, carbonatos e outros íons em solução, presença de gases dissolvidos, sólidos na água, oxidação de matéria orgânica, entre outros, o que confirma a tendência de que os rios amazônicos são naturalmente ácidos (BRITO, 2008), apresentando uma coloração escura (cor de café ou chá), devido à presença de húmicas e compostos de ferro. O pH interfere diretamente no metabolismo algal pois, juntamente com outros fatores, atua na permeabilidade da membrana, no transporte iônico e na velocidade das reações enzimáticas (FERNANDES et al., 2005).

A análise de variância não mostrou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os anos de estudo, podemos observar que o ano de 2016 teve a maior variabilidade (Figura 8). A média do potencial hidrogeniônico das amostras coletadas ao longo do estudo foi de $6,47 \pm 0,31$, mostrando-se moderadamente ácido. De acordo com o CONAMA, o pH varia entre 6,0 a 9,0, estando assim dentro do limite aceitável. O resultado da média do pH, corrobora com outros trabalhos realizados na Amazônia Oriental notando a acidez como uma característica natural dos rios da região (ESTEVES, 1998; BRITO, 2008; BÁRBARA et al., 2010; CUNHA, 2012; SANTOS, 2012; SILVEIRA JÚNIOR, 2012; VILHENA, 2016).

Figura 8 – Resultado do pH mostrando à média e intervalo de confiança ao longo do período do estudo.



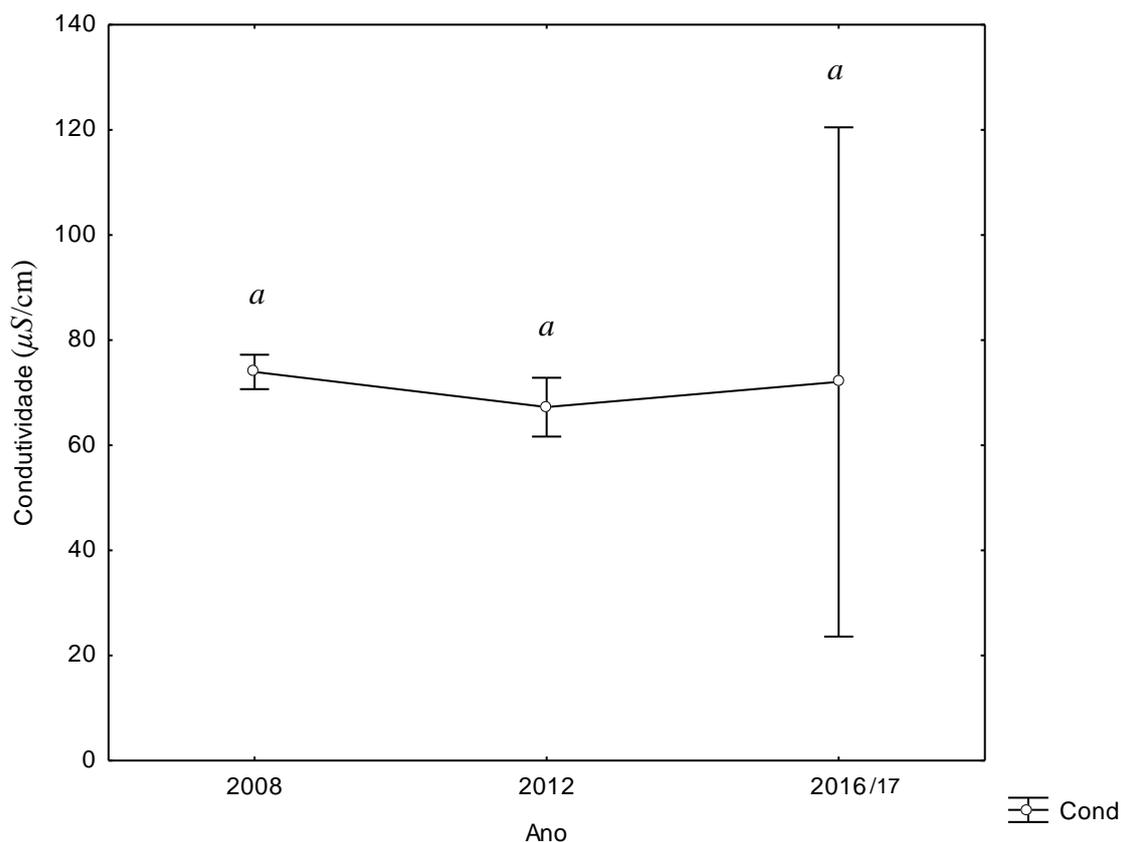
No entanto, os meses de novembro e dezembro de 2016 apresentaram predominância de neutralidade com tendência à alcalinidade (8,70 e 7,34), respectivamente. Corpos hídricos que sofrem influência de despejos domésticos apresentaram caráter ligeiramente alcalino (MIRANDA et al., 2009; NETA PINTO et al., 2009; ALBERTO; RIBEIRO FILHO, 2012), sendo esse comportamento provavelmente pela a presença de materiais orgânico presentes nos mesmos. Confirmando que os meses acima citados, foram os que mais tiveram as variáveis mais diferentes dos valores encontrados.

4.1.4 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica (capacidade da água em conduzir corrente elétrica) relação direta com outros parâmetros analíticos, como a presença de íons (cloreto e sódio). Quanto maior a quantidade de íons dissolvidos na água, maior será o valor de condutividade elétrica, podendo indicar a presença de poluição ou desequilíbrio no corpo hídrico (BRITO, 2008). A análise de

variância não mostrou diferenças significativas entre os anos de estudo ($p>0,05$), observando uma grande variabilidade dos dados no ano de 2016 (Figura 9). A média da condutividade elétrica observada durante o estudo foi $71,08 \pm 26,53 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 9 – Resultado da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) mostrando à média e intervalo de confiança ao longo do período do estudo.



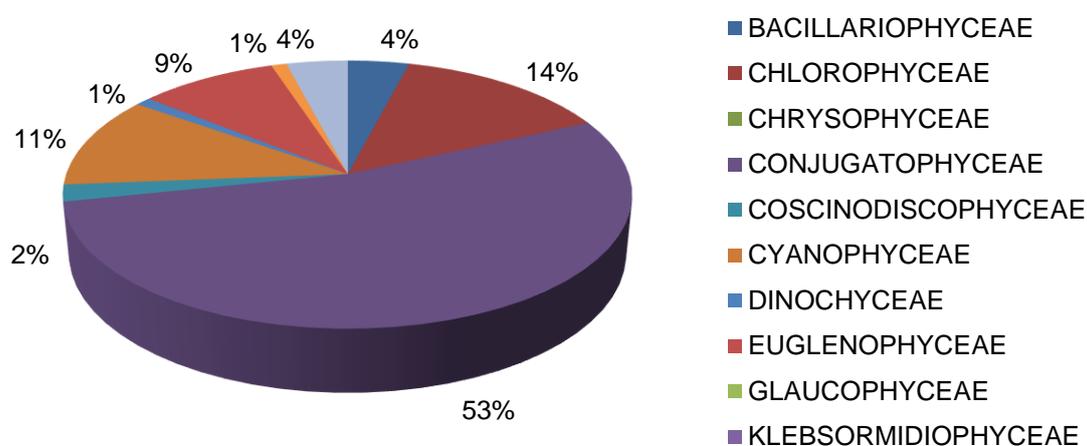
No mês de novembro de 2016 e janeiro de 2017, houve um aumento da condutividade elétrica ($270 \mu\text{S}/\text{cm}$ e $160 \mu\text{S}/\text{cm}$), respectivamente. A obtenção deste valor deve estar relacionada à época de estiagem, deixando a lagoa em menor profundidade, estando mais exposta a ações de ventos, favorecendo a ressuspensão do sedimento, reduzindo a transparência da água, e também pela entrada de matéria orgânica para dentro da Lagoa. Corroborando com os estudos de Almeida e Melo (2011), observaram altos valores de condutividade elétrica para o Lago do Catalão, no Amazonas, no período de seca, para as quatro estações de amostragem, com ($186 \pm 8,80 \mu\text{S}/\text{cm}$ E1, $194 \pm 9,24 \mu\text{S}/\text{cm}$

E2, $355,74 \pm 53 \mu\text{S/cm}$ E3, $194,53 \pm 9,27 \mu\text{S/cm}$ E4). De acordo com Paláez Rodrigues et al. (2000) em ambientes não contaminados a condutividade elétrica da água varia entre 6 a $30 \mu\text{S/cm}$. A CETESB (2010) considera como indicativo de ambiente impactado níveis de condutividade superiores a $100 \mu\text{S.cm}^{-1}$. Esse fato pode ser explicado pela alta carga de efluentes lançados na Lagoa dos Índios.

4.2 COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Os estudos sobre a composição taxonômica são importantes para avaliar a saúde do ambiente e intervir nas prováveis causas de danos ecológicos (GENTIL et al., 2008). Baseando-se na análise qualitativa no período dos anos de 2008, 2012 e 2016/17 foram identificados 347 (espécie e gênero), conforme tabela 6, distribuídos em 14 classes taxonômicas: Bacillariophyceae (n=15), Chlorophyceae (n=52), Chrysophyceae (n=1), Conjugatophyceae (n=182), Coscinodiscophyceae (n=6), Cyanophyceae (n=38), Dinophyceae (n=2), Euglenophyceae (n=30), Glaucophyceae (n=1), Klebsormidiophyceae (n=1), Mediophyceae (n=1), Synurophyceae (n=2), Trebouxiophyceae (n=12) e Xanthophyceae (n=4) (Tabela 6, Anexo).

Figura 10 - Percentual de distribuição das classes taxonômicas das espécies na Lagoa dos Índios, no período dos anos 2008, 2012, 2016/17.



Conjugatophyceae foi a classe com maior números de táxons, representando 53% da riqueza total (Figura 10), distribuídos em cinco famílias, onde desmidiaceae apresentou 140 espécies, corroborando com Melo et al. (2005), identificaram 107 táxons de desmídeas, para a Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Tupé, no Amazonas. Souza (2015) encontrou maior riqueza para a classe Conjugatophyceae com 191 táxons, em especial para as desmídeas dos gêneros *Closterium*, *Cosmarium*, *Euastrum*, *Micrasterias*, *Staurastrum* e *Xanthidium*, para as 12 lagoas na Flona do Carajas, no Pará. Uherkovich (1981) e Coesel (1982) afirmam que a riqueza das desmídias é geralmente atribuída a ambientes aquáticos de águas ácidas, baixa condutividade elétrica e concentrações de nutrientes e com presença de macrófitas, condições estas observadas na Lagoa dos Índios e para outros estudos em ambientes amazônicos (HUSZAR 2000, MELO et al., 2005; MELO et al., 2009; SILVA et al., 2010). Bárbara et al. (2010) e Cunha et al. (2011) verificaram que a riqueza de desmídeas estava associada à presença de macrófitas aquáticas. Esse grupo apresenta capacidade de se desenvolver em grande variedade de habitats e normalmente são registradas em ambientes com diferentes graus de trofia (SANT'ANNA; MARTINS, 1982). Espécies de *Staurastrum*, *Cosmarium* e *Closterium* são, por exemplo, utilizadas para indicar ambientes eutróficos, com pH variando de 6,7 a 8,5 (RŮŽIČKA, 1977). São consideradas importantes ferramentas no manejo e conservação dos ecossistemas aquático (COESEL, 2001), possuindo distribuição cosmopolita, elevada plasticidade ambiental e alto grau de polimorfismo (BICUDO; SORMUS, 1972; BROOK, 1981).

Chlorophyceae foi a segunda classe, representando 14% da riqueza total (Figura 10), são encontrados em quase todos os ambientes e sua elevada disseminação deriva das mais variadas fontes de inóculos, inclusive o ar. Sua colonização rápida resulta em eficiente absorção de nutrientes e sua alta riqueza foi relatada em outros estudos em planícies de inundação (ZALOCAR DE DOMITROVIC, 2002; PINILLA, 2006). Estudos realizados em rios, lagos e reservatórios também encontraram maior riqueza da divisão Chlorophyta, Almeida e Melo (2011), registrou a classe Chlorophyceae, com a maior riqueza, com 98 taxons, destacando-se os gêneros *Desmodesmus* e *Monoraphidium*, com 10 espécies cada um, para o Lago do Catalão, no Amazonas. Cunha

(2012) encontrou a maior riqueza para a divisão Chlorophyta (71,9%) nos rios Araguari e Falsino (AP). Vilhelha (2016) registrou 41 táxons da classe Chlorophyceae, para o reservatório de Ferreira Gomes, no Amapá. Para Bocharadt (1996), as clorofíceas tornam-se abundantes quando os níveis de nitrogênio e fósforo são relativamente altos e há disponibilidade de luz. Essas algas apresentam ciclo de vida curto e são oportunistas, atingindo taxas ótimas de crescimento quando as ofertas de nutrientes são adequadas (HAPPEY-WOOD, 1988), e muitas vezes são relacionadas ao processo de eutrofização (BIGGS, 1996). Dias (1997) observou que as algas verdes filamentosas (chlorophytas) se desenvolvem preferencialmente em ambientes lênticos e rasos, e tendem a ser mais comuns no metafíton (HAPPEY-WOOD, 1988).

Destaca-se a importância de Cyanophyceae no período do estudo, quando este grupo foi a terceira classe, representando 11% da riqueza total (Figura 10). Segundo Paerl (1988), grande quantidade de matéria orgânica trazida para o sistema e as altas concentrações de nutrientes favorecem o crescimento deste grupo. Dentre os 38 táxons de Cyanophyceae encontrados no período do estudo, os gêneros *Anabaena* sp., *Aphanocapsa* sp., *Gloetrichia* sp., *Lyngbya* sp., *Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp., são considerados produtores potenciais de toxina (DUY et al., 2000; CALIJURI et al., 2006). Sant'anna et al (2006) relatam que algumas são produtores de hepatotoxinas, como por exemplo o gênero *Aphanocapsa*, *Anabaena* e *Oscillatoria* e neurotoxinas, o gênero *Oscillatoria*, que em contato com o organismo animal podem causar intoxicações agudas e crônicas, e dependendo da dose ingerida podem provocar a morte em questão de horas. Segundo Burkholder (2002), as formas cocóides e filamentosas de cianobactérias são abundantes em lagos eutróficos rasos. Cianobactérias filamentosas são bem representadas no metafíton e no perifíton, onde os gêneros *Lyngbya* e *Phormidium* são relatadas (KOMÁREK et al., 2003). Embora estes táxons tenham sido esporádico ou pouco frequentes, estes demandam certa atenção, pois podem ser prejudiciais à saúde humana, já que as cianobactérias formam um grupo de algas extremamente oportunistas (HUZSAR, 2000), capazes de proliferar de forma muito rápida em ambientes propícios, como aqueles com alta concentração de nutrientes (RODARTE et al., 2014). Porém, nem todas as espécies destes gêneros possuem o gene para produção de cianotoxinas.

4.3 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

A classificação da frequência de ocorrência dos táxons foi feita agrupando todos os anos estudados. Do total dos táxons (347 espécies), apenas uma espécie ocorreu muito freqüente, representando 0,28%, descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Porcentagem das classificações de frequência de ocorrência dos grupos taxonômicos da Lagoa dos Índios, no período dos anos 2008, 2012 e 2016/2017.

Muito frequente (MF)	Frequente (F)	Pouco Frequente (PF)	Esporádico (E)
0,28%	2,59%	35,44%	61,67%
1	9	123	214

Espécie muito freqüente (MF= > 70%), Espécie freqüente (F= ≤ 70% e > 40%), Espécie pouco freqüente (PF= ≤ 40% e > 10%), Espécie esporádica (E= ≤ 10%).

A classe muito freqüente (MF) foi representada por Chlorophyceae, como a única espécie *Oedogonium* sp., representando (72,22%) da riqueza total e 61,67% apresentaram freqüência esporádica para Lagoa dos Índios. Resultados similares foram registrados por Tavares (2011) onde (82%) dos táxons identificados apresentaram freqüência esporádica no reservatório UHE de Tucuruí, no Pará e por Vilhena (2016) no reservatório da Usina de Ferreira Gomes, onde dos 230 táxons encontrados (83,91%) foram pouco frequentes ou esporádicos. A maioria das comunidades biológicas apresenta poucas espécies muito comuns e muitas espécies raras (SANTOS, 2006).

A presença de espécies esporádicas pode ser devido a diversos fatores, dentre estes: relação com a diferenciação de nicho, habilidades competitivas, estratégias reprodutivas, capacidade de dispersão e dinâmica de colonização (RABINOWITZ et al., 1984; KUNIN; GASTON, 1993; KUNIN; SHMIDA, 1997; CORNWELL; ACKERLY, 2010). Segundo Hillebrand et al. (2007) ecossistemas que possuem fontes de enriquecimento, favorecem o aumento da riqueza da comunidade fitoplanctônica por permitir que as espécies raras tenham acesso aos novos recursos, como podemos constar nesse estudo.

4.4 RIQUEZA

A análise de variância da riqueza de espécies não foi significativa ($p=0,125$) entre os anos estudados (Figura 11). O ano de 2008 foi registrado 170 espécies, o ano de 2012, 178 espécies e o ano de 2016/2017, 231 espécies. A riqueza do fitoplâncton é influenciada por diversos fatores bióticos e abióticos tais como: instabilidade da coluna d'água, regime de mistura, luz, temperatura da água, nutrientes (P, N) e herbívoros (REYNOLDS, 1987).

A composição da riqueza para os anos de 2008 e 2012 foi maior para a estação chuvosa (Figura 12), corroborando com o estudo de Souza e Melo (2010), observaram maior riqueza de espécies no período de enchente, no lago Cutiuaú, um ambiente de águas pretas localizado no Parque Nacional do Jaú na bacia do rio Negro. Silveira Júnior (2012) encontrou maiores índices de riqueza na estação chuvosa (Maio/2011) e na transição chuvoso-estiagem (Julho/2012), no rio Amazonas. No entanto, a composição da riqueza para o ano de 2016 foi maior para a estação de estiagem (Figura 12). De modo geral, os estudos da comunidade fitoplanctônica em lagos de inundação tem apresentado como resultado uma marcada influência do pulso de inundação, sendo que, em geral, os maiores valores dos atributos da comunidade fitoplanctônica estão associadas a estiagem (HUSZAR; REYNOLDS, 1997; IBANEZ, 1998; RAUPP et al., 2009). Almeida e Melo (2011) verificaram que a maior riqueza fitoplanctônica foi registrada no período de estiagem, para o Lago Catalão, Amazonas. Vilhena (2016), registou maiores valores de riqueza associada a estação de estiagem, para o reservatório UHE Ferreira Gomes, no Amapá.

As planícies de inundações como a Lagoa dos Índios, são ambientes considerados como fontes de inóculos de organismos, contribuindo para a manutenção da alta riqueza do fitoplâncton. Este fato pode ser confirmado por Allan (1995) ao mencionar que a presença de lagos, represas e áreas úmidas associados aos rios, são de grande importância para enriquecê-los com organismos planctônicos. De acordo com Petts (1994) e Thomaz et al. (1997), nos rios de planícies de inundação, há maior diversidade de habitats, fontes de alimentos e adaptações tróficas que propiciam a manutenção de uma considerável biodiversidade. Dias (2007) observou que os lagos apresentaram

maior riqueza específica do que o trecho estudado do rio, para a reserva biológica do Lago Pirabuta, no Amazonas.

Figura 11 – Resultado da riqueza mostrando à média ao longo do período do estudo.

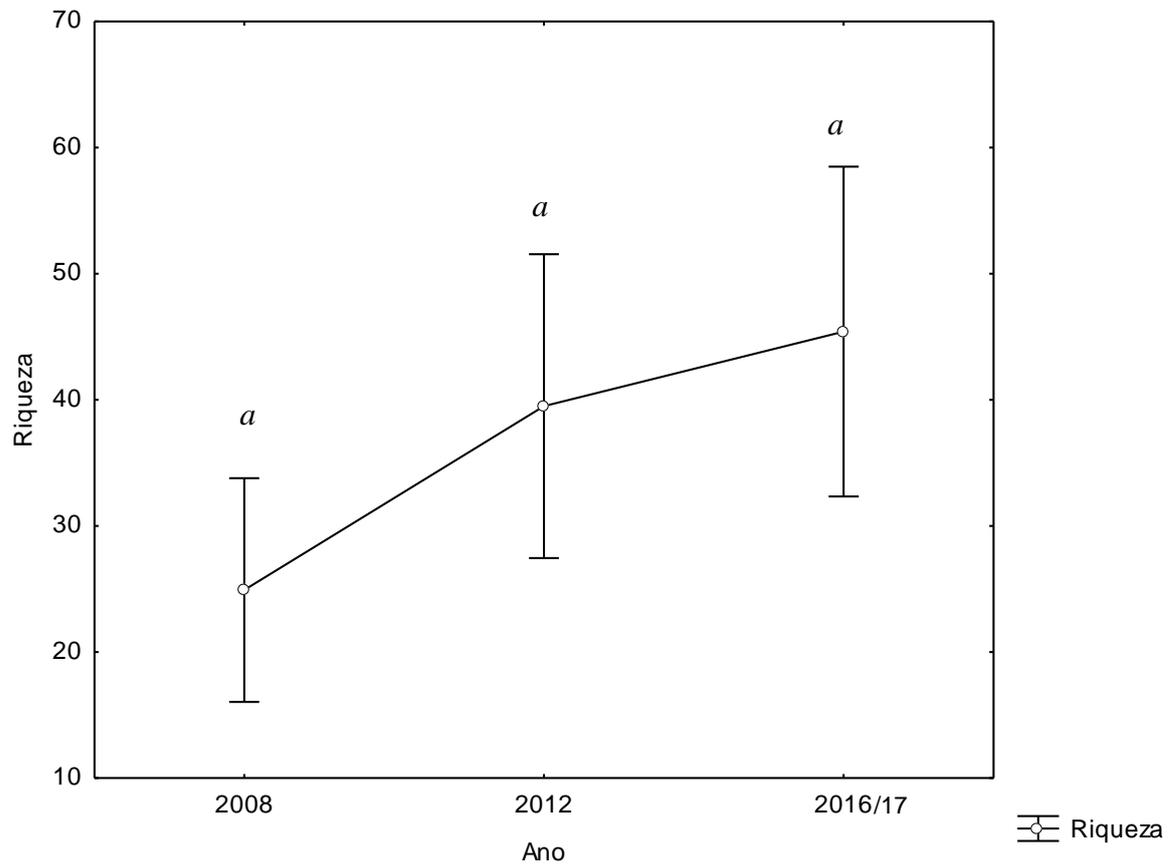
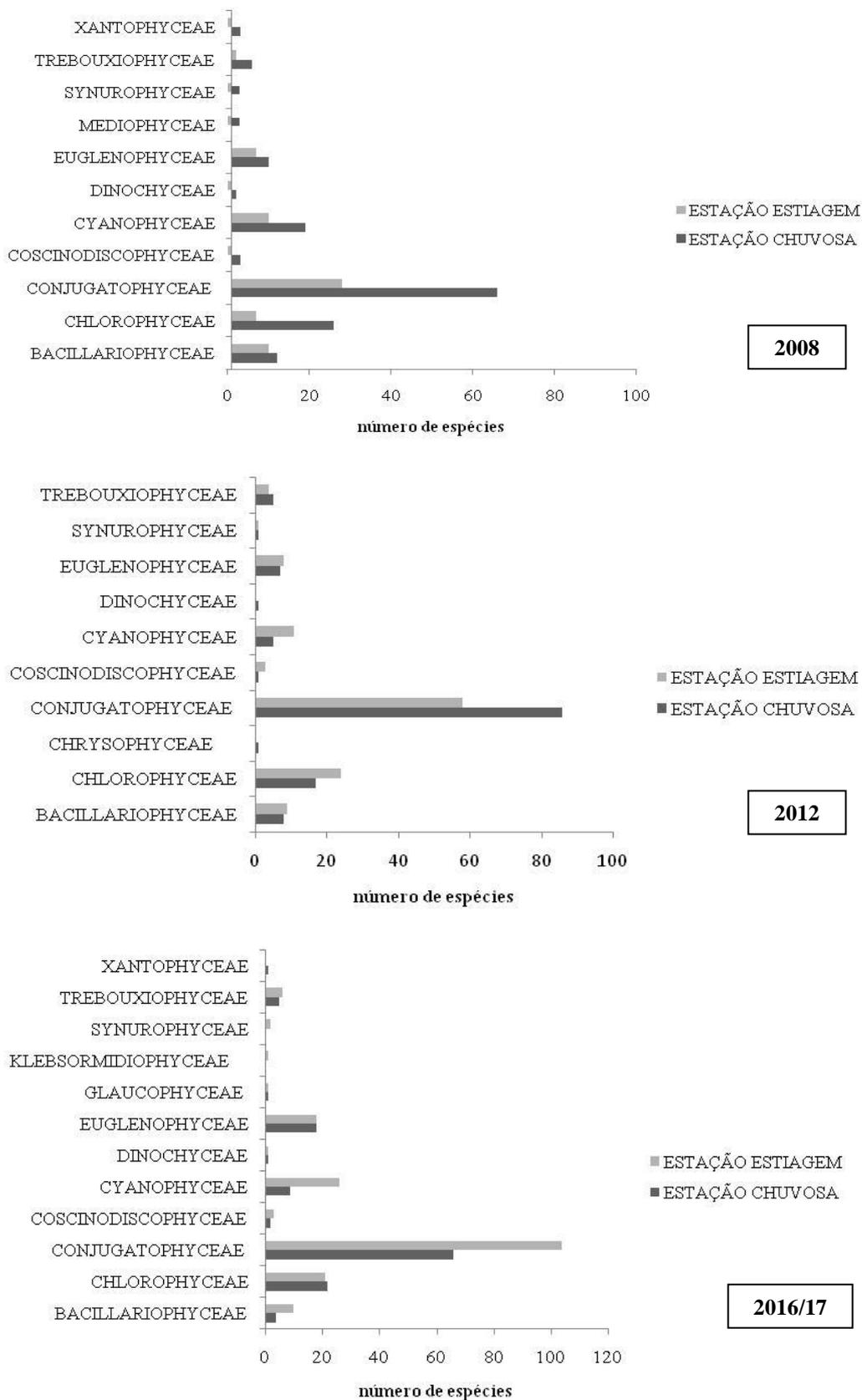


Figura 12 - Composição do fitoplâncton da Lagoa dos Índios em dois períodos sazonais (de estiagem e chuvosa), para o ano 2008, 2012 e 2016/17.



4.5 ESTIMADOR DE RIQUEZA

O estimador de riqueza é medido que possibilita estimar o número total de espécies numa determinada comunidade a partir dos dados amostrais. A vantagem desse estimador é a disponibilidade de equações para o cálculo de limites de confiança da estimativa (BARROS, 2007). Para avaliar o esforço amostral das espécies da Lagoa dos Índios os estimadores de riqueza superestimaram o número de espécies na comunidade entre 371,09, 365,77 e 377,96 Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultados dos estimadores de riqueza e o percentual da contribuição relativa das espécies da Lagoa dos Índios, ao longo do período do estudo.

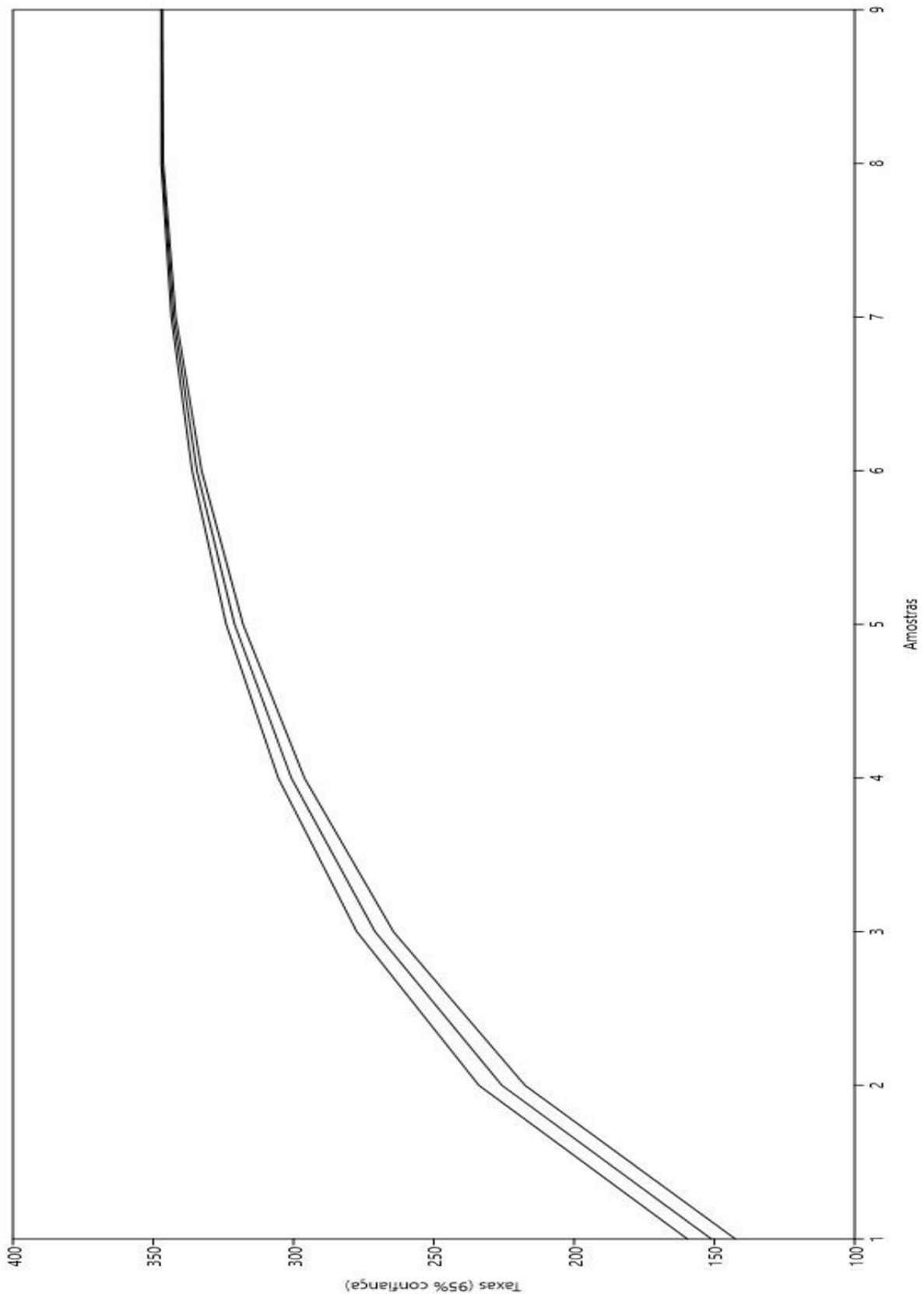
Estimador de riqueza	Valores estimados ± Desvio Padrão	Contribuição relativa
Observado	347	-
Jackknife 1	371,1 ± 40,2	93%
Jackknife 2	365,8 ± 71,2	95%
Bootstrap	377,9 ± 27,8	92%

Os dados de riqueza baseados nos estimadores permitiram inferir que houve uma amostragem expressiva no ambiente estudado, visto que houve um registro elevado, acima de 90% do esperado. Segundo Nabout et al. (2007), o uso de estimadores para riqueza tem sido pouco utilizado para estudos com fitoplâncton, no entanto, é uma ferramenta fundamental para analisar a comunidade fitoplanctônica. Oliveira (2007) obteve um registro elevado de táxons, acima de 62% do esperado, utilizando o estimador Jackknife 1, no Rio Araguari e UHE Coaracy Nunes, no Estado do Amapá.

4.6 CURVA DE RAREFAÇÃO

A curva de rarefação permite avaliar o quanto um estudo se aproxima de capturar todas as espécies do local. Baseado nas amostragens, a curva de rarefação se estabilizou, atingindo um ponto em que o aumento do esforço de coleta não implica em aumento no número de espécies, confirmando que aproximadamente toda a riqueza da área foi amostrada (Figura 13).

Figura 13 – Resultado da curva de rarefação das espécies da Lagoa dos Índios, com seus intervalos de confiança a 95%, ao longo do período do estudo.



4.7 RELAÇÕES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA COM A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.

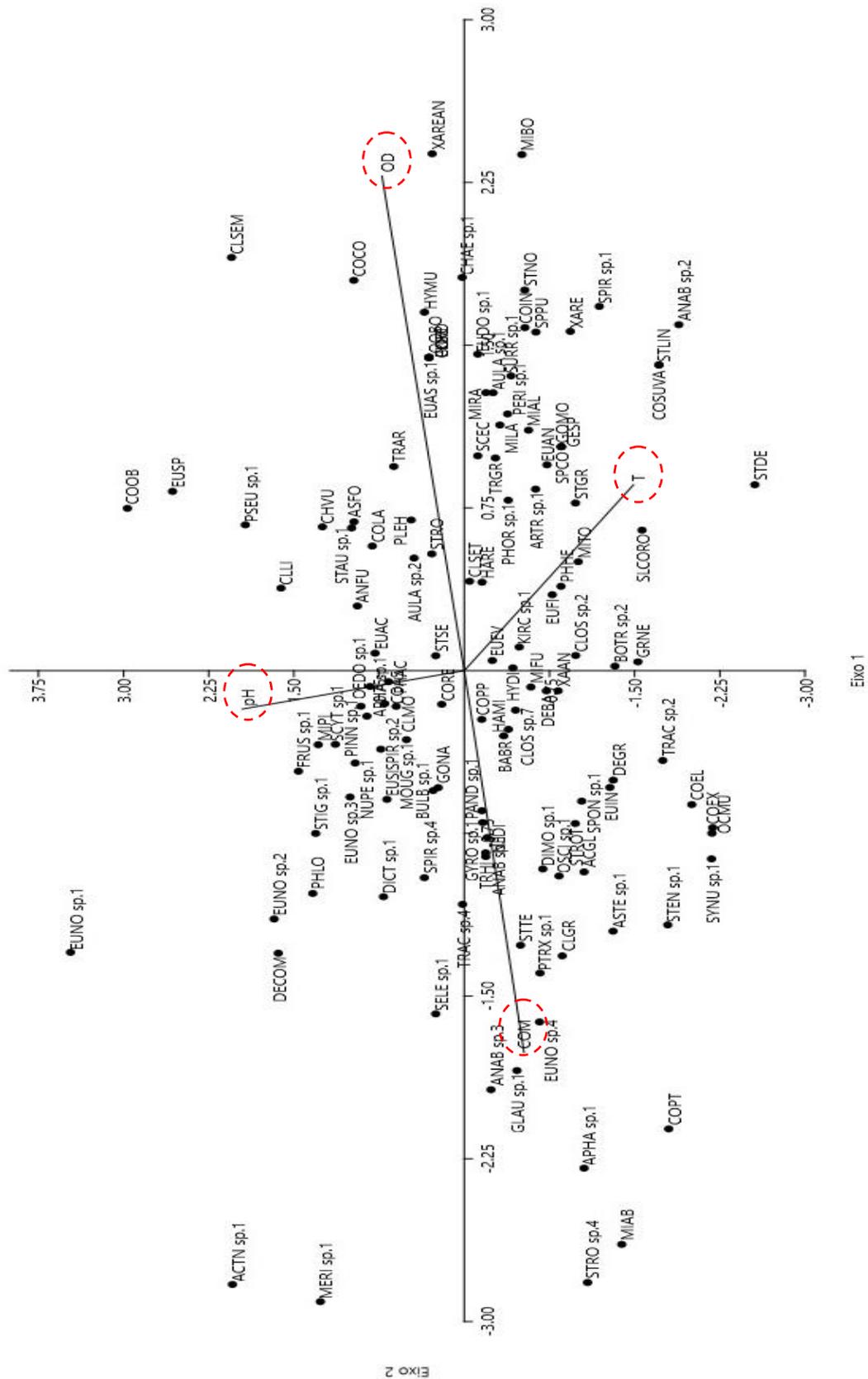
A análise de correspondência canônica (CCA) para os eixos 1 e 2 explicaram mais de 80% da variabilidade dos dados, mostrando que foi significativo a relação das variáveis físicas e químicas com a composição da comunidade fitoplanctônica da Lagoa dos Índios (Figura 14). A predominância de certos grupos fitoplanctônicos em um determinado ecossistema é função principalmente das características abióticas (temperatura, luz, oxigênio dissolvido e concentração de nutrientes) e bióticas (predadores, parasitas, competição) (ESTEVES, 1998). Dessa forma, Bacillariophyceae representada pelas espécies *Eunotia* sp.1 (EUNO sp.1) e *Actinella* sp.1 (ACTN sp.1), Chlorophyceae, *Selenastrum* sp.1 (SELE sp.1), Conjugatophyceae, *Desmodesmus communis* (DECOM) e Cyanophyceae, *Merismopedia* sp.1 (MERI sp.1), foram associadas com potencial hidrogeniônico (pH).

Conjugatophyceae representadas pelas espécies *Cosmarium obsoletum* (COOB), *Cosmarium contractum* (COCO), *Closterium setaceum* (CLSEM) e *Xanthidium regulare* var. *asteptum* (XAREAN), Cyanophyceae *Pseudonabaena* sp.1 (PSEU sp.1), Euglenophyceae *Euglena spirogyra* (EUSP), foram associadas com oxigênio dissolvido (OD).

Conjugatophyceae representadas pelas espécies *Cosmarium subspeciosum* var. *validus* (COSUVA), *Micrasterias borgei* (MIBO), *Staurastrum leptocladum* var. *insigne* (STLIN), *Staurodesmus dejectus* (STDE), *Spirogyra* sp.1 (SPIRO sp.1), Cyanophyceae *Anabaena* sp.2 (ANAB sp.2) foram associadas com a temperatura da água (°T).

Conjugatophyceae representadas pelas espécies *Cosmarium excavatum* (COEX), *Cosmarium pseudotaxichondrum* (COPT), *Micrasterias abrupta* (MIAB), *Staurodesmus* sp.4 (STRO sp.4), *Octacanthium mucronulatum* (OCMU), Cyanophyceae, *Aphanocarpa* sp.1 (APHA sp.1) e Synurophyceae, *Synura* sp.1 (SYNR sp.1), foram associadas com a condutividade elétrica (CON). Confirmando que essas espécies foram bioindicadoras da qualidade da água, para o presente estudo.

Figura 14 – Resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA), relacionando a composição da comunidade fitoplanctônica com as variáveis físicas e químicas da água (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica) na Lagoa dos Índios.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o levantamento da biodiversidade de algas (microalgas e cianobactérias) da Lagoa dos Índios, nos períodos de 2008, 2012 e 2016/17 podemos fazer as seguintes considerações:

- ✚ A comunidade fitoplanctônica da Lagoa dos Índios durante os períodos de estudo apresentou elevada riqueza, não havendo perda da biodiversidade. Em termos qualitativos, a classe Conjugatophyceae constituiu o grupo de algas com maior riqueza de espécies, corroborando com os trabalhos em ambientes amazônicos, devido a Lagoa apresentar condições para o desenvolvimento dessa classe.
- ✚ Segundo a análise de variância, as variáveis temperatura da água e o oxigênio dissolvido foram significativas, resultado provavelmente de ações antrópicas, como entrada de esgoto doméstico, visto que houve um aumento de espécies oportunitas com relação a essas variáveis.
- ✚ O aumento de riqueza para o ano de de 2016/17, foi maior na estação estiagem, isso torna-se preocupante pois os gêneros de Cyanophyceas e Euglenophytas são típicas de ambientes eutrofizados, dessa forma o ambiente precisa ser monitorado e outras análises devem ser feitas como a mensuração do fósforo para verificar o índice do estado trófico da Lagoa.
- ✚ A análise de correspondência canônica (CCA) mostrou que foi significativo a relação das variáveis físicas e químicas com a composição da comunidade fitoplanctônica da Lago dos Índios, confirmando que as espécies são bioindicadoras da qualidade de água e ajudando a entender o funcionamento do ecossistema estudado.
- ✚ A alta riqueza encontrada evidencia a importância biológica desta área de proteção ambiental, tão utilizada pela comunidade local, necessitando o biomonitoramento constante da qualidade da água, visto que muitas espécies presentes podem ser usadas para bioindicação e bioprospecção.

- ALBERTO, A.; RIBEIRO FILHO, B.G. Influência do despejo de esgoto doméstico nas características limnológicas do rio Camandocaia, Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 34, n. 2, p. 173-179, 2012.
- ALCÂNTARA, S.R.S.; FERREIRA, L.M.S.L.; OLIVEIRA, O.C. Caracterização Limnológica e Comunidades Fitoplanctônicas da Represa do Cascão, Saboeiro, Salvador – BA. **Candombá**, v. 7, n. 1, p. 99-108, 2011.
- ALMEIDA, G.F.; MEIO, S. Estrutura da comunidade fitoplanctonica de um lago de inundação amazônico (Lago Catalao, Amazonas, Brasil). **Neotropical Biology and Conservation**, v.6, n.2, p.112-123, 2011.
- ALONSO, J.E.A.; CID, A.; PAREDES, P.F.; VAAMONDE, J.E.T.; HERRERO, C. **Microalgas: cultivo y aplicaciones**. 1995. 210 f. (Monografia) Universidade da Coruña, España, 1995.
- ALLAN, J.D. **Stream Ecology: Structure and function of running waters**. Norwell. Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 342.
- ALVES, M.S.A. **Cianobactérias e Cianotoxinas em Águas Continentais**. 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo/USP, São Carlos, 2005.
- ARIAS, A.R. L.; BUSS, D.F.; ALBURQUERQUE, C.; INÁCIO, A.F.; FREIRE, M.M.; EGLER, M. MUGNAI, R.; BAPTISTA, D.F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciências e saúde coletiva**, v.12, n.1, p. 61-72, 2007.
- ARAÚJO, C.S.M. **Avaliação das Técnicas de Cultivo de Microalgas e Cianobactérias Isoladas de Ambientes Aquáticos de Macapá – Ap**. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amapá/UNIFAP, Macapá, 2014.
- ARNDT, U.; NOBEL, W.; SCHWEIZER, B. **Bioindikatoren: Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse**. Stuttgart. Verlag Eugen Ulmer, 1987.
- AZEVEDOS, M.F.O.; EVANS, W.R.; CARMICHAEL W.W.; NAMIKOSHI M.F. Report of Microcistins From a Brazilian Isolate of the Cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. **Journal of Applied Phycology**, n. 6, p. 261-265, 1994.
- AZEVEDO, S.M.F.O. Toxinas de Cianobactérias: Causas e Consequências para a Saúde Pública. **Medicina On line**, v. 3, n. 1, p. 1-19, 1998.

BALEN, R.E.; GERALDO JÚNIOR, E.; MARQUES, A.E.M.L.; CESTARI, M.M.; VARGAS, J.V.C.; CORRÊA, D.O.; MARIANO, A.B.; MEURER, F. Effect of defatted microalgae (*Scenedesmus obliquus*) biomass inclusion on growth performance of *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, n. 4, p. 98-101, 2015.

BASTOS, C.M.B.B. **Conflitos ambientais urbanos em áreas de ressaca: Um estudo da Comunidade Negra da Lagoa dos Índios em Macapá/AP**. 2006. 177f. (Dissertação) Universidade de Brasília/UnB, Brasília, 2006.

BÁRBARA, V.F.; CUNHA, A.C.; RODRIGUES, A.S.L.; SIQUEIRA, E.Q. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. **Revista Biociências**, v. 16, n. 1, p. 57-72, 2010.

BARROS, R.S.M. **Medidas de Diversidade Biológica**. Texto elaborado como parte dos requisitos da disciplina Estágio Docência do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais – PGECOL. 2007. 13 f. Universidade Federal de Juiz de Fora/UFJF, Juiz de Fora, 2007.

BARSANTI, L.; GUALTIERI, P. **Algae: Anatomy, Biochemistry and Biotechnology**. Boca Raton. CRC Press, 2006. p. 361.

BECKER, W. Microalgae in human and animal nutrition. In: Richmond, A (Ed.). **Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology**. Oxford, Blackwell Publishing, 2003. p. 312-351.

BECKER, V.; CARDOSO, L.S.; HUSZAR, V.L.M. Diel variation of phytoplankton functional groups in a subtropical reservoir in southern Brazil during an autumnal stratification period. **Aquatic Ecology**, v. 43, n. 2, p. 285-293, 2009.

BELLINGER, B.J.; COCQUYT, C.; O'REILLY, C.M. Benthic diatoms as indicators of eutrophication in tropical streams. **Hydrobiologia**, v. 573, n. 1, p. 75-87, 2006.

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

BICUDO, C.E.M.; SORMUS, L. Polymorphism in the desmid *Micrasterias laticeps* and its taxonomical implications. **Journal of Phycology**, v. 8, n. 3, p. 273-242, 1972.

BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. **Gênero de Algas de águas Continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição**. São Carlos, Rima. 2006. p. 502.

- BIGGS, B.J.F. Patterns in benthic algae of streams. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. **Algal ecology: freshwater bentic ecosystems**. San Diego. Academic Press, 1996. p. 31-56.
- BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária**. São Paulo. Cetesb, 1978. p. 620.
- BOCHARDT, M A. Nutrients. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. **Algal ecology: freshwater bentic ecosystems**. San Diego. Academic Press, 1996. p. 184-227.
- BOGEN, C.; KLASSEN, V.; WICHMANN, J.; RUSSA, M.L.; DOEBBE, A.; GRUNDMANN, M.; URONEN, P.; KRUSE, O.; MUSSGNUM, J. H. Identification of *Monoraphidium contortum* as a promising species for liquid biofuel production. **Bioresource Technology**, v. 133, n. 622-626, 2013.
- BOROWITZKA, M.A.; BOROWITZKA, L.J. **Microalgal Biotechnology**. Cambridge. Cambridge University Press, 1992. p.179.
- BOYD, C.E. **Water Quality in Warm water Fish Pond**. Auburn. Auburn University, 1979. p. 359.
- BOYD, C.E. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Auburn . Auburn University, 1990. p. 482.
- BUSS, D.F.; OLIVEIRA, R.B.; BAPTISTA, D.F. Monitoramento Biológico de Ecosistemas Aquáticos Continentais. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 339-345, 2008.
- BURKHOLDER, J.M. Interactions of Benthic Algae and Their Substrate. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. **Algal Ecology: Freshwater Benthic ecosystems**. San Diego. Academic Press, 1996. p. 253-297.
- BURNHAM, K. P.; OVERTON, W.S. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. **Ecology**, n. 60, p. 927-936, 1979.
- BRASIL, J.; HUSZAR, V.L.M. O papel dos traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental. **Oecologia Australis**, v.15, n.4, p.799-834, 2011.
- BRITO, D.C. **Aplicação do sistema de modelagem da qualidade da água QUAL2KW em grandes rios: o caso do alto e médio rio Araguari - AP**. 2008. 126 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Amapá/UNIFAP, Macapá, 2008.
- BROOK, A.J. **The Biology of Desmids**. Berkswell. University of California Press, 1981. p. 276.
- BROWN, M.L. Uptake of carbon dioxide from flue gas by microalgae. **Energy Conversion and Management**, v. 37, n. 6, p.1363-1367, 1996.

CAIRNS Jr., J.; McCORMICK, P.V.; NIEDERLEHNER, B.R. A proposal framework for developing indicators of ecosystem health. **Hydrobiologia**, v. 263, p.1-44, 1993.

CALIJURI, M.C.; ALVES, M.S.A.; SANTOS, A.C.A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos. RiMa, 2006. p.118.

CALLISTO, M., GONCALVES, J. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje**, v. 31, n. 182, p. 68-71, 2002.

CARMICHAEL, W.W. Cyanobacteria Secondary Metabolites: The Cyanotoxins. **Journal of Applied Bacteriology**, n. 72, p. 445-459, 1992.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB (2010) Variáveis da qualidade da água. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wpcontent/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acessado em: 13.02.18.

CETTO, J.M.; LEANDRINI, J.A.; FELISBERTO, S.A.; RODRIGUES, L. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Irai, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum-Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p.1-7, 2004.

COESEL, P.F.M. Structural characteristics and adaptations of desmids communities. **Journal of Ecology**, v.70, p.163-177, 1982.

COESEL, P.F.M. Biogeography of desmids. **Hydrobiologia**, v. 336, p. 41-53, 1996.

COESEL, P.F.M. A method for quantifying conservation value in lentic freshwater habitats using desmids as indicator organisms. **Biodiversity and Conservation**, v. 10, p. 177-187, 2001.

COLLA, L.M.; REINEHR, C.O.; REICHERT, C.; COSTA, J.A.V. Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperature and nitrogen regimes. **Bioresource Technology**, v. 98, n.7, p.1489–1493, 2007.

COLWELL, R.K.; MAO, C.K.; CHANG, J. Interpolating, extrapolating and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**, v. 85, n. 10, p. 2717-2727, 2004.

COSTA, J.S.; LOBATO, C.C.; VIEIRA, J.B. ; SILVA, E.M. ; CUNHA, A.C.; SANTOS, C.B.R. Análise físico-química e determinação de metais na lagoa dos índios (Macapá – Amapá). Anais do Congresso Brasileiro de Química, Recife - PE, 2012.

CUNHA, A. C.; BRITO, D.C.; CUNHA, H.F.A.; SCHULZ, H.E. Dam Effect on Stream Reaeration Evaluated with the Qual2kw Model: Case Study of the Araguari River, Amazon Region, Amapa State/Brazil.**Sustainable water**

management in the tropics and subtropics - and case studies in Brazil, 2011. p,153-174.

CUNHA, D.G.F.; CALIJURI, M.C. Variação sazonal dos grupos funcionais fitoplanctônicos em braços de um reservatório tropical de usos múltiplos no estado de São Paulo (Brasil). **Acta Botânica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 822-831, 2011.

CUNHA, E.D.S. **Levantamento, quantificação e dinâmica espaço-temporal do fitoplâncton do rios Araguari e Falsino no Estado do Amapá (Amazônia Oriental)**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Amapá/UNIFAP, Macapá, 2012.

CUNHA, E.D.S.; CUNHA, A.C.; SILVEIRA JR, A.M.; FAUSTINO, S.M.M. Phytoplankton of two rivers in the eastern Amazon: characterization of biodiversity and new occurrences. **Acta Botânica Brasilica**, v. 27, n. 2, p. 364-377, 2013.

CHAZDON, R.L.; COLWELL, R.K.; DENSLOW, J.S.; GUARIGURATA, M.R. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of northeastern Costa Rica. In: DALLMEIER, F.; COMISKEY, J. A. **Forest biodiversity research, monitoring and modelling**. Paris. UNESCO, 1998. p.285-309.

CHARITY, A. VERA, A. CÁRDENAS, C. MORALES, E. Biomass production of microalga *Scenedesmus* sp. with wastewater from fishery. **Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería**, v.32, n.2, p.129-134, 2009.

CHORUS I.; CAVALIERI M. Cyanobacteria and Algae. In: BARTRAM J, REES GARETH. (Eds.). **Monitoring Bathing Waters – a Practical Guide to the Design and Implementation of Assessments and Monitoring Programmes**. World Health Organization, 2000.

CORNWELL, W.K.; ACKERLY, D.D. A link between plant traits and abundance: evidence from coastal California woody plants. **Journal of Ecology**, v.98, n.4, p.814-821, 2010.

DAVIS, J.M. Background on Bioprospecting and Antarctica. In: DAVIS, J. **Reconsidering Antarctic Bioprospecting through Territorialities of Science, Property, and Governance**. 2011. 239 f. Tese (Doutorado). The Ohio State University, 2011.

DEBERDT, G.L.B.; CANTUSIO-NETO, R.; AGUAJARO, L.F. Florações de Cianobactérias e sua Inserção na Legislação Brasileira, **Anais do I congresso Iteamericano de Saúde Ambiental**. Porto Alegre-RS- Brasil, 2004.

DERNER, R. B.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S. M.; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1959-1967, 2006.

DIAS, I.C.A **Chlorophyta filamentosas da reserva biológica de Poço das Antas, Município de Silva Jardim, Rio de Janeiro: Taxonomia e aspectos ecológicos**. 1997.275 f. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo/USP, São Paulo, 1997.

DIAS, M.B. **Composição e abundância do fitoplâncton do Sudoeste da Reserva Biológica do Lago Piratuba (Amapá, Brasil)**. 2007. 72 f. Dissertação (Mestrado) Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Amazonas/INPA, 2007.

DUY, T.N.; LAM, P.K.; SHAW, G.R.; CONNELL, D.W. Toxicology and risk assessment of freshwater cyanobacterial (blue-green algal) toxins in water. In: WARE, G.W. (Eds.). **Reviews of environmental contamination and toxicology**, 2000. p.113-185.

EL-SHEEKH, M.M.; HAMOUDA, R.A.; ADNAN, N.A. Biodegradation of crude oil by *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella vulgaris* growing under heterotrophic conditions. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v.82, p.67-72, 2013.

EPLEY, R. W. Temperature and phytoplankton growth in the sea. **Fishery Bulletin**, v.70, n.4, p.1063-1085, 1972.

ERNST, W.H.O. Ecological aspects of sulfur in higher plants: the impact of SO₂ and the evolution of the biosynthesis of organic sulfur compounds on populations and ecosystems. In: DE KOK, L.J., STULEN, I., RENNENBERG, H., BRUNOLD, C., RAUSER, W.E. **Sulfur Nutrition and Assimilation in Higher Plants: Regulatory, Agricultural and Environmental Aspects**. The Hague. Academic Publishing, 1993. p. 295-313.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos De Limnologia**. Rio de Janeiro. Interciência, 1998, p.575.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos De Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011, p.790.

FALCONER, I.R.; BARTRAM, J.; CHORUS, I.; KUIPER-GOODMAN, T.; UTKILEN, H.; BURCH, M.; COOD, G.A. Safe levels and safe practices. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Ed.). **Toxic Cyanobacteria in Water**. London. E&FN Spon, 1999.

FAUSTINO, S.M.M. **O gênero *Staurastrum* (Zygnemaphyceae) no Estado de São Paulo: levantamento florístico**. 2006. 262 f. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo/USP, Ribeirão Preto, 2006.

FERNANDES, L.F; WOSIAK, A.C.; DOMINGUES, L.; PACHECO, C.V.; LAGOS, P.E.D. Comunidades Fitoplanctônicas em Ambientes Lênticos. In: **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. Curitiba. SANEPAR, 2005. p.315-366.

FERRAGUT, C.; BICUDO, D.C. Periphytic algal community adaptive strategies in N and P enriched experiments in a tropical oligotrophic reservoir. **Hydrobiologia**, v. 646, p.295-309, 2010.

FILHO, A.S.; SILVA, C.G.N.; BIGI, M.F.M.A. Bioprospecção e biotecnologia. **Parcerias Estratégicas**, v.19, n.38, p.36, 2014.

FLEMING, L.E.; RIVERO, C.; BURNS, J; WILLIAMS, C.; BEAN, J.A.; SHEA, K.A., STINN, J. Blue Green Algal (Cyanobacterial) Toxins, Surface Drinking Water, and Liver Cancer in Florida. **Harmful Algae**, v.1, n.2, p.157-168, 2002.

FOLLMANN, F.M.; FOLETO, E.M. Recarga de Aquífero em Santa Maria/RS: A importância desta area protegida. In: FIGUEIREDO, L.V.; FIGUEIRÓ, A.S. **Geografia do Rio Grande do Sul: temas em debate**. Santa Maria. UFSM, 2010. p, 223-232.

FRANCESCHINI, I.M.; BURLIGA, A.L.; RAVIERS, B.; PRADO, J.F.; RÉZIG, S.H. **Algas: Uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. Porto Alegre. Artmed, 2010. p. 332.

FÖRSTER, K. Desmids of Brazil, 1: Northern Brazil. **Revue Algologique: nouvelle série**, v.7, p.38-92, 1963.

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.

GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v.4, p.379-391, 2001.

GUIMARÃES,C.R.;PUPO,D.O.;TALLARICO,M. Aprendendo com as interações da natureza: microrganismos simbioses como fontes de produtos naturais bioativos. **Ciência e Cultura**, v.64, n.3, p.43-7. 2012.

GUTIÉRREZ, M.; CADIMA, M. Fitoplancton del Río Mamoré Central. In: POUILLY, M.; BECK, S.G.; MORAES, M.R.; IBAÑEZ, C. **Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré. Importancia ecológica de la dinámica fluvial**. Patiño. Centra de Ecología Simón I, 2004. p.237-254.

GUEDES, A.C.; MALCATA., F.X. Nutritional Value and Uses of Microalgae in Aquaculture. **Aquaculture**, 2012. p.59-71.

GRESSLER, P.D. **Avaliação da eficiência de *Desmodesmus subspicatus* (R.Chodat) E.Hegewald & A.Schmidt (Chlorophyceae) cultivada em fotobiorreator tubular com efluente da ete-unisc, visando biorremediação e obtenção de energia**. 2011. 130 f. (Dissertação) Universidade de Santa Cruz do Sul /UNISC, Santa Cruz do Sul, 2011.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n.1, p.9, 2001.

HAPPEY-WOOD, V.M. Ecology of freshwater planktonic green algae. In: SANDGREEN, C.D. **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. New York. Cambridge University Press, 1988. p.175-226.

HAVENS, K.E.; EAST, T.L.; MEEKER, R.H.; DAVIS, W.P.; STEINMAN, A.D. Phytoplankton and periphyton responses to in situ experimental nutrient enrichment in a shallow subtropical lake. **Journal of Plankton Research**, v.18, p. 551-566, 1996.

HELLAWELL, J.M. **Biological Indicator of Freshwater Pollution and Environmental Management**. London. Elsevier Applied Science, 1986. p. 546.

HELTSHE, J.; FORRESTER, N.E. Estimating species richness using the jackknife procedure. **International Biometric Society**, v.39, n.1, p. 1-11, 1983.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. **Planta daninha**, v. 24, n. 1, p. 21-28, 2006.

HILLEBRAND, H.; GRUNER, D.S.; BORER, E.T.; BRACKEN, M. E.S.; CLELAND, E.E.; ELSER, J.J.; HARPOLE, W.S.; NGAI, J.T.; SEABLOOM, E. W.; SHURIN, J.B.; SMITH, J.E. Consumer versus resource control of producer diversity depends on ecosystem type and producer community structure. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.104, n. 26, p.10904-10909, 2007.

HOEK, C.V.D.; MANN, D.G.; JAHNS, H.M. **Algae: an introduction to phycology**. London. Cambridge University, 1995. p. 623.

HUNSAKER, C.T.; CARPENTER, D.E. **Ecological indicators for the environmental monitoring and assessment program**. United States. Environmental Protection Agency, 1990.

HUSZAR, V.L.M.; REYNOLDS, C.S. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Pará, Brasil): responses to gradual environmental change. **Hydrobiologia**, v.346, p.169-181, 1997.

HUSZAR, V.L.M. Fitoplâncton. In: BOZELLI, R.L., ESTEVES, F.A.; ROLAND, F. (Ed.). **Lago Batata: Impacto e Recuperação de um Ecossistema Amazônico**. Rio de Janeiro. IB-UFRJ/SBL, 2000. p. 91-104.

IBANEZ, M.S.R. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. **Hidrobiologia**, v.362, p.79-83, 1998.

JACOB-LOPES, E.; MÉRIDA, L.G.R.; QUEIROZ, M.I.; ZEPKA, L.Q. Microalgal Biorefineries. In: JACOB-LOPES, E. (Ed.). **Biomass production and uses**. Intech, 2015. p. 81-97.

JOHNSON, R.D.; WIEDERHOLM, T.; ROSEMBERG, D.M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In ROSEMBERG, D.M.; RESH, V.H. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. New York, Chapman & Hall, 1993. p.40-158.

KAPUSTA, S.C. **Bioindicação ambiental**. Escola Técnica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso Técnico em Meio Ambiente, desenvolvido pelo Programa Escola Técnica Aberta do Brasil. Porto Alegre. 2008. p. 88.

KOLLER, M.; MUHR, A.; BRAUNEGG, G. Microalgae as versatile cellular factories for valued products. **Algal Research**, v. 6, p. 52-63, 2014.

KLUMPP, A. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Org.). **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo. EDUC– Editora da PUC, 2001. p. 77-94.

KOMÁREK, J.; FOTT, B. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales. In: PESTALOZZI, H.G.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. **Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie**. Stuttgart. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1983. p.1044.

KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J.; KLING, H. Filamentous cyanobacteria. In: WEHR, J.D.; SHEATH, R.G. **Freshwater Algae of North America: Ecology and classification**. Amsterdam. Academic Press, An imprint of Elsevier Science, 2003. p.117-196.

KUNIN, W.E.; GASTON, K.J. The biology of rarity: patterns, causes and consequences. **Trends in Ecology & Evolution**, v.8, n.8, p. 298-301, 1993.

KUNIN, W.E.; SHMIDA, A. Plant reproductive traits as a function of local, regional, and global abundance. **Conservation Biology**, v.11, n.1, p.183-192, 1997.

KRUPEK, R.A.; BRANCO, C.C. Z.; PERES, C.K. Variação sazonal de alguns parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a uma bacia de drenagem na região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.30, n.4, p.431-438, 2008.

LANG, I.; HODAC, L.; FRIEDL, T.; FEUSSNER, I. Fatty acid profiles and their distribution patterns in microalgae: a comprehensive analysis of more than 2000 strains from the SAG culture collection. **Plant Biology**, v.11, n.1 p.124, 2011.

LEAL, A.C.; SOARES, M.C.P. Hepatotoxicidade da Cianotoxina Microcistina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.2, n.34, p.6, 2004.

- LEE, R.E. **Phycology**. New York. Cambridge University Press. 2008. p. 561.
- LEÓN, L.D. Floraciones Algales de Agua Dulce: Cianobacterias, Cianotoxinas. In: DOMÍNGUEZ, A.; PRIETO, R.G. **Perfil Ambiental del Uruguay**. Montevideo, Nordan-Comunidad, 2002. p.28-37.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. Amsterdam. Elsevier, 1998. p. 839.
- LIEBMANN, H. Die Notwendigkeit einer Revision des Saprobien-systems und deren Bedeutung für die Wasserbeurteilung. **Gesundheitsingenieur**, v. 68, p. 33-37, 1947.
- LIMA, J.S. **Bioindicação em Ecossistemas Terrestres**. Instituto de Educação Tecnológica - IETEC, 2000a. Disponível em: <http://www.ietec.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/173> (Acessada em 25/03/2016).
- LIMA, J.S. **Processos biológicos e o biomonitoramento: aspectos bioquímicos e morfológicos**. In: MAIA, N. B. MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Org.). Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: EDUC, 2001. p. 95-115.
- LIMA, D.P.; SILVA, L.M.A.; LIRA, A.C.S. Biologia Populacional de *Macrobrachium jelskii* (MIERS, 1778) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em uma Planície Inundável na Amazônia Oriental, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 11-22, 2013.
- LITCHMAN, E.; KLAUSMEIER, C.A. Trait-Based Community Ecology of Phytoplankton. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.39, p. 615-639, 2008.
- LOBO, E.A., CALLEGARO, V.L.M., HERMANY, G., GOMEZ, N.; ECTOR, L. Review of the use of microalgae in South America for monitoring rivers, with special reference to diatoms. **Vie et Milieu**, v. 54, n. 2-3, p. 105-114. 2004.
- LOBO, E. O Perifiton Como Indicador da Qualidade da Água. In SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. **Ecologia do Perifiton**. São Carlos. RiMa, 2013, p. 205-233.
- LOURENÇO, S.O. **Cultivo de microalgas. Princípios e aplicações**. São Carlos. RiMa, 2006. p. 588.
- McCORMICK, P. V.; CAIRNS JR, J. Algae as indicators of environmental change. **Journal of Applied Phycology**, v. 6, n. 5-6, p. 509–526, 1994.
- McGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biology Review**, v.73, p.181-201, 1998.

MACIEL, N. C. **Ressacas: importância e biodiversidade, problemas, proposta de recuperação, regeneração e uso sustentado**. Rio de Janeiro. IBAMA, 2001. p, 31.

MAITY, J.P; CHEN, C.; BUNDSCHUH, J.; BHATTACHARYA, P. Microalgae for third generation biofuel production, mitigation of greenhouse gas emissions and wastewater treatment: Present and future perspectives – A mini review. **Energy**, v.78, p. 104-113, 2014.

MATEUCCI, S.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington. Secretaría General Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 1982.

MATA, T.M.; MARTINS, A.A.; CAETANO, N.S. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.14, p. 217-232, 2010.

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

MARKERT, B., WECKERT, V. Time-and-site integrated long-term biomonitoring of chemical elements by means of mosses. **Toxicological Environmental Chemistry**, v. 40, p. 43-56, 1993.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. M.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v.5, n.35, p.679-686, 2004.

MELO, S.; HUSZAR, V.L.M. Phytoplankton in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): diel variation and species strategies. **Journal of Plankton Research**, v.22, n.1, p.63-76, 2000.

MELO, S.; HUSZAR, V.L.M.; ROLAND, F.; ESTEVES, F.A.; BOZELLI, R. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes (Batata lake and Mussura lake, Para, Brasil) with different mixing regimes. **Amazoniana**, v.18, n.1-2, p.1-10, 2004.

MELO, S.; REBELO S.R.M.; SOUZA, K.F.; SOARES C.C.; SOPHIA, M.G. Desmídias com ocorrência planctônica, In: SANTOS, S.E.N.; APRILE, F.M.; SCUDELLER, V.V.; MELO, S. **Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultura do baixo rio Negro, Amazônia Central**. Manaus: INPA, 2005. 246 p.

MELO, S.; SOUZA, K.F.; REBELO, S.R.M.; SOPHIA, M.G. Gêneros *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs e *Micrasterias* C. Agardh (Conjugatophyceae – Desmidiaceae) de dois ambientes amazônicos de águas pretas (Manaus, Amazonas – Brasil). **Acta Amazônica**, v.39, n.1, p.13-19, 2009.

MENEZES, R.S; LELES, M.I.G.; SOARES, A.T.; FRANCO, P.I.M.; ANTONOISI FILHO, N.R.; SANT'ANNA, C.L.; VIEIRA, A.A.H. Avaliação da potencialidade

de microalgas dulcícolas como fonte de matéria-prima graxa para a produção de biodiesel. **Química Nova**, v.13, n.1, p.10-15, 2013.

MIRANDA, R.G.; PEREIRA, S.F.P.; ALVES, D.T.V.; OLIVEIRA, G.R.F. Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia - Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físicoquímicos. **Revista Ambiente & Água**. v.4, n.2, p.75-92, 2009.

NABOUT, J.C.; NOGUEIRA, I.S.; OLIVEIRA, L.G. Phytoplankton community of floodplain lakes of the Araguaia River, Brazil, in the rainy and dry seasons. **Journal of Plankton Research**, v.28, p.181-193, 2006.

NABOUT, J.C., NOGUEIRA, I.S., OLIVEIRA, L.G.; MORAIS, R.R. Phytoplankton diversity (alpha, beta and gamma) from the Araguaia River tropical floodplain lakes (Central Brazil). **Hydrobiologia**, v.575, p.455-461, 2007.

NEJAT, P.; JOMEHZADEH, F.; TAHERI, M.M.; GOHARI, M.; MAJID, M.Z.A. A global review of energy consumption, CO₂ emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO₂ emitting countries). **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.43, p.843- 862, 2015.

NETA PINTO, A.G.; SILVA, M.S.R.; PASCOLATO, D.; COSTA SANTOS, H.M. Efeito da contribuição antrópica sobre as águas do Rio Negro, na cidade de Manaus, Estado do Amazonas. **Caminho da Geografia**, v.10, n.29, p. 26-32, 2009.

OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 427, p. 101-112, 2000.

OLIVEIRA, J. E. **Caracterização da comunidade potamofitoplanctônica da bacia do rio Araguari (AP) nos períodos de seca e chuva (2004, 2005 e 2006)**. 2007. 91p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Goiás / UFG, Goiânia, 2007.

PALÁEZ,-RODRIGUEZ, M.; PERET, A.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. Análise da qualidade da água e aplicação do índice de proteção de vida aquática (IVA) em duas sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu. In: ESPÍNDOLA, E.L.G.; PASCHOAL, C.M.R.B.; ROCHA, O.; BOHRER, M.B.C.; OLIVEIRA-NETO, A.L. **Ecotoxicologia – Perspectivas para o Século XXI**. São Carlos. Rima, 2000. p. 95-114.

PALMER, M. W. Estimating species richness: the second order jackknife reconsidered. **Ecology**, n. 72, p.1512-1513, 1991.

PEARL, H.W. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae(Cyanobacteria). In: SANDGREN, C.D. **Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton**. Cambridge University Press,1988. p. 261-315.

- PENG, C.; ZHANG, L.; ZHENG, Y.; LI, D. Seasonal succession of phytoplankton in response to the variation of environmental factors in the Gaolan River, Three Gorges Reservoir, China. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, v. 31, p. 737-749, 2013.
- PETTS, G.E. Rivers: Dynamic Components of Catchment Ecosystems. In: CALOW, P.; PETTS, G.E. **The River Handbook: Hydrological and Ecological Principles**.1994. p. 3 -22.
- PINILLA, G. A. Vertical distribution of phytoplankton in a clear water lake of Colombian Amazon (Lake Boa, Middle Caquetá) **Hydrobiologia**, v. 568, p. 79-90, 2006.
- POTAPOVA, M.; CHARLES, D.F. Choice of substrate in algae-based water-quality assessment. **Journal Information**, v. 24, n. 2, p. 415-427, 2005.
- PULZ, O.; GROSS, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. **Applied Microbiology Biotechnology**, v. 65, p. 635-648, 2004.
- RABINOWITZ, D.; RAPP, J. K.; DIXON, P. M. Competitive abilities of sparse grass species: means of persistence or cause of abundance. **Ecology**, v. 65, n. 4, p. 1144-1154, 1984.
- RAUPP, S.V.; TORGAN, L.; MELO, S. Planktonic diatom composition and abundance in the Amazonian floodplain Cutiuau Lake are driven by the flood pulse. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v.21, n.2, p.227-234, 2009.
- REN, H.; LIU, B.; MA, C.; ZHAO, L.; REN, N. A new lipid-rich microalga *Scenedesmus* sp. strain R-16 isolated using Nile red staining: effects of carbon and nitrogen sources and initial pH on the biomass and lipid production. **Biotechnol Biofuels**, v.6, n.1, p.1, 2013.
- REYNOLDS. The response of phytoplankton communities to changing lake environments. **Journal of hydrology**, v. 49, n. 2, p. 220-236, 1987.
- REYNOLDS, C.S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of plankton research**, v.24, n.5, p. 417-428, 2002.
- REYNOLDS, C.S. **Ecology of Phytoplankton**. Cambridge. Cambridge University Press. 2006.
- RIXEN, T.; BAUM, A.; SEPRYANY, H.; POHLMAN, T.; JOSE, C.; SAMIAJI, J. Dissolved oxygen and its response to eutrophication in a tropical black water river. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 8, p. 1730-1737, 2012.
- RODARTE, B., BECERRA-ABSALON, I., MONTEJANO, G. A., OSORIO-SANTOS, K., ALBALOIS, L., LEON-TEJERA, H.; SEGAL-KISCHINEVZKY, C. Morphological and Molecular Characterization of *Brasilonema roberti-lamii*

(Cyanophyceae, Nostocales, Scytonemataceae), from Central Mexico. **Phytotaxa**, v.164, n.4, p. 255-264, 2014.

RODOLFI, L.; ZITTELLI, C.G.; BASSI, N.; PADOVANI, G., BIONDI, N.; BONINI, G.; TREDICI, M.R. Microalgae for oil: strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor. **Biotechnology and Bioengineering**, v.102, n.1, p.100-120, 2009.

ROUND, F.E. Diatoms in river water-monitoring studies. **Journal of Applied Phycology**, n.3, p.129-145, 1991.

ROUND, F.E. **A Review and Methods for the Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality**. London. HMSO, 1993. p. 63.

RŮŽIČKA, J. **Die Desmidiaceen Mitteleuropas**. Stuttgart. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1977. p, 291.

SACCARO JUNIOR, N.L. **A regulamentação de acesso a recursos genéticos e repartição de benefícios: disputas dentro e fora do Brasil**. Brasília. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2011.

SÁNCHEZ, M.L.; PÉREZ, G.L.; IZAGUIRRE, I. PIZARRO, H. Influence of underware light climate on periphyton and phytoplankton communities in shallow lakes from the Pampa plain (Argentina) with contrasting steady states. **Journal of Limnology**, v.72, n.1, p. 62-78, 2013.

SAND-JENSEN, K.; BORUM, J. Interactions among phytoplankton, periphyton and macrophytes in temperate freshwaters and estuaries. **Aquatic Botany**, v.41, p. 137-175, 1991.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; AGUJARO, L. F. CARVALHO, M. C.; CARVALHO, L. R.; SOUZA, R. C. R. **Identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais**. Rio de Janeiro. Interciências, 2006.

SANT'ANNA, C.L.; MARTINS, D.V. Chlorococcales (Chlorophyceae) dos lagos Cristalino e São Sebastião, Amazonas, Brasil: taxonomia e aspectos limnológicos. **Revista Brasileira de Botânica**, v.5, p.67- 82, 1982.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. **Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Editora UFPR, 2006. p. 19-42.

SANTOS, F.M. **Lagoa dos Índios: Ecossistema Preservado, Qualidade de Vida Assegurada**. 2006. 36 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Macapá /FAMA, Macapá, 2006.

- SASSI, P.G.P. **Uso de microalgas com potencial para produção de biodiesel e mitigação de impactos ambientais**. 2016. 137 f. Dissertação (Mestrado) UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA/UFPB, João Pessoa, 2016.
- SILVA-CUNHA, M.G.G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; ALMEIDA, C.D.P. **Estrutura e Distribuição do microfitoplancton na região compreendida entre o Amapá e a Paraíba**. In: Encontro Brasileiro do Plancton. Recife: Anais Encontro Brasileiro do Plâncton, Recife. Universidade Federal de Pernambuco, 1991.
- SILVA, K.P.B.; COSTA, M.M.S.; 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 Botânica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 890-898, 2011.
- SILVA, I.G.; MOURA, A.N.; DANTAS, E.M.; BITTENCOURT – OLIVEIRA, M.C. Structure and dynamics of Phytoplankton in an Amazon lake, Brazil. **Revista Biologia Tropical**, v.58, n.4, p.1421 – 1436, 2010.
- SILVEIRA JÚNIOR, A. M. **Composição e biomassa microfitoplanctônica associadas a variáveis físico e químicas em dois transectos da zona estuarina do Rio Amazonas (Amapá, Amazônia, Brasil)**. 2012. 93 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amapá/UNIFAP, Macapá, 2012.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos. RIMA, 2003. p.106.
- SIRTORI, C. **Estudo da Potencialidade do Processo Eletroquímico para Remediação de Águas Contaminadas por Cianobactérias**. 2006.109 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná/UFPR, Curitiba, 2006.
- SHRIVASTAVA, A. K.; SWAROOP, J.; JAIN, N. Effect of seed on BOD exertion. **Indian Journal of Environmental Health**, v.42, n.2, p.75-78, 2000.
- SMITH, E. P.; VAN BELLE, G. Nonparametric estimation of species richness. **Biometrics**, n.40, p.119-129, 1984.
- SPEEDY, R.R; FISHER, N.B.; McDONALD, D.B. Algal removal in unit processes. **Journal of the American Water Works Association**, v.61, n.6, p.289-92, 1969.
- SPOLAORE, P. JOANNIS-CASSAN, C. DURAN, E.; ISAMBERT, A. Commercial applications of microalgae. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.101, p.87-96, 2006.
- SORANSO, A.M.; GABRIEL FILHO, A.; LOPES, A.; SOUZA, E.G.; DABDOB, M.J.; FURLANI, C.E.A.; CAMARA, F.T. Desempenho dinâmico de um trator agrícola utilizando biodiesel destilado de óleo residual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.5, p.553, 2008.

STEVENSON, R.J.; SMOL, J.P. Use of algae in environmental assessments. In **Freshwater algae of North America, ecology and classification**. San Diego: Academic Press, 2003. p.775-804.

SOUSA, T.M. **Comunidade fitoplanctônica de lagoas de altitude na Amazônia**. 2015. 79 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ Rio de Janeiro, 2015.

SOUZA, K.F.; MELO, S. Desmídias filamentosas (Conjugatophyceae) de um lago de inundação de águas pretas na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 2, p.257-268, 2010.

SOUZA, K.F.; MELO, S. Levantamento taxonômico de desmídias (Chlorophyta) do lago Novo (Amapá, Brasil): Gêneros *Staurastrum*, *Stauroidesmus* e *Xanthidium*. **Acta Amazônica**, v. 41, n. 3, p. 335-346, 2011.

SPOLAORE, P. JOANNIS-CASSAN, C. DURAN, E. AND ISAMBERT, A. Commercial applications of microalgae. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.101, p. 87-96, 2006.

SZE, P. **A biology of the algae**. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 1993, p. 259.

TANG, D.; HAN, W.; LI, P.; MIAO, X.; ZHONG, J. CO₂ biofixation and fatty acid composition of *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella pyrenoidosa* in response to different CO₂ levels. **Bioresource Technology**, v.102, n.3, p. 3071-3076, 2011.

TAVARES, M.D.R.M. **Estrutura da comunidade microfitoplanctônica da área de influência da UHE de Tucuruí-Pará**. 2011. 55 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Pará / (UFPA), Belém, 2011.

TAKIYAMA, L.R; SILVA, A.Q. COSTA, W.J.P. ; NASCIMENTO, H.S. Qualidade das Águas das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. In: TAKIYAMA, L.R. ; SILVA, A.Q. (Org.). **Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú, Macapá AP**. CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA IEPA, 2003, p.81-104.

TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C. Distribuição espaçotemporal da comunidade fitoplanctônica. In: VAZZOLER, A.E.A.M; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, 1997. p. 105-116.

THOMAZ, D.O.; SANTOS, S.U.S.; FERREIRA, S.D. **Afirmção do espaço construído e a negação do ambiental: análise da Lagoa dos Índios em Macapá/AP**. Anais XVII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, São Paulo-SP, 2017.

THOMAZ, S.M.; ROBERTO, M.C.; BINI, L.M. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLER, A.E.A.M; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, 1997. p. 73-102.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos. RiMa, 2003.

UENO, Y.S.; NAGATA, T.; TSUTSUMI, A.; HASEGAWA, M.; WATANABE, H.; PARK, G.; CHEN, G. Detection of Microcystins, a Blue-green Algal Hepatotoxin, in Drinking Water Samples in Haimen and Fusui, Endemic Areas of Primary Liver Cancer in China, by Highly Sensitive Immunoassay. **Carcinogenesis**, v.17, n. 6, p. 1317- 1321, 1996.

UHERKOVICH, G. Algen aus einigen Gewässern Amazoniens. **Amazoniana**, v.7, n.2, p.191 – 219, 1981.

UNU-IAS. United Nations University – Institute of Advanced Studies: Report. **Bioprospecting of Genetic Resources in the Deep Seabed: Scientific, Legal and Policy Aspects**. 2005.

VASCONCELOS, V.M.O. **Toxicologia de cianobactérias: Distribuição de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em águas doces portuguesas: Bioacumulação em bivalves**. 1995. 136 f. Tese (doutorado) Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto Portugal. 1995.

VERITY, P.G. Effects of temperature, irradiance, and daylength on the marine diatom *Leptocylindrus danicus* Cleve. I. Photosynthesis and cellular composition. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, n. 55, p. 79-91, 1981.

VIDOTTI, E.C.; ROLLEMBERG, M.C.E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e a química analítica. **Química Nova**, v. 27, n.1, p. 139-145, 2004.

VILHENA, J.C.E. **Estudo ficológico do reservatório da UHE Ferreira Gomes, Amapá: análise das variáveis físico-químicas da qualidade da água e da relação destas com o fitoplâncton**. 2016.108 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amapá /UNIFAP, Macapá, 2016.

WANG, X.L., LU, Y.L., HE, G.Z., HAN, J.Y.; WANG, T.Y. Exploration of relationships between phytoplankton biomass and related environmental variables using multivariate statistic analysis in a eutrophic shallow lake: A 5-year study. **Journal of Environmental Sciences**, v.19, n.8, p.920-927, 2007.

WILSON, J.G. The role of bioindicators in estuarine management. **Estuaries**, v. 17, p. 94-101, 1994.

WETZEL, R.G. Benthic Algae and Nutrient Cycling in Lentic. Freshwater Ecosystems. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. **Algal Ecology: Freshwater Benthic ecosystems**. San Diego. Academic Press, 1996. p.641-667.

WIJFFELS, R H.; BARBOSA, M.J. An outlook on microalgal biofuels. **Science**, v.329, n.5993, p.796-799, 2010.

YOO, C., JUN, S.Y., LEE, J.Y.; AHN, C.Y.; OH, H.M. Selection of microalgae for lipid production under high levels carbon dioxide. **Bioresource Technology**, v.101, n.1, p. 71-74, 2010.

YU, X.; ZHAO, P.; HE, C.; LI, J.; TANG, X.; ZHOU, J.; HUANG, Z. Isolation of a novel strain of *Monoraphidium* sp. and characterization of its potential application as biodiesel feedstock. **Bioresource Technology**, v.121, p. 256-262, 2012.

YUNES, J.S. Programa AGUAAN- Agilização do Gerenciamento e Utilização de Águas com Algas Nocivas. Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária Ambiental, Porto Alegre- RS, Brasil. 2000, p. 273.

ZALOCAR DE DOMITROVIC, Y. Structure and variation of the Paraguai River phytoplankton periods of its hydrological cycle. **Hydrobiologia**, v.472, p. 177-196, 2002.

ZHANG, N.; LI, H.; JEPPESEN, E.; LI, W. Influence of substrate type on periphyton biomass and nutrient state at contrasting high nutrient levels in a subtropical shallow lake. **Hydrobiologia**, v.710, p. 129-141, 2013.

ZHU, L. Microalgal culture strategies for biofuel production: a review. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v.9, n.6, p.801–814, 2015.

Anexo 1 – Tabela geral dos grupos algais encontrados na Lagoa dos Índios, Macapá, Amapá.

Tabela 6 – Grupos taxonômicos, frequência de ocorrência e classe de frequência das microalgas e cianobactérias da Lagoa dos Índios, estudados durante o período de estudo. Em as espécies que foram exclusiva para o ano.

GRUPOS TAXONÔMICOS	ANOS			FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA				CF
	2008	2012	2016 /17	CHUVA		ESTIAGEM		
				FA	FR%	FA	FR%	
BACILLARIOPHYCEAE								
Amphipleuraceae								
<i>Frustulia</i> sp.1	X	X		4	11,111	3	8,333	PF
Brachysiraceae								
<i>Nupela</i> sp.1	X	X	X	4	11,111	5	13,889	PF
Eunotiaceae								
<i>Actinella</i> sp.1	X	X		1	2,778	4	11,111	PF
<i>Eunotia</i> sp.1	X	X		3	8,333	2	5,556	PF
<i>Eunotia</i> sp.2	X	X	X	2	5,556	2	5,556	PF

<i>Eunotia</i> sp.3	X	X	X	4	11,111	4	11,111	PF
<i>Eunotia</i> sp.4	X		X	1	2,778	3	8,333	PF
Diploneidaceae								
<i>Diploneis</i> sp.1	X			2	5,556	2	5,556	E
Naviculaceae								
<i>Gyrosigma</i> sp.1	X	X		3	8,333	3	8,333	PF
<i>Navicula</i> sp.1			X	0	0,000	1	2,778	E
Pinnulariaceae								
<i>Pinnularia</i> sp.1	X	X	X	12	33,333	10	27,778	F
Tabellariaceae								
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	X	X	X	10	27,778	7	19,444	F
Surirellaceae								
<i>Stauroneis</i> sp.1	X	X	X	4	11,111	3	8,333	PF
<i>Stenopterobia</i> sp.1	X		X	0	0,000	5	13,889	PF
<i>Surirella</i> sp.1	X		X	3	8,333	1	2,778	PF
CHLOROPHYCEAE								
Coleochaetaceae								
<i>Coleochaete</i> sp.1			X	1	2,778	0	0,000	E
Chaetophoraceae								
<i>Chaetophora</i> sp.1	X		X	3	8,333	1	2,778	PF
Characiaceae								
<i>Characium</i> sp.1	X		X	1	2,778	1	2,778	E

Chlorococcaceae								
<i>Chlorococcum infusionum</i> (Schrank) Meneghini	X			2	5,556	0	0,000	E
Hydrodictyaceae								
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	X	X	X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Sorastrum</i> sp.1			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Sorastrum spinulosum</i> Nägeli	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Tetraëdron gracile</i> (Reinsch) Hansgirg	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Tetraëdron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg	X			1	2,778	0	0,000	E
Neochloridaceae								
<i>Golenkinia</i> sp.1			X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Golenkinia viridis</i> (Frenzel) Printz	X			3	8,333	1	2,778	PF
Oedogoniaceae								
<i>Bulbochaete</i> sp.1	X	X	X	2	5,556	10	27,778	E
<i>Oedogonium</i> sp.1	X	X	X	13	36,111	13	36,111	MF
Radiococcaceae								
<i>Coenochloris fottii</i> (Hindák) Tsarenko	X			3	8,333	1	2,778	PF
Scenedesmaceae								
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) P.M.Tsarenko	X	X		2	5,556	1	2,778	E
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris		X	X	7	19,444	7	19,444	PF
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A.Braun	X			1	2,778	0	0,000	E

<i>Coelastrum proboscideum</i> Bohlin	X			2	5,556	0	0,000	E
<i>Coelastrum reticulatum</i> (P.A.Dangeard) Senn	X	X	X	5	13,889	4	11,111	PF
<i>Dimorphococcus</i> sp.1		X	X	1	2,778	4	11,111	PF
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim)	X	X		1	2,778	1	2,778	E
<i>Tetrastrum</i> sp.1		X		1	2,778	1	2,778	E
<i>Scenedesmus</i> sp.1			X	0	0,000	1	2,778	PF
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann		X		0	0,000	1	2,778	E
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat		X	X	2	5,556	2	5,556	E
<i>Scenedesmus parvus</i> (G.M.Smith) Bourrelly	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Pectinodesmus javanensis</i> (Chodat) E.Hegewald, C.Bock & Krienitz			X	1	2,778	0	0,000	E
Schizochlamydeaceae								
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M.Smith	X			3	8,333	1	2,778	PF
Selenastraceae								
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek		X	X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Ankistrodesmus bibraianus</i> (Reinsch) Korshikov		X	X		0,000	1	2,778	E
<i>Ankistrodesmus densus</i> Korshikov	X	X		2	5,556	1	2,778	E
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda		X	X	11	30,556	4	11,111	E
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov		X		0	0,000	1	2,778	E
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (W.B.Turner) Lemmermann	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Kirchneriella</i> sp.1		X	X	3	8,333	3	8,333	PF
<i>Kirchneriella</i> sp.2		X	X	2	5,556	2	5,556	PF
<i>Kirchneriella</i> sp. 3		X	X	1	2,778	2	5,556	E

<i>Monoraphidium</i> sp.1		X	X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Monoraphidium</i> sp.2		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Selenastrum</i> sp.1	X	X	X	2	5,556	3	8,333	E
<i>Selenastrum</i> sp.2		X	X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Tetrallantos</i> sp. 1		X		0	0,000	2	5,556	E
Spondylomoraceae								
<i>Pyrobotrys</i> sp.1			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Pyrobotrys</i> sp.2			X	1	2,778	0	0,000	E
Sphaerocystidaceae								
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	X			2	5,556	0	0,000	E
Sphaeropleales incertae sedis								
<i>Polyedriopsis spinulosa</i> (Schmidle) Schmidle	X			1	2,778	0	0,000	E
Palmellopsidaceae								
<i>Asterococcus</i> sp.1		X	X	3	8,333	7	19,444	PF
Treubariaceae								
<i>Treubaria</i> sp.1			X	1	2,778	2	5,556	E
Volvocaceae								
<i>Eudorina</i> sp.1	X	X	X	3	8,333	2	5,556	PF
<i>Pandorina</i> sp.1	X	X	X	6	16,667	5	13,889	PF
CHRYSOPHYCEAE								
Dinobryaceae								
<i>Dinobryon</i> sp.1		X		1	2,778	0	0,000	E

CONJUGATOPHYCEAE (ZYGNEMAPHYCEAE)

Closteriaceae

<i>Closterium acutum</i> Brébisson			X	0	0,000	3	8,333	E
<i>Closterium baillyanum</i> (Brébisson ex Ralfs) Brébisson	X	X		1	2,778	1	2,778	E
<i>Closterium diana</i> e Ehrenberg ex Ralfs	X			3	8,333	0	0,000	E
<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneghini ex Ralfs		X		0	0,000	1	2,778	E
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs	X	X	X	1	2,778	9	25,000	PF
<i>Closterium incurvum</i> Brébisson			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Closterium jenneri</i> Ralfs		X		3	8,333	0	0,000	E
<i>Closterium jenneri</i> var. <i>robustum</i> G.S.West			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson			X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Closterium lineatum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X		X	3	8,333	3	8,333	PF
<i>Closterium lunula</i> Ehrenberg & Hemprich ex Ralfs	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Closterium macilentum</i> Brébisson		X	X	2	5,556	0	0,000	E
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X	X	X	6	16,667	4	11,111	PF
<i>Closterium parvulum</i> Nägeli	X			3	8,333	0	0,000	E
<i>Closterium porrectum</i> Nordstedt		X	X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Closterium pseudolunula</i> O.Borge		X	X	1	2,778	3	8,333	PF
<i>Closterium rostratum</i> Ehrenberg ex Ralfs			X	2	5,556	0	0,000	E
<i>Closterium semicirculare</i> Willi Krieger & A.M.Scott		X	X	4	11,111	0	0,000	E
<i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X	X	X	6	16,667	6	16,667	PF
<i>Closterium</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E

<i>Closterium</i> sp.2	X	X	X	2	5,556	3	8,333	PF
<i>Closterium</i> sp.3	X		X	0	0,000	3	8,333	E
<i>Closterium</i> sp.4		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Closterium</i> sp.5		X		0	0,000	1	2,778	E
<i>Closterium</i> sp.6		X		0	0,000	1	2,778	E
<i>Closterium</i> sp.7			X	2	5,556	5	13,889	PF
<i>Closterium</i> sp.8			X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Closterium</i> sp.9			X	1	2,778	0	0,000	E
Desmidiaceae					0,000		0,000	
<i>Actinotaenium globosum</i> (Bulnheim) Teiling		X	X	2	5,556	4	11,111	PF
<i>Bambusina brebissonii</i> Kützing ex Kützing	X	X	X	8	22,222	7	19,444	F
<i>Cosmarium blyttii</i> Wille		X	X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Cosmarium contractum</i> O.Kirchner	X	X	X	4	11,111	1	2,778	PF
<i>Cosmarium denticulatum</i> Borge			X	2	5,556	1	2,778	PF
<i>Cosmarium elegantissimum</i> P.Lundell		X	X	3	8,333	3	8,333	PF
<i>Cosmarium excavatum</i> Nordstedt			X	0	0,000	4	11,111	PF
<i>Cosmarium intermedium</i> Delponte	X	X	X	6	16,667	1	2,778	PF
<i>Cosmarium lagoense</i> (Nordstedt) Nordstedt	X		X	2	5,556	3	8,333	PF
<i>Cosmarium lobatum</i> Børgesen		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Cosmarium margaritatum</i> (P.Lundell) J.Roy & Bisset			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Cosmarium obsoletum</i> (Hantzsch) Reinsch	X	X	X	2	5,556	2	5,556	PF
<i>Cosmarium ornatum</i> var. <i>pseudolagoense</i> Kurt Förster		X	X	2	5,556	1	2,778	E

<i>Cosmarium pachydermum</i> P.Lundell	X		X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Cosmarium phaseolus</i> Brébisson ex Ralfs		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i> P.Lundell	X	X	X	8	22,222	8	22,222	F
<i>Cosmarium pseudotaxichondrum</i> Nordstedt		X		2	5,556	2	5,556	PF
<i>Cosmarium punctulatum</i> Brébisson	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Cosmarium quadrum</i> P.Lundell			X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Cosmarium ralfsii</i> Brébisson ex Ralfs			X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Cosmarium regnellii</i> Wille		X	X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Cosmarium</i> sp.1	X			0	0,000	1	2,778	E
<i>Cosmarium</i> sp.2	X			0	0,000	1	2,778	E
<i>Cosmarium</i> sp.3	X			0	0,000	1	2,778	E
<i>Cosmarium</i> sp.4	X	X	X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Cosmarium</i> sp.5		X		2	5,556	0	0,000	E
<i>Cosmarium</i> sp.6		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Cosmarium</i> sp.7			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Cosmarium</i> sp.8			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Cosmarium</i> sp.9			X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Cosmarium</i> sp.10		X	X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Cosmarium</i> sp.11			X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Cosmarium subnudiceps</i> var. <i>angulare</i> Scott & Grönblad	X	X		3	8,333	0	0,000	E
<i>Cosmarium subspeciosum</i> var. <i>validius</i> Nordstedt			X	2	5,556	2	5,556	PF
<i>Cosmarium trinodulum</i> Nordstedt		X	X	2	5,556	0	0,000	E

<i>Desmidium baileyi</i> (Ralfs) Nordstedt	X	X	X	6	16,667	3	8,333	PF
<i>Desmidium coarctatum</i> Nordstedt		X	X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Desmidium grevillei</i> (Kützing ex Ralfs) De Bary 1	X		X	2	5,556	3	8,333	PF
<i>Desmidium swartzii</i> C.Agardh ex Ralfs			X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Desmodesmus aculeolatus</i> (Reinsch) P.M.Tsarenko		X		2	5,556	0	0,000	E
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) E.Hegewald		X		0	0,000	1	2,778	E
<i>Desmodesmus arthrodesmiformis</i> (Schröder) S.S.An, Friedl &E.Hegewald		X		0	0,000	1	2,778	E
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) E.Hegewald		X	X	3	8,333	0	0,000	E
<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	X	X	X	4	11,111	5	13,889	PF
<i>Desmodesmus maximus</i> (West & G.S.West) Hegewald			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.G.Richter) E.Hegewald		X	X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Desmodesmus</i> sp.1		X		1	2,778	1	2,778	E
<i>Desmodesmus</i> sp.2		X		0	0,000	2	5,556	E
<i>Desmodesmus</i> sp.3		X		0	0,000	3	8,333	E
<i>Docidium</i> sp.1			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Docidium undulatum</i> Bailey	X			2	5,556	1	2,778	E
<i>Euastrum abruptum</i> Nordstedt		X	X	3	8,333	1	2,778	PF
<i>Euastrum ansatum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X	X	X	5	13,889	2	5,556	PF
<i>Euastrum binale</i> Ehrenberg ex Ralfs			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Euastrum brasiliense</i> Borge	X		X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Euastrum evolutum</i> (Nordstedt) West & G.S.West	X	X	X	9	25,000	8	22,222	F
<i>Euastrum fissum</i> West & G.S.West	X	X	X	4	11,111	3	8,333	PF

<i>Euastrum gemmatum</i> Ralfs			X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Euastrum inerme</i> (Ralfs) P.Lundell		X		4	11,111	2	5,556	PF
<i>Euastrum obesum</i> var. <i>extensum</i> A.M.Scott & Prescott		X	X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Euastrum rectangulare</i> Fritsch & M.F.Rich			X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Euastrum simia</i> Willi Krieger			X	2	5,556	2	5,556	PF
<i>Euastrum</i> sp.1	X	X	X	2	5,556	2	5,556	PF
<i>Euastrum</i> sp.2		X	X	3	8,333	1	2,778	PF
<i>Euastrum subintegrum</i> var. <i>brasiliense</i> Grönblad			X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Groenbladia neglecta</i> (Raciborski) Teiling	X	X	X	4	11,111	4	11,111	PF
<i>Haplotaenium minutum</i> (Ralfs) Bando	X	X	X	4	11,111	8	22,222	PF
<i>Haplotaenium rectum</i> (Delponte) Bando		X	X	3	8,333	2	5,556	PF
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Brébisson ex Ralfs		X	X	3	8,333	5	13,889	PF
<i>Hyalotheca mucosa</i> Ralfs	X	X	X	5	13,889	2	5,556	PF
<i>Micrasterias abrupta</i> West & G.S.West	X	X		1	2,778	5	13,889	PF
<i>Micrasterias alata</i> Wallich	X	X	X	7	19,444	2	5,556	PF
<i>Micrasterias borgei</i> Willi Krieger			X	1	2,778	2	5,556	PF
<i>Micrasterias furcata</i> C. Agardh ex Ralfs	X	X		6	16,667	3	8,333	PF
<i>Micrasterias laticeps</i> Nordstedt	X	X	X	5	13,889	4	11,111	PF
<i>Micrasterias laticeps</i> var. <i>ampliata</i> Willi Krieger - Unchecked		X	X	3	8,333	2	5,556	PF
<i>Micrasterias mahabuleshwariensis</i> J.Hobson			X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Micrasterias pinnatifida</i> Ralfs	X	X		5	13,889	2	5,556	PF
<i>Micrasterias radiosa</i> Ralfs	X	X	X	4	11,111	3	8,333	PF

<i>Micrasterias</i> sp.1		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Micrasterias torreyi</i> var. <i>curvata</i> Willi Krieger	X	X	X	3	8,333	2	5,556	PF
<i>Micrasterias truncata</i> Brébisson ex Ralfs	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Octacanthium mucronulatum</i> (Nordstedt) Compère		X	X	1	2,778	4	11,111	PF
<i>Onychonema laeve</i> Nordstedt		X		3	8,333	0	0,000	E
<i>Phymatodocis</i> sp. 1		X	X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Pleurotaenium coronatum</i> (Brébisson) Rabenhorst		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (Ralfs) De Bary	X	X	X	11	30,556	4	11,111	F
<i>Pleurotaenium sceptrum</i> (Kützing) Nägeli	X	X		2	5,556	1	2,778	E
<i>Pleurotaenium trabecula</i> Nägeli		X	X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Pleurotaenium verrucosum</i> (Ralfs) H.C.Wood		X		2	5,556	1	2,778	E
<i>Spondylosium pulchrum</i> (Bailey) W.Archer		X	X	5	13,889	1	2,778	PF
<i>Spondylosium</i> sp. 1		X	X	4	11,111	5	13,889	PF
<i>Staurastrum angulatum</i> (West & G.S.West) Coesel & Meesters	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum bieneanum</i> Rabenhorst			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Staurastrum cosmarioides</i> Nordstedt	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum cyrtocerum</i> Brébisson	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum grillatorium</i> Nordstedt	X	X		6	16,667	1	2,778	PF
<i>Staurastrum hirsutum</i> var. <i>muricatum</i> (Brébisson ex Ralfs) Kurt Förster	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordstedt		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>cornutum</i> Wille	X	X		2	5,556	0	0,000	E
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>coronatum</i> A.M.Scott & Grönblad		X	X	3	8,333	2	5,556	PF

<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>insigne</i> West & G.S.West			X	1	2,778	3	8,333	E
<i>Staurastrum manfeldtii</i> Delponte		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum novae-caesareae</i> var. <i>brasiliense</i> (Grönblad) K.Förster		X	X	5	13,889	1	2,778	PF
<i>Staurastrum nudibrachiatum</i> Borge			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Staurastrum penicilliferum</i> Grönblad		X	X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Staurastrum pinnatum</i> var. <i>reductum</i> Willi Krieger			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Staurastrum productum</i> (West & G.S.West) Coesel		X		1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum quadrangulare</i> Brébisson	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum quadrinotatum</i> Grönblad – Unchecked	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum rotula</i> Nordstedt	X	X	X	8	22,222	7	19,444	F
<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve	X	X	X	7	19,444	5	13,889	PF
<i>Staurastrum</i> sp.1			X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Staurastrum</i> sp.2			X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Staurastrum</i> sp.3			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Staurastrum</i> sp.4			X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Staurastrum</i> sp.5			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurastrum</i> sp.6		X	X	4	11,111	0	0,000	PF
<i>Staurastrum submanfeldtii</i> var. <i>convergens</i> Grönblad - Unchecked			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Staurastrum teliferum</i> Ralf	X		X	5	13,889	5	13,889	PF
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordstedt	X		X	2	5,556	0	0,000	E
<i>Staurodesmus convergens</i> (Ehrenberg ex Ralfs) S.Lillieroth	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Brébisson) Teiling		X	X	2	5,556	3	8,333	PF

<i>Staurodesmus lobatus</i> (Børgesen) Bourrelly		X		0	0,000	1	2,778	E
<i>Staurodesmus maximus</i> (Borge) Teiling		X	X	0	0,000	3	8,333	E
<i>Staurodesmus</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurodesmus</i> sp.2		X		2	5,556	0	0,000	E
<i>Staurodesmus</i> sp.3		X		2	5,556	0	0,000	E
<i>Staurodesmus</i> sp.4		X	X	1	2,778	3	8,333	PF
<i>Staurodesmus</i> sp.5			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Staurodesmus</i> sp.6			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Staurodesmus triangularis</i> (Lagerheim) Teiling		X	X	4	11,111	2	5,556	PF
<i>Staurodesmus validus</i> (West & G.S.West) Thomasson		X	X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Teilingia</i> sp1.		X	X	1	2,778	2	5,556	PF
<i>Tetmemorus</i> sp.1	X			0	0,000	1	2,778	E
<i>Triploceras gracile</i> Bailey	X	X	X	4	11,111	4	11,111	PF
<i>Xanthidium antilopaeum</i> Kützing	X	X	X	5	13,889	2	5,556	PF
<i>Xanthidium regulare</i> Nordstedt	X	X	X	6	16,667	2	5,556	PF
<i>Xanthidium regulare</i> var. <i>asteptum</i> Nordstedt	X	X	X	7	19,444	0	0,000	PF
<i>Xanthidium trilobum</i> Nordstedt		X		2	5,556	0	0,000	E
Gonatozygaceae								
<i>Gonatozygon</i> sp.1	X		X	2	5,556	4	11,111	PF
<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary	X			5	13,889	1	2,778	PF
<i>Genicularia spirotaenia</i> (De Bary) De Bar	X			5	13,889	1	2,778	PF
Mesotaeniaceae								

<i>Netrium digitus</i> (Brébisson ex Ralfs) Itzigsohn & Rothe	X	X	X	3	8,333	9	25,000	PF
<i>Netrium</i> sp.1			X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Spirotaenia condensata</i> Brébisson in Ralfs	X			5	13,889	1	2,778	PF
<i>Roya</i> sp.1		X		1	2,778	0	0,000	E
Zygnemataceae								
<i>Mougeotia</i> sp.1	X	X	X	5	13,889	8	22,222	PF
<i>Spirogyra</i> sp.1	X		X	4	11,111	2	5,556	PF
<i>Spirogyra</i> sp.2	X		X	5	13,889	4	11,111	PF
<i>Spirogyra</i> sp.3	X	X		2	5,556	1	2,778	E
<i>Spirogyra</i> sp.4	X			3	8,333	2	5,556	PF
<i>Spirogyra</i> sp.5	X			0	0,000	1	2,778	E
<i>Spirogyra</i> sp.6	X		X	2	5,556	0	0,000	E
COSCINODISCOPHYCEAE								
Aulacoseiraceae								PF
<i>Aulacoseira</i> sp.1	X	X		4	11,111	1	2,778	PF
<i>Aulacoseira</i> sp.2	X	X		2	5,556	2	5,556	E
<i>Aulacoseira</i> sp.3			X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Aulacoseira</i> sp.4			X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Aulacoseira</i> sp.5	X	X		1	2,778	1	2,778	E
<i>Aulacoseira</i> sp.6			X	0	0,000	1	2,778	PF
CYANOPHYCEAE								
Aphanothecaceae								

<i>Aphanothece</i> sp.1	X		X	2	5,556	2	5,556	PF
Coelosphaeriaceae					0,000		0,000	
<i>Coelomoron</i> sp. 1			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Coelosphaerium</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E
Chroococcaceae								
<i>Cyanosarcina</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Chroococcus</i> sp.1			X	0	0,000	1	2,778	E
Gloeotrichiaceae								
<i>Gloeotrichia natans</i> Rabenhorst ex Bornet & Flahault		X		0	0,000	1	2,778	E
Leptolyngbyaceae					0,000		0,000	
<i>Planktolyngbyasp.</i> 1	X			1	2,778	0	0,000	E
Merismopediaceae								
<i>Aphanocapsa</i> sp.1		X	X	0	0,000	6	16,667	PF
<i>Aphanocapsa</i> sp.2			X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Aphanocapsa</i> sp.3			X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Merismopedia</i> sp.1	X	X	X	1	2,778	5	13,889	PF
<i>Merismopedia</i> sp.2	X			0	0,000	1	2,778	E
<i>Synechocystis</i> sp.1		X	X	0	0,000	2	5,556	E
Microcystaceae					0,000		0,000	
<i>Microcystis</i> sp.1	X		X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Microcystis</i> sp.2			X	1	2,778	0	0,000	E
Microcoleaceae								

<i>Arthrospira</i> sp.1	X	X	X	6	16,667	2	5,556	PF
<i>Planktothrix</i> sp.1	X	X	X	2	5,556	4	11,111	PF
Nostocaceae								
<i>Anabaena</i> sp.1	X	X	X	3	8,333	4	11,111	PF
<i>Anabaena</i> sp.2		X	X	4	11,111	1	2,778	PF
<i>Anabaena</i> sp.3	X	X	X	1	2,778	3	8,333	PF
<i>Anabaena</i> sp.4			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Anabaena</i> sp.5			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Anabaena</i> sp.6	X		X	1	2,778	1	2,778	E
Oscillatoriaceae								
<i>Lyngbya</i> sp.1			X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Phormidium</i> sp.1	X	X	X	4	11,111	2	5,556	PF
<i>Plectonema</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	X		X	1	2,778	2	5,556	PF
<i>Oscillatoria</i> sp.1	X	X	X	7	19,444	4	11,111	PF
<i>Oscillatoria</i> sp. 2		X	X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Oscillatoria</i> sp. 3			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Oscillatoria</i> sp. 4			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Oscillatoria</i> sp. 5			X	0	0,000	3	8,333	E
Pseudanabaenaceae								
<i>Limnothrix</i> sp.1	X		X	0	0,000	3	8,333	E
<i>Pseudanabaena</i> sp.1	X		X	4	11,111	3	8,333	PF

Scytonemataceae									
<i>Scytonema</i> sp.1	X	X	X	4	11,111	8	22,222	PF	
Stigonemataceae									
<i>Stigonema</i> sp.1	X		X	3	8,333	4	11,111	PF	
Spirulinaceae									
<i>Spirulina</i> sp.1	X			2	5,556	0	0,000	E	
Rivulariaceae									
<i>Calothrix</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E	
DINOCHYCEAE									
Gymnodiniaceae									
<i>Gymnodinium</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E	
Peridiniaceae					0,000		0,000		
<i>Peridinium</i> sp.1	X	X	X	4	11,111	1	2,778	PF	
GLAUCOPHYCEAE									
Glaucocystaceae									
<i>Glaucocystis</i> sp. 1			X	1	2,778	4	11,111	PF	
EUGLENOPHYCEAE									
Astasiaceae									
<i>Gyropaigne</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E	
Euglenaceae									
<i>Euglena acus</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	X	X	X	8	22,222	9	25,000	F	
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda		X		0	0,000	2	5,556	E	

<i>Euglena</i> sp.1	X		X	2	5,556	1	2,778	E
<i>Euglena</i> sp.2			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Euglena spirogyra</i> Ehrenberg		X	X	3	8,333	2	5,556	PF
<i>Strombomonas</i> sp.1			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Strombomonas</i> sp.2			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) F.Stein	X	X	X	9	25,000	4	11,111	PF
<i>Trachelomonas caudata</i> (Ehrenberg) F.Stein			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein	X	X	X	6	16,667	8	22,222	PF
<i>Trachelomonas hispida</i> var. <i>crenulatocollis</i> (Maskell) Lemmermann			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Trachelomonas</i> sp.1	X	X		3	8,333	0	0,000	E
<i>Trachelomonas</i> sp.2	X	X	X	2	5,556	2	5,556	PF
<i>Trachelomonas</i> sp.3	X			0	0,000	1	2,778	E
<i>Trachelomonas</i> sp.4	X	X	X	4	11,111	3	8,333	PF
<i>Trachelomonas</i> sp.5			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Trachelomonas</i> sp.6			X	2	5,556	0	0,000	E
Phacaceae								
<i>Lepocinclis</i> sp.1		X	X	0	0,000	3	8,333	E
<i>Lepocinclis</i> sp.2			X	1	2,778	1	2,778	E
<i>Lepocinclis</i> sp.3			X	0	0,000	2	5,556	E
<i>Lepocinclis</i> sp.4			X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	X		X	1	2,778	2	5,556	E
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	X	X	X	9	25,000	7	19,444	F

<i>Phacus helikoides</i> Pochmann	X		X	2	5,556	3	8,333	PF
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	X	X	X	2	5,556	5	13,889	PF
<i>Phacus</i> sp.1	X			2	5,556	0	0,000	E
<i>Phacus</i> sp.2			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Phacus</i> sp.3			X	1	2,778	0	0,000	E
<i>Phacus</i> sp.4			X	1	2,778	0	0,000	E
KLEBSORMIDIOPHYCEAE								
Coccomyxaceae								
<i>Elakatothrix</i> sp. 1			X	0	0,000	1	2,778	E
MEDIOPHYCEAE								
Stephanodiscaceae								
<i>Cyclotella</i> sp.1	X			2	5,556	0	0,000	E
SYNUROPHYCEAE								
Synuraceae								
<i>Synura</i> sp.1	X	X	X	2	5,556	2	5,556	PF
<i>Synura</i> sp.2			X	0	0,000	1	2,778	E
TREBOUXIOPHYCEAE								
Botryococcaceae								
<i>Botryococcus</i> sp.1		X	X	2	5,556	1	2,778	PF
<i>Botryococcus</i> sp.2		X	X	3	8,333	1	2,778	E
Chlorellaceae								
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck [Beijerinck]	X	X	X	5	13,889	3	8,333	PF

<i>Dicloster acuatus</i>			X	0	0,000	1	2,778	E
<i>Dictyosphaerium</i> sp.1		X	X	2	5,556	6	16,667	PF
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C.Wood	X			1	2,778	0	0,000	E
<i>Micractinium</i> sp.1			X	0	0,000	1	2,778	E
Oocystaceae								
<i>Eremosphaera eremosphaeria</i> (G.M.Smith) R.L.Smith & Bold	X			2	5,556	0	0,000	E
<i>Nephrocytium</i> sp.1	X	X	X	3	8,333	1	2,778	PF
<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow	X			3	8,333	1	2,778	PF
<i>Oocystis</i> sp.1		X	X	1	2,778	1	2,778	E
XANTOPHYCEAE								
Characiopsidaceae								
<i>Characiopsis</i> sp.1			X	1	2,778	0	0,000	E
Ophiocytaceae								
<i>Ophiocytium</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E
Pleurochloridaceae								
<i>Isthmochloron</i> sp.1	X			2	5,556	0	0,000	E
Tribonemataceae								
<i>Tribonema</i> sp.1	X			1	2,778	0	0,000	E

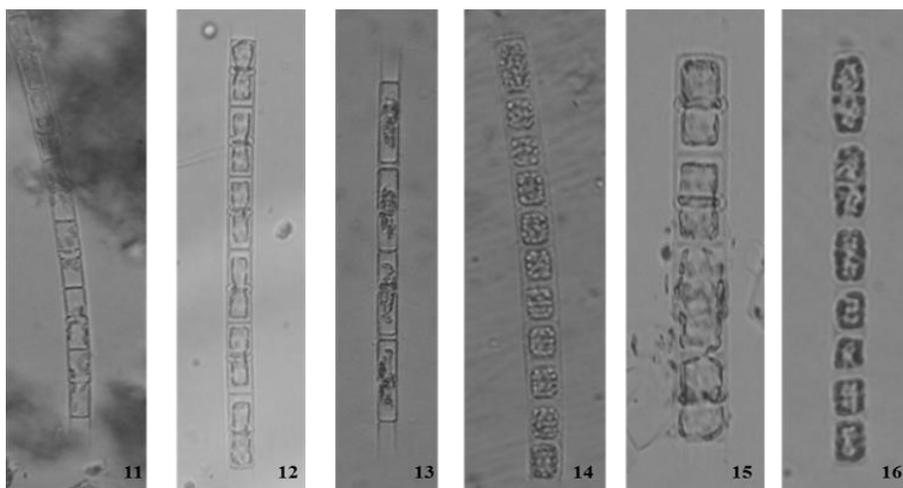
**Apêndice 1 – Prancha dos táxons identificados na Lagoa dos Índios,
Macapá, Amapá.**

+ BACILLARIOPHYCEAE



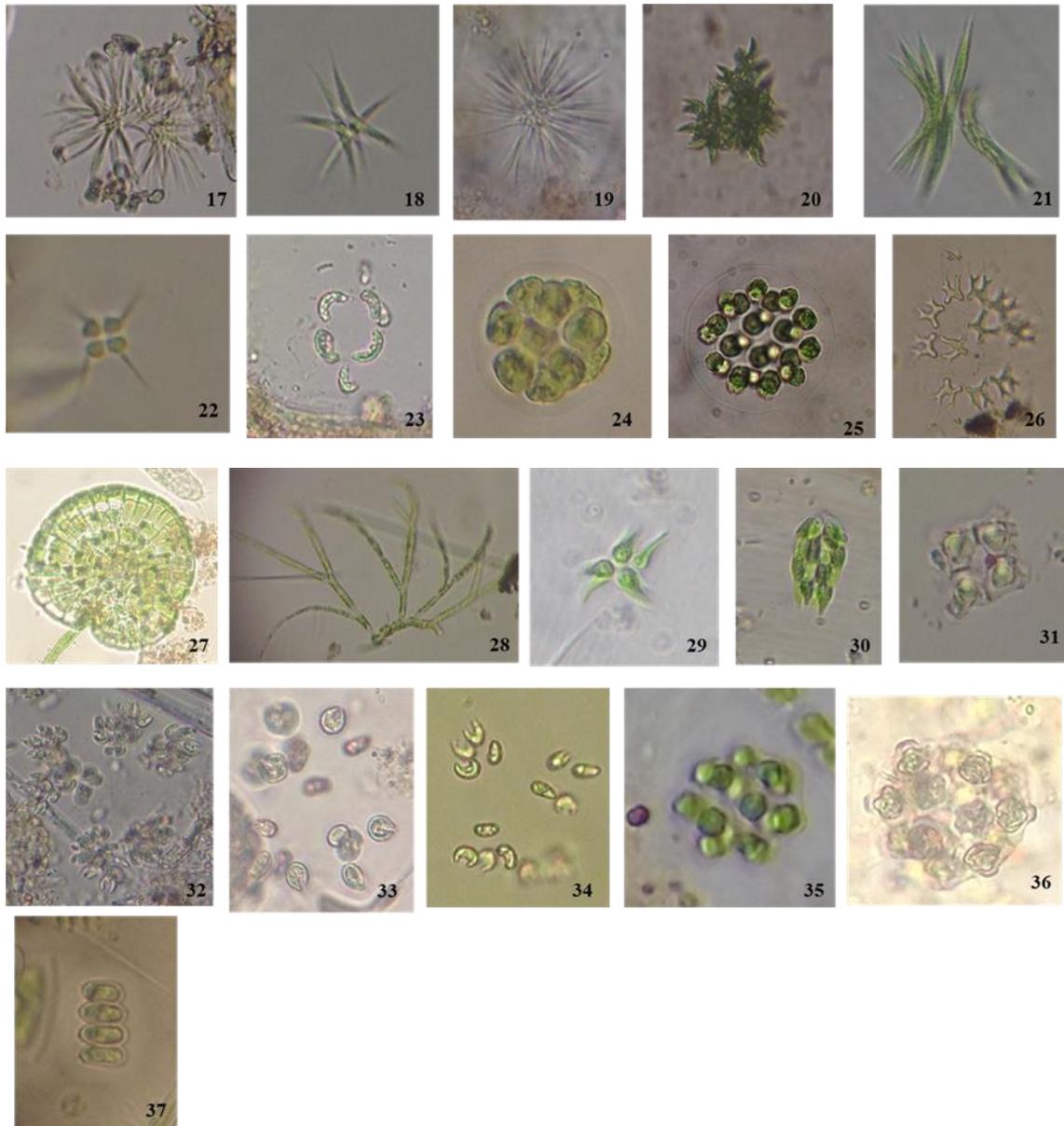
FIGURAS – 1: *Eunotia* sp.1; **2:** *Eunotia* sp.2; **3:** *Stenopterobia* sp.1; **4:** *Eunotia* sp.1; **5:** *Asterionella formosa*; **6:** *Pinnularia* sp.1; **7:** *Stauroneis* sp.1; **8:** *Actinella* sp.1; **9:** *Nupela* sp.1; **10:** *Surirella* sp.1.

+ COSCINODISCOPHYCEAE

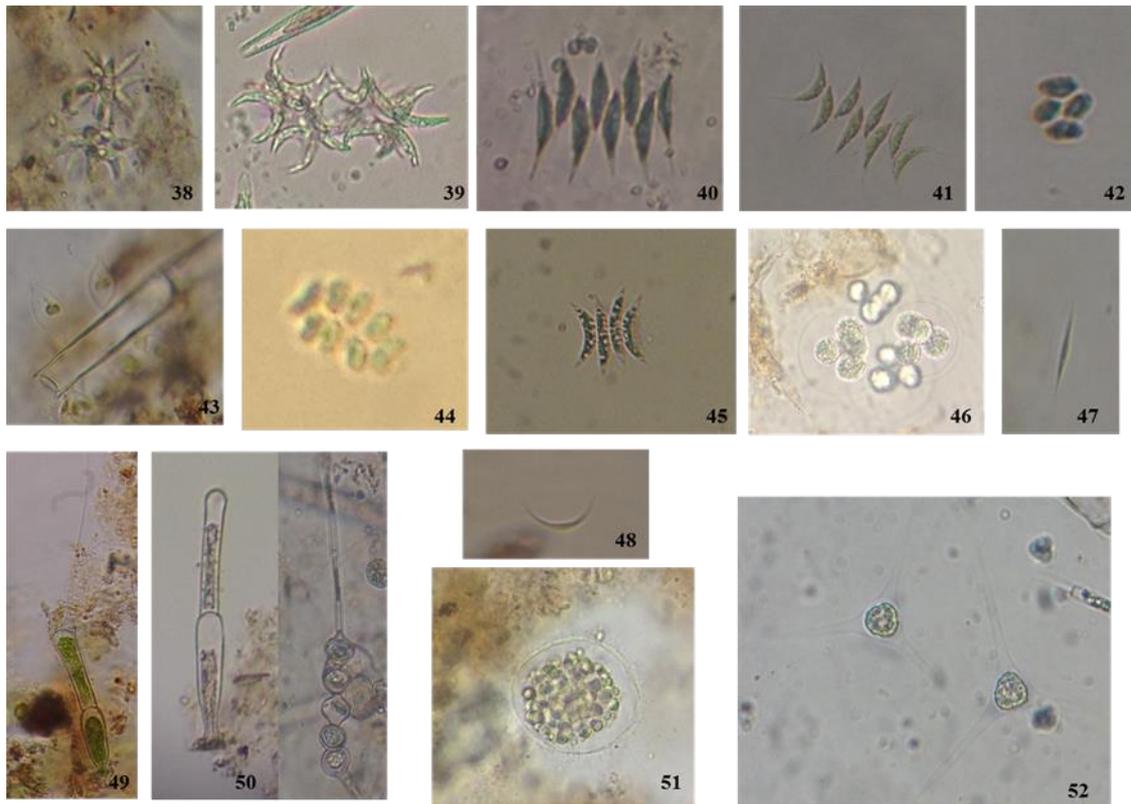


FIGURAS – 11: *Aulacoseira* sp.1; **12:** *Aulacoseira* sp.2; **13:** *Aulacoseira* sp.3; **14:** *Aulacoseira* sp.4; **15:** *Aulacoseira* sp.5; **16:** *Aulacoseira* sp.16.

 CHLOROPHYCEAE



FIGURAS – 17: *Ankistrodesmus spiralis*; **18:** *Ankistrodesmus fusiformis*; **19:** *Ankistrodesmus densus*; **20:** *Ankistrodesmus bibraianus*; **21:** *Ankistrodesmus bernardii*; **22:** *Tetrastrum* sp.1; **23:** *Tetrallantos* sp.1; **24:** *Pandorina* sp.1; **25:** *Eudorina* sp.1; **26:** *Pediastrum duplex*; **27:** *Coleochaete* sp.1; **28:** *Chaetophora* sp.1; **29:** *Pyrobotrys* sp.1; **30:** *Pyrobotrys* sp.2; **31:** *Coelastrum proboscideum*; **32:** *Kirchneriella* sp.1; **33:** *Kirchneriella* sp.2; **34:** *Kirchneriella* sp.3; **35:** *Coelastrum astroideum*; **36:** *Coelastrum reticulatum*; **37:** *Scenedesmus ecornis*.



FIGURAS – 38: *Selenastrum* sp.1; **39:** *Selenastrum* sp.2; **40:** *Pectinodesmus javanensis*; **41:** *Acutodesmus acuminatus*; **42:** *Scenedesmus* sp.1; **43:** *Characium* sp.1; **44:** *Scenedesmus arcuatus*; **45:** *Scenedesmus acuminatus*; **46:** *Asterococcus* sp.1; **47:** *Monoraphidium* sp.1; **48:** *Monoraphidium* sp.2; **49:** *Bulbochaete* sp.1; **50:** *Oedogonium* sp.1; **51:** *Golenkinia* sp.1; **52:** *Treubaria* sp.1.

✚ CHRYSOPHYCEAE

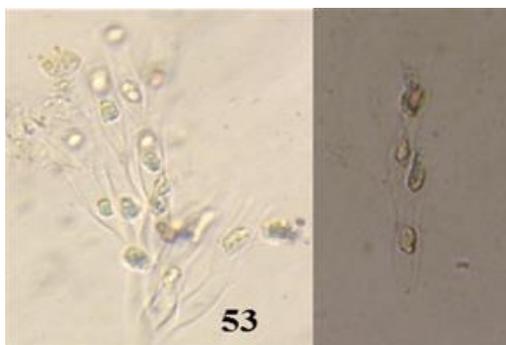
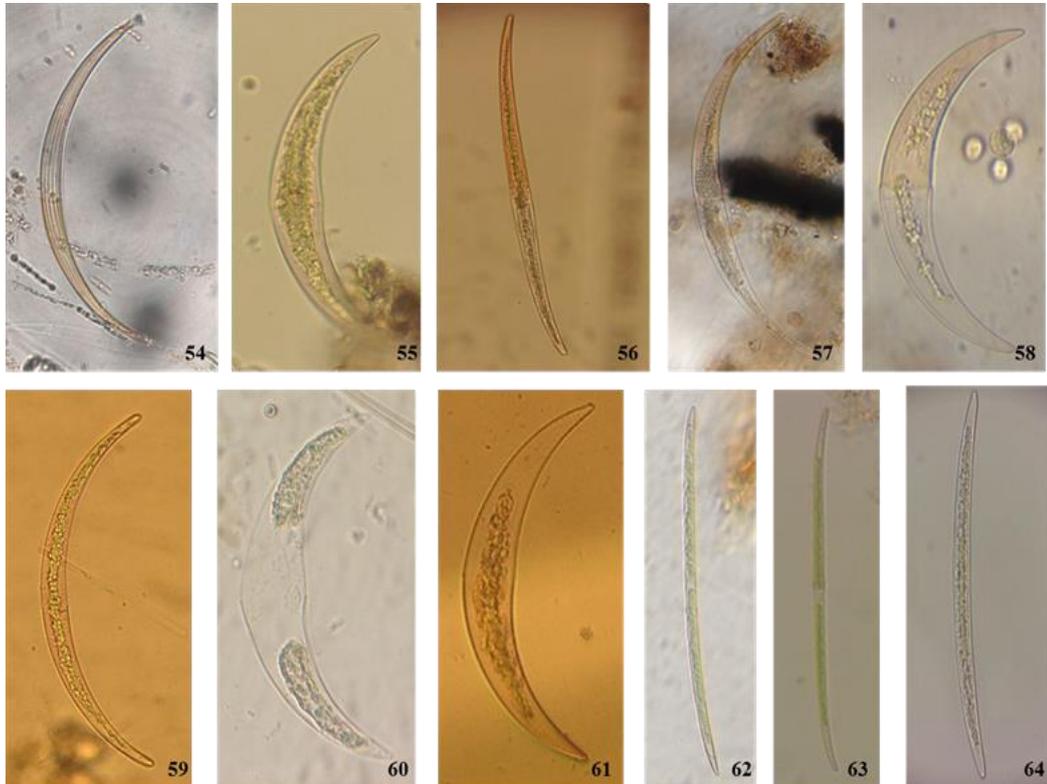
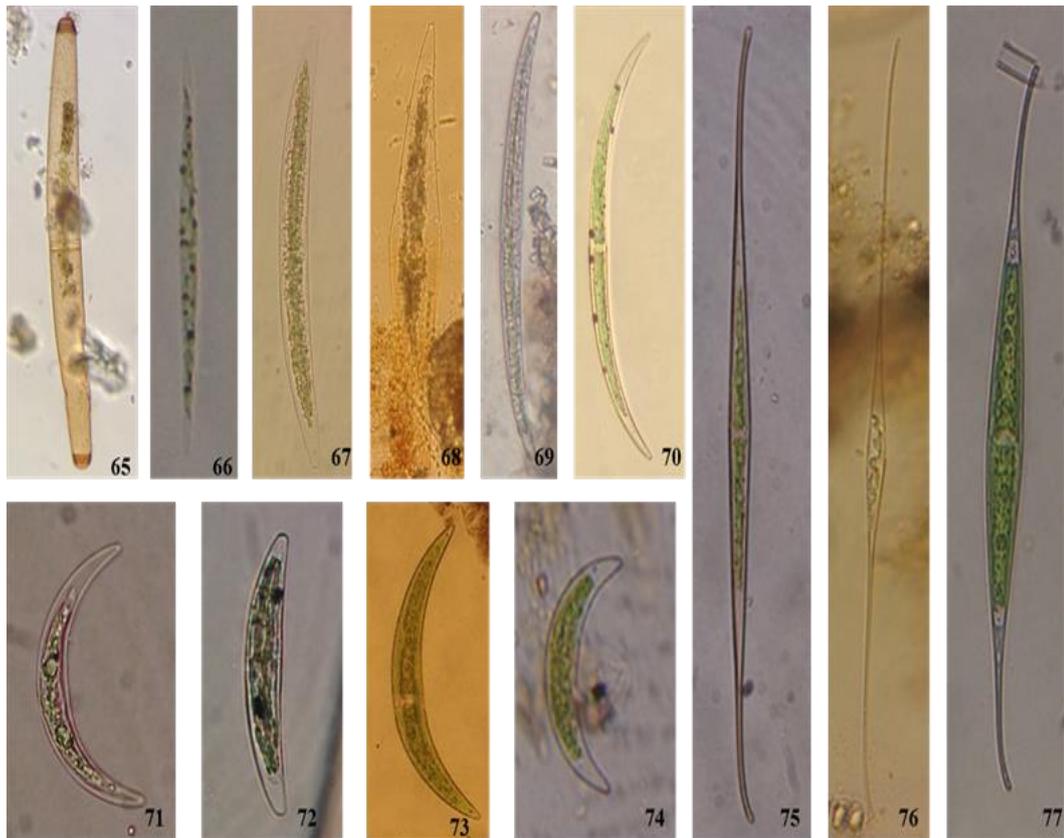


FIGURA – 53: *Dinobryon* sp.1.

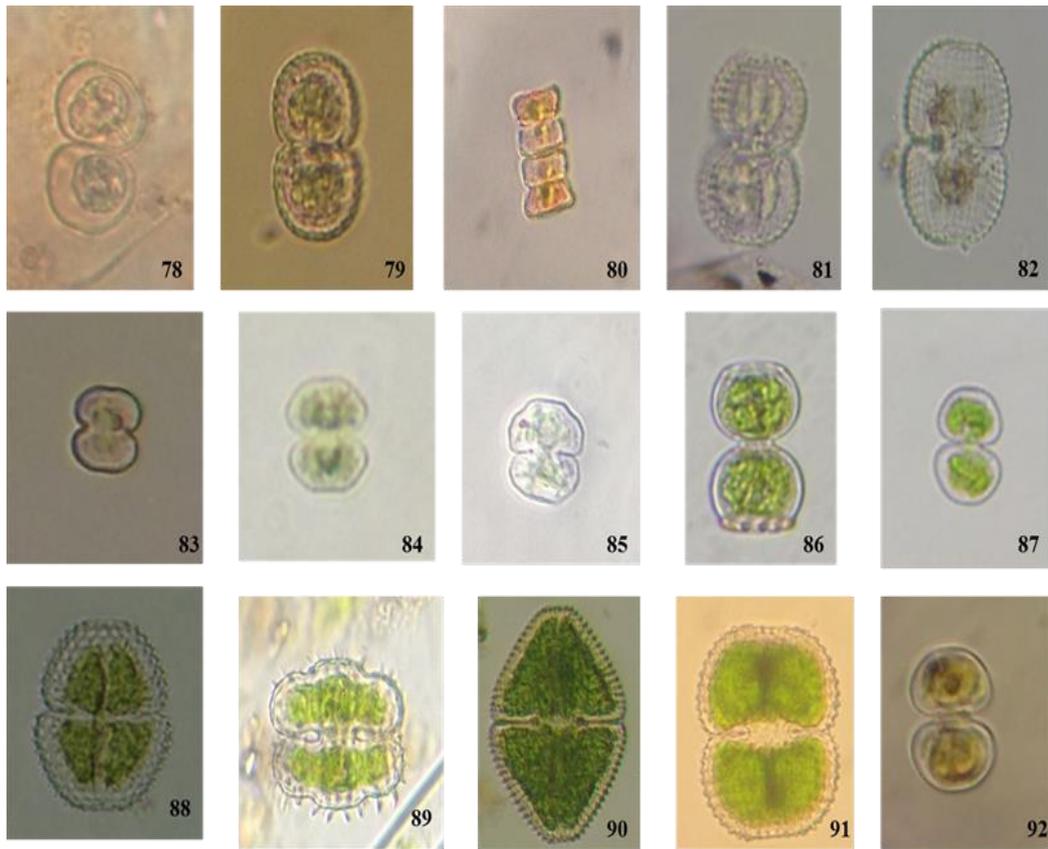
✚ CONJUGATOPHYCEAE



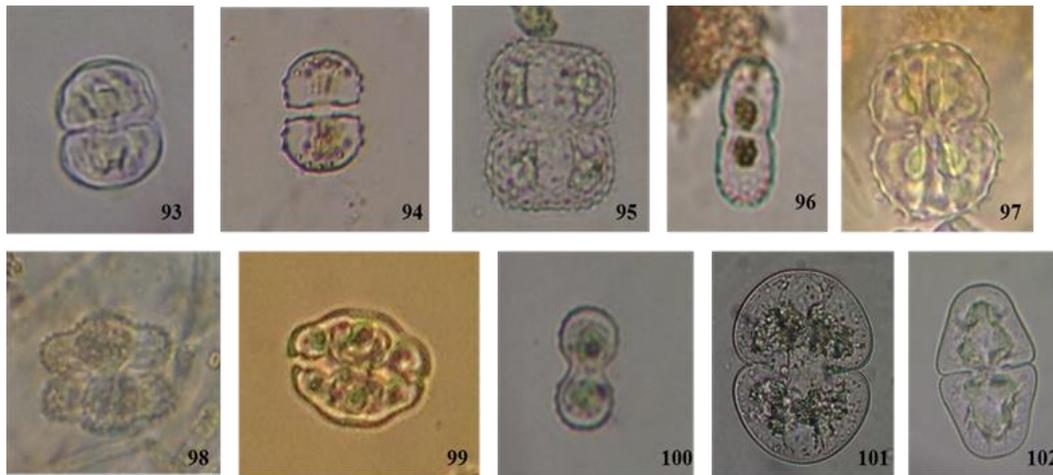
FIGURAS – 54: *Closterium* sp.1; **55:** *Closterium* sp.2; **56:** *Closterium* sp.3; **57:** *Closterium* sp.4; **58:** *Closterium semicirculare*; **59:** *Closterium porrectum*; **60:** *Closterium* sp.5; **61:** *Closterium moniliferum*; **62:** *Closterium lineatum*; **63:** *Closterium gracile*; **64:** *Closterium macilentum*.



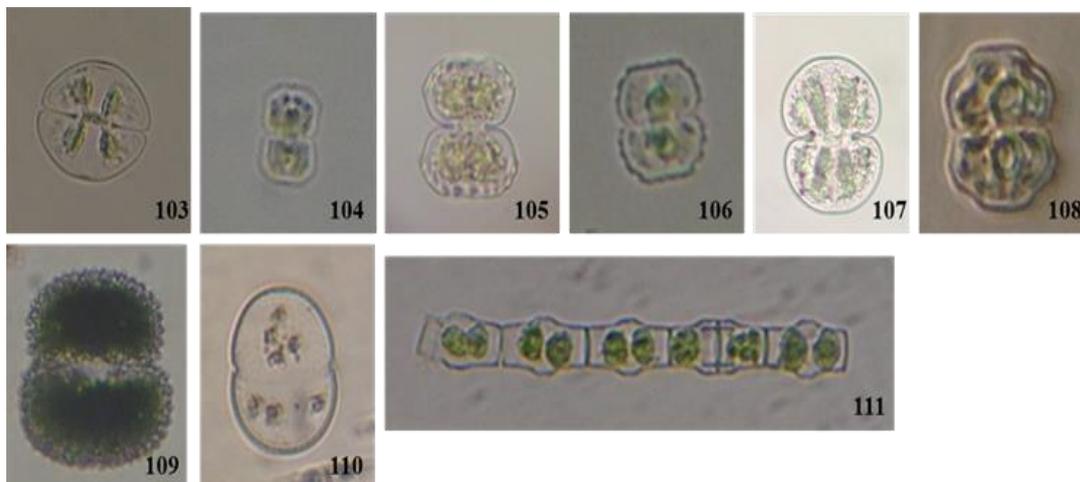
FIGURAS – 65: *Closterium baillyanum*; **66:** *Closterium acutum*; **67:** *Closterium pseudolunula*; **68:** *Closterium ehrenbergii*; **69:** *Closterium* sp.6; **70:** *Closterium* sp.7; **71:** *Closterium incurvum*; **72:** *Closterium* sp.8; **73:** *Closterium* sp.9; **74:** *Closterium jenneri* var. *robustum*; **75:** *Closterium kuetzingii*; **76:** *Closterium setaceum*; **77:** *Closterium rostratum*.



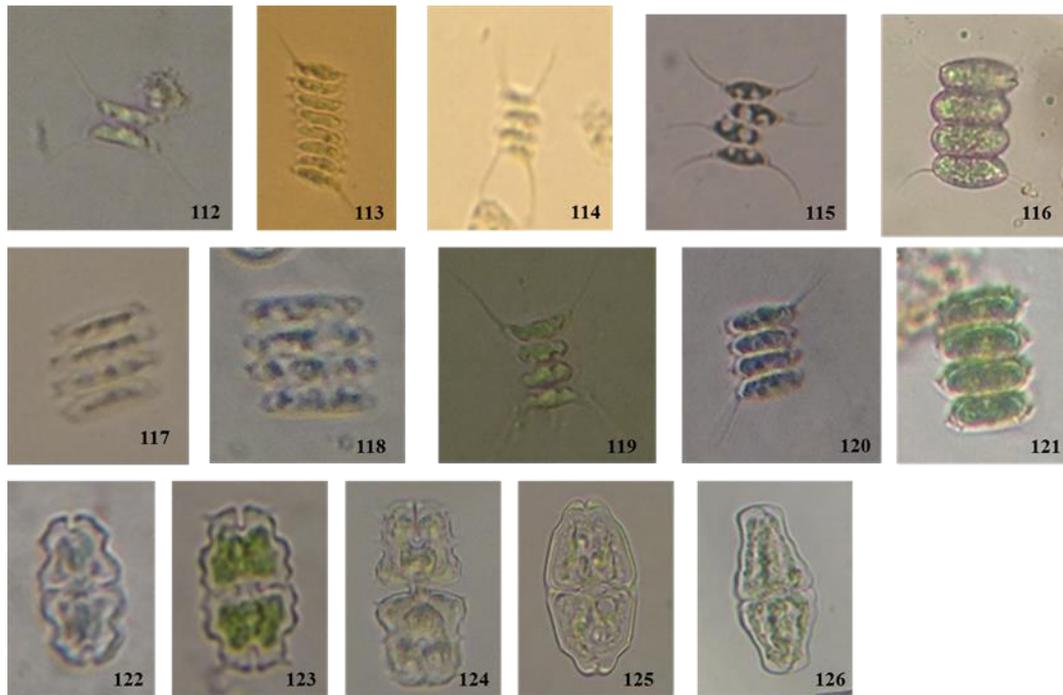
FIGURAS - 78: *Cosmarium* sp.1; **79:** *Cosmarium* sp.2; **80:** *Cosmarium* sp.3; **81:** *Cosmarium* sp.4; **82:** *Cosmarium* sp.5; **83:** *Cosmarium* sp.6; **84:** *Cosmarium* sp.7; **85:** *Cosmarium* sp.8; **86:** *Cosmarium* sp.9; **87:** *Cosmarium* sp.10; **88:** *Cosmarium subspeciosum* var. *validius*; **89:** *Cosmarium lagoense*; **90:** *Cosmarium denticulatum*; **91:** *Cosmarium* sp.11; **92:** *Cosmarium contractum*.



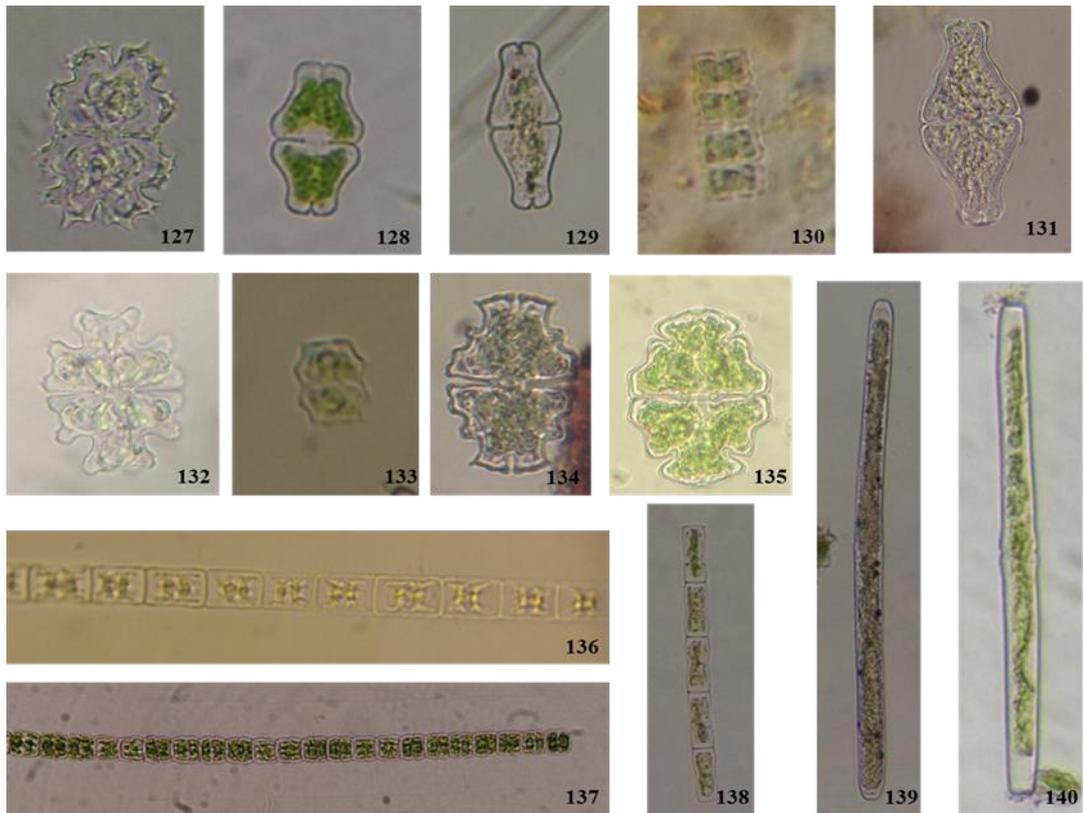
FIGURAS – 93: *Cosmarium phaseolus*; **94:** *Cosmarium trinodulum*; **95:** *Cosmarium quadrum*; **96:** *Cosmarium elegantissimum*; **97:** *Cosmarium intermedium*; **98:** *Cosmarium ornatum* var. *pseudolagoense*; **99:** *Cosmarium pseudotaxichondrum*; **100:** *Cosmarium excavatum*; **101:** *Cosmarium ralfsii*; **102:** *Cosmarium pseudopyramidatum*.



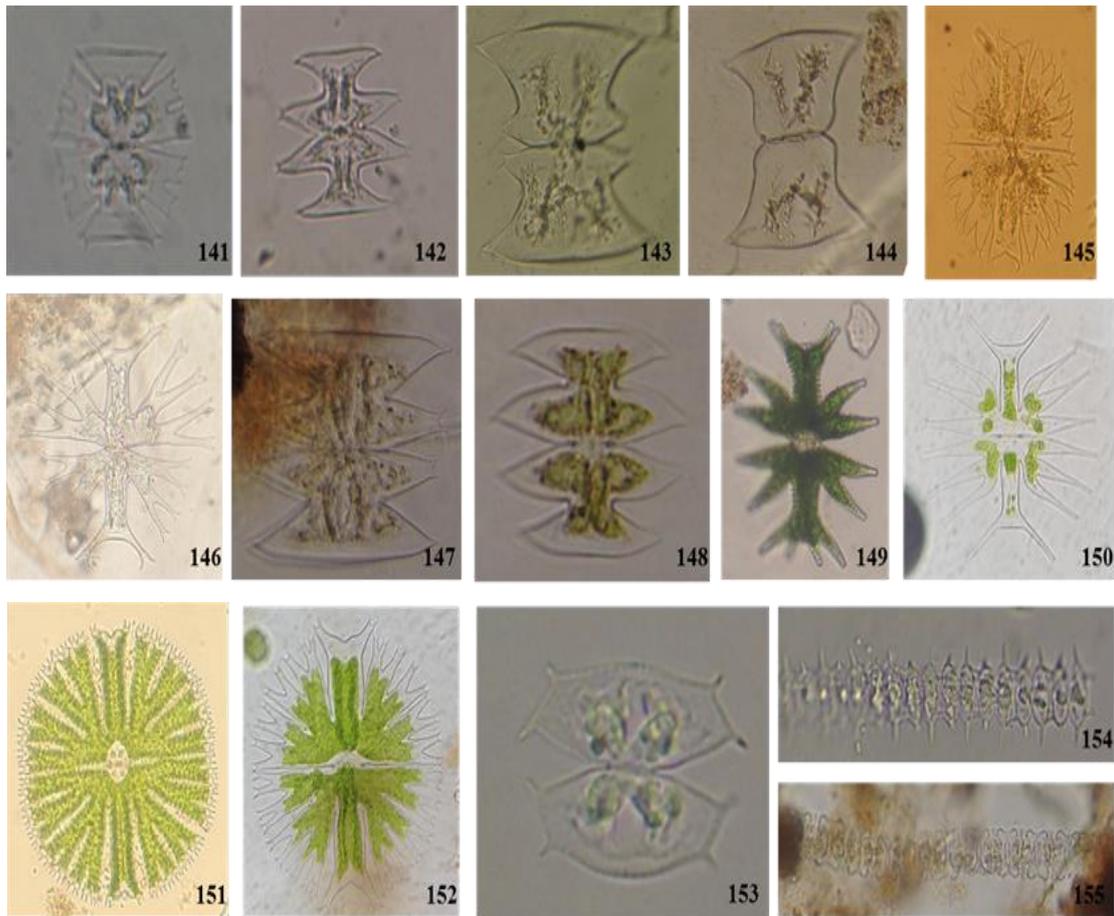
FIGURAS – 103: *Cosmarium obsoletum*; **104:** *Cosmarium regnellii*; **105:** *Cosmarium subnudiceps* var. *angulare*; **106:** *Cosmarium blyttii*; **107:** *Cosmarium pachydermum*; **108:** *Cosmarium regnellii*; **109:** *Cosmarium margaritatum*; **110:** *Actinotaenium globosum*; **111:** *Bambusina brebissonii*.



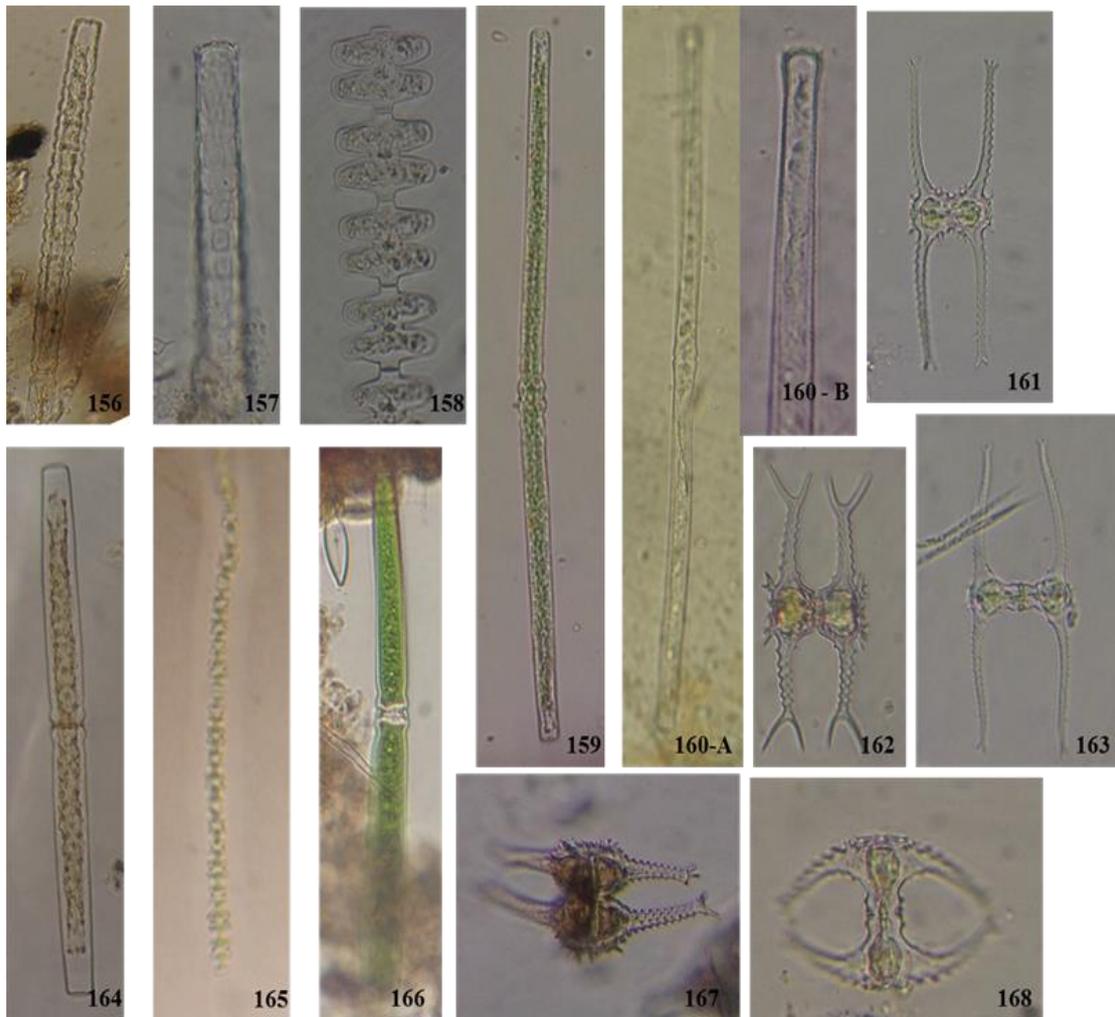
FIGURAS – 112: *Desmodesmus* sp.1; **113:** *Desmodesmus* sp.2; **114:** *Desmodesmus* sp.3; **115:** *Desmodesmus maximus*; **116:** *Desmodesmus communis*; **117:** *Desmodesmus aculeolatus*; **118:** *Desmodesmus arthrodesmiformis*; **119:** *Desmodesmus opoliensis*; **120:** *Desmodesmus armatus* var. *bicaudatus*; **121:** *Desmodesmus brasiliensis*; **122:** *Euastrum* sp.1; **123:** *Euastrum* sp.2; **124:** *Euastrum fissum*; **125:** *Euastrum inerme*; **126:** *Euastrum brasiliense*.



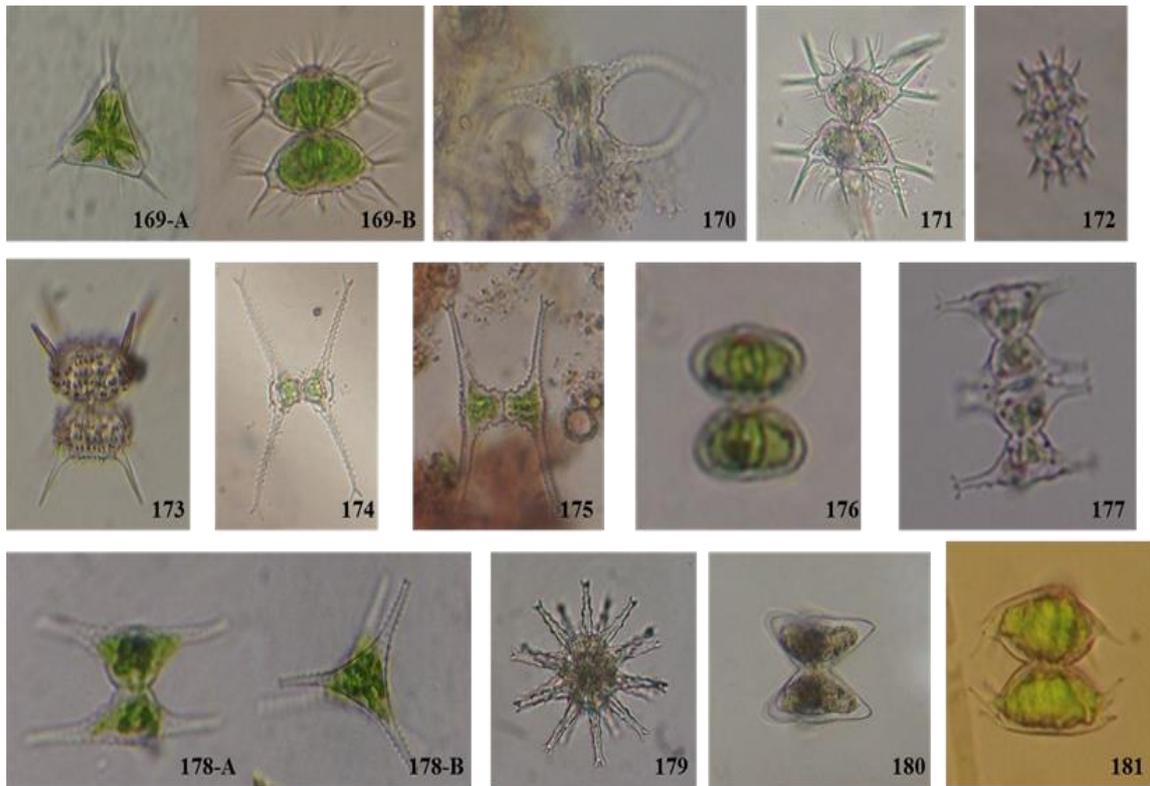
FIGURAS – 127: *Euastrum evolutum*; **128:** *Euastrum obesum* var. *extensum*; **129:** *Euastrum ansatum*; **130:** *Euastrum rectangulare*; **131:** *Euastrum abruptum*; **132:** *Euastrum gemmatum*; **133:** *Euastrum binale*; **134:** *Euastrum símia*; **135:** *Euastrum subintegrum* var. *brasiliense*; **136:** *Hyalotheca mucosa*; **137:** *Hyalotheca dissiliens*; **138:** *Groenbladia neglecta* **139:** *Haplotaenium minutum*; **140:** *Haplotaenium rectum*.



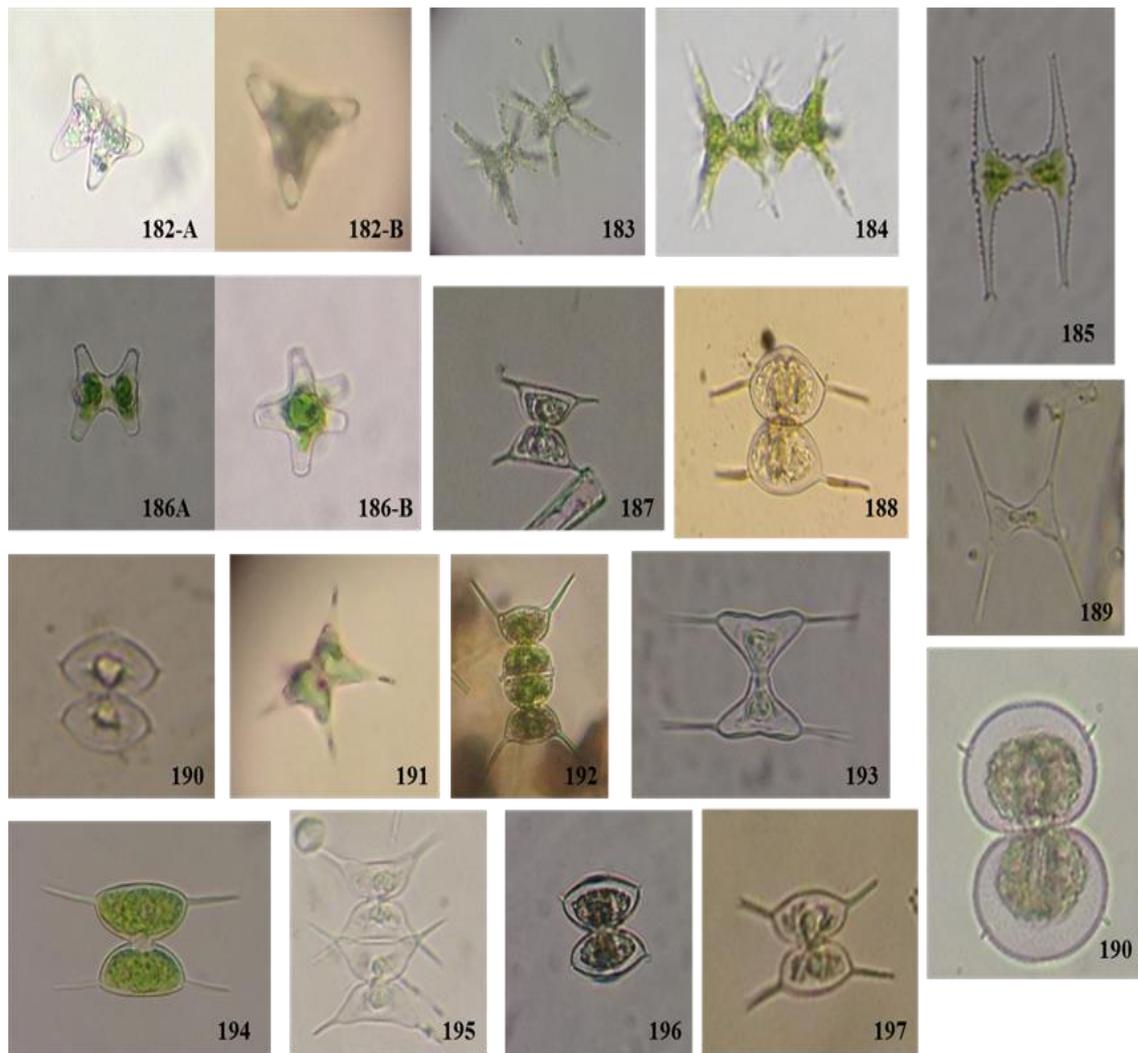
FIGURAS – 141: *Micrasterias abrupta*; **142:** *Micrasterias pinnatifida*; **143:** *Micrasterias laticeps* var. *ampliata*; **144:** *Micrasterias* sp.1; **145:** *Micrasterias torreyi* var. *curvata*; **146:** *Micrasterias furcata*; **147:** *Micrasterias laticeps* var. *ampliata*; **148:** *Micrasterias laticeps*; **149:** *Micrasterias mahabuleshwarensis*; **150:** *Micrasterias alata*; **151:** *Micrasterias radiosa*; **152:** *Micrasterias borgei*; **153:** *Octacanthium mucronulatum*; **154:** *Onychonema laeve*; **155:** *Phymatodocis* sp.1.



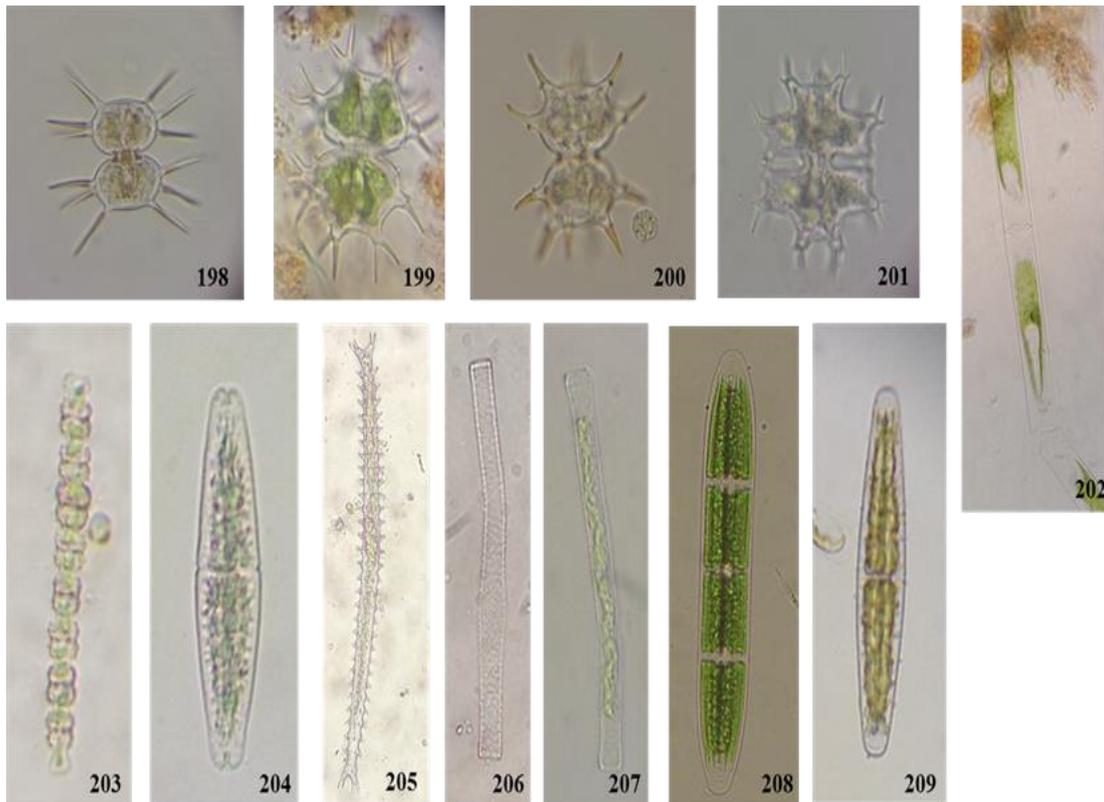
FIGURAS – 156: *Pleurotaenium coronatum*; **157:** *Pleurotaenium verrucosum* var. *verrucosum*; **158:** *Spondylosium pulchrum*; **159:** *Pleurotaenium trabécula*; **160A:** *Pleurotaenium sceptrum*, **B:** parte apical, apresentando espinhos; **161:** *Staurastrum leptocladum* var. *coronatum*; **162:** *Staurastrum gallatorium*; **163:** *Staurastrum leptocladum* var. *cornutum*; **164:** *Pleurotaenium ehrenbergii*; **165:** *Spondylosium* sp.1; **166:** *Docidium* sp.1; **167:** *Staurastrum angulatum*; **168:** *Staurastrum manfeldtii*.



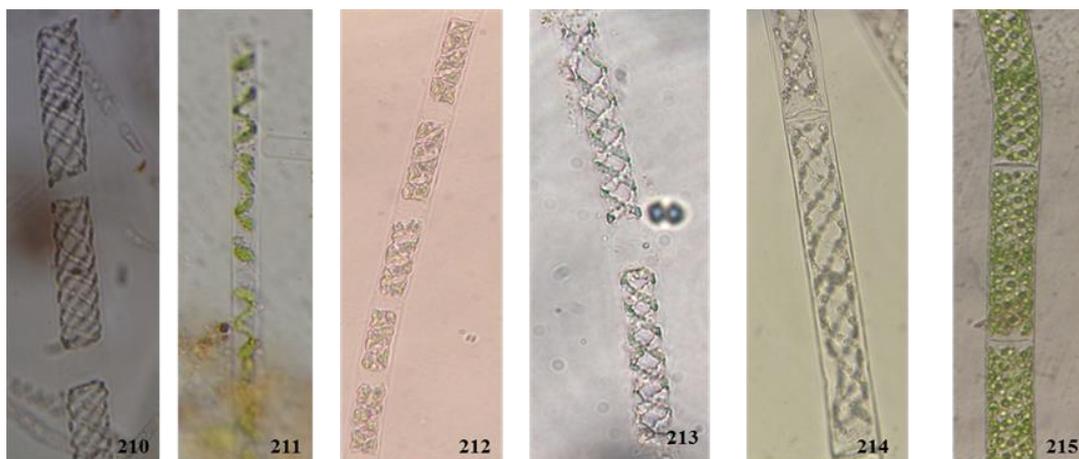
FIGURAS – 169A: *Staurastrum setigerum*, vista apical, **B:** vista frontal; **170:** *Staurastrum productum*; **171:** *Staurastrum penicilliferum*; **172:** *Staurastrum teliferum*; **173:** *Staurastrum novae-caesareae* var. *brasiliense*; **174:** *Staurastrum* sp.5; **175:** *Staurastrum* sp.6. **176:** *Staurastrum bieneanum*; **177:** *Staurastrum pinnatum* var. *reductum*; **178A:** *Staurastrum submanfeldtii* var. *convergens*, **B:** vista apical; **179:** *Staurastrum rotula*; **180:** *Staurastrum* sp.1; **181:** *Staurastrum trifidum*.



FIGURAS – 182A: *Staurastrum* sp.4; **B:** vista apical; **183:** *Staurastrum nudibrachiatum*; **184:** *Staurastrum* sp.2; **185:** *Staurastrum leptocladum* var. *insigne*; **186A:** *Staurastrum* sp.3, vista lateral, **B:** vista apical; **187:** *Stauroidesmus* sp.1; **188:** *Stauroidesmus* sp.2; **189:** *Stauroidesmus* sp.3; **190:** *Stauroidesmus* sp.4; **191:** *Stauroidesmus* sp.5; **192:** *Stauroidesmus* sp.6; **193:** *Stauroidesmus triangularis*; **194:** *Stauroidesmus maximus*; **195:** *Stauroidesmus dejectus*; **196:** *Stauroidesmus dejectus*; **197:** *Stauroidesmus validus*.

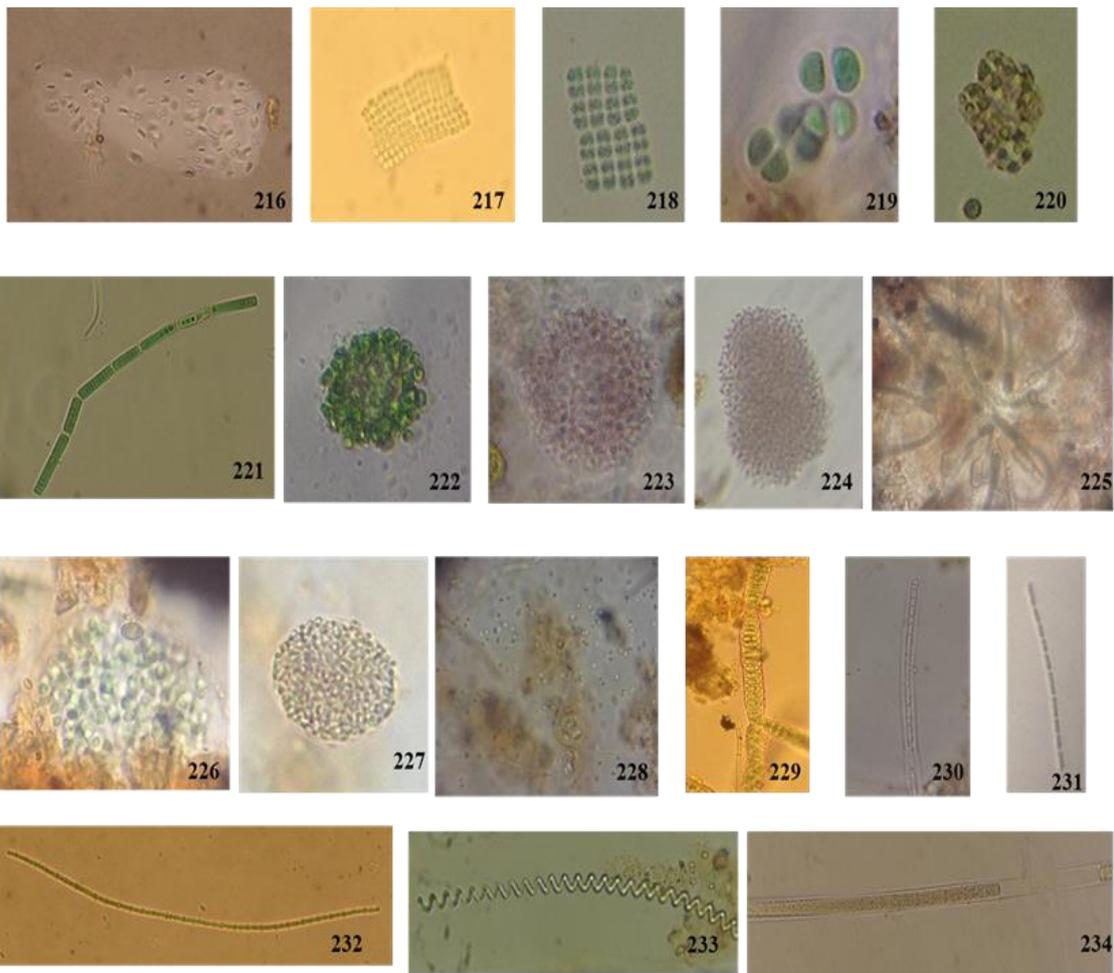


FIGURAS – 198: *Xanthidium antilopaeum*; **199:** *Xanthidium regulare*; **200:** *Xanthidium regulare* var. *asteptum*; **201:** *Xanthidium trilobum*; **202:** *Mougeotia* sp.1; **203:** *Teilingia* sp.1; **204:** *Tetmemorus* sp.1; **205:** *Triploceras gracile*; **206:** *Gonatozygon* sp.1; **207:** *Gonatozygon monotaenium*; **208:** *Netrium digitus*; **209:** *Netrium* sp.1.

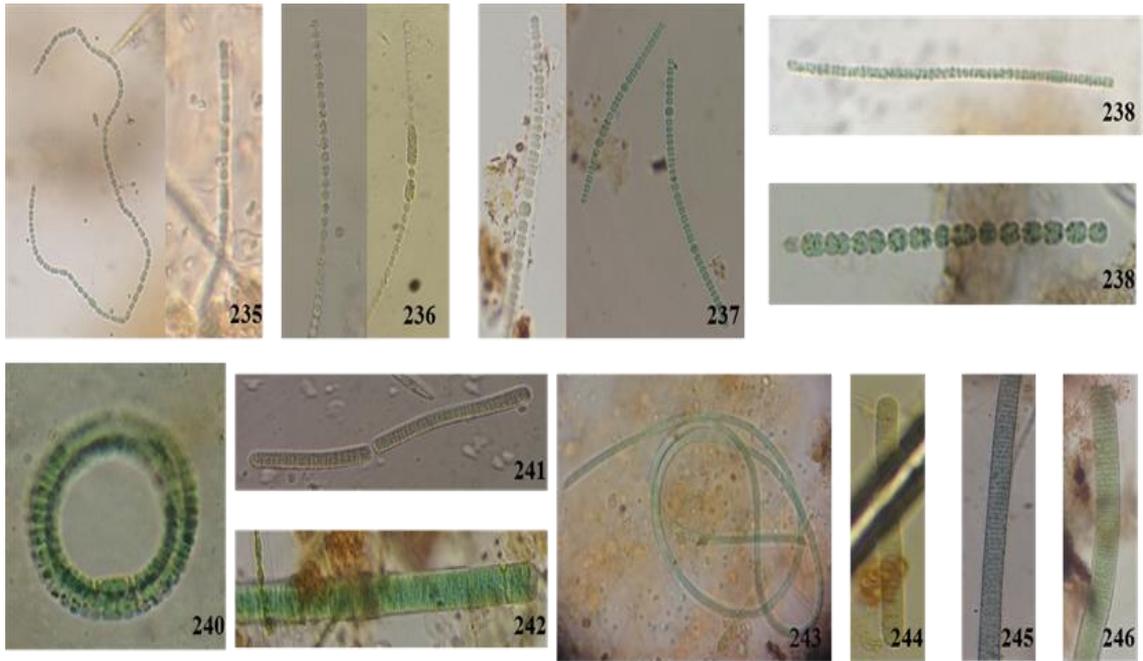


FIGURAS – 210: *Spirogyra* sp.1; **211:** *Spirogyra* sp.2; **212:** *Spirogyra* sp.3; **213:** *Spirogyra* sp.4; **214:** *Spirogyra* sp.5; **215:** *Spirogyra* sp.6.

✚ CYANOPHYCEA



FIGURAS – 216: *Aphanothece* sp.1; **217:** *Merismopedia* sp.1; **218:** *Merismopedia* sp.2; **219:** *Chroococcus* sp.1; **220:** *Cyanosarcina* sp.1; **221:** *Lyngbya* sp.1; **222:** *Coelomoron* sp.1; **223:** *Microcystis* sp.1; **224:** *Microcystis* sp.2; **225:** *Gloeotrichia natans*; **226:** *Aphanocapsa* sp.1; **227:** *Aphanocapsa* sp.2; **228:** *Aphanocapsa* sp.3; **229:** *Stigonema* sp.1; **230:** *Scytonema* sp.1; **231:** *Pseudanabaena* sp.1; **232:** *Limnothrix* sp.1; **233:** *Arthrospira* sp.1; **234:** *Phormidium* sp.1.



FIGURAS – 235: *Anabaena* sp.1; **236:** *Anabaena* sp.2; **237:** *Anabaena* sp.3; **238:** *Anabaena* sp.4; **239:** *Anabaena* sp.5; **240:** *Anabaena* sp.6; **241:** *Oscillatoria* sp.1; **242:** *Oscillatoria* sp.2; **243:** *Oscillatoria* sp.3; **244:** *Oscillatoria* sp.4; **245:** *Oscillatoria* sp.5; **246:** *Oscillatoria princeps*.

✚ DINOPHYCEAE

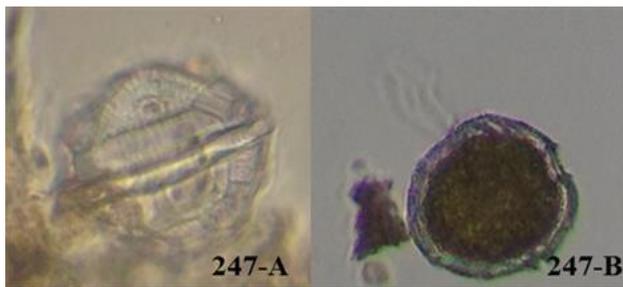
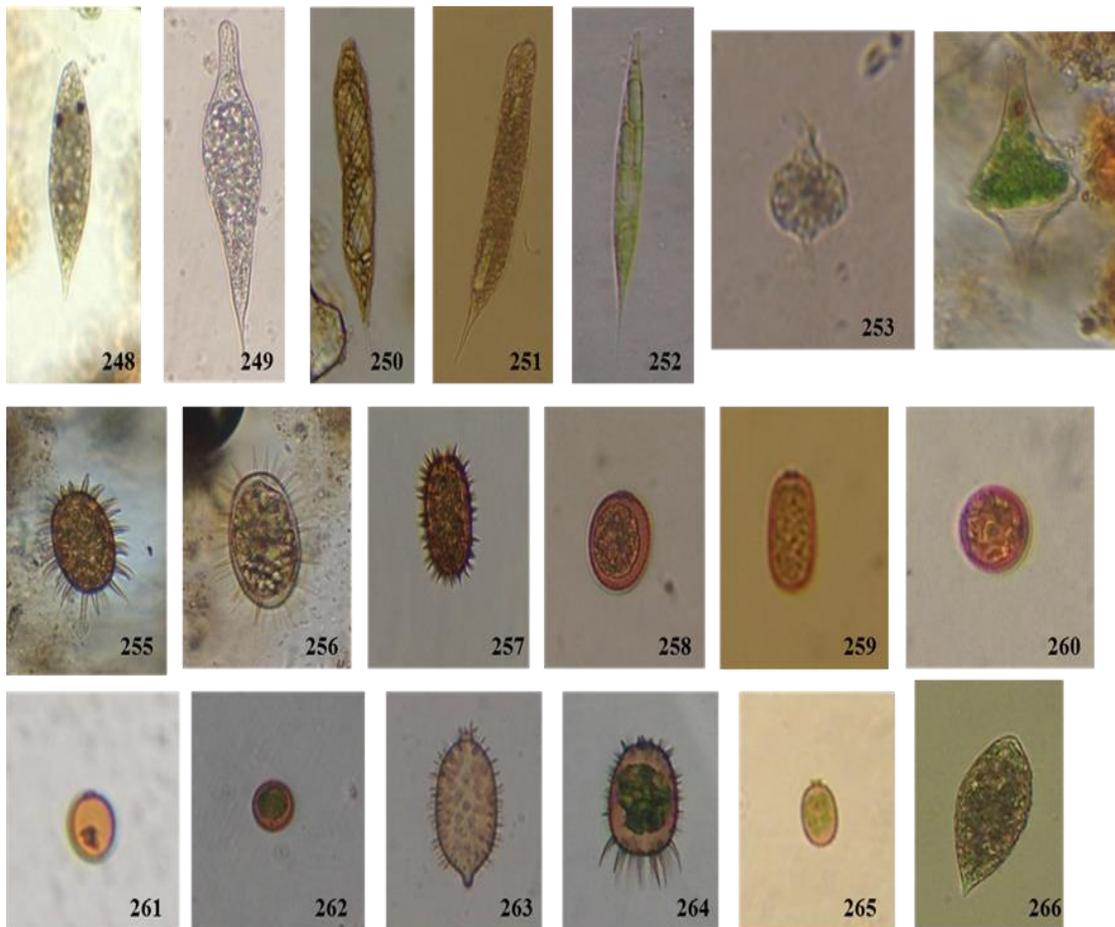
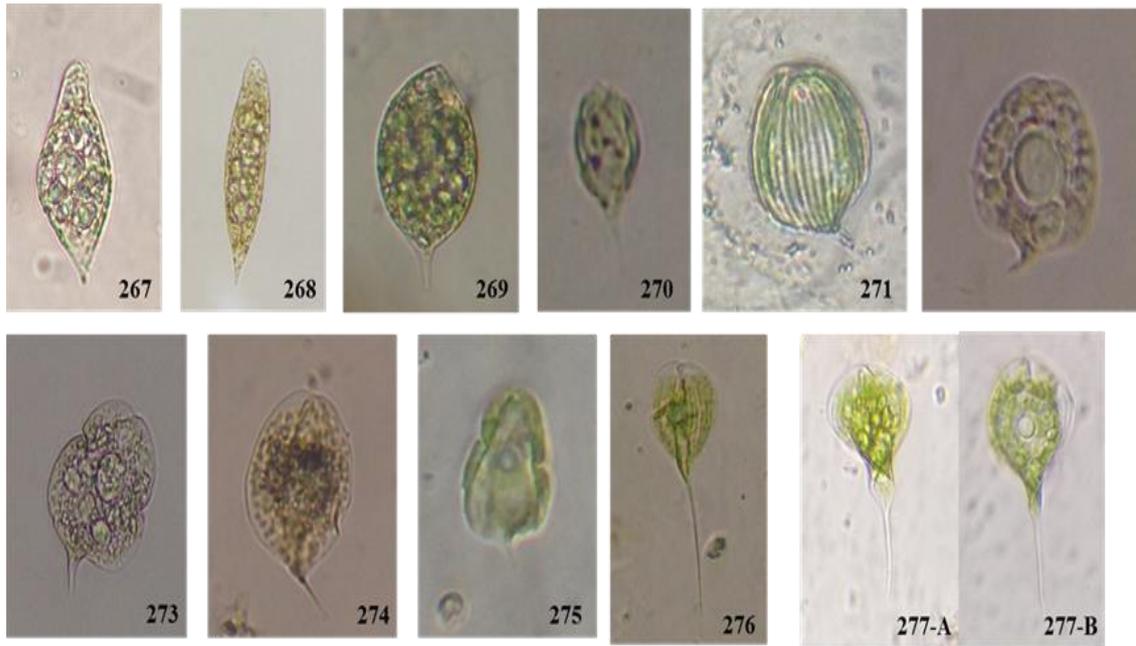


FIGURA – 247A: *Peridinium* sp.1, **B:** presença de flagelos.

✚ EUGLENOPHYCEAE



FIGURAS – 248: *Euglena* sp.1; **249:** *Euglena* sp.2; **250:** *Euglena spirogyra*; **251:** *Euglena oxyuris*; **252:** *Euglena acus*; **253:** *Strombomonas* sp.1 **254:** *Strombomonas* sp.2; **255:** *Trachelomonas armata*; **256:** *Trachelomonas* sp.1; **257:** *Trachelomonas* sp.2; **258:** *Trachelomonas hispida*; **259:** *Trachelomonas* sp.3; **260:** *Trachelomonas* sp.4; **261:** *Trachelomonas* sp.; **262:** *Trachelomonas* sp.6; **263:** *Trachelomonas caudata*; **264:** *Trachelomonas caudata*; **265:** *Trachelomonas hispida* var. *crenulatocollis*; **266:** *Lepocinclis* sp.1.



FIGURAS – 267: *Lepocinclis* sp. 2; **268:** *Lepocinclis* sp. 3; **269:** *Lepocinclis* sp. 4; **270:** *Monomorpha pyrum*; **271:** *Phacus* sp.4; **272:** *Phacus acuminatus*; **273:** *Phacus* sp.1; **274:** *Phacus* sp. 2; **275:** *Phacus* sp. 3; **276:** *Phacus longicauda*; **277:** *Phacus helikoides*

✚ GLAUCOPHYCEAE



FIGURAS – 278 A: *Glaucocystis* sp. 1, **B:** vista lateral.

✚ KLEBSORMIDIOPHYCEAE

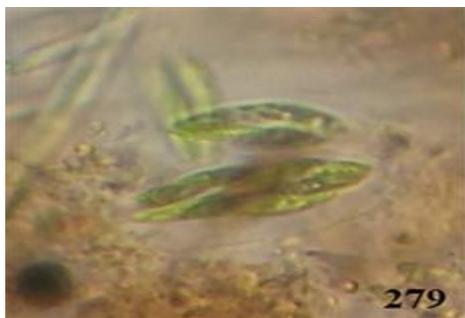
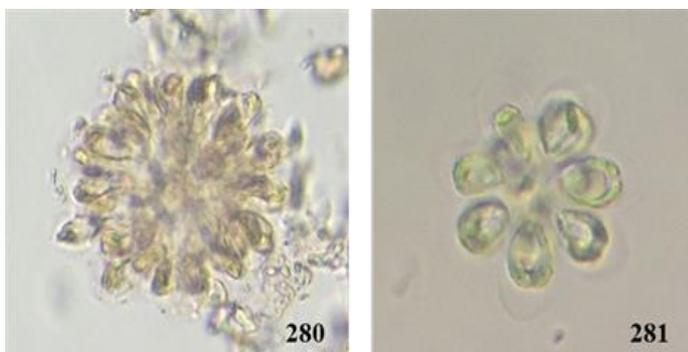


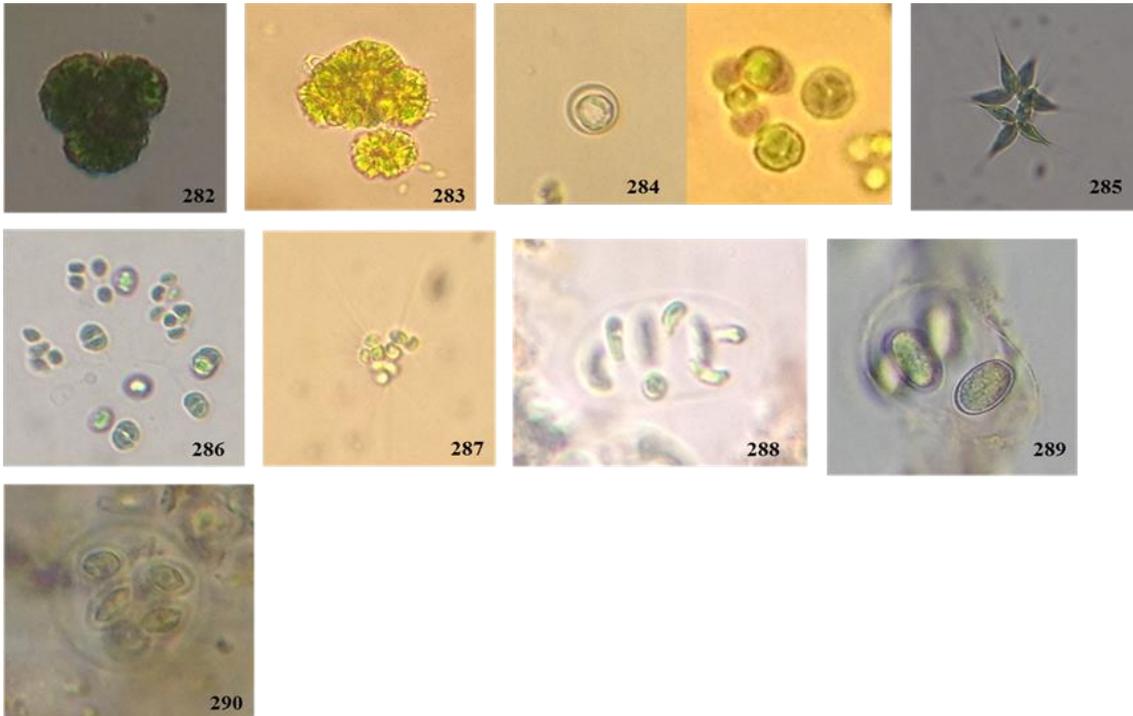
FIGURA – 279: *Elakatothrix* sp. 1

✚ SYNUROPHYCEAE



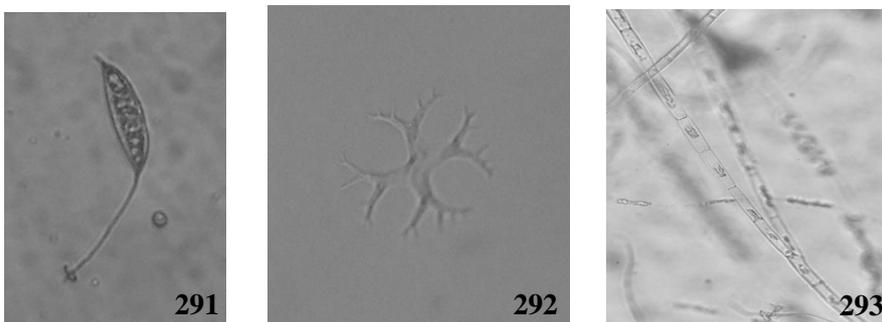
FIGURAS – 280: *Synura* sp.1; **281:** *Synura* sp.2.

 TREBOUXIOPHYCEAE



FIGURAS – 282: *Botryococcus* sp.1; **283:** *Botryococcus* sp.2; **284:** *Chlorella vulgaris*, **285:** *Dicloster acuatius*, **286:** *Dictyosphaerium* sp.1; **287:** *Micractinium* sp.1, **288:** *Nephrocytium* sp.1; **289:** *Oocystis* sp.1, **290:** *Oocystis borgei*.

 XANTOPHYCEAE



FIGURAS – 291: *Characiopsis* sp.1; **292:** *Isthmochloron* sp.1; **293:** *Tribonema* sp.1