



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE FARMÁCIA

RAFAELA NASCIMENTO MARQUES
VITÓRIA DE OLIVEIRA SOARES BAIA

MICROALGAS BIOINDICADORAS DA QUALIDADE DE ÁGUA DE
BALNEÁRIOS DA FAZENDINHA E LARANJAL DO JARI - AP

MACAPÁ/AP
2023

**RAFAELA NASCIMENTO MARQUES
VITÓRIA DE OLIVEIRA SOARES BAIA**

**MICROALGAS BIOINDICADORAS DA QUALIDADE DE ÁGUA
DE BALNEÁRIOS DA FAZENDINHA E LARANJAL DO JARI - AP**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Farmácia da
Universidade Federal do Amapá, como
parte dos requisitos para obtenção do
grau de Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sílvia Maria
Mathes Faustino.

**MACAPÁ/AP
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP)Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 /
1451

M357 Marques, Rafaela Nascimento.

Microalgas bioindicadoras da qualidade de água de balneários da Fazendinha e Laranjal do Jari- AP / Rafaela Nascimento Marques, Vitória de Oliveira Soares Baia. - Macapá, 2023.
1 recurso eletrônico. 38 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá,
Coordenação do Curso de Farmácia, Macapá, 2023.
Orientadora: Sílvia Maria Mathes Faustino.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Balneário. 2. Microalgas. 3. Bioindicadores. I. Faustino, Sílvia Maria Mathes, orientadora.
II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

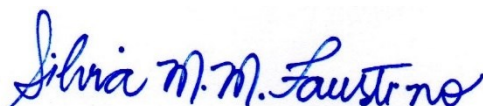
CDD 23. ed. – 615

**RAFAELA NASCIMENTO MARQUES
VITÓRIA DE OLIVEIRA SOARES BAIA**

**MICROALGAS BIOINDICADORAS DA QUALIDADE DE ÁGUA DE
BALNEÁRIOS DA FAZENDINHA E LARANJAL DO JARI - AP**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Farmácia da
Universidade Federal do Amapá, como
parte dos requisitos para obtenção do
grau de Bacharel em Farmácia

Data de Aprovação: 11 / 04 / 2023



Orientadora: Prof. Dra. Sílvia Maria Mathes Faustino (DCBS/UNIFAP)



Avaliador: Prof. Dr. Arialdo Martins da Silveira Júnior (DMAD/UNIFAP)



Avaliadora: Dra. Elane Domênica de Oliveira Cunha (IEPA)

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos pais e aos nossos avós, que não mediram esforços em nos ajudar para que pudéssemos concluir este estudo com sucesso.

A nossa orientadora, Prof^a. Dr^a. Silvia Maria Mathes Faustino, excelente profissional que teve toda paciência em nos mostrar o incrível mundo das microalgas.

Por fim, dedicamos aos nossos irmãos que sempre aplaudiram nossas conquistas

AGRADECIMENTOS

Somos gratas a Deus, que encheu nossos corações de luz e contribuiu com a nossa cumplicidade, pois ele foi essencial em todas as nossas conquistas e superações.

Agradecemos à nossa orientadora Dr^a Silvia Maria Mathes Faustino a pessoa mais incrível que conhecemos no colegiado. Mais do que aquela pessoa que transmite conhecimento na sala de aula, é a professora que acolhe e cria empatia com seus alunos.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Agradeço em especial a minha mãe Vera Lúcia de Oliveira dos Santos, que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço. Obrigado mãe por não ter me deixado desistir do curso.

Ao meu pai Valdir dos Santos Baia, que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e que para mim foi muito importante durante esses anos.

Obrigada meus irmãos, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação.

E agradecer a pessoa mais importante da minha vida, muito obrigada minha Avó Antônia de Oliveira Soares por todos esses anos e ter me acompanhado desde à infância até o fim desse ciclo, queria que você fosse eterna.

Ao meu querido pai Alcimar Marques Sarges (*in memorian*), que nos deixou há pouco tempo, mas fez tanto por mim ao longo da sua vida, terá todo o meu amor e gratidão, eternamente.

Agradeço a minha mãe Marilene Nascimento dos Santos por sempre estar presente e me apoiando no desenvolvimento do meu TCC.

Ao meu esposo José Damiro Ferreira da Silva e aos meus filhos Ayla Vitória e Kleber Marques, que sempre foram meu alicerce para chegar ao final do curso. Sempre me apoiando, foram essenciais nessa caminhada.

RESUMO

No meio aquático, as microalgas compõem a base da cadeia alimentar, onde os impactos causados de forma natural ou pelo homem promovem alterações nos parâmetros físicos e químicos desse ambiente e podem interferir diretamente na sua distribuição e diversidade. Elas possuem um grande valor ambiental, pois atuam como bioindicadoras, sendo uma importante ferramenta que serve para fazer a análise da qualidade da água de um determinado lugar. Este estudo teve como objetivo verificar as espécies de microalgas presentes em dois balneários do Amapá, um localizado na Fazendinha e outro em Laranjal do Jari. Foram coletadas informações sobre os parâmetros físicos e químicos da água dos ambientes de estudo como o oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), pH e a temperatura, com intuito de estabelecer uma relação entre os fatores que contribuem com as variáveis ambientais e a biodiversidade do local. A coleta foi realizada no mês de agosto de 2022, durante o verão amazônico. Foi utilizada rede de fitoplâncton e posteriormente as amostras foram analisadas em laboratório. Após observação no microscópio óptico e comparação dos dois locais, foram identificadas mais espécies de cianobactérias no Balneário da Fazendinha (Macapá), enquanto que no Balneário Recanto Ecológico Hiara (Laranjal do Jari), não houve presença de cianobactérias e somente de algas verdes. Segundo a literatura especializada, as cianobactérias estão associadas a ambientes mais impactados enquanto que alguns grupos de clorófitas, como as desmídias, indicam uma qualidade da água apropriada. Devido esta diferença da composição das espécies de microalgas nos dois balneários analisados, podemos inferir que o balneário localizado mais próximo da capital, apresenta espécies que indicam um ambiente mais impactado e o balneário mais afastado apresentou espécies que indicam um ambiente aquático mais preservado. Este resultado está em acordo com a literatura especializada e colabora para a utilização das microalgas como bioindicadoras da qualidade da água.

Palavras-chave: Balneário, Microalgas, Bioindicadores, Amazônia

ABSTRACT

Microalgae are the base of the food chain in aquatic environments. The impacts caused naturally or by man promote changes in the physical and chemical parameters of this environment and can directly interfere with its distribution and diversity. Microalgae have a great environmental value, as they act as bioindicators, being an important tool to analyze water quality. This study aimed to verify the species of microalgae present in two watering places in Amapá. The first located in Fazendinha and the second in Laranjal do Jari. Some water parameters physical and chemical were collected as dissolved oxygen (DO), electrical conductivity (EC), pH and temperature. The samples were collected in August 2022, during the Amazonian summer. A phytoplankton was analyzed in the laboratory. After observation under an optical microscope and comparison of the two sites, more species of cyanobacteria were identified in Fazendinha watering place (Macapá), while in Recanto Ecológico Hiara watering place (Laranjal do Jari), there wasn't cyanobacteria. According to the specialized literature, cyanobacteria are associated with more impacted environments, while some groups of chlorophytes, such as desmids, indicate an appropriate water quality. The two environments presented different species. The watering place located closer to the capital had species that indicate a more impacted environment and the beach resort further away had species that indicate a more preserved aquatic environment. This result is in agreement with the specialized literature and contributes to use of microalgae as bioindicators of water quality.

Keywords: Watering place, Microalgae, Bioindicators, Amazon

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caracterização da área de estudo do Balneário da Fazendinha.	19
Figura 2 - Balneário da Fazendinha- Macapá.	20
Figura 3 - Caracterização da área de estudo do Balneário Recanto Ecológico Hiara	20
Figura 4 - Balneário Recanto Ecológico Hiara- Laranjal do Jari.	21
Figura 5 - Coleta do fitoplâncton.....	22
Figura 6 - Análise do fitoplâncton.....	22
Figura 7 - Chlorophyceae. 1- <i>Desmodesmus</i> sp; 2 - <i>Scenedesmus carinatus</i> ; 3 - <i>Pediastrum birradiatum</i> ; 4 - <i>Coelastrum pulchrum</i>	27
Figura 8 - Bacillariophyta. 1 - <i>Pinnularia</i> sp, 2- 3 e 4- <i>Suriella</i> spp; 5 e 6- <i>Aulacoseira</i> spp ; 7- <i>Placoneis</i> sp 8- <i>Caloneis</i> sp.	27
Figura 9 - Zygnemaphyceae. 1- <i>Spirogyra</i> sp	27
Figura 10 - Cyanobacteria. 1, 2 e 3 <i>Microcystis</i> spp.; 4 e 5 <i>Phormidium</i> spp.; 6- <i>Dolichospermum</i> sp; 7- Cianobactéria 1; 8- Cianobactéria 2; 9- Cianobactéria 3; 10 e 11- <i>Microcystis aeruginosa</i> ; 12,13 e 17 <i>Dolichospermum</i> spp; 14, 15 e 16- <i>Dolichospermum circinnalis</i> ;18- Cianobactéria 4.	28
Figura 11 - Chlorophyceae. 1- <i>Scenedesmus ecornis</i> ; 2- <i>Kirchneriella</i> sp.; 3- <i>Scenedesmus acunae</i> ; 4- <i>Ankistrodesmus fusiformes</i> ; 5- <i>Messastrum</i> sp.	29
Figura 12 - Bacillariophyta. 1 e 2 <i>Actinella mirabilis</i> ; 3- <i>Surirella linearis</i> ; 4- <i>Eunotia</i> cf. <i>metamonodom</i> ; 5- <i>Ulnaria</i> sp; 6- <i>Pinularia</i> sp (vista pleural); 7- <i>Nupela</i> sp; 8- <i>Eunotia</i> sp.....	29
Figura 13 - Zygnemaphyceae. 1- <i>Closterium moniliferum</i> ; 2- <i>Closterium diana</i> ; 3- <i>Closterium</i> ; 4- <i>Closterium</i> sp4; 5- <i>Onichonemas</i> p; 6- <i>Micrasteria torrey</i> var. <i>curvata</i> ; 7- <i>Micrasterias furcata</i> ; 8- <i>Micrasterias rotata</i> ; 9- <i>Staurostrum</i> sp1; 10- <i>Netrium</i> sp; 11- <i>Staurostrum setigerum</i> ; 12- <i>Staurostrum quadrangulare</i> ; 13- <i>Staurodesmus incus</i> ; 14- <i>Starurastrum setigerum</i> ; 15- <i>Euastrum</i> sp1; 16- <i>Euastrum</i> sp1; 17- <i>Cosmarium</i> sp; 18- <i>Cosmarium</i> sp1.	30
Figura 14 - Zygnemaphyceae. 19 - <i>Staurodesmus cuspidatus</i> ; 20 - <i>Staurostrum</i> <i>setigerum</i> ; 21- <i>Staurostrum trifidum</i> ; 22 - <i>Staurostrum trifidum</i> ; 23 - <i>Euastrum</i> sp1; 24 - <i>Staurostrum tetracerum</i> ; 25 - <i>Staurostrum margaritaceum</i> ; 26 - <i>Cosmarium</i> sp 2.	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos táxons nos dois balneários.....	32
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos parâmetros físico-químicos dos balneários em estudo. .26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	BIOINDICADORES	13
3.2	DEFINIÇÃO GERAL DE ALGAS.....	14
3.3	APLICAÇÕES DAS ALGAS	14
3.4	UTILIZAÇÕES DE MICROALGAS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA	15
3.5	PADRÕES RELACIONADOS À QUALIDADE DA ÁGUA.....	15
3.5.1	Oxigênio dissolvido (OD).....	16
3.5.2	Condutividade elétrica	16
3.5.3	Potencial Hidrogeniônico (pH)	17
3.5.4	Temperatura da água	17
3.5.5	Transparência da água	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS ESTUDADAS	19
4.2	COLETA DE MATERIAL.....	21
4.3	ANÁLISE MORFOLÓGICA DAS MICROALGAS	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1	VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DOS BALNEÁRIOS ESTUDADOS.	24
5.2	MICROALGAS ENCONTRADAS NO BALNEÁRIO DE FAZENDINHA-AP.....	26
5.3	MICROALGAS ENCONTRADAS NO BALNEÁRIO RECANTO ECOLÓGICO HIARA- AP.....	29
6	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas aquáticos existem inúmeros organismos que se adaptam as mais diferentes condições. Dentre estes organismos temos algumas espécies que são consideradas bioindicadoras e que pela sua presença podem oferecer informações importantes sobre as condições daquele ambiente.

Para ser considerado um bioindicador, o organismo precisa ter seu ciclo de vida bem conhecido. As informações sobre os parâmetros ambientais em que ele se desenvolve melhor são necessárias para que se possa estabelecer a situação do ambiente estudado.

As microalgas, que são a base da cadeia alimentar aquática, são um bom exemplo de bioindicador, porque algumas espécies só estarão presentes em situações muito peculiares. Elas podem demonstrar tanto uma condição favorável, ou seja, que o local está preservado, ou uma condição de degradação.

O conhecimento sobre a biodiversidade das microalgas de um determinado local fornece informações importantes sobre a qualidade da água, se está própria para consumo, para pesca e até mesmo se pode ser utilizada para fins recreacionais como é caso dos balneários.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA de nº 357 de 17 de março de 2005 dispõem valores limites de concentração de substâncias presentes na água e de florações de algas que podem ou não ocorrer em diferentes épocas do ano, onde as espécies que estiverem presentes na água definirão se ela está apropriada para aquele fim. Essas florações deixam a água com aspecto diferente, com coloração, odor e textura alterada e podem ser de espécies que produzem toxinas, que afetam o sistema tegumentar, digestório e nervoso das pessoas, se tornando um problema de saúde pública (BRASIL, 2005).

Diante disso, o presente trabalho pretende avaliar a qualidade da água dos balneários de Fazendinha (Macapá) e Recanto Ecológico Hiara (Laranjal do Jari), se estão propícios para banho, utilizando as espécies de microalgas como bioindicadoras. As hipóteses apresentadas seriam:

Hipótese 1: As espécies de microalgas encontradas durante o período de estudo indicam que a água desses balneários está inadequada para banho.

Hipótese 2: As espécies de microalgas encontradas durante o período de estudo, indicam que a água desses balneários está adequada para banho.

Hipótese 3: As espécies de microalgas encontradas durante o período de estudo, não podem indicar se a água desses balneários está adequada ou não para o banho.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um levantamento das espécies de microalgas presente nos balneários da Fazendinha e Recanto Ecológico Hiara (Laranjal do Jari), no período de agosto/2022 para avaliar a qualidade da água.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar morfologicamente as espécies de microalgas encontradas nos balneários de Fazendinha (Macapá) e Recanto Ecológico Hiara (Laranjal do Jari).
- Comparar os dados físicos e químicos dos ambientes estudados.
- Analisar se espécies ou grupos de microalgas encontradas poderão ser utilizadas como bioindicadoras das condições ambientais locais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BIOINDICADORES

Várias características permitem classificar um organismo como bioindicador, com isso, devem ser levados em consideração alguns aspectos para tal classificação, como o conhecimento detalhado da taxonomia, tempo de vida e biologia de uma determinada espécie (LIMA, 2001). Segundo a resolução CONAMA 357/ 05, artigo 8º, parágrafo 3º, a qualidade da água nos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, fazendo uso de organismos ou comunidades aquáticas.

Os bioindicadores, incluindo tanto as plantas quanto os animais, podem ser utilizados como indicadores ambientais em diferentes ecossistemas, tanto nos ecossistemas aquáticos, quanto nos terrestres, sendo estes, seres vivos que apresentam rápida mudança diante das alterações ambientais (CALLISTO; MORENO, 2006; PRESTES; VIVENCI, 2019).

As espécies que possuem essa capacidade de responder de forma positiva ou negativa as alterações ocorridas em sua volta, são classificadas como bioindicadoras. Por isso, têm se intensificado os estudos feitos com as plantas aquáticas, visto que essa comunidade tem mostrado excelentes resultados em resposta às modificações ambientais (PEDRALLI, 2003).

Normalmente o método usado para avaliação da condição das águas superficiais, é realizado por análises físico-químicas, sendo ideal a associação desses métodos com o método biológico. Porém, essas análises demandam muito tempo e custo elevado. Assim, o uso de bioindicadores surgiu como uma alternativa simplificada para facilitar na avaliação dessas áreas (RIBEIRO; UIEDA, 2005).

Os bioindicadores passaram a ser muito utilizados, principalmente no monitoramento da qualidade da água e seu comportamento durante o ciclo hidrológico anual, em resposta à variação da precipitação entre os períodos da cheia(chuvoso) e da seca (estiagem) (YAKOYAMA et al., 2012). Os bioindicadores mais utilizados para análise da qualidade da água são invertebrados bentônicos e as algas (GOULART; CALLISTO, 2003).

As cianobactérias também são usadas como bioindicadoras da qualidade da água. Em condições consideradas normais no ambiente aquático, se comportam de forma equilibrada junto aos demais grupos de organismos presentes no mesmo ambiente. No entanto, quando ocorre o aumento da carga de nutrientes associadas

aos parâmetros físico-químicos da água, as cianobactérias passam a atuar como indicadoras da degradação do ambiente (DEBERT et al., 2004).

3.2 DEFINIÇÃO GERAL DE ALGAS

De acordo com Bicudo e Menezes (2006), a palavra “alga” surgiu para designar uma variedade de classes de organismos unicelulares ou pluricelulares, com formas que habitam os mares frios, como por exemplo, os vareques (algas escuras) que apresentam como características talos multicelulares, com surgimento de tecidos e vasos condutores, e com isso, até o presente momento, a interpretação do termo continua uma incógnita, ou seja, ainda não se tem uma definição precisa.

As algas apresentam dois tipos de estrutura celular, sendo a estrutura procariótica (Cyanophyta (Cianobactérias) e Prochlorophyta) e a estrutura eucariótica (Chlorophyta, Euglenophyta, Rhodophyta, Haptophyta (Prymnesiophyta), entre outras (VAN DEN HOEK; MANN; JAHNS, 1995). As algas de água doce se dividem em: Cyanophyta, Dinophyta, Bacillariophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Euglenophyta e Chlorophyta (REYNOLDS, 2006; ESTEVES, 1998).

Levando em consideração o ciclo da vida no ambiente aquático, as algas são de grande importância, pois alimentam outras espécies aquáticas e, por isso, são consideradas de nível trófico inferior ao restante. Para sua sobrevivência no meio em que vivem, é necessário que haja disponibilidade de água, luz, gás carbônico e nutrientes. Sendo assim, se existir presença de poluentes na água, elas são contaminadas de maneira direta (SANTOS; CAMPOS, 2016).

3.3 APLICAÇÕES DAS ALGAS

As algas podem ser utilizadas de diversas maneiras, desde alimentação humana e animal, até na fabricação de cosméticos, fármacos e na extração de sal. Segundo Caliceti et al. (2002), algas tem um papel importantíssimo na fonte de economia, principalmente se tratando dos países banhados pelos oceanos Índico e Pacífico, que fazem grande retirada das algas e utilizam na nutrição humana.

De acordo com Vidotti e Rollemberg (2004), existem algumas espécies de algas que são usadas para avaliar a condição em que os sistemas aquáticos se encontram. Com isso, já houve estudo na literatura relacionado ao “índice de poluição” de certo local baseado nos gêneros de algas que se fazem presentes. onde essa avaliação é

feita da seguinte forma: quanto menos diversificada a população do meio, maior será a poluição do sistema. Outro ponto importante está relacionado com a capacidade em retirar do meio aquoso composto químico e, para isso, são usadas algumas espécies de algas que serão empregadas na recuperação desses sistemas aquáticos, principalmente na presença de íons metálicos e de alguns compostos orgânicos. Elas são muito usadas para monitorar e restaurar os ambientes aquáticos, também existem estudos adotando o uso de diferentes espécies de algas para indicar contaminações desses ecossistemas.

3.4 UTILIZAÇÕES DE MICROALGAS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo Margalef (1983), nos ambientes aquáticos as algas atuam como sensores refinados e refletem melhor que qualquer aparelho tecnológico, as mudanças ocorridas no ecossistema, principalmente, as algas que são a base da cadeia alimentar desses ambientes, visando a proteção do corpo hídrico.

A biodiversidade de algas é fortemente influenciada pelas condições locais, tais como: luz, temperatura, macronutrientes e micronutrientes, concentração do gás oxigênio e gás carbônico, estabilidade física da coluna de água e competição pelo zooplâncton (FERNANDES et al., 2011; REYNOLDS, 2006).

Neste sentido, qualquer alteração, seja ela natural ou antrópica, promoverá deformação, causando mudanças nas espécies, taxas de produtividade, biomassa e condições químicas da água (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004; FRANCESCHINI et al., 2010). Devido às alterações sofridas nesses balneários, e a água ser utilizado para diversas finalidades, se faz necessário o monitoramento constante desses ecossistemas, pois a degradação sofrida no ambiente pode alterar a qualidade e o equilíbrio do ecossistema.

3.5 PADRÕES RELACIONADOS À QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade em que um ecossistema aquático se encontra é determinada a partir de componentes orgânicos e inorgânicos, estando em distintas concentrações e de acordo com a biota que se faz presente. Alguns fatores que também podem alterar a qualidade de um meio são ações antropogênicas, possíveis eventos naturais, fatores hidrológicos e físicos e químicos, como por exemplo, fortes chuvas ou longos

períodos de seca, que podem modificar o habitat natural de diversas comunidades de organismos (STROHSCHOEN et al., 2009).

Parâmetros físicos, químicos e biológicos são utilizados para caracterizar a água, com isso, não deixam de serem indicadores da análise da água e estão ligadas a diversos processos que ocorrem nos corpos hídricos e sua bacia de drenagem (MINISTERIO DA SAÚDE, 2014). Neste estudo serão abordados cinco parâmetros essenciais: oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), Potencial hidrogeniônico (pH), temperatura e transparência, em que a água se encontra.

3.5.1 Oxigênio dissolvido (OD)

Uma das variáveis mais significativas usadas em experimentos para analisar a qualidade de um ambiente aquático é o Oxigênio dissolvido (OD), que indica a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática. Onde valores muito baixos, está diretamente relacionado com o desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos, acarretando não somente prejuízos à biota, como alerta da água está imprópria para diversos usos (GORAYEB, 2008).

Para Vieira (2011) o oxigênio na água pode originar-se de duas vias, a endógena e exógena. A endógena está relacionada ao oxigênio que se origina do processo de fotossíntese dos organismos aquáticos capazes de realizar esta atividade, como a comunidade de organismos fitoplanctônicos. A exógena é proveniente do oxigênio atmosférico, passado para água através da difusão.

Os teores de oxigênio dissolvido sofrem variações e estão intimamente ligados a fatores químicos, físicos e biológicos. A manutenção da vida aquática aeróbica requer valores entre 2mg/L a 5mg/L de oxigênio dissolvido, concentração mínima de oxigênio para sobrevivência dos organismos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Enquanto a legislação brasileira, por meio da resolução 357/2005 –CONAMA, presume que os valores não sejam menores que 6mg/L.

3.5.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica que conta com a presença de íons é uma medida que demonstra a capacidade do meio aquático de conduzir corrente elétrica. Ela modifica de acordo com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água. (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2007).

À medida que a concentração iônica aumenta, mais extensa é a capacidade

de conduzir corrente elétrica. A condutividade elétrica é exposta em unidades de resistência (Ohm ou SI) e por unidade de comprimento (cm ou m). Os valores para águas naturais geralmente variam entre 0,10 a 0,100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Em ambientes poluídos esse valor pode ultrapassar 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

3.5.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O conceito de pH, tem como função quantificar os valores de acidez e basicidade de uma solução (FIORUCCI; SOARES; CAVALHEIRO, 2001). Desta forma, o pH de corpos d'água é a representação da intensidade das condições ácidas ou alcalinas dos ambientes aquáticos por meio de medição de íons de hidrogênio (H^+), que se estende de zero a quatorze, onde valores abaixo de 7 são considerados ácidos, maiores de 7 alcalinos e na faixa de 7 neutro (BRASIL, 2006).

A legislação brasileira, através da resolução 357/2005 – CONAMA, estabelece como limites toleráveis de pH em água doce os valores entre 6 a 9.

3.5.4 Temperatura da água

A temperatura é o parâmetro que mede a intensidade do calor e que utiliza como escala usual o grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$) (SERVIÇO GEOLOGICO DO BRASIL, 2007). A temperatura influencia diretamente a atividade metabólica dos organismos, reações químicas e solubilidade de substâncias, através da catalisação destas reações (BRASIL, 2006).

No Brasil, ocorre uma variação de temperaturas das águas entre 20°C a 30°C , exceto nas regiões sul, que esses níveis tendem ser abaixo de zero (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). As variações de temperaturas são sazonais, pois seguem as tendências climáticas ao longo do ano. Isto possui influências sobre o desenvolvimento de muitos organismos aquáticos, onde alguns são capazes de adaptação a estas variações e outros chegam sofrer morte térmica ou inativação (VIEIRA, 2011).

3.5.5. Transparência da água

As algas assim como as plantas são organismos fotossintetizantes e necessitam da luz solar para se desenvolver. Com isso, a transparência é uma importante variável utilizada em estudos que utilizam as algas como bioindicadoras de

qualidade da água. Através da transparência é possível verificar o nível de clareza da água.

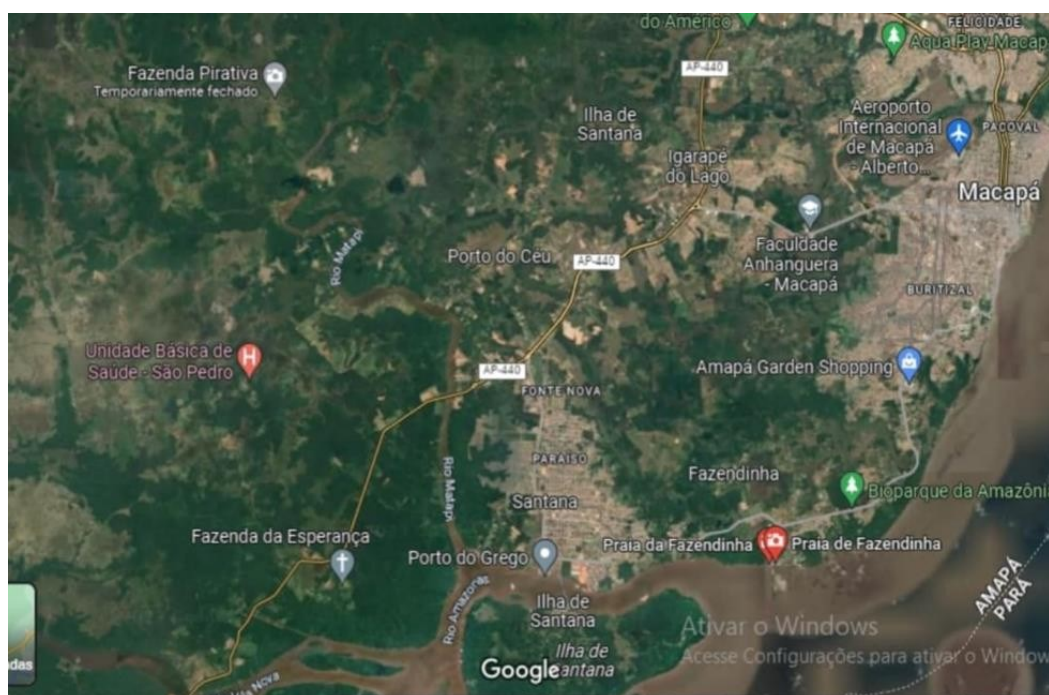
A luz dissipa-se conforme a profundidade do ambiente, restringindo a ocorrência de fotossíntese na esfera superficial, como fonte energética para algas, a luz solar é essencial para que ocorra realização da fotossíntese (SILVA; ALBERGUINI, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS ESTUDADAS

A primeira área de estudo escolhida foi o Balneário da Fazendinha, que fica localizado a 9 km da capital do estado do Amapá. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Distrito onde fica localizado o balneário possuía uma população de 9. 226 habitantes no ano de 2010, o balneário encontra-se situado nas coordenadas geográficas, com latitude: -0.052807 e longitude: -51.206889 (Figura 1).

Figura 1 - Caracterização da área de estudo do Balneário da Fazendinha.



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2022.

O Balneário da Fazendinha é uma praia às margens do Rio Amazonas (Figura 2). O local atrai o público por oferecer área de lazer, banho, alimentação e opções culturais, principalmente no período do verão amazônico. O local também possui dezenas de restaurantes que oferecem gastronomia regional sendo os pratos mais procurados, camarão no bafo, peixe frito, caldeirada e caranguejo.

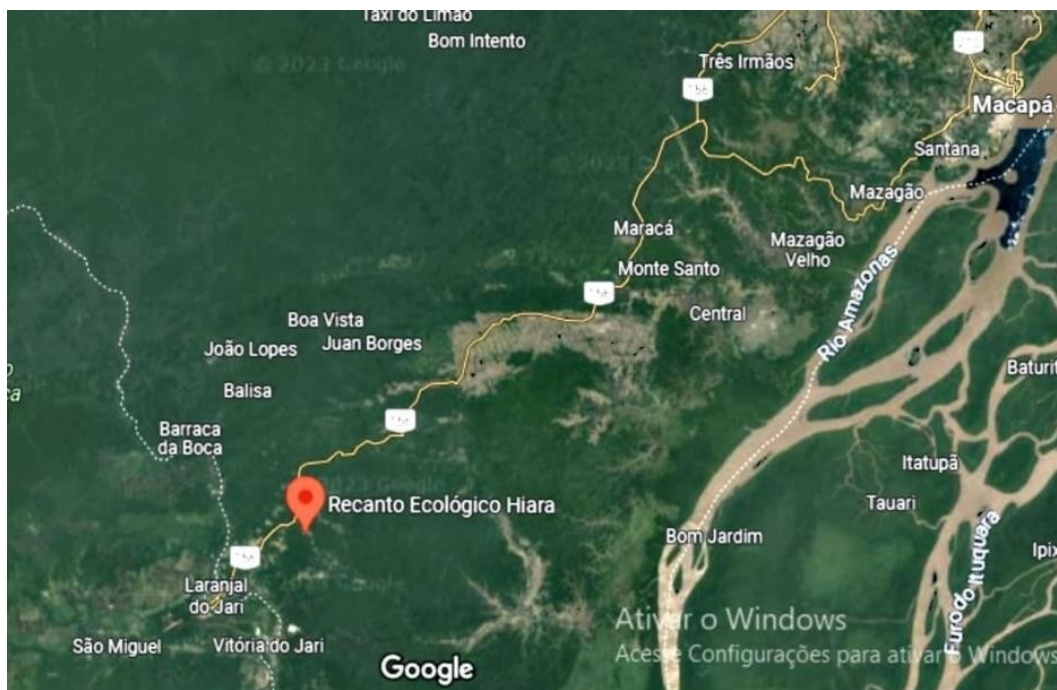
A outra área escolhida para coleta foi o balneário Rencanto Ecológico Hiara. O balneário está localizado próximo a BR 156 no município de Laranjal do Jari- AP, situado nas coordenadas geográficas, de latitude -0.719840 e longitude -52.356204 (Figura 3).

Figura 2 - Balneário da Fazendinha- Macapá.



Fonte: Jorge Abreu/ G1.

Figura 3 - Caracterização da área de estudo do Balneário Recanto Ecológico Hiara



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2022.

O local é aberto ao público, e uma ótima opção de lazer com a família, pois proporciona contato direto com a natureza (Figura 4).

Figura 4 - Balneário Recanto Ecológico Hiara- Laranjal do Jari.



Fonte: Autoria própria, 2022.

4.2 COLETA DE MATERIAL

Em cada um dos balneários, foi realizada uma coleta do material, no período do verão amazônico, no mês de agosto de 2022. Inicialmente foi feita uma análise da água do ambiente em estudo, onde foram observados alguns parâmetros (oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência, pH e temperatura), com intuito de estabelecer uma relação entre os fatores que contribuem com as variáveis ambientais e a biodiversidade local. Para isso, foram utilizados alguns aparelhos e instrumentos, como: oxímetro, condutivímetro, pHmetro, termômetro e disco de Secchi.

As amostras do material foram coletadas com o auxílio de uma rede de fitoplâncton com malha de abertura de 20 μm (Figura 5). De início fez-se movimentos de arraste com a rede, principalmente, na região das margens dos balneários, onde esse movimento precisou se repetir por algumas vezes, até conseguir-se uma quantidade adequada do material. Feito isso, foi possível observar que o material ficou concentrado no fundo da rede, em um frasco de coleta acoplado a ela, este concentrado que geralmente é rico em algas. Posteriormente, transferiu-se esse material coletado, sem uso de fixadores, para uma embalagem de vidro, onde foram identificados e levados para o laboratório para ser feita a análise.

Figura 5 - Coleta do fitoplâncton.



Fonte: Autoria própria, 2022.

4.3 ANÁLISE MORFOLÓGICA DAS MICROALGAS

As amostras foram observadas em microscópio óptico e foram retiradas pequenas alíquotas que foram colocadas entre a lâmina e lamínula, e posteriormente analisaram-se as características morfológicas para a identificação taxonômica (classe, família, gênero e espécie) das microalgas encontradas nos balneários (Figura 6). Foram analisadas 10 lâminas de cada um dos balneários, totalizando 20 lâminas.

Figura 6 - Análise do fitoplâncton.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Para identificação foi necessário consultar algumas obras literárias, entre elas: TUCCI, A. et al. **Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras**. 2º ed. rev. e amp. São Paulo: Instituto de Botânica, 2019. e GAZULHA, W. **O plâncton como bioindicador ambiental**: Guia Prático Ilustrado, 2022. Plataformas digitais e outros artigos científicos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foram identificados 59 táxons, pertencentes a quatro classes (Clorophyceae, Bacillariophyta, Zygnemaphyceae e Cyanobacteria). Sendo que no Brasil essas classes são comumente encontradas. No Balneário da Fazendinha se fizeram presente na amostra analisada: 4 espécies da classe Clorophyceae, 7 espécies de Bacillariophyta, 1 espécie de Zygnemaphyceae e 10 espécies de Cyanobacteria. No Balneário Recanto Ecológico Hiara (Laranjal do Jari), foram encontradas 5 espécies de Clorophyceae, 7 espécies de Bacillariophyta, 25 espécies de Zygnemaphyceae e 0 espécie de Cyanobacteria.

As espécies encontradas no Balneário da Fazendinha foram: *Desmodesmus* sp., *Scenedesmus carinatus*, *Pediastrum birradiatum*, *Coelastrum pulchrum*, *Pinnularia* sp., *Suriella* spp., *Aulacoseira* spp., *Placoneis* sp., *Caloneis* sp., *Spirogyra* sp., *Microcystis* spp., *Phormidium* spp., *Dolichospermum* sp., *Microcystis aeruginosa*; *Dolichospermum* spp., e *Dolichospermum circinnails*.

As espécies encontradas no Balneário Recanto Ecológico Hiara (Laranjal do Jari) foram: *Scenedesmus ecornis*, *Kirchneriella* sp., *Scenedesmus acunae*, *Ankistrodesmus fusiformes*, *Messastrum* sp., *Actinella mirabilis*, *Surirella linearis*, *Eunotia* cf. *metamonodom*, *Ulnaria* sp., *Pinularia* sp (vista pleural), *Nupela* sp., *Eunotia* sp., *Closterium moniliferum*, *Closterium diana*, *Closterium*, *Closterium* sp4, *Onichonema* sp, *Micrasteria torrey* var. *curvata*, *Micrasterias furcata*, *Micrasterias rotata*, *Staurostrum* sp1, *Netrium* sp., *Staurostrum setigerum*, *Staurostrum quadrangulare*, *Staurodesmus incus*, *Starurastrum setigerum*, *Euastrum* sp1, *Euastrum* sp1, *Cosmarium* sp., *Cosmarium* sp1, *Staurodesmus cuspidatus*, *Staurostrum setigerum*, *Staurostrum trífido*, *Staurostrum trífido*, *Euastrum* sp1, *Staurostrum tetracerum*, *Staurostrum margaritaceum*, *Cosmarium* sp 2.

5.1 VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DOS BALNEÁRIOS ESTUDADOS.

O Brasil é um país composto por vários biomas com condições comparáveis de qualidade da água (SILVA et al., 2016). As águas claras da Bacia Amazônica são originárias de antigos solos de blocos do Brasil, Central e da Guiana, caracterizados por alta transparência da água uma cor verde com fluxo reduzido matéria orgânica e inorgânica dissolvida, geralmente em pH ácido entre cerca de 4,5 e 7, raramente sais dissolvidos e baixa condutividade elétrica (SIOLI, 1984). Com características

climática e geológica tão especial é difícil de seguir a Resolução Conama nº 357/2005, como a legislação atual tem características diferentes (SILVA et al., 2016). Os valores de pH encontrados nos locais estudados, estão de acordo com a literatura.

O principal clima da Bacia Amazônica é quente e úmido, com temperatura média anual oscilando entre 25°C e 27°C (EMBRAPA, 2014). Temperatura da água em ambientes aquáticos como os riachos amazônicos também apresentam baixas amplitudes térmicas, enquanto o valor registrado neste estudo indica uma temperatura mais elevada no Balneário da Fazendinha (31,2°C), provavelmente devido à perda da mata ciliar que faz sombreamento diminuindo a temperatura da água e no Balneário Hiara a temperatura foi bem menor, provavelmente porque o local possui uma grande área de vegetação com mata ciliar mais preservada. A resolução Conama nº 357/2005 não estabelece normas para esta variável, porém, em geral, a temperatura exerce uma influência considerável nas propriedades físicas e nas reações químicas e bioquímicas da água, além dos processos biológicos aquáticos como um todo (ESTEVES, 1998; TUNDISI & TUNDISI, 2010). As concentrações de oxigênio dissolvido estiveram sempre acima dos 7 mg/L sendo o balneário do Laranjal do Jari com a maior concentração de oxigênio dissolvido. De acordo com a Resolução do Conama nº 357/2005 para as águas doces de Classe 2, a concentração dessa variável não pode ser inferior a 5 mg/L. O oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica de oxigênio são os principais parâmetros para estudos relacionados com a qualidade da água (VASCONCELLOS, 2013).

A Resolução Conama nº 357/2005 estabelece limites para o parâmetro de condutividade. Von Sperling (2007) afirmou que os valores de condutividade de águas naturais estão na seguinte faixa de 10 a 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, o que está de acordo com os resultados obtidos neste estudo que foram de 30 a 40 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Os valores de condutividade geralmente aumentam quando ocorre adição de íons de diferentes fontes, podendo ser tanto de origem orgânica, como resíduos domésticos ou industriais, quanto da drenagem de nutrientes do solo (MOTA, 2000). Dessa forma, a condutividade elétrica está relacionada com as características geoquímicas da região e condições climáticas (periodicidade de precipitações), no entanto os valores encontrados estão em acordo com o previsto na resolução.

São apresentados abaixo, os valores dos resultados das variáveis ambientais utilizadas nesse estudo, que foram analisados nos dois balneários, no período de

agosto/2022 (tabela 1).

Tabela 1 - Resultados dos parâmetros físico-químicos dos balneários em estudo.

Parâmetros	Amostra Fazendinha	Amostra Laranjal do Jari
ph	6,99	4,35
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$)	40 $\mu\text{S/cm}$	30 $\mu\text{S/cm}$
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	31,4 $^{\circ}\text{C}$	22 $^{\circ}\text{C}$
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,31 mg/l	7,57 mg/l
Transparência (m)	0,5 m	0,5 m
Cor da água	Branca	Hialina/translúcida

Fonte: Autoria própria, 2023.

5.2 MICROALGAS ENCONTRADAS NO BALNEÁRIO DE FAZENDINHA-AP.

Foram encontrados 22 táxons no Balneário da Fazendinha, pertencentes a quatro grupos: Bacillariophyta 7 táxons, Chlorophyceae 4 táxons, Zygnemaphyceae 1 táxon e Cyanobacteria 10 táxons com o maior número de representantes.

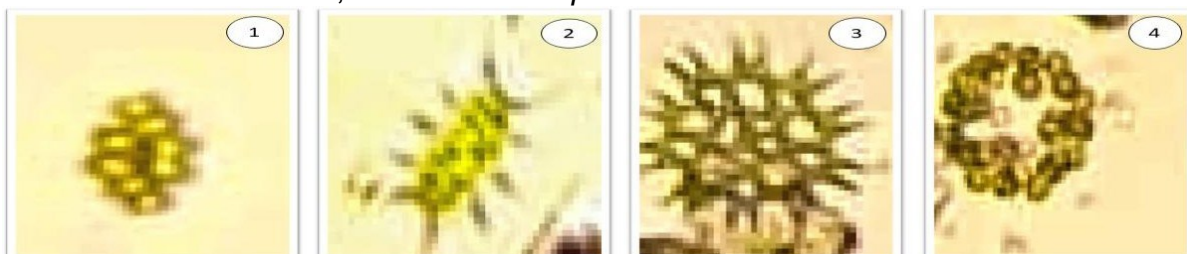
A presença de cianobactérias pode estar associada às atividades antrópicas realizadas no entorno do balneário, pois essa presença humana acaba produzindo dejetos que podem ir para água fornecendo nutrientes como fósforo e potássio, favorecendo a proliferação desses organismos que já estão presentes nos ecossistemas aquáticos (FERNANDES et al., 2003, GONZÁLEZ; QUIRÓZ, 2011; SANTOS et al., 2014).

A predominância das espécies de cianobactérias requer uma atenção maior em relação a qualidade de água. As espécies destes grupos são fortes competidores tanto por nutrientes, quanto por luminosidade, apesar de possuir espécies adaptadas a ambientes com pouca luminosidade. A identificação deste grupo na água do balneário, além de indicar uma possível degradação da água (GONZÁLEZ-QUIRÓS A.; FERNÁNDEZ-ÁLVAREZ J.P, 2019) também pode alertar para a diminuição da diversidade local, pois essa situação acaba ocorrendo onde as cianobactérias são mais presentes.

A seguir são apresentadas as fotos das microalgas encontradas no Balneário da Fazendinha, são elas: Chlorophyceae (Figura 7), Bacillariophyta (Figura 8),

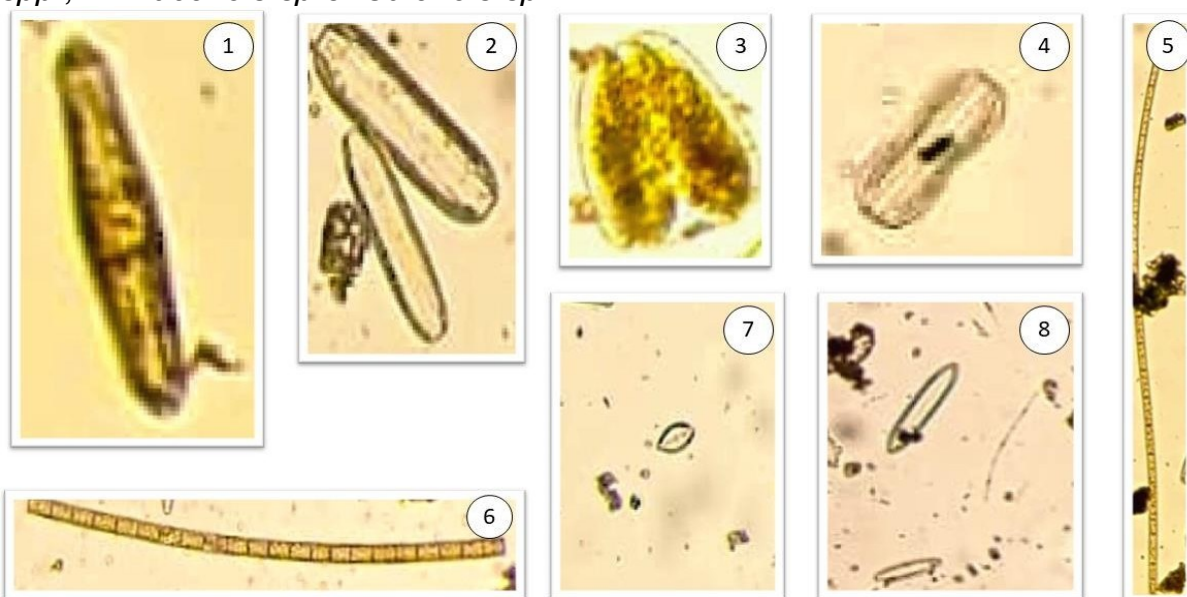
Zygnemaphyceae (Figura 9), Cyanobacteria (Figura 10).

Figura 7 - Chlorophyceae. 1- *Desmodesmus* sp; 2 - *Scenedesmus carinatus*; 3 - *Pediastrum birradiatum*; 4 - *Coelastrum pulchrum*.



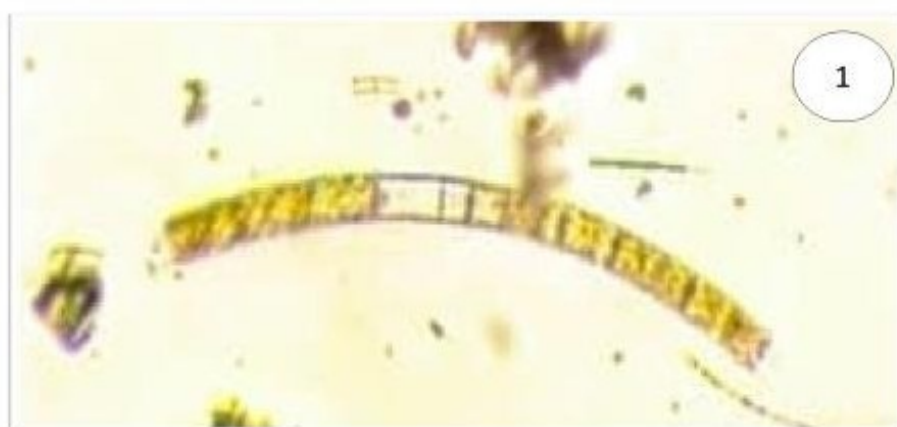
Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 8 - Bacillariophyta. 1 - *Pinnularia* sp, 2- 3 e 4-*Suriella* spp; 5 e 6- *Aulacoseira* spp ; 7- *Placoneis* sp 8- *Caloneis* sp.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 9 - Zygnemaphyceae. 1- *Spirogyra* sp.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 10 - Cyanobacteria. 1, 2 e 3 *Microcystis* spp.; 4 e 5 *Phormidium* spp.; 6- *Dolichospermum* sp; 7- Cianobactéria 1; 8- Cianobactéria 2; 9- Cianobactéria 3; 10 e 11- *Microcystis aeruginosa*; 12,13 e 17 *Dolichospermum* spp; 14, 15 e 16- *Dolichospermum circinnalis*;18- Cianobactéria 4.



Fonte: Autoria própria, 2022.

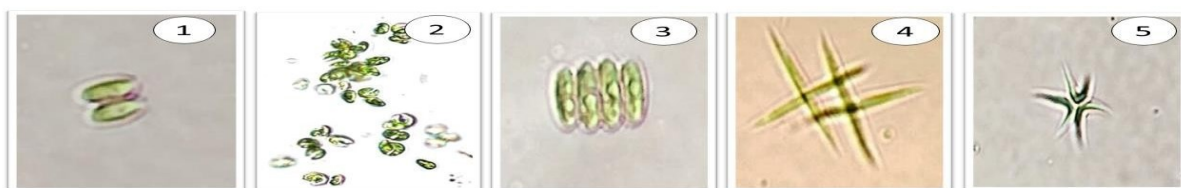
Foi possível identificar três gêneros de cianobactérias: *Microcystis*, *Phormidium* e *Dolichospermum*. Algumas dessas cianobactérias (espécies fixadoras de nitrogênio) são capazes de se proliferar em água doce, portanto, prejudicam outros grupos presentes no fitoplâncton. (FERNANDES et al., 2011). Algumas espécies são ainda capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, com o auxílio do heterócito (célula modificada para a fixação do nitrogênio), tendo como exemplos os gêneros *Cylindrospermopsis* e *Aphanizomenon* (KOMAREK, 2003). Devido a este tipo de célula, as espécies fixadoras de nitrogênio atmosférico apresentam uma vantagem a

mais, frente aos outros grupos de algas. Segundo Gazulha (2022) os Gêneros *Microcystis* e *Dolichospermum* estão associados a ambientes aquáticos eutróficos e hipereutróficos, ou seja, apresentam muitos nutrientes disponíveis o que favorece a proliferação de cianobactérias.

5.3 MICROALGAS ENCONTRADAS NO BALNEÁRIO RECANTO ECOLÓGICO HIARA- AP.

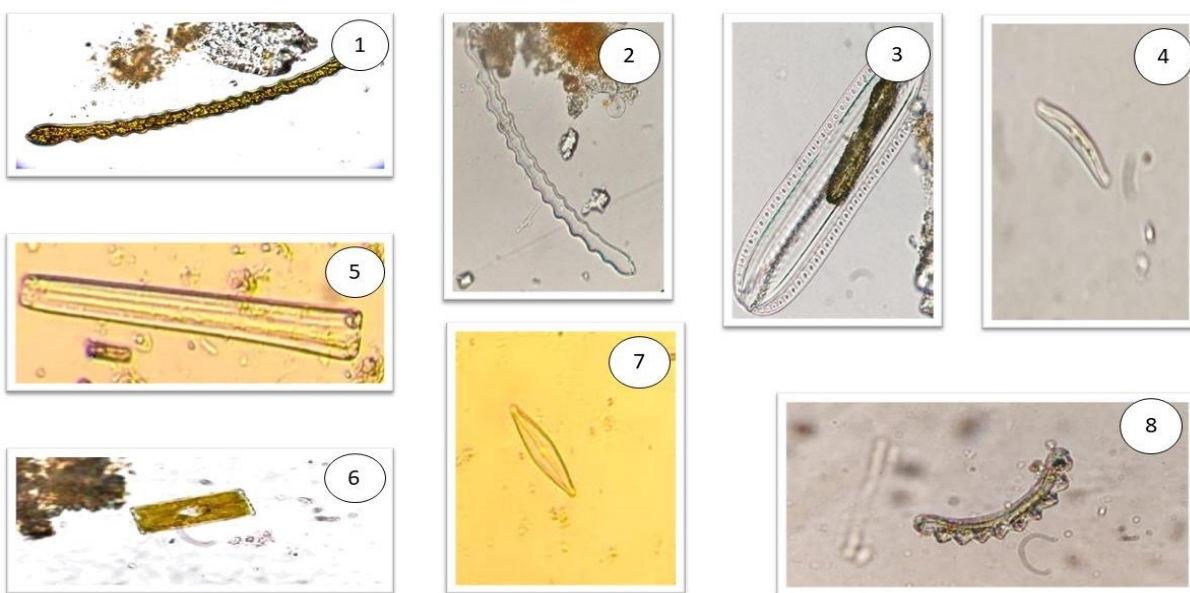
Nesse Balneário foram encontrados 37 táxons pertencentes a 3 grupos: Chlorophyceae - 5 táxons (Figura 11), Bacillariophyta - 7 táxons (Figura 12) e Zygnemaphyceae - 25 táxons (Figura 13 e figura 14).

Figura 11 - Chlorophyceae. 1-*Scenedesmus ecornis*; 2- *Kirchneriella* sp.; 3- *Scenedesmus acunae*; 4- *Ankistrodesmus fusiformes*; 5- *Messastrum* sp.



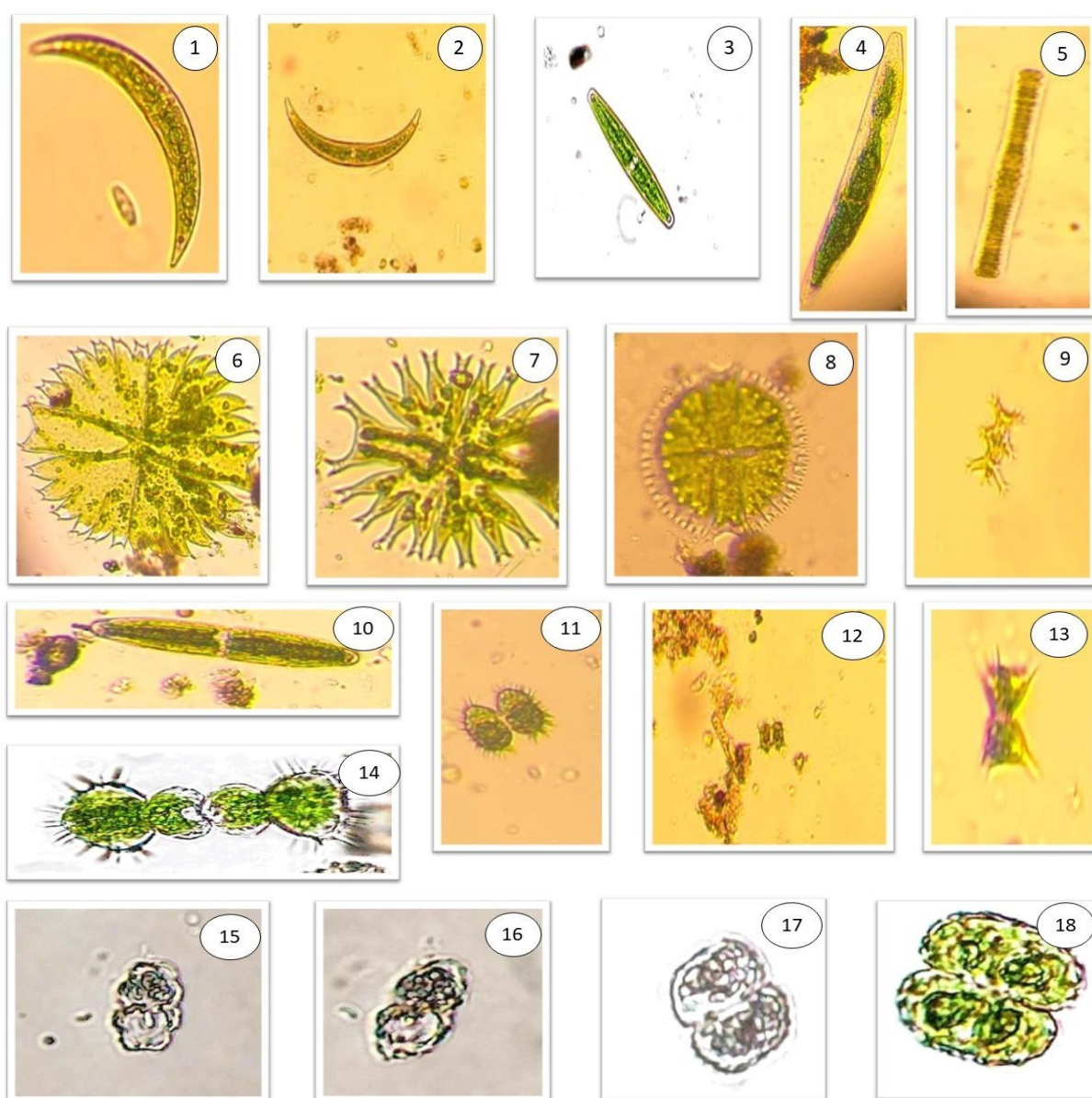
Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 12 - Bacillariophyta. 1 e 2 *Actinella mirabilis*; 3- *Surirella linearis*; 4- *Eunotia* cf. *metamonodom*; 5- *Ulnaria* sp; 6- *Pinularia* sp (vista pleural); 7- *Nupela* sp; 8- *Eunotia* sp.



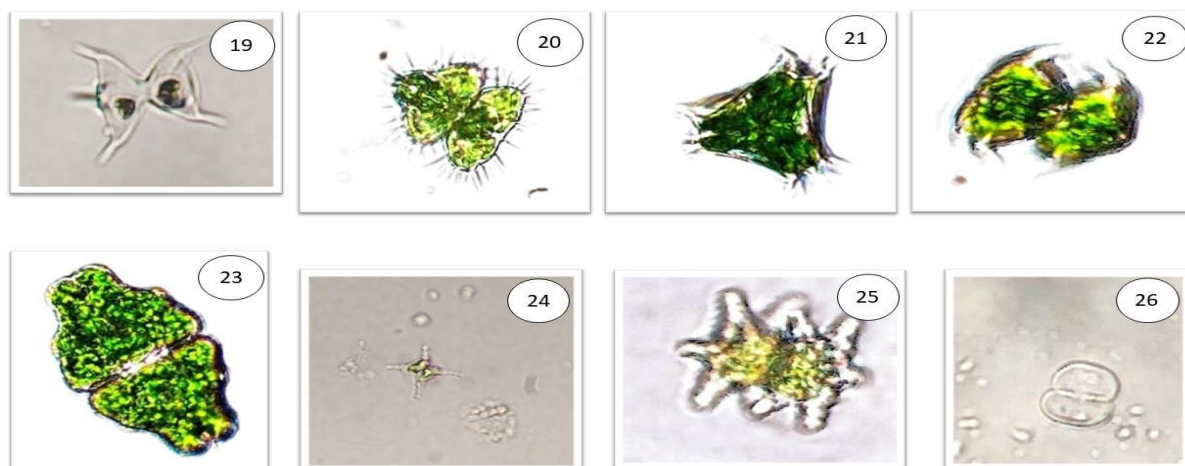
Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 13 - Zygnemaphyceae. 1-*Closterium moniliferum*; 2- *Closterium diana*; 3- *Closterium*; 4- *Closterium* sp4; 5- *Onichonemas*; 6- *Micrasteria torrey* var. *curvata*; 7- *Micrasterias furcata*; 8- *Micrasterias rotata*; 9- *Staurostrum* sp1; 10- *Netrium* sp; 11- *Staurostrum setigerum*; 12- *Staurostrum quadrangulare*; 13- *Staurodesmus incus*; 14- *Starurastrum setigerum*; 15- *Euastrum* sp1; 16- *Euastrum* sp1; 17- *Cosmarium* sp; 18- *Cosmarium* sp1.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 14 - Zygnemaphyceae. 19 - *Staurodesmus cuspidatus*; 20 - *Staurastrum setigerum*; 21- *Staurastrum trifidum*; 22 - *Staurastrum trifidum*; 23 - *Euastrum sp1*; 24 - *Staurastrum tetracerum*; 25 - *Staurastrum margaritaceum*; 26 - *Cosmarium sp 2*.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Das três classes registradas, Zygnemaphyceae apresentou grande variabilidade, representando 66% das espécies encontradas na coleta. Esta classe é constituída por três famílias: Família Desmidiaceae, família Mesotaeniaceae e família Zygnemaceae. A classe Zygnemaphyceae constitui um grupo de alta relevância em ambientes aquáticos continentais, pois apresenta alta diversidade morfológica quando comparada a outros grupos de algas verdes e aproximadamente 70% das espécies conhecidas desta classe são da família Desmidiaceae, conhecidas como desmídias, algas exclusivamente de água doce podendo ser encontradas em ambientes com pouca salinidade. São cosmopolitas, aparecendo em ambientes com temperaturas glaciais a tropicais (BROOK, 1981).

Este grupo de microalgas também apresenta melhor desenvolvimento em águas com pH ácido como está representado na tabela (1). Valores mais baixos de pH estão fortemente ligados a característica geológica local que tem sua origem de terras pré-cambrianas; rochas cristalinas expelidas da Guiana e do Escudo Brasileiro central.

Essas águas possuem uma assinatura química diferente do restante do país, principalmente devido à geologia da região, aos diferentes tipos de vegetação presentes ao redor de rios e córregos, à presença de organismos decompositores e ao clima da região (FAGUNDES, 2020).

O biomonitoramento é um método utilizado em estudos de avaliação de impacto ambiental, cujo objetivo principal é preservar a integridade dos ecossistemas naturais com base na resposta de organismos a alterações em variáveis físicas e químicas (BONADA et al., 2006, KUMARI et al., 2007). O monitoramento biológico aquático fornece informações sobre o efeito de poluentes sobre as comunidades aquáticas, que podem orientar a legislação ambiental (OERTEL; SALÁNKI, 2003). As vantagens do biomonitoramento em relação ao monitoramento convencional, que é baseado em parâmetros físicos e químicos, são principalmente o custo reduzido e simplicidade de operação (SANTOS et al., 2014).

Comparando a análise feita nos dois balneários, foi possível observar a presença de várias espécies de cianobactérias no Balneário da Fazendinha enquanto que no Balneário Recanto Ecológico Hiara, localizado em Laranjal do Jari, não foi encontrada espécies de cianobactérias (Gráfico 1). Outro grupo que também chamou a atenção foi o das Zygnemaphyceae, que no Balneário da Fazendinha foi representado por um único táxon de *Spyrogira* sp., enquanto que no Recanto Hiara foram encontrados 26 táxons, um número bem mais representativo.



Fonte: Autoria própria, 2023.

As espécies da classe Zygnemaphyceae constituem um grupo de algas comum da Região Amazônica, principalmente, por ter relação com ecossistemas de rios de águas pretas e baixa condutividade elétrica estando de acordo com os resultados obtidos para o balneário Recanto Ecológico Hiara (Laranjal do Jari).

6 CONCLUSÃO

Pesquisas envolvendo organismos vivos são de grande relevância, já que apresentam dados de possíveis impactos sobre a biota aquática e não apenas dados abióticos (físicos e químicos da água). A composição taxonômica do fitoplâncton resultou na presença de 59 táxons nos dois balneários estudados.

Ao comparar os valores de pH dos Balneários da Fazendinha e Laranjal do Jari observou-se que houve uma grande variação nos resultados, mesmo assim, ambos estão de acordo com o que estabelece a Resolução CONAMA nº 357/2005, e estudos já descritos na literatura envolvendo a Região Amazônica.

Os valores de temperatura das águas dos dois Balneários tiveram variações acentuadas, isso tem relação direta com os locais em que os balneários se encontram: um em meio urbano (perda de floresta) e outro meio rural (presença de floresta). Quanto aos valores da condutividade os valores pouco se diferenciaram e está de acordo com que preconiza a Resolução CONAMA nº 357/2005.

No presente estudo, as classes Cyanobactéria e Desmídeas podem ser usadas como bioindicadores da qualidade da água nos balneários. Visto que espécies de cianobactérias apareceram em maior quantidade no Balneário da Fazendinha. Enquanto no Balneário do Laranjal do Jari, espécies da Classe Zygnemaphyceae sobressairam claramente em relação as outras classes.

Por fim, pode-se dizer que a água do Balneário da Fazendinha está mais impactada que a qualidade da água do Balneário do Laranjal do Jari, justamente pela quantidade de espécies de cianobactérias encontradas no local. Mais estudos devem ser realizados, a fim de chegar a resultados mais precisos. Visto, que pesquisas relacionadas a essa área ainda são escassas na região norte, principalmente no estado do Amapá.

REFERÊNCIAS

- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. **Gênero de Algas de águas Continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição**. 2ª ed. São Carlos, Rima. p. 502.2006.
- BONADA, N.; PRAT, N.; RESH, V.H.; STATZNER, B. **Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches**. Annu Rev Entomol. 51:495-523. 2006.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução n.357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. p. 58-63. Diário Oficial da União (DOU). 2005.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 3. ed. **Rev.Brasília: Fundação Nacional de Saúde**. Brasília, DF. 2006.
- BROOK, A.J. **The biology of desmids**. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London. 1981.
- CALICETI, M.; ARGESE, E.; SFRISO, A.; PAVONI, B., **Heavy Metal Contamination in the Seaweed of the Venice Lagoon**, Chemosphere, n. 47, p. 443-454. 2002.
- CALLISTO, M.; MORENO, P. **Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental** In: SIMPÓSIO SUL DE GESTÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, 2., 2006, Erechim. Anais... Erechim: URI-Campus de Erechim, 2006.
- DEBERT, G.L.B.; CANTUSIO NETO, R.; AGUJARO, L.F. **Florações de cianobactérias e sua inserção na legislação brasileira**. Editora MS/CGDI/SAA/SE. Secretária de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde, Brasil. 2004.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Amazônia Oriental. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido – CPATU. **Caracterização da área de estudo**. ZEE BR-163. Belém: 2014.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos De Limnologia**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência,p.

790. 1998.

FAGUNDES, B. **Urban rivers and channelization policies**. Sociedade & Natureza, [S. l.], v. 32, p. 416–425, 2020. DOI: 10.14393/SN-v32-2020-44991. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/44991>.

FERNANDES, L.F.; GUTSEIT, K.C.; WOJCIECHOWSKI J.; LAGOS P.E.D.; XAVIE C.F. **Ecologia do Fitoplâncton no Reservatório Rio Verde**. In: CUNHA, C.L.N., CARNEIRO, C. GOBBI, E.F., ANDREOLI, C.V. Eutrofização em Reservatórios: Gestão Preventiva. Estudo Interdisciplinar na Bacia do Rio Verde, PR. 2011.

FERNANDES, L.F.; LAGOS, P.E. **Florações de cianobactérias e eutrofização no Reservatório do Irai, Curitiba,PR: sucessão sazonal do fitoplancton**. In: SEMINÁRIO DO PROJETO INTERDISCIPLINAR SOBRE EUTROFIZAÇÃO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NA BACIA DO ALTÍSSIMO IGUAÇU, 4.,2003, Curitiba. Anais... Curitiba, 2003. p. 47-52.

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. **O conceito de solução tampão**. Química Nova na Escola, n. 13, p. 18-21. 2001.

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

GAZULHA, W. **O plâncton como bioindicador ambiental**: Guia Prático Ilustrado,. Plataformas digitais e outros artigos científicos. 2022

GONZÁLEZ, E.J.; QUIRÓS, R. **Eutrophication of reservoirs in Venezuela: relationships between nitrogen, phosphorus and phytoplankton biomass**. OecologiaAustralis, v. 15, n. 3, p. 458-475. 2011.

GONZÁLEZ-QUIRÓS A.; FERNÁNDEZ-ÁLVAREZ J.P. **Conceptualization and finite element groundwater flow modeling of a flooded underground mine reservoir in the Asturian Coal Basin, Spain**. Journal of Hydrology. Volume 578, November. 2019.

GORAYEB, A. **Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté**

– **Amazônia Oriental – Brasil**. 2008. 206 f. Tese (Doutorado em Geografia) –Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2008.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, n. 1. 2003.

KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J.D; KLING, H. 2003. **Filamentous Cyanobacteria**. In: Sheath, R.G. and Wehr, J.D., Eds., *Freshwater Algae of North America*, Elsevier, Amsterdam, 117-196.

KUMARI S.; BUGAUT A.; HUPPERT J.L.; BALASUBRAMANIAN S. **An RNA G-quadruplex in the 5' UTR of the NRAS proto-oncogene modulates translation**. Nat Chem Biol. Apr;3(4):218-21. doi: 10.1038/nchembio864. Epub 2007 Feb 25. PMID: 17322877; PMCID: PMC2206252. 2007.

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, p. 95-115, 2001.

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

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Fundação Nacional de Saúde. – Brasília:Funasa, p.112. 2014.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. ABES, Rio de Janeiro, 1999. MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. ABES, Rio de Janeiro, 2000.

OERTEL, N.; SALÁNKI, J. **Biomonitoring and Bioindicators**. In: *Aquatic Ecosystems*. Environmental Science. 2003.

PEDRALLI, G. **Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativa para usos múltiplos de reservatórios**. In: Thomaz, S.M., & Bini, L.M. (Eds.), *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas* (pp. 171-188). Maringá: EDUEM. 2003.

PRESTES, R.M.; VINCENCI, K.L. **Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v. 2, n.

4, p. 1473-1493. 2019.

REYNOLDS, C.S. **Ecology of Phytoplankton**. Cambrigde. Cambrigde University Press. 2006.

RIBEIRO, L.O.; UIEDA, V.S. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia, v. 22, n.3, p. 613-618. 2005.

SANTOS, C.M. et al. **Biomonitoramento passivo com casca de aroeira vermelha (*Myracrodruon urundeuva* Lorenzi Harri) para verificar a variabilidade espacial da poluição atmosférica em uma região do Distrito Federal, Brasil**. Eng Sanit Ambient, v.19 n.4, 453-460. 2014.

SANTOS, L.M.L.; CAMPOS, F.L. **Macroalgas no Ensino de Ciências: Uma Abordagem Teórico-Prática em Escola Pública do Ensino Fundamental na Cidade de Parnaíba, Piauí**. Revista Espacios, v. 37, n. 23. 2016.

SERVIÇO GEOLOGICO DO BRASIL. **Manual Medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido**. Organizado por Magda Cristina Ferreira Pinto; Minas Gerais: Superintendência Regional de Belo Horizonte. 2007.

SILVA C.A.; ALBERGUINI E.M.Z. **Biologia da Conservação em Ambientes Aquáticos**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Paraná –Educação A Distância. 2011.

SILVA, C.A.; YAMANAKA, E.H.U.; MONTEIRO, C.S. **Monitoramento microbiológico da água de bicas em parques públicos de Curitiba (PR)**. Engenharia Sanitária e Ambiental (Online) , v. 1, p. 1-5. 2016.

SIOLI, H. **Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region**. Amazoniana. v.1, p.74-83, 1984.

STROHSCHOEN A.A.G et al. **Qualidade da água dos rios Forqueta e Forquetinha, RS**. R. bras. Bioci., Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 372-375, out./dez. 2009.

TUCCI, A. et al. **Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras**. 2º ed. rev. e amp. São Paulo: Instituto de Botânica, 2019.

TUNDISI, J.G. & TUNDISI, T.M. **Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos.** Biota Neotrop. 10(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn0111004>. 2010.

VAN DEN HOEK, C., MANN, D.G.; JAHNS, H.M. **An Introduction to Phycology.** Cambridge University Press, Cambridge. 1995.

VASCONCELOS, A. M. B. **A Gestão de água no Estado do Ceará, a teoria e a prática: o caso do Açude Pirabibu na Bacia do Banabuiu.** 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Gestão de Recursos Hídricos)-Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

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.

VIEIRA, M.R. **Os principais parâmetros monitorados pelas sondas multiparâmetros são: pH, condutividade, temperatura, turbidez, clorofila ou cianobactérias e oxigênio dissolvido.** Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH). Brasília. 2011.

VON SPERLING, M. 2007. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte (MG):** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA/UFGM), v.7. 2007.

YOKOYAMA, E.; PACIENCIA, G. P.; BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C. A. **Sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de Ephemeroptera e Trichoptera em um riacho de Cerrado do Sudeste do Brasil.** Revista Ambiência Guarapuava, v. 8, n. 1, p. 73-84, 2012.