



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO**  
**CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**GABRIELE LUINI LIMA BASTOS**

**LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO DE ALGAS PERIFÉRICAS DE  
ECOSSISTEMA AQUÁTICO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO  
RIO CURIAÚ- AMAPÁ NO PERÍODO DE JUNHO DE 2016 A OUTUBRO DE 2017**

**MACAPÁ**  
**2019**

**GABRIELE LUINI LIMA BASTOS**

**LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO DE ALGAS PERIFÉRICAS DE  
ECOSSISTEMA AQUÁTICO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO  
RIO CURIAÚ-AMAPÁ NO PERÍODO DE JUNHO DE 2016 A OUTUBRO DE 2017**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Ambientais, da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção de título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador(a): Prof. Dr. Arialdo Martins.

**MACAPÁ-AP**

**2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Biblioteca  
Central da Universidade Federal do Amapá Elaborada por Orinete  
Costa Souza – CRB-2/1709

---

Bastos, Gabriele Luini Lima.

Levantamento da composição de algas perifíticas de ecossistema aquático da área de proteção ambiental (APA) do rio Curiaú-Amapá no período de junho de 2016 a outubro de 2017 / Gabriele Luini Lima Bastos ; orientador, Arialdo Martins da Silveira Junior. – Macapá, 2019.

57 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Ciências Ambientais.

1. Algas de água doce. 2. Controle de qualidade da água. 3. Parâmetros físicos químicos. 4. Composição taxonômica. 5. Perifíton.  
I. Silveira Junior, Arialdo Martins da, orientador. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

579.8 B3271 CDD:  
22. ed.

---

**LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO DE ALGAS PERIFÉRICAS DE  
ECOSSISTEMA AQUÁTICO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO  
RIO CURIAÚ-AMAPÁ NO PERÍODO DE JUNHO DE 2016 A OUTUBRO DE 2017**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Arialdo Martins da Silveira Junior (DMAD-UNIFAP)  
**(Orientador)**

---

Prof. Dra. Alzira Marques Oliveira (DMAD-UNIFAP)  
**(Membro)**

---

Prof. Dr. Silvia Maria Mathes Faustino (PPGCF-UNIFAP)  
**(Membro)**

**Macapá-AP**

**2019**

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho a minha mãe, que sempre esteve presente e me educou com todo o amor e dedicação,*

*A minha avó Maria que sempre está orando por todos nós da família para que sempre tudo dê certo em nossas caminhadas.*

*Ao meu orientador Arialdo Junior que me mostrou o incrível mundo das microalgas.*

*Por fim, dedico aos meus amigos Ademir, Ana Carolina e João pelo apoio e colaboração em todos os anos de graduação.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o dom da vida e por estar sempre iluminando meu caminho colocando coisas boas principalmente pessoas.

Ao meu orientador Dr. Arialdo Junior por me inserir em seu projeto e me ensinar, acolher e ser essa pessoa de luz que transmite tanto conhecimento e muita paz, obrigada por todos os ensinamentos e pela amizade.

A minha mãe e minha avó que sempre estiveram do meu lado em todas as minhas decisões e por serem essas pessoas extremamente forte e cheias de amor, eu amo vocês.

A Quele Daiane que foi a responsável pelo meu ingresso na Universidade e foi de importância imensurável em vários momentos não só da graduação, mas por sempre ouvir meus anseios na vida pessoal.

Aos meninos Ademir, Bruno Borges (Albino), Wellington (Boni), João Alberto por me ajudarem em vários trabalhos e por me fazerem rir em vários momentos, durante as aulas, nos intervalos, vocês são incríveis.

Aos colegas Bruno Lobo, Charly, Estefany, Lorena, Rafaela, Thais Marianne que durante o tempo em que estivemos juntos me fizeram viver momentos incríveis, como as nossas partidas de Uno no final das aulas e em lugares aleatórios.

A Marlize por ter sido minha grande parceira na nossa saga na disciplina Métodos Quantitativos II, e por ter se tornado uma amiga, obrigada.

Ao Junior que chegou ao final da minha trajetória acadêmica, mas que foi de muita importância em me ajudar em Métodos Quantitativos II com toda paciência.

Agradeço as pessoas da turma 2016 que me acolheram e que tivemos um círculo de amizade muito legal, especialmente a Tannara que já vem de uma amizade de longas datas.

A todos os professores do colegiado, especialmente aos que tive mais contato e um vínculo de amizade, todos vocês são grandes mestres que levarei pra vida toda.

Ao Sérgio Sá que me acolheu com tanto carinho no período em que trabalhei na Rádio Universitária, levarei toda a experiência e ensinamentos para o resto da vida, obrigada pela amizade “tio”.

Ao Adailton por ser tão incrível, por ter construído essa linda amizade, você é muito importante em nossas vidas.

Aos meus grandes amigos Ademir, Carol, João, sem vocês não seria possível, vocês foram e serão pra sempre muito importantes, obrigada por tudo e por todos os momentos juntos, por todas as aulas de campo, por sempre estarem comigo.

## RESUMO

O perifiton é definido como uma complexa comunidade de microorganismos que vivem aderidos aos substratos orgânicos e inorgânicos e constituem uma importante base alimentar para outros organismos, como peixes, crustáceos, moluscos, entre outros. A comunidade perifítica apresenta uma diversidade de espécies que são focos de estudos, voltado para composição e análise da qualidade da água, uma vez que respondem de forma rápida às alterações que ocorrem no meio, sendo, então, utilizados como bioindicadores da qualidade de água. Este estudo objetivou realizar o levantamento taxonômico da comunidade de microalgas perifíticas, utilizando esses organismos como possíveis bioindicadores da qualidade da água do Rio Curiaú, situado na APA do Rio Curiaú, no Estado do Amapá, devido a sua proximidade com área urbana. Para tanto, foram realizadas coletas trimestrais compreendendo os meses de junho de 2016 a outubro de 2017, no período seco e chuvoso, para análises qualitativas. Nos mesmos períodos foram mensurados *in loco* parâmetros físicos e químicos da qualidade da água, como níveis de pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), temperatura e transparência (disco de Secchi), relacionando-os com a ocorrência dos táxons presentes na área de estudo. Os dados foram tratados estatisticamente utilizando análises descritivas, testes de correlação, análise de variância, considerando nível de significância  $p < 0,05$ . O problema da pesquisa foi parcialmente aceito, uma vez que a composição taxonômica da comunidade perifítica do rio Curiaú independe da maioria dos parâmetros ambientais, com exceção do pH. A riqueza de espécies foi influenciada pela sazonalidade e correlacionou-se, significativamente, com altos níveis de oxigênio dissolvido que esteve relacionado ao período de chuva. Foi encontrado um total de 64 táxons de microalgas perifíticas agregados em três divisões: Chlorophyta, Cyanophyta e Heterokontophyta e desses, 64,06% apresentaram frequência esporádica. Esta pesquisa tem como o problema apresentar qual a composição taxonômica da comunidade perifítica de microalgas do Rio Curiaú e a sua relação com as variáveis físicas e químicas da qualidade da água determinados na área de estudo. Estes resultados subsidiam o desenvolvimento de estudos relacionados à estruturação de comunidade perifítica na área de estudo, sobretudo para o estado do Amapá, tornando-o um marco inicial para outras pesquisas a fim de se obter resultados para verificação da qualidade da água deste ecossistema.

**Palavras-chave:** Algas. Perifiton. Parâmetros físicos e químicos. Composição taxonômica.

## ABSTRACT

Periphyton is defined as a complex community of microorganisms that live adhered to organic and inorganic substrates and constitute an important food base for other organisms, such as fish, crustaceans, molluscs, among others. The periphytic community has a diversity of species that are focus of studies, focused on composition and analysis of water quality, since they respond quickly to changes that occur in the environment, and are then used as bioindicators of water quality. This study aimed to carry out the taxonomic survey of the microalgae community using these organisms as possible bioindicators of the water quality of the Curiaú River, located in the Curiaú River APA, in Amapá State, due to their proximity to urban areas. For this purpose, quarterly collections were carried out from June 2016 to October 2017, in the dry and rainy period, for qualitative analyzes. During the same periods, physical and chemical water quality parameters were measured in situ, such as pH, dissolved oxygen (DO), electrical conductivity (EC), temperature and transparency (Secchi disk), relating them to the occurrence of taxa present in the study area. Data were statistically treated using descriptive analysis, correlation tests, analysis of variance, considering significance level  $p < 0.05$ . The research problem was partially accepted, since the taxonomic composition of the Curiaú river periphery community is independent of most environmental parameters, except for pH. Species richness was influenced by seasonality and correlated significantly with high levels of dissolved oxygen that was related to the rainy season. A total of 64 aggregated peripheral microalgae taxa were found in three divisions: Chlorophyta, Cyanophyta and Heterokontophyta and of these, 64.06% presented sporadic frequency. This research has as its problem to present the taxonomic composition of the microalgae periphytic community of the Curiaú River and its relationship with the physical and chemical variables of water quality determined in the study area. These results support the development of studies related to the structuring of the peripheral community in the study area, especially for the state of Amapá, making it a starting point for further research to obtain results for verifying the water quality of this ecosystem.

**Keywords:** Algae. Perifiton. Parameters physical and chemical. Taxonomic composition.

## LISTA DE MAPAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Mapa 1:</b> Área de localização da APA do Rio Curiaú e pontos de amostragem ..... | 22 |
|--|----|

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1:</b> Coordenadas dos sítios de amostragem.....                                | 23 |
| <b>Tabela 2:</b> Valores absolutos mensurados in situ dos padrões ambientais da água..... | 28 |
| <b>Tabela 3:</b> Correlação de Spearman para os padrões ambientais avaliados .....        | 31 |

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Fotografia 1:</b> Sítios A, B e C de amostragem .....  | 24 |
| <b>Fotografia 2:</b> (A) aparelhos para mensuração de CE, OD e pH; (B) disco de Secchi para mensuração de transparência ..... | 25 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Gráfico 1:</b> Níveis de pH (média e desvio padrão) entre os pontos e período de amostragem.  | 29 |
| <b>Gráfico 2:</b> Médias dos níveis de OD (mg/l) nos pontos e períodos de amostragem .....   | 29 |
| <b>Gráfico 3:</b> Médias dos níveis de CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) nos pontos e períodos de amostragem.....   | 30 |
| <b>Gráfico 4:</b> Médias dos níveis de transparência (m) nos pontos e períodos de amostragem....   | 30 |
| <b>Gráfico 5:</b> Médias dos valores da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) nos pontos e períodos de amostragem ...   | 31 |
| <b>Gráfico 6:</b> Correlação de Spearman entre os parâmetros ambientais: a) transparência (m) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ); b) transparência (m) e pH; c) transparência e OD (mg/L); d) pH e CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )..... | 32 |
| <b>Gráfico 7:</b> Distribuição absoluta e relativa (%) dos táxons em divisões taxonômicas.....   | 33 |
| <b>Gráfico 8:</b> Distribuição absoluta e relativa (%) dos táxons em classes taxonômicas.....  | 33 |
| <b>Gráfico 9:</b> Frequência de ocorrência dos táxons identificados.....   | 33 |
| <b>Gráfico 10:</b> Distribuição da riqueza entre os períodos sazonais e pontos de coleta.....  | 34 |
| <b>Gráfico 11:</b> Relação riqueza de espécies e oxigênio dissolvido (mg/l).....   | 34 |

## Sumário

|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUMO.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>   | <b>16</b> |
| 2.1 PERIFITON: TERMINOLOGIA .....  | 16        |
| 2.2 COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA E DINÂMICA DO PERIFÍTON .....                        | 16        |
| 2.3 DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS DO PERIFÍTON .....                              | 17        |
| 2.4 PARÂMETROS AMBIENTAIS DA QUALIDADE DA ÁGUA .....                           | 18        |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>  | <b>21</b> |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDO .....   | 21        |
| 3.2 COLETA E AMOSTRAGEM DO MATERIAL PERIFÍTICO .....                           | 23        |
| 3.3 IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA E FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS<br>ALGAS.....      | 24        |
| 3.4 DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DA QUALIDADE DA<br>ÁGUA..... | 25        |
| 3.5 ANÁLISE DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS.....                                     | 26        |
| <b>4 RESULTADOS .....</b>  | <b>27</b> |
| 4.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA .....                        | 27        |
| 4.2. COMPOSIÇÃO DE MICROALGAS PERIFÍTICAS .....                                | 32        |
| <b>5 DISCUSSÃO .....</b>   | <b>35</b> |
| 5.1. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA.....                        | 35        |
| 5.2. COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DE MICROALGAS PERIFÍTICAS .....                     | 37        |
| <b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>41</b> |
| <b>APÊNDICE .....</b>  | <b>48</b> |
| <b>ANEXO I.....</b>  | <b>51</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural importante para todos os seres vivos que habitam a Terra, principalmente, para o ser humano, que detém 70% da sua massa corporal composto por água. Entretanto, estima-se que apenas 3% de água doce disponível para uso são adequadas para o consumo humano, pois 97,5% da água presente no planeta encontram-se na condição de água salgada (MMA, 2009).

Dentro deste contexto, é necessário que haja estudos para se mensurar a qualidade dos recursos hídricos, uma vez que este é usado para consumo pelo homem e implica, diretamente, na sua saúde e qualidade de vida. Somado a isto, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2009), as águas doces servem de habitats para diversas espécies de organismos como fungos, bactérias, esponjas, crustáceos, moluscos e microrganismos fitoplanctônicos.

Os organismos fitoplanctônicos, também conhecidos como microalgas, são organismos unicelulares e multicelulares constituintes das comunidades de produção primária de um ecossistema aquático, transformando energia luminosa em energia química, através da fotossíntese (CETESB, 2005). O fitoplâncton apresenta grupos que são comumente encontrados em água doce, como Bacillariophyta, Chlorophyta, Chryptophyta, Chrysophyta, Cyanophyta, Dinophyta e Euglenopyta. Estas classes de algas podem ser encontradas em águas doces tanto dispersas como na forma de perifíton (PEREIRA, 2013).

Em 1983, no 1º Workshop Internacional sobre a comunidade aderida nos ecossistemas aquáticos, Wetzel define o termo perifíton como uma comunidade de microrganismos, podendo estes serem algas, fungos, bactérias e animais que se encontram aderidos em detritos orgânicos ou inorgânicos, vivos ou mortos (MOCHINI-CARLOS V, 1999). No entanto, as algas são os principais componentes que determinam o perifíton e possuem grande influência sobre o nível nutricional desta comunidade (CAMARGO; FERRAGUT, 2014). Os estudos envolvendo o perifíton são bem menos desenvolvidos, se comparado ao fitoplâncton em geral e só a partir da década de 1980 que começaram a ser desenvolvidos de maneira mais abrangente (TANIGUCHI *et al*, 2005)

Os organismos que compõem o perifíton são importantes, pois servem como base alimentar das cadeias tróficas, uma vez que são constituintes de proteínas, vitaminas e minerais, sendo utilizados como alimento de diversos organismos aquáticos, incluindo algumas espécies de peixes e, também, insetos. O perifíton é importante, ainda, por ser bioindicador de qualidade da água e do seu estado trófico, denotando em uma grande

capacidade de acumular nutrientes provenientes de poluentes, como os inseticidas (CAMARGO; FERRAGUT, 2014).

A Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Curiaú, área de estudo desta pesquisa, é composta por diversos ambientes e é uma das APA's mais importante do estado do Amapá. Os estudos relacionados à fauna e flora, não só desta área, mas das demais unidades de conservação do Amapá, são necessárias, pois a partir do conhecimento da biodiversidade, se podem viabilizar políticas de gestão monitorada dos recursos naturais presentes neste meio.

Desta forma, esta pesquisa tem por objetivo geral realizar o levantamento taxonômico da comunidade de microalgas perifíticas presentes em ecossistema aquático do Rio Curiaú (Macapá-AP) e a sua relação com os parâmetros ambientais da qualidade da água, utilizando esses organismos como bioindicadores ambientais e os objetivos específicos é identificar taxonomicamente as microalgas; mensurar os parâmetros ambientais tais como pH, oxigênio, condutividade elétrica, temperatura e transparência; e verificar a riqueza taxonômica. Ressalta-se que a área de estudo está situada perto da zona urbana e sofre com a pressão sobre a comunidade rural. Essa pressão muitas vezes se refere ao uso desordenado dos recursos naturais, acarretando impactos gerados no presente, com sérias consequências para o futuro (SANTOS-JUNIOR, 2013).

Esta pesquisa apresenta o seguinte problema: Qual a composição taxonômica da comunidade perifítica de microalgas do Rio Curiaú e a sua relação com as variáveis físicas e químicas da qualidade da água determinados na área de estudo? As hipóteses apresentadas para este estudo são se A composição de microalgas perifíticas apresenta uma grande riqueza de espécies para a área de estudo, pois é característica de ambientes lênticos, que consiste em ambientes de água parada, como os ambientes lacustres da APA do Rio Curiaú; Os organismos identificados apresentam uma alta frequência de ocorrência, devido à homogeneidade dos parâmetros físicos e químicos ao longo do período de pesquisa e se A riqueza de microalgas perifíticas apresenta relação significativa com as condições ambientais do meio, que incluem os níveis de Ph, oxigenação da água, condutividade elétrica, temperatura e transparência.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PERIFITON: TERMINOLOGIA

O termo “periphyton” vem do grego “peri” e quer dizer “ao redor de” e “phyton” significa “planta, vegetal”. Este termo foi utilizado pela primeira vez por Behning em 1924 para definir organismos que vivem aderidos a substratos na água. Em estudos realizados posteriores ao de Behning, o termo ganhou novo conceito, sendo então “perifiton” denominado como organismos que crescem imersos a uma superfície (BURLIGA; SCHWARZBOLD, 2013)

Porém, a terminologia do perifíton só foi então definida de maneira a padronizar o conceito desta comunidade em 1982 por Wetzel no 1º Workshop Internacional sobre a comunidade aderida nos ecossistemas aquáticos definindo o perifíton como uma comunidade de microorganismos que ficam aderidos aos substratos ou detritos orgânicos ou inorgânicos em um meio aquático (BURLIGA; SCHWARZBOLD, 2013).

### 2.2 COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA E DINÂMICA DO PERIFÍTON

As atividades realizadas com o perifíton são, especialmente, apontadas ao conhecimento da estrutura e da relevância das comunidades no sistema metabólico dos ecossistemas aquáticos (MOCHINI-CARLOS, 1999).

A estrutura do perifíton é caracterizada pela composição, frequência de ocorrência dos organismos, riqueza, diversidade de espécies, entre outras características. Nos ambientes aquáticos continentais, o perifíton apresenta sua dinâmica a partir de condições climáticas, físicas e químicas e com arranjos biológicos próprios. A variável luz, nutrientes, a temperatura, qualidade do substrato, etc, podem influenciar na biomassa e composição da comunidade das algas perifíticas, porém, devido à ação conjunta de variáveis, os procedimentos que estabelecem a estrutura dessa comunidade têm sido pouco avaliados, sendo explicado pela dificuldade em determinar a influência de cada variável sobre o perifíton (COSTA, 2011).

Dentre os grupos que compõem o perifíton, as algas são os principais organismos, pois essa comunidade é responsável pela grande parte do biofilme que compreende o perifíton, sendo composta e representada, principalmente, pela classe bacillariophyceae (diatomáceas) que constitui, também, os grupos mais estudados do perifíton, assim como Zygnemaphyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae e Euglenophyceae. Além das algas, as bactérias, também,

podem compor o perifíton, porém são bem menos encontrados em função dos poucos estudos que são desenvolvidos envolvendo esta parcela do perifíton.

Entre os tipos de substratos naturais para a colonização do perifíton, destacam-se as macrófitas aquáticas, por serem ambientes mais propícios para esta comunidade, pois além de uma vasta área para que o perifíton se colonize, as macrófitas aquáticas podem fornecer nutrientes através dos processos de senescência, excreção e decomposição (CASARTELLI; FERRAGUT, 2015), atuando nas características físicas e químicas no ecossistema aquático (TRINDADE *et al.*, 2010). Os seixos, areia e sedimentos, também, são comumente utilizados por esta comunidade, sobretudo em ambientes lóticos, associando as comunidades episêmicas (agregados a areia) e epipélicas (agregadas a sedimentos). Além dos substratos naturais, esta comunidade utiliza, também, de substratos artificiais, principalmente, lâminas de vidro e material plástico (SCHNECK, 2013).

Segundo Pellegrini e Ferragut (2012) a colonização das algas perifíticas se inicia através de espécies oportunistas, seguidas de espécies que possui em sua estrutura aderência e, por fim, as algas filamentosas. A composição do perifíton, sobretudo daqueles aderidos a macrófitas, tem grande relevância nos ambientes aquáticos, pois reúne uma quantidade de matéria orgânica, podendo alterar os níveis de nutrientes disponíveis e, ainda, servir como uma espécie de filtro natural (CASARTELLI; FERRAGUT, 2015).

### 2.3 DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS DO PERIFÍTON

O perifíton tem fomentado o interesse em estudos limnológicos por responder de forma rápida as mudanças que podem ocorrer no meio aquático. Dentre as características observadas na utilização do perifíton para estudos ecológicos, pode-se verificar atuação do perifíton como uma espécie de sensor das variáveis ambientais, tempo de vida curto se comparado a outros organismos e possuir uma alta taxa de diversidade (TANIWAKI, 2012)

Segundo Schneck (2013) os primeiros estudos utilizando a comunidade perifítica foram realizados no início do século XX e tinham como foco a avaliação nas alterações sazonais na constituição e colonização do perifíton. A comunidade perifítica só ganhou enfoque a partir dos primeiros trabalhos publicados em 1982, ressaltando a importância ecológica dessa comunidade e ausência de estudos sobre eles, pela grande dificuldade metodológica e a grande variedade de organismos que compreende o perifíton.

No Brasil, os primeiros trabalhos realizados com a comunidade perifítica foram realizados no final dos anos 1960. No entanto, só a partir do início dos anos 2000 que houve

uma tendência de crescimento nos trabalhos relacionados à comunidade perifítica, porém, ainda, incipiente, considerando a grande diversidade de organismos que podem ser estudados, bem como a enorme variedade de ambientes aquáticos presentes em todo o país.

Na Amazônia, os primeiros estudos realizados com perifíton foram realizados na Amazônia Legal e se deu pelo fato dessa região ser caminho para embarcações de grandes expedições, permitindo a coleta de material da ficoflórula pertencente à Amazônia e, conseqüentemente, seu envio para especialistas, visando formar coleções de identificações de algas (GOMES, 2000).

O Estado do Amapá é escasso em informações sobre os perifítos, destaca-se o trabalho de Souza e Melo (2011), onde são citados os gêneros de fitoplanctons, como a ordem Desmídias que apresentam espécies de hábito perifítico.

#### 2.4 PARÂMETROS AMBIENTAIS DA QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade de um ecossistema aquático é caracterizada a partir de componentes orgânicos e inorgânicos, estando em distintas concentrações e de acordo com a biota presente. As ações antropogênicas, também, são fatores que podem alterar a qualidade de um meio, assim como eventos naturais, fatores hidrológicos e fatores físicos e químicos, como por exemplo, fortes chuvas ou extensos períodos de seca podem modificar o habitat natural de diversas comunidades de organismos. Além desses fatores as características físicas e químicas de um ambiente estão diretamente relacionadas à fauna e flora presente, uma vez que representam a composição e abundância de um curso d'água (STROHSCHOEN *et al.*, 2009).

No Brasil a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA é a legislação vigente para determinar características acerca da água, envolvendo qualidade, uso e padrões de níveis de substâncias e apresenta três definições para água, que são: água doce - águas que possuem salinidade igual ou inferior a 0,5%; água salobra - consiste nas águas que possuem salinidade superior a 0,5% e inferior a 30%; e águas salinas - são as que possuem salinidade igual ou superior a 30%.

Neste contexto a resolução 357/2005 do Ministério da Saúde através do CONAMA dispõe dos padrões de potabilidade da água, uma vez que a qualidade desse ambiente implica diretamente na população e, conseqüentemente, na sua melhoria e qualidade de vida. Somado a isto, o Art 8º inciso 3º desta mesma resolução dispõe sobre o monitoramento da qualidade da água e destaca que esse monitoramento poderá ser avaliado por indicadores biológicos,

quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas (CONAMA, 2005), tais como a perifítica.

A comunidade algal que constitui o perifíton e o fitoplâncton estão passivas a fatores que se encontram no meio aquático como pH, turbidez, luz, nutrientes, temperatura entre outros, que refletem positivamente ou negativamente nas mudanças temporal e espacial, porém essas comunidades podem oferecer respostas variantes, refletindo na reorganização e composição dos diversos conjuntos de algas (MENDES; COSTA, 2016).

A transparência da água, por exemplo, é uma importante variável, pois permite a verificação do nível de translucidez da água, e a luminosidade da coluna d'água pode sofrer variações desde centímetros a dezenas de metros, sendo a coluna caracterizada pela presença de uma zona fótica (presença de luz) e uma zona eufótica (ausência de luz) (PALMA, 2017) e essa luminosidade é importante, pois determina a ocorrência de processos fotossintetizantes nas comunidades autotróficas e pode até mesmo ser determinada como a principal variável que define a dinâmica e a estrutura da comunidade perifítica no que tange a biomassa dessa comunidade (COSTA, 2011).

A turbidez determina o nível de interferência através de partículas, especialmente por elementos sólidos que se encontram suspensos e diminuem a absorção e o espalhamento da luz quando penetrada na água. O aumento dessa variável no meio aquático pode trazer alterações nas características de cor, sabor, aparência e odor e refutar as atribuições de potabilidade e ainda camuflar a existência de organismos patogênicos, causando o crescimento de bactérias através da absorção de nutrientes nas partículas (HADDAD *et al*, 2007). Essa variável pode influenciar na comunidade perifítica também através das macrófitas onde pode ocorrer aumento na disposição de luz para o perifíton bloqueando a suspensão de sedimentos e, também, na diminuição da luz devido à grande cobertura vegetal das macrófitas, portanto aumentando a turbidez nos estágios de decomposição (CASARTELLI, 2014).

Condutividade elétrica, por sua vez, é a capacidade que a água possui em transportar corrente elétrica, podendo indicar de forma indireta a ocorrência de poluição e alteração no corpo hídrico, uma vez que se pode encontrar íons que alteram a condutividade elétrica aumentando ou diminuindo os níveis (BRITO, 2008). Segundo Souza *et. (2015)* quando a quantidade de íons for alta, maior será a condutividade elétrica de um meio e a sua verificação pode trazer respostas acerca do metabolismo do ecossistema aquático, produção primária e até decomposição.

Os padrões químicos na determinação da qualidade da água se associam com as características físicas e são determinados através do potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), acidez entre outros. A qualidade química da água pode ser determinada a partir do seu conteúdo orgânico, formação iônica, gases dissolvidos, existência de nutrientes associados à produção primária entre outras características (NOGUEIRA *et al.*, 2015)

O nível de oxigênio dissolvido pode alterar quando ocorre aumento de temperatura e diminuição da pressão sobre o corpo d'água ocorrendo à redução dos níveis de oxigênio causando a solubilidade (ESTEVES, 1998). O nível de oxigênio dissolvido diminui ou cessa quando se encontra no meio aquático compostos orgânicos biodegradáveis provenientes principalmente de esgoto doméstico, pois com os altos níveis desses compostos maior será a quantidade de microorganismos decompositores e conseqüentemente maior consumo de oxigênio (NOZAKI *et al.*, 2014). Este nível de acordo com a resolução CONAMA, não deve ser inferior a 6 mg/ L.

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma variável importante no fornecimento de informações acerca da qualidade de um meio, as alterações nesse parâmetro são causadas comumente pelo consumo e produção de CO<sub>2</sub>, realizadas pelas comunidades fotossintetizantes e através da respiração e fermentação produzindo assim ácidos fracos (NOZAKI *et al.*, 2014). Segundo a resolução do CONAMA 357/2005 o valor do pH para um corpo d'água puro deve variar entre 0 a 7 a 25°C em meios ácidos e em meios alcalinos deve variar entre 7 e 14 obedecendo a amplitude de 6,0 a 9,0 considerado adequado para o ecossistema aquático.

De maneira geral, as características físicas e químicas de um ecossistema aquático estão, diretamente, relacionadas com a estrutura da comunidade fitoplanctônica e, conseqüentemente, periférica, uma vez que tais parâmetros podem influenciar na produtividade algal, bem como em mudanças morfológicas, taxas de crescimento e reprodução. Além do que, determinadas características ambientais tornam-se fator limitante para a coexistência de grupos fitoplanctônicos, diminuindo assim a diversidade encontrada no ambiente.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

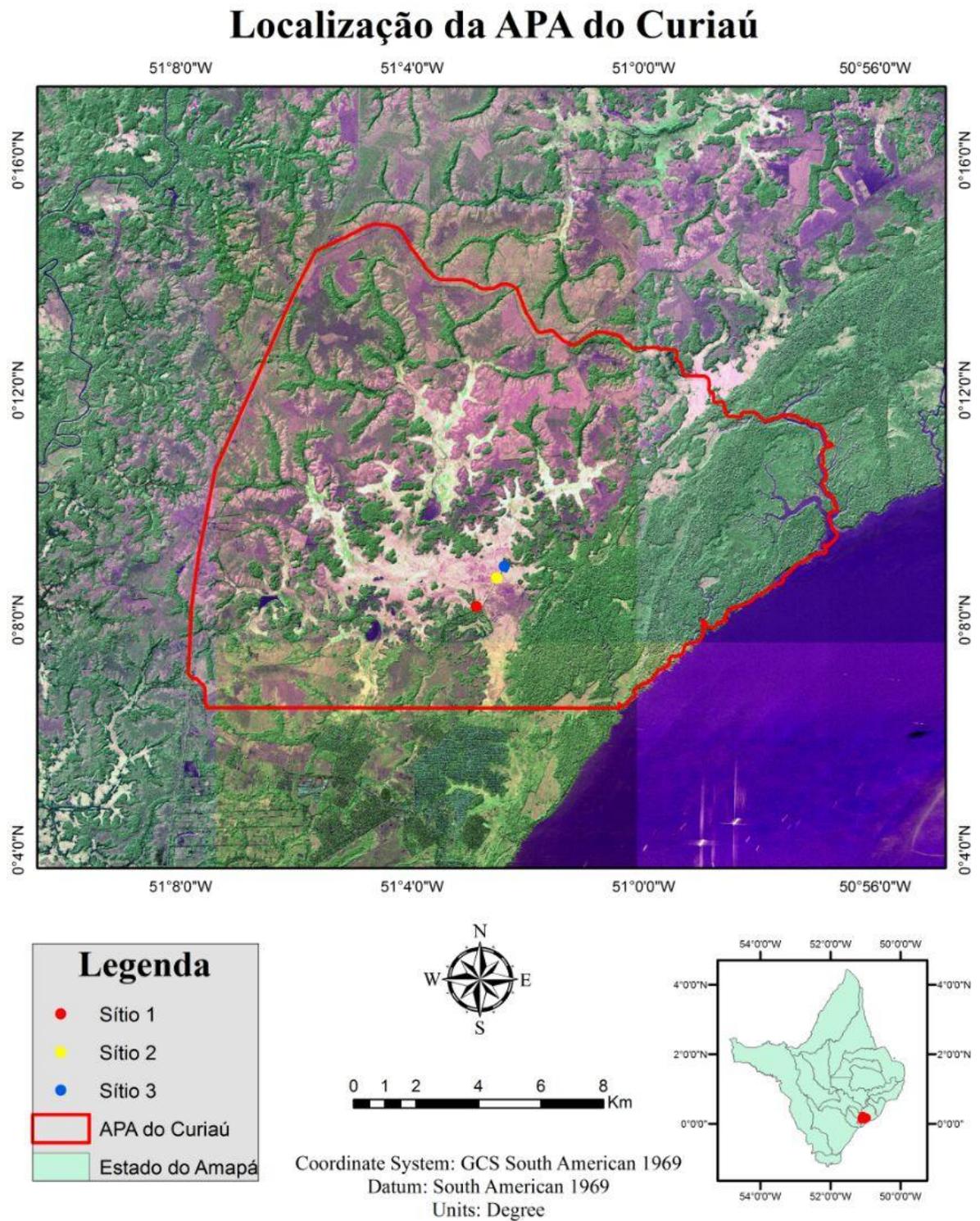
#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A APA do Rio Curiaú (Figura 1) está situada a 8 km ao norte da cidade de Macapá, com um total de 21.676 hectares, com limites demarcados em Campina Grande do Curiaú (norte); Rodovia BR-156 (oeste), a cidade de Macapá (sul) e o rio Amazonas, (leste) (CANTUÁRIA; RIBEIRO; 2012) sendo cortada entre os paralelos 00o 00' N e 00o 15' N e cortada pelo meridiano 51o 00' W (SILVA *et al.*, 2013). Esta área foi instituída primeiramente através do decreto Nº 1417 pelo Governo do estado do Amapá em 28 de setembro de 1992, considerando as suas características culturais e aspectos afro-brasileiros a área foi tombada como patrimônio Cultural do Estado do Amapá através do decreto Nº 1418 também em 1992. Em 15 de setembro de 1998 é então criado a Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú (BARROS, 2018). O acesso é feito por via terrestre e fluvial, podendo ser utilizada a BR-210 e a EAP-070 como acesso por via terrestre e através do Rio Curiaú por via fluvial que corta a APA no sentido leste/oeste.

A área possui uma população estimada em 2000 pessoas que se encontram distribuídas nas comunidades de Mocambo, Pirativa, Pescada, Curiaú de Dentro, Curiaú de Fora, Curralinho, Casa Grande e Extrema, com uma população basicamente de afrodescendentes com características quilombolas se mostrando bastante forte dentro da área. A economia da população residente é basicamente a pesca, agricultura de subsistência, a criação de pequenos animais e o extrativismo vegetal e animal (SANTOS JUNIOR, 2013)

O cenário local com inúmeras paisagens chama atenção, uma vez que 40% da área total estão inseridas na APA. As terras e os recursos hídricos disponíveis apresentam grandes variedades de animais e vegetais que servem como seu habitat natural (CANTUÁRIA; RIBEIRO, 2012).

**Mapa 1:** Área de localização da APA do Rio Curiaú e pontos de amostragem



Fonte: SEMA/AP

Execução: José Douglas Monteiro da Costa

De forma a conservar e manter esse ecossistema utilizando os meios legais, a APA do Rio Curiaú foi criada com o objetivo de controlar o avanço urbano que se expandia para a área de maneira desordenada dentro dos limites da bacia hidrográfica, bacia esta que está interligada a lagos permanente e temporário influenciáveis pelas marés, portanto, nota-se a seca no verão que compreende o período de julho a dezembro e cheia no inverno no período de janeiro a junho. A bacia do rio Curiaú é utilizada, principalmente, para recreação, porém é bastante utilizada também para irrigação de plantações, pesca artesanal entre outros meios de utilização, de maneira que denota as características de rios de classe 1 segundo o CONAMA, mostrando a relevância que essa área possui para essas atividades e para a população que se beneficia pelo seu uso (BARROS, 2018).

### 3.2 COLETA E AMOSTRAGEM DO MATERIAL PERIFÍTICO

As coletas do material perifítico foram realizadas em campanhas trimestrais, compreendendo os meses de junho de 2016 a outubro de 2017, levando em consideração os períodos sazonais S (seco); S-C (seco-chuvoso); C (chuvoso); C-S (chuvoso-seco).

Foram definidos três pontos de coleta dentro da limitação da APA do Rio Curiaú, os sítios de amostragem foram determinados de acordo com posições estratégicas, onde o 'sítio 1' consiste em uma área próxima a residências, 'sítio 2', local bastante utilizado como balneário e o 'sítio 3' um tipo de canal que corta subterrâneo a rodovia AP070 (Figura 2) com coordenadas descritas na (Tabela 1).

**Tabela 1:** Coordenadas dos sítios de amostragem

| Ponto   | Latitude     | Longitude     |
|---------|--------------|---------------|
| Ponto 1 | 0°08'13.69"N | 51°02'53.35"W |
| Ponto 2 | 0°08'43.91"N | 51°02'31.98"W |
| Ponto 3 | 0°08'55.86"N | 51°02'23.55"W |

**Fonte:** Próprio autor, 2017.

A coleta do material perifítico foi realizada utilizando espremidos de partes submersas de bancos de macrófitas aquáticas. Após esse procedimento, todo o material coletado foi inserido em recipiente de vidro e preservado com uma quantidade suficiente de solução de *Transeau* (BICUDO e MENEZES, 2006). Este tipo de coleta deve ser realizado para os materiais que podem ser considerados como perifítico fixado a folhas, caules e raízes de macrófitas (BICUDO, MENEZES, 2006).

**Fotografia 1:** Sítios A, B e C de amostragem



**Fonte:** Próprio autor, 2017.

Para que as amostras permanecessem em bom estado de conservação, todo o material coletado foi armazenado em locais apropriados com abrigo da luz solar, evitando que houvessem alterações sobre a qualidade e a característica dos organismos.

### 3.3 IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA E FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS ALGAS

A identificação do material foi realizada utilizando microscópio óptico, entre lâmina e lamínula com auxílio de pipetas para retirar o material do frasco e serem inseridos na lâmina com as amostras a partir das unidades amostrais concentradas. Foram examinadas no mínimo 10 lâminas para cada unidade amostral ou até que se esgotasse o aparecimento de novos organismos taxonômicos. A identificação do material através do microscópio foi realizada utilizando fotografias e a identificação foi providenciada, sempre que possível, a partir de análises de populações, usando trabalhos de composição, descrição, chaves taxonômicas, tanto clássico como recentes.

A frequência de ocorrência dos táxons foi determinada de acordo com Mateucci e Colma (1982) calculando, em percentuais, o número de amostras em que o táxon ocorreu e o número total de amostras analisadas. Para este estudo, o resultado obtido deu-se pela fórmula 1:

**Fórmula 1:** Fórmula para calcular as amostras

$$\frac{n * 100}{N}$$

onde n= número de amostras em que o táxon ocorre e N= o número total de amostras (espaço-temporal) analisadas no período de estudo. A classificação quanto à frequência de ocorrência

dos táxons se deu da seguinte forma: muito frequente ( $MF \geq 70\%$ ), frequente ( $F < 70\%$  e  $> 40\%$ ), pouco frequente ( $PF < 40\%$  e  $> 10\%$ ) e esporádico ( $E \leq 10\%$ ).

### 3.4 DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA

Em cada estação de coleta efetuou-se medições *in situ* dos parâmetros físicos e químicos como temperatura, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e transparência, por meio de sonda multiparâmetros específicas e disco de secchi (Figura 3).

**Fotografia 2:** (A) aparelhos para mensuração de CE, OD e pH; (B) disco de Secchi para mensuração de transparência



**Fonte:** Próprio Autor, 2017.

Utilizando os aparelhos e as suas respectivas sondas, aferiu-se os valores para todos os parâmetros físicos e químicos já citados neste trabalho. Para a verificação do pH, utilizou-se o pHmetro inserindo a sonda composta na água e foi aguardado até a estabilização dos valores, momento este que se obtém o valor para essa variável para cada ponto. Os níveis de Oxigênio Dissolvido foram aferidos através do aparelho oxímetro, utilizando o mesmo método de verificação do pH, e a condutividade elétrica foi verificada através de um condutímetro, também, inserindo sonda na água até que ocorresse a estabilização do valor e a temperatura foi verificada com os termômetros inseridos nos aparelhos de pH e OD.

Para medição da transparência, utilizou o disco de Secchi, com aproximadamente 30cm de diâmetro, onde foi inserida na água até que a sua visualização não fosse mais possível.

### 3.5 ANÁLISE DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS

Uma análise descritiva foi realizada a fim de verificar as médias, medianas, desvios padrões e níveis de confiança (95%) dos valores mensurados.

Os resultados foram tabelados no programa *Excel* e transportados para o software “R-statistics” utilizando os principais testes estatísticos para interpretação dos resultados obtidos. Os valores mensurados de todos os parâmetros foram analisados usando o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido dos testes de Levene-Bartlett para avaliar a homogeneidade e homocedasticidade, respectivamente. Todos os valores obtidos foram considerados não paramétricos, desta forma, as variações das medianas foram verificadas por meio do teste Kruskal-Wallis com nível de significância 95% ( $p > 0,05$ ). Por fim, uma análise de correlação de Spearman foi executada para verificar a correlação dos parâmetros ambientais com a riqueza da comunidade periférica presente na área de estudo.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Os valores monitorados para os parâmetros da qualidade da água de OD, CE, transparência, temperatura e pH estão expostos na tabela 2.

**Tabela 1:** Valores absolutos mensurados in situ dos padrões ambientais da água.

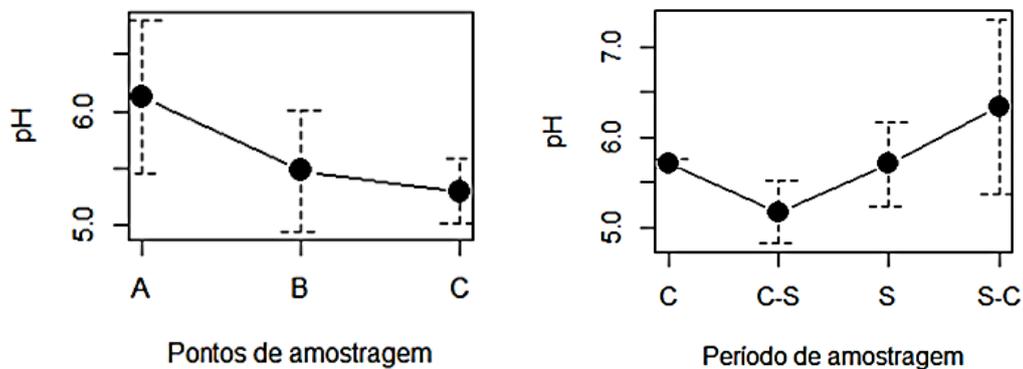
| Mês de coleta            | Período de Amostragem | Pontos                  | pH   | Oxigênio Dissolvido (OD) | Condutividade Elétrica (CE) | Transparência (m) | Temperatura °C |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------|------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------|
| <b>Junho 22/06/2016</b>  | <b>C-S</b>            | <b>A</b>                | 5,45 | 1,44                     | 0,4                         | 1,08              | 28,5           |
|                          |                       | <b>B</b>                | 4,98 | 2,44                     | 0,4                         | 2,4               | 28,5           |
|                          |                       | <b>C</b>                | 5,06 | 1,90                     | 0,2                         | 1,47              | 25             |
| <b>Setembro 28/09/16</b> | <b>S</b>              | <b>A</b>                | 6,23 | 2,39                     | 0,4                         | 0,6               | 29,4           |
|                          |                       | <b>B</b>                | 5,33 | 0,34                     | 0,2                         | 1,72              | 27,9           |
|                          |                       | <b>C</b>                | 5,24 | 0,86                     | 0,2                         | 1,72              | 28,3           |
| <b>Dezembro 30/12/16</b> | <b>S-C</b>            | <b>A</b>                | 7,30 | 3,80                     | 0,5                         | NA                | 27,3           |
|                          |                       | <b>B</b>                | 6,33 | 0,97                     | 0,3                         | 0,73              | 29             |
|                          |                       | <b>C</b>                | 5,38 | 0,68                     | 0,2                         | 0,55              | 28,5           |
| <b>Março 29/03/17</b>    | <b>C</b>              | <b>A</b>                | 5,70 | 3,00                     | 0,2                         | 1,7               | 28             |
|                          |                       | <b>B</b>                | 5,76 | 5,54                     | 0,1                         | 3,1               | 28             |
|                          |                       | <b>C</b>                | 5,67 | 4,20                     | 0,1                         | 2                 | 28             |
| <b>Junho 28/06/2017</b>  | <b>C-S</b>            | <b>A</b>                | 5,73 | 0,40                     | 0,2                         | 0,8               | 27,7           |
|                          |                       | <b>B</b>                | 4,91 | 2,11                     | 0,1                         | 3                 | 26             |
|                          |                       | <b>C</b>                | 4,90 | 2,90                     | 0,1                         | 1,8               | 28             |
| <b>Out 24/10/2017</b>    | <b>S</b>              | <b>A</b>                | 6,34 | NA                       | 0,4                         | 0,3               | 28,8           |
|                          |                       | <b>B</b>                | 5,55 | NA                       | 0,5                         | 1,6               | 25             |
|                          |                       | <b>C</b>                | 5,52 | NA                       | 0,5                         | 6                 | 25             |
|                          |                       | <b>Média</b>            | 5,63 | 2,20                     | 0,28                        | 1,80              | 27,61          |
|                          |                       | <b>Desvio padrão</b>    | 0,61 | 1,51                     | 0,15                        | 1,35              | 1,40           |
|                          |                       | <b>Coef. Devariação</b> | 0,11 | 0,69                     | 0,53                        | 0,75              | 0,05           |

NA: valores não aferidos

C-S: chuvoso-seco; S: seco; S-C: seco-chuvoso; C: chuvoso.

Os níveis de pH mostraram uma variação de 4,90 a 7,30, com média  $5,63 \pm 0,61$ . Os menores valores foram associados ao período de transição chuvoso-seco ( $5,18 \pm 0,41$ ) e os maiores valores relacionados com o período de transição seco-chuvoso ( $6,34 \pm 0,91$ ). Do mesmo modo, os menores valores de pH ( $5,29 \pm 0,26$ ) foram verificados no sítio de amostragem C e os maiores estiveram associados ao sítio A ( $6,12 \pm 0,21$ ). Desta forma o teste de variação apontou para diferenças significativas de valores entre os sítios de coleta ( $H=6.5029$ ;  $p<0,05$ ) e períodos de amostragem ( $H=6.7719$ ;  $p<0,05$ ) (Figura 4).

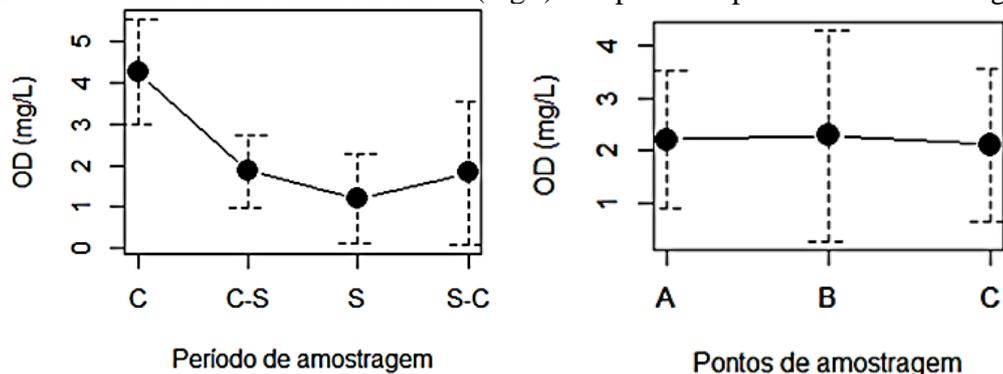
**Gráfico 1:** Níveis de pH (média e desvio padrão) entre os pontos e período de amostragem



Fonte: Próprio autor, 2017.

Os níveis de OD apresentaram média de  $2,20 \pm 1,51$  mg/l, com o menor valor verificado no sítio B ( $0,34$  mg/l), no período seco. Por sua vez, o maior valor mensurado ( $5,54$  mg/l) foi observado no sítio B, no período chuvoso (Figura 5). Com isto, foi possível observar uma variação significativa das concentrações de OD entre períodos de amostragem ( $H=6.7667$ ,  $p<0,05$ ). No entanto, essa variação não foi significativa ao longo dos sítios de coleta ( $H=0.06$ ,  $p=0.9704$ )

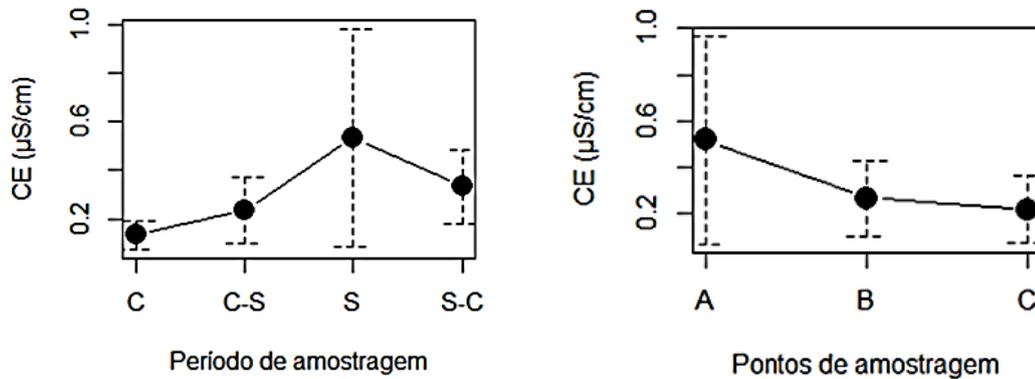
**Gráfico 2:** Médias dos níveis de OD (mg/l) nos pontos e períodos de amostragem



Fonte: Próprio autor, 2017.

A condutividade elétrica (CE) apresentou média  $0,28 \pm 0,15 \mu\text{S}/\text{cm}$  e variou de  $0,10 \mu\text{S}/\text{cm}$  a  $0,50 \mu\text{S}/\text{cm}$ , com os menores valores observados nos meses de março e julho/2017, compreendendo, respectivamente, os períodos: chuvoso e transição chuvoso-seco. Foi possível observar uma variação significativa entre os períodos de amostragem ( $H=6.6692$ ,  $p<0,05$ ). No entanto, este mesmo padrão não foi observado para a variação de CE entre os sítios de coleta ( $H=2.5251$ ,  $p=0,2829$ ) (Figura 6)

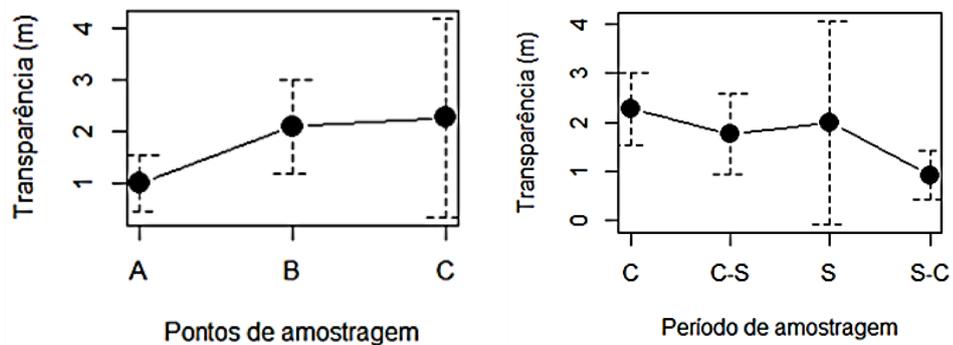
**Gráfico 3:** Médias dos níveis de CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) nos pontos e períodos de amostragem



Fonte: Próprio autor, 2017.

A transparência da água (disco de Secchi) variou de  $0,30\text{m}$  a  $3,1\text{m}$ , com média de  $1,48 \pm 0,84\text{m}$ . A menor transparência foi verificada no sítio A, enquanto a maior foi observada no sítio C. Esta variação foi significativa entre os sítios de amostragem ( $H= 5.2013$ ;  $p<0,05$ ). Por sua vez, o período de transição seco-chuvoso apresentou a menor transparência da água, enquanto o período chuvoso apresentou os maiores valores. No entanto, esta variação não foi estatisticamente significativa ( $H= 4.49$ ,  $p=0,2132$ ) (Figura 7).

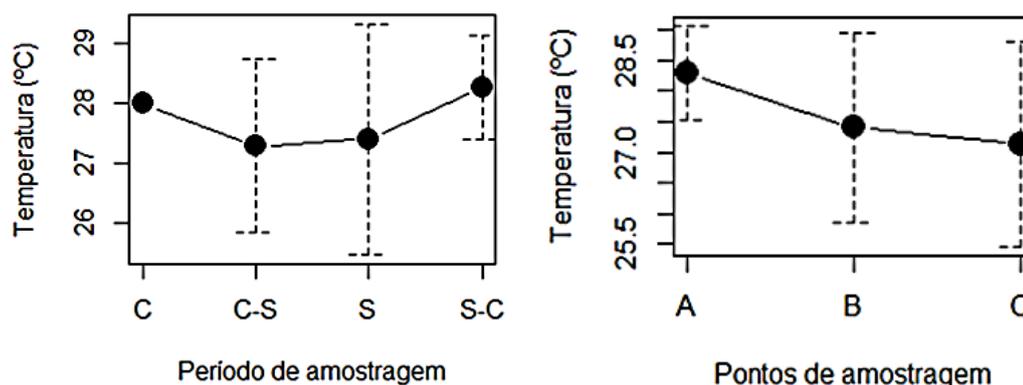
**Gráfico 4:** Médias dos níveis de transparência (m) nos pontos e períodos de amostragem



Fonte: Próprio autor, 2017.

A temperatura da água apresentou uma amplitude térmica de 25°C a 29,4°C, com média de 27,61 ±1,40°C. Observaram-se as maiores temperaturas no sítio A durante todo o período de amostragem. No entanto, não foram observadas variações significativas ao longo dos sítios de amostragem ( $H=1.2424$ ,  $p= 0.5373$ ) e períodos sazonais ( $H= 1.0055$ ,  $p= 0.7999$ ) (Figura 8).

**Gráfico 5:** Médias dos valores da temperatura (°C) nos pontos e períodos de amostragem



Fonte: Próprio autor, 2017.

Para verificar a correlação entre os parâmetros ambientais da qualidade da água (transparência, temperatura, OD, pH, CE), utilizou-se do teste de correlação de *Spearman*, cuja os valores estão descritos na tabela 3.

**Tabela 2:** Correlação de Spearman para os padrões ambientais avaliados

|                         | CE ( $\mu\text{S/cm}$ ) | OD (mg/L)          | pH                 | T (°C)              | Transp. (m) |
|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|
| CE ( $\mu\text{S/cm}$ ) | 1                       | -0.17759026        | 0.4243473          | 0.39188945          | -0.5500865  |
| OD (mg/L)               | -0.1775903              | 1                  | 0.1785714          | -0.07957238         | 0.5236821   |
| pH                      | <b>0.4243473*</b>       | 0.17857143         | 1                  | 0.23148328          | -0.4343165  |
| T (°C)                  | 0.3918895               | -0.07957238        | 0.2314833          | 1                   | -0.3674462  |
| Transparência (m)       | -0.5500865              | <b>0.52368207*</b> | <b>-0.4343165*</b> | <b>-0.36744624*</b> | 1           |

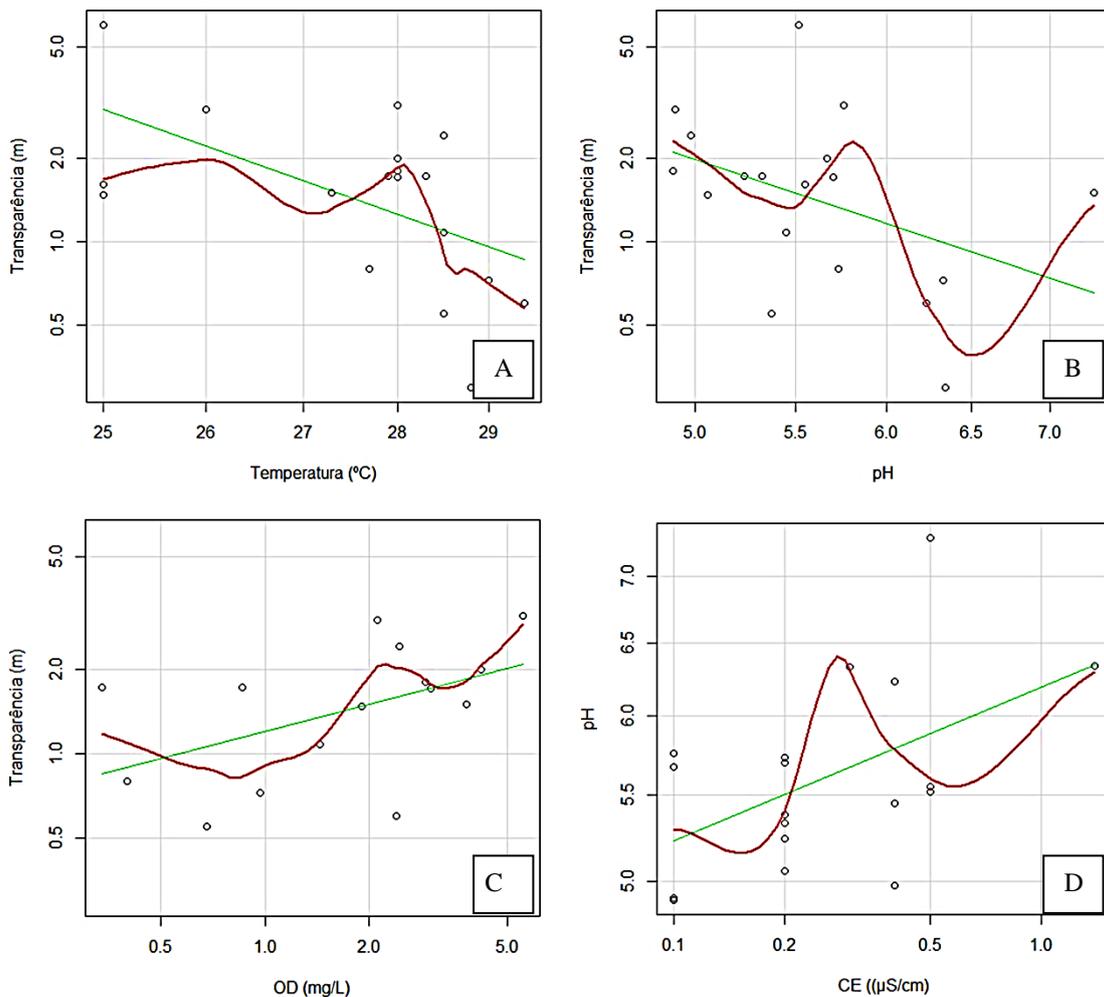
\*Nível de significância de 95%

Fonte: Próprio autor, 2017.

Considerando o nível de confiança de 95% ( $\alpha=0,05$ ) o teste de *Spearman* mostrou uma correlação negativa entre as variáveis transparência e pH (-0.4343165;  $p<0,05$ ). Do mesmo modo, a transparência apresentou uma correlação negativa com a temperatura da água (-0.36744624;  $p<0,05$ ). Por sua vez, os parâmetros CE e pH foram correlacionados

positivamente (0.4243473,  $p < 0,05$ ), assim como as variáveis ambientais OD e transparência (Figura 9).

**Gráfico 6:** Correlação de Spearman entre os parâmetros ambientais: a) transparência (m) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ); b) transparência (m) e pH; c) transparência e OD (mg/L); d) pH e CE ( $\mu\text{S/cm}$ )



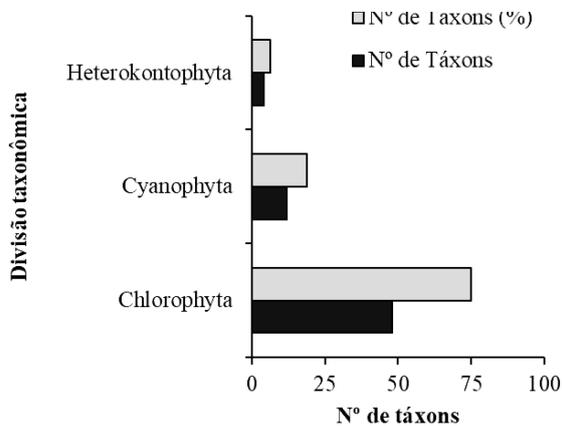
**Fonte:** Próprio autor, 2017.

#### 4.2. COMPOSIÇÃO DE MICROALGAS PERIFÍTICAS

Foi identificado um total de 64 taxóons, sendo distribuídas em três divisões e cinco classes taxonômicas (Apêndice 1). Deste total, 19 taxóons foram identificadas a nível de gênero e 45 a nível de espécie. A divisão Chlorophyta apresentou o maior número de taxóons (N=48; 75%), seguida de Cyanophyta (N=12; 18,75%) e Heterokontophyta (N=4; 6,25%). Em termos de classe, Zygnematophyceae, apresentou o maior número de taxóons (N=42;

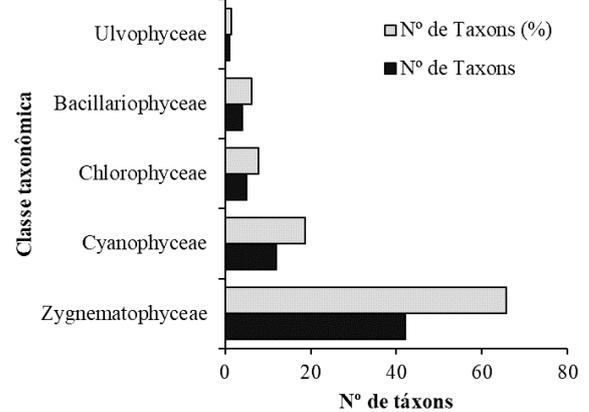
65,63%), seguido de Cyanophyceae (N=12; 18,75%), Chlorophyceae (N=5; 7,81%), Bacillariophyceae (N=4; 6,25%) e, por último, Ulvophyceae (N=1; 1,56%) (Figura 10 e 11).

**Gráfico 8:** Distribuição absoluta e relativa (%) dos táxons em divisões taxonômicas



Fonte: Próprio autor, 2017

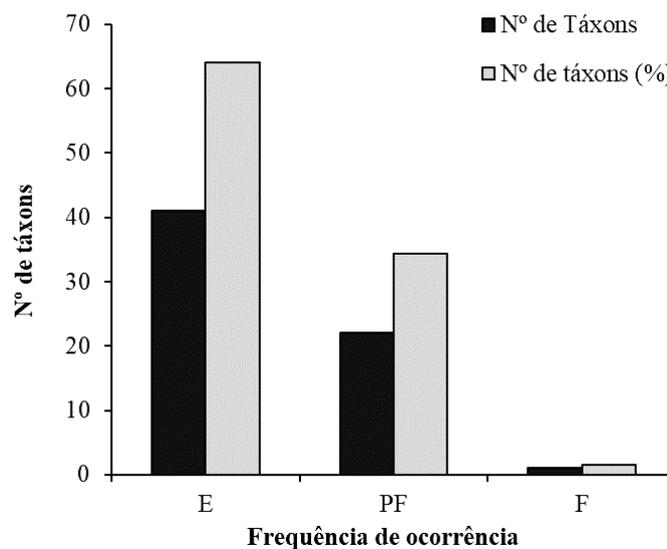
**Gráfico 7:** Distribuição absoluta e relativa (%) dos táxons em classes taxonômicas



Fonte: Próprio autor, 2017

A maioria dos táxons apresentaram uma frequência de ocorrência esporádica (E)(N=41; 64,06%), denotando em um ambiente com uma variedade de espécies. Por sua vez, 34,48% (N=22) foram pouco frequentes (PF) e apenas um táxon (*Spyrogira* sp) foi considerado frequente (F) no período de amostragem (N=1; 1,56%) (Figura 12)

**Gráfico 9:** Frequência de ocorrência dos táxons identificados

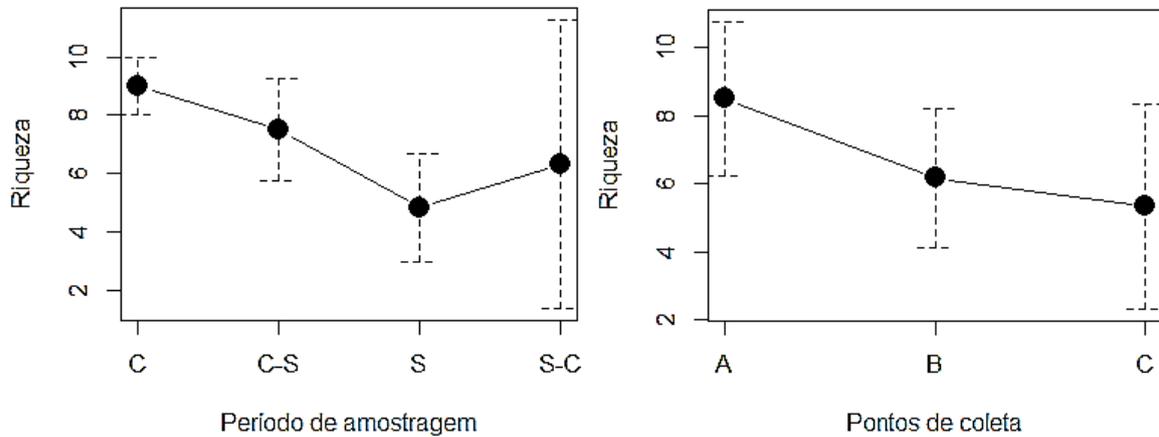


Fonte: Próprio autor

Com relação à flutuação espaço-temporal da riqueza de microalgas perifíticas, não se observou variação significativa entre os sítios de coleta ( $p > 0,05$ ). Contudo, uma variação

significativa foi observada entre os períodos de amostragem ( $p < 0,05$ ), com os maiores valores associados ao período chuvoso (Figura 13).

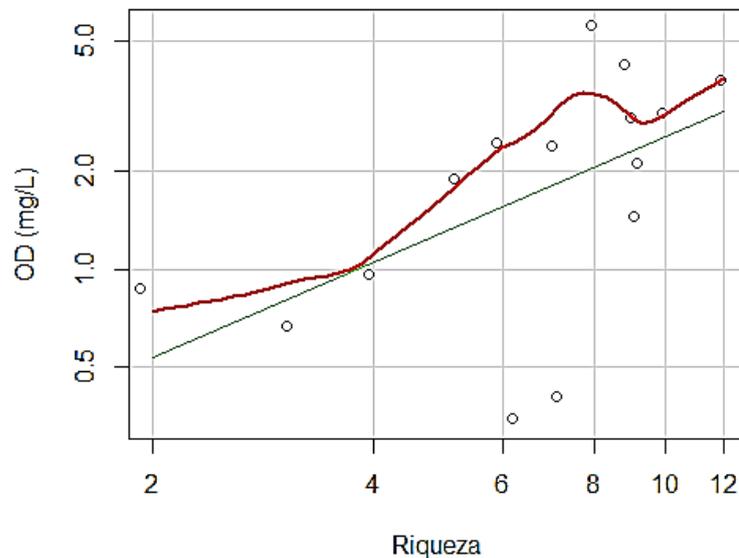
**Gráfico 10:** Distribuição da riqueza entre os períodos sazonais e pontos de coleta



**Fonte:** Próprio autor, 2017.

Ao correlacionar as variáveis ambientais da qualidade da água e a riqueza de microalgas perifítica, observou-se uma correlação positiva com as concentrações de oxigênio dissolvido ( $r=0.6588834$ ;  $p < 0.01$ ), demonstrando que à medida que a riqueza de táxons aumenta na área de estudo, o nível de oxigênio dissolvido tende a aumentar, simultaneamente sendo fortemente influenciado pela chuva (Figura 14).

**Gráfico 11:** Relação riqueza de espécies e oxigênio dissolvido (mg/l)



**Fonte:** Próprio autor, 2017.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água é proveniente de fenômenos naturais e pela ação antrópica sobre as bacias hidrográficas. A água por ser solvente amplo, transporta substâncias, elementos, gases e compostos orgânicos. O ciclo hidrológico na natureza é a ferramenta que possibilita a alteração física e permite a interação com distintos ambientes, e as características da água são caracterizadas através de substâncias químicas que se encontram dissolvidas e essas características estão ligadas a geoquímica do solo e de rochas das bacias que drenam lagos e rios (PIRATOBA *et al.*, 2017). A qualidade da água pode ser verificada através de vários parâmetros, no qual pode-se citar o pH, OD, CE, temperatura, entre outros.

O pH é uma variável relevante para os ecossistemas aquáticos, porém é de difícil interpretação, pois existe diversos fatores bióticos e abióticos que podem influenciar em seus níveis nos ecossistemas naturais (Esteves, 2011). Neste estudo foi verificada uma variação significativa de pH entre os sítios e períodos de amostragem, com os menores valores associados ao período de transição chuvoso-seco. Silva *et al.* (2008) explica que o nível de acidez da água pode estar relacionado ao aumento no material orgânico existente nos corpos da água causando queda no nível de oxigênio dissolvido. Para Carvalho (2000) o aumento das chuvas, faz com que a acidez do pH diminua nos corpos d'água devido aos compostos dissolvidos percolados pela chuva. Isto poderia explicar os valores ácidos observados para o Rio Curiaú, principalmente, no período de transição chuvoso-seco.

Além disso, levando em consideração a classificação de Sioli (1950 *apud* SILVA, 2013) sobre os rios amazônicos, observa-se que em seu estado natural, os rios de “águas brancas” de origem Andina e Sub-Andina, com águas turvas apresentam teores de pH entre 6,2 e 7,2 com altos níveis de material suspenso, como exemplo tem-se o Solimões-Amazonas, rio Purus e rio Madeira. Os rios de “águas claras” possuem teores de pH entre 4,5 e 7,0 e apresentam águas transparentes como os rios Tapajós e Xingu. Os rios de “águas pretas” com níveis de pH entre 3,8 e 4,9 apresentam cor tipo marron-oliva ecom águas ácidas. No presente estudo, os níveis de pH apresentaram média de  $5,63 \pm 0,61$ , característicos de rios de águas claras, como o Rio Curiaú (SILVA, 2013).

Os níveis de OD apresentaram um média de  $2,20 \pm 1,51$  mg/l, com o menor valor verificado no período seco. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que os níveis de oxigênio em um corpo d'água não seja inferior a 5 mg/l. Para este estudo, observou-se níveis muito abaixo do estabelecido. Os maiores teores de OD (5,54 mg/l) foram observados no

período chuvoso. Pereira *et al.* (2010) explicam que o OD aumenta devido a turbulência na água causada pela chuva, gerando assim maior interação com o oxigênio atmosférico. Além disso, outro fator que pode ser determinante nos teores de OD em corpos d'água é a sua temperatura. O aumento de temperatura tende a aumentar a evaporação da água, diminuindo assim a oxigenação. Este fato foi observado para o Rio Curiaú no período de seca, embora tenha sido observada nenhuma correlação entre a temperatura da água e a concentração de oxigênio.

A condutividade elétrica (CE) apresentou média de  $0,28 \pm 0,15$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com menores valores observados no período chuvoso e transição chuvoso-seco. A CE pode fornecer informações importantes acerca do meio aquático, como por exemplo, pode fornecer informações sobre os níveis de concentração iônica, processos de produção, ocorrendo uma diminuição nos níveis de CE, decomposição acarretando no aumento do nível, bem como pode demonstrar fontes poluidoras no meio aquático (REKOWSKY, 2011). Segundo Esteves (2011) os níveis de condutividade em ambientes tropicais estão relacionados com as suas propriedades geoquímicas, onde as condições climáticas também podem ser fatores determinantes, assim como as variações nos níveis de precipitação.

Em estudos semelhantes, Piratoba *et al.* (2017) realizaram um trabalho no município de Barcarena/PA e observaram que no período menos chuvoso os níveis de CE são maiores, especialmente, em pontos próximos a aglomerados humanos, associando estes resultados ao efluentes antrópicos que são ali despejados. Na presente pesquisa, os maiores valores de CE foram observados no período de seca, com menor diluição dos compostos químicos nos corpos d'água, sobretudo, no sítio utilizado para a balneabilidade, com a presença de bares e restaurantes que lançam seus efluentes diretamente no rio.

A transparência da água (disco de Secchi) apresentou média de  $1,48 \pm 0,84$ , com variações significativas entre os sítios de amostragem. Segundo Nasser (2001), a transparência pode ser o contrário da turbidez, e inversamente associada a acúmulos de sólidos em suspensão.

Os períodos de chuvas podem influenciar na transparência da água, uma vez que o volume das águas nos rios pode acarretar em altas concentrações de sedimentos (PRATTE-SANTOS *et al.*, 2008). Os rios de águas brancas apresentam expressiva carga de sedimentos dissolvidos ou em suspensão, o que implica substancialmente, na penetração de luz na lâmina d'água e, conseqüentemente, em sua transparência (CUNHA, 2013). Os valores médios de transparência encontrados na presente pesquisa corroboram com valores verificados em

outros ecossistemas amazônicos (SIQUEIRA *et al.*, 2012; SILVA, 2012; ALMEIDA e MELO, 2011).

Na presente pesquisa a transparência da água, ainda, foi correlacionada positivamente com a concentração de oxigênio dissolvido. Isto decorre do aumento da atividade fotossintética fitoplanctônica em resposta a uma maior intensidade luminosa na zona fótica do ecossistema aquático (SOUSA *et al.*, 2009).

Do mesmo modo a transparência da água foi correlacionada com os níveis de pH. Ambos os parâmetros são essenciais para o desenvolvimento da comunidade perifítica, onde a presença de nutrientes que estão associados à radiação solar, nível de transparência, pH e a estabilidade da coluna d'água são fatores determinantes para o aumento desta comunidade (PALMA *et al.*, 2017). Além disso, o pH é afetado pelo processo de fotossíntese que aumenta a fixação de gás carbônico e, por sua vez, diminui a concentração de H<sup>+</sup> no ambiente, fazendo com que o ambiente atinja níveis de pH alcalinos (BAMBI *et al.*, 2008).

A temperatura média da água no rio Curiaú foi de 27,6±1,40°C. Resultados similares foram observados em outros ecossistemas amazônicos. A exemplo, Miranda *et al.* (2009) observaram uma temperatura média de 29,7 °C para o rio Tapajós, valor este similar a outros rios Amazônicos como os rio Tocantins e Xingu. Do mesmo modo, Abdo *et al.* (1997 *apud* Miranda, 2009), em um estudo envolvendo toda a bacia amazônica e seus afluentes, verificaram uma temperatura média 28,6°C nos corpos d'água, onde os maiores valores estiveram associados ao período de seca, não excedendo 30°C.

Na presente pesquisa a temperatura da água, ainda, foi correlacionada negativamente com a transparência. Isto se deve às maiores temperaturas que ocorreram no período de seca, o que resulta em uma perda considerável do nível da água no corpo d'água, diminuindo, assim, a sua zona fótica e, conseqüentemente, a sua estratificação térmica.

## 5.2. COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DE MICROALGAS PERIFÍTICAS

O presente estudo mostrou que a composição do perifíton esteve distribuída em três divisões taxonômicas, em sua maioria na divisão Chlorophyta. Esta divisão apesar de ocorrer comumente em ambientes marinhos, também, prevalece em ecossistemas aquáticos continentais. Estas microalgas podem habitar troncos de árvores, solos e podem viver em simbiose com fungos, protozoários e outros animais (MARMITT *et al.*, 2015). Esse grupo apresenta uma distribuição cosmopolita, porém mostrando uma dispersão maior no número de espécies seguindo em direção a linha do equador, o que resulta em um ambiente tropical

bastante diversificado em termos de espécies, sendo explicada pelos promissores valores de temperatura para o desenvolvimento desse grupo, com amplitudes térmicas entre 25-30°C (SOUZA; MELO, 2011).

Várias espécies da divisão Chlorophyta estão inseridas no meio perifítico, encontrando-se associados em macrófitas aquáticas, no qual passam boa parte do seu ciclo de vida. No entanto, em determinados períodos se desprendem e encontram-se livres flutuantes (SOUZA; MELO, 2011)

A classe Zygnematophyceae apresentou a maior riqueza de espécies para o rio Curiaú. Esta classe representa um grupo bastante expressivo no que tange a número de espécies e gêneros e é bastante utilizada no ambiente aquático como forma de manejo e conservação destes ambientes, uma vez que é altamente sensível às alterações ambientais ocorrentes no meio. É uma classe comum em ambientes oligotróficos e mesotróficos, singularmente, em ambientes de águas ácidas (SILVA, 2016) o que explica expressiva riqueza dessa classe no rio Curiaú, monitorado com águas ácidas.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Algarte *et al.* (2006), onde analisaram a dinâmica e a estrutura de algas perifíticas em três ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná: Lagoa do Guaraná, Lagoa Fechada e Rio Baía. Neste estudo os autores observaram que mesmo em ambientes distintos, a classe Zygnematophyceae foi a predominante, seguida da classe Bacillariophyceae e Cyanophyceae, ambas, também, identificadas pela presente pesquisa.

A maioria dos táxons apresentaram uma frequência de ocorrência esporádica. Resultado similar foi observado por Bastos (2010) no setor médio do Rio Xingu, onde 73 espécies foram classificadas como esporádicas (67,59%), 32 espécies como pouco frequentes (29,63%) e 3 táxons foram classificados como frequente (2,78%).

A riqueza de espécies apresentou uma variação sazonal significativa, com maiores valores associados ao período chuvoso. A comunidade perifítica, de modo geral, apresenta uma nítida heterogeneidade espacial e temporal, que influenciam na variação da composição, densidade, produtividade e biomassa. Fatores como fluxos d'água, sazonalidade, temperatura, concentração de nutrientes e herbivoria, também, promovem essa variação (BASTOS, 2010). Além disso, Pieroni *et al.* (2015) afirmam que períodos com maiores índices pluviométricos tendem a promover uma maior ocorrência de espécies, denotando em uma riqueza taxonômica mais expressiva. Na presente pesquisa a riqueza perifítica correlacionou-se, significativamente, com as concentrações de OD, que por sua vez foi influenciada pelo período de precipitação, uma vez que foi observado maiores concentrações de OD no período

chuvoso. Segundo Esteves (2011) o oxigênio é um dos gases de maior relevância no meio aquático, pois está diretamente ligado à dinâmica e caracterização dos ecossistemas inseridos, influenciando sensivelmente em seu desenvolvimento.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição taxonomica do perifíton esteve representado por 64 táxons, com uma maior presença de especies da classe Zygnematophyceae, denotando em uma relação com as características de ambientes ácidos e condutividade elétrica baixa, ambas características observadas para a área de estudo.

A riqueza de espécies foi influenciada pelo período chuvoso. Do mesmo modo, a periodicidade sazonal teve uma maior influência sobre as alterações dos parâmetros ambientais OD, CE, pH e transparência. Além disso, a concentração de oxigênio fortemente influenciada pela chuva no corpo d'água esteve correlacionada significativamente com o aumento na riqueza de microalgas perifíticas na área de estudo.

A hipótese proposta inicialmente na pesquisa foi refutada uma vez que a maioria dos táxons apresentaram-se esporádicos. A composição taxonômica da comunidade perifítica do rio Curiaú independe da maioria dos parâmetros ambientais, com exceção da pH aceitando parcialmente a segunda hipótese proposta.

Por fim, verifica-se que os estudos envolvendo a comunidade perifítica, principalmente, em substratos naturais, ainda, são bastante escassos a nível nacional, mostrando a relevância de pesquisas como estas ou no estudo da dinâmica dessas comunidades. Nesse sentido essa pesquisa configura-se em uma contribuição para a ficologia da região norte do país, sobretudo, no pioneirismo para o estado do Amapá, onde este tipo de estudo ainda não foi realizado antes deste estudo.

## REFERÊNCIAS

ABDO, J. M.; BENEVIDES, V. F. S.; COIMBRA, R. M.; OLIVEIRA, E.; LOURD, M.; FRITSCH, J. M. **HIBAM: Hidrologia da bacia Amazônica: décima campanha de amostragem de água e sedimentos nas bacias dos rios Tocantins, Xingu e Tapajós, Brasília, Marabá, Altamira, Itaituba**. 1997, *apud* MIRANDA, R. G.; PEREIRA, S. F. P.; ALVEZ, 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 físico-químicos**. *Amби-аgua, Taubaté*, v. 4, n. 2, p. 75-92, 2009

ALGARTE, V. M.; MORESCO, C.; RODRIGUES, L. **Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná**. *Acta Scientiarum. Maringá*, v. 28, n. 3, p. 243-251, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiolsci.v28i3.216>. Acesso em 14 jun. 2019.

ALMEIDA, F. F.; MELO, S. **Estrutura da Comunidade fitoplanctônica de um lago de inundação amazônico (Lago Catalão, Amazonas, Brasil)**. *Neotropical Biology and Conservation*. v. 6, n. 2, p. 112-123, 2011.

BAMBI *et al.* **Produção primária do fitoplâncton e as suas relações com as principais variáveis limnológicas na baía das pedras pirizal nossa senhora do livramento, pantanal de Poconé – MT**. *Mato Grosso*, v. 12, n. 1, 2008. Disponível em: <http://revista.pgsskroton.com.br/index.php/uniciencias/article/view/972>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BARROS, A. S. **Identificação de cianobactérias de um ecossistema aquático da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Curiaú, Amapá, Amazônia, Brasil**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Ambientais)-Universidade Federal do Amapá. Macapá, 2018

BASTOS, A. S. M. **Diversidade e abundância de algas epilíticas no setor médio do rio Xingu/PA**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)-Universidade Federal do Pará. Belém. 2010.

BICUDO, C. E. M; MENEZES M. **Gêneros de Algas Continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. 2. Ed. São Carlos: RiMa, 2006.

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**. 126p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical). Universidade Federal do Amapá, Amapá. 2008.

BURLIGA, A. L; SCHWARZBOLD, A. **Perifíton: diversidade taxonômica e morfológica.** In: Schwarzbold, A *et al.* (org.). Ecologia do Perifíton. São Paulo: Rima, 2013. p. 1- 6. Disponível em: <http://site.livrariacultura.com.br/imagem/capitulo/42145894.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2019.

CAMARGO, V. M; FERRAGUT, C. Estrutura da comunidade de algas perifíticas em *Eleocharis acutangula* (Roxb.) Schult (Cyperaceae) em reservatório tropical raso, São Paulo, SP, Brasil. São Paulo, v. 41, n. 1, p. 31-40, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hoehnea/v41n1/03.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2019.

CANTUÁRIA, R. E; RIBEIRO, C. A. **Atores na Governança da APA do Rio Curiaú: Relações nem tanto harmoniosas.** In: VI Encontro Nacional da Anppas. 2012 Belém.

CARVALHO, A. R; SCHLITTLER, F. H. M; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. Química Nova. Sociedade Brasileira de Química, v. 23, n. 5, p. 618-622, 2000. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/27570>. Acesso em: 14 jun. 2019.

CASARTELLI, M. R; FERRAGUT, C. **Variação sazonal da estrutura da comunidade de algas perifíticas em *Panicum repense* em um reservatório raso.** Rodriguésia, v. 66, n. 3, p. 745-757, 2015. DOI: 10.1590/2175-7860201566306. Disponível em: [http://rodriguesia-seer.jbrj.gov.br/index.php/rodriguesia/article/view/1007/pdf\\_208](http://rodriguesia-seer.jbrj.gov.br/index.php/rodriguesia/article/view/1007/pdf_208). Acesso em: 04 jun 2019.

CASARTELLI, M. R. **Efeitos da complexidade de habitat sobre o estado nutricional e estrutura da comunidade de algas do perifíton: estudo observacional e experimental.** 2014. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente)- Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2014. Disponível em: [http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2015/02/Mayara\\_Ribeiro\\_Casartelli\\_MS.pdf](http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2015/02/Mayara_Ribeiro_Casartelli_MS.pdf). Acesso em: 13 jun. 2019.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Fitoplâncton De Água Doce. Métodos Qualitativo e Quantitativo. Método De Ensaio.** São Paulo, SP, 2005.

CONAMA . Conselho Nacional de Meio Ambiente, **Resolução 357/2005.** Art. 2º, §3.

COSTA, A. G. **Respostas da comunidade de algas perifíticas sob diferentes intensidades de luz na lagoa da UFES (Vitória, ES).** 2011. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

CUNHA, A. C. **Revisão descritiva sobre qualidade da água, parâmetros e modelagem de ecossistemas aquáticos tropicais**. Macapá, v. 3, n. 1, p. 124-143, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/668/v3n1p124-143.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, Ed. Interciência. 2011.

GOMES, A. N. **Estrutura da comunidade de algas perifíticas no igarapé água boa e no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, Brasil, ao longo de um ciclo sazonal**. 2000. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Universidade do Amazonas, Manaus, 2000.

HADDAD, E. A; CHEREM, L. F. S; Jr. A. P. M. **A Turbidez nas Águas do rio São Miguel, Carste do Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 2007. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0328.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.

MARMITT, D. J. *et al.* **Avaliação quali-quantitativa de algas marinhas macrófitas ocorrentes na Praia da Vigia, Garopaba/SC**. Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha, 2015, v. 4, n. 1, p. 5-15. Lajeado, 2015. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/cepsul/article/view/446/445>. Acesso em: 14 jun. 2019.

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. Disponível em: [https://aprobioma.files.wordpress.com/2011/03/metod para el estudio de la vegetacion archivo1.pdf](https://aprobioma.files.wordpress.com/2011/03/metod_para_el_estudio_de_la_vegetacion_archivo1.pdf). Acesso em: 12 mai. 2017.

MENDES, N. G. S; COSTA, A. G. **Comunidades de microalgas e variáveis limnológicas abióticas no rio Santa Maria do Doce (Santa Teresa, ES)**. Natureza online. Santa Tereza, ES, v. 14, n. 1, p. 32-37, 2016. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/NOL20150107.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - **um recurso cada vez mais ameaçado**, 2009. Disponível em: [www.mma.gov.br/estruturas/sedr.../140\\_publicacao09062009025910.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr.../140_publicacao09062009025910.pdf). Acesso em: 20 junho 2017.

MIRANDA, R. G; PEREIRA, S. F. P; ALVEZ, 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 físico-químicos.** *Ambi-água*, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 75-92, 2009.

MOSCHINI-CARLOS, V. **Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais.** 1990. In: Pompêo, M.L.M. (ed.) *Perspectivas da Limnologia no Brasil*, São Luís: Gráfica e Editora União, 1999. cap. 6, p. 1-11.

NASSER, V. L. **Estudo da qualidade de água na baía de Guanabara utilizando técnicas de sensoriamento remoto e análise geostatística.** 2001. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

NOGUEIRA, F. F; COSTA, I. A; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em:

[https://www.eec.ufg.br/up/140/o/An%C3%A1lise\\_de\\_par%C3%A2metros\\_f%C3%ADsico-qu%C3%ADmicos\\_da\\_%C3%A1gua\\_e\\_do\\_uso\\_e\\_ocupa%C3%A7%C3%A3o\\_do\\_solo\\_na\\_sub-bacia\\_do\\_C%C3%B3rrego\\_da\\_%C3%81gua\\_Branca\\_no\\_munic%C3%ADpio\\_de\\_Ner%C3%B3polis\\_%E2%80%93\\_Goi%C3%A1s.pdf](https://www.eec.ufg.br/up/140/o/An%C3%A1lise_de_par%C3%A2metros_f%C3%ADsico-qu%C3%ADmicos_da_%C3%A1gua_e_do_uso_e_ocupa%C3%A7%C3%A3o_do_solo_na_sub-bacia_do_C%C3%B3rrego_da_%C3%81gua_Branca_no_munic%C3%ADpio_de_Ner%C3%B3polis_%E2%80%93_Goi%C3%A1s.pdf). Acesso em: 13 jun. 2019.

NOZAKI, C. T. *et al.* Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. *Atas de Saud. Amb. São Paulo*, v. 2, n. 1, p. 29-44, Jan/Abr. 2014. Disponível em: <http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/309/532>. Acesso em: 14 jun. 2019.

PALMA, J.V.N; FILHO, W.P; KRAMER, G; KAISER, E.A. **Avaliação da transparência e pH do reservatório da Usina Hidroelétrica Ernestina – RS.** *Ciência e Natura*, Santa Maria v.39, Ed. Esp. PROCAD/CAPES. p. 164 – 170, 2017.

PELLEGRINI, B. G; FERRAGUT, C. **Variação sazonal e sucessional da comunidade de algas perifíticas em substrato natural em um reservatório mesotrófico tropical.** *Acta Bot. Bras. Feira de Santana*. vol. 26, n. 4, p. 810-821 Out./Dez. 2012.

PEREIRA L. CC; MONTEIRO M. C; GUIMARÃES D. O; Matos J. B; Costa R. M. **Seasonaleffectsofwastewatertothewaterqualityof Caeté River estuary, Brazilian, Amazon.** *An. Acad. Bras. Ciênc.* 2010, v. 82, n.2, p. 467-478, jun 2010.

PEREIRA, L. D. A. **Saber Ecológico: o fitoplâncton em nossas águas**. Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, PUC Minas. Minas Gerais, 2013.

PIERONI, M. M. *et al.* **Levantamento taxonômico de algas de água doce e cianobactérias identificados na Cascalheira-Três Lagoas/MS, durante os períodos chuvoso e seco**. Fórum Amb. Paul. São Paulo, v. 11, n. 01, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17271/19800827110120151067>. Acesso em: 14 jun. 2019.

PIRATOBA, A. E. A. *et al.* **Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil**. Rev. Ambient. Água, Taubaté, vol. 12 n. 3. May / Jun. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v12n3/1980-993X-ambiagua-12-03-00435.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

PRATTE-SANTOS, R; TERRA, V. R; BARBIÉRI, R. S. **Perspectivas da avaliação da qualidade da água em rios por intermédio de parâmetros físicos, químicos e biológicos**. Natureza online, v. 6, n. 2, p. 63-65. 2008. Disponível em: [http://naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/03\\_Pratte-SantosRetal\\_6365.pdf](http://naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/03_Pratte-SantosRetal_6365.pdf). Acesso em: 14 jun. 2019.

REKOWSKY, I. C. **Relação entre qualidade da água do reservatório da PCH Buricá e o uso do solo na bacia de contribuição**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.

SANTOS JÚNIOR, W. A. **Gafanhotos Gomphocerinae (Orthoptera: acrididae) da área de proteção ambiental do Rio Curiaú, Macapá, Amapá**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical), Universidade Federal do Amapá, Macapá. 72 pag. 2013.

SCHNECK, F. **Tendências e Lacunas dos Estudos sobre Perifíton de Ambientes Aquáticos Continentais no Brasil: Análise Cienciométrica**. In: SCHWARZBOLD, A. *et al.* Ecologia do Perifíton. 1. Ed. São Paulo, 2013. p. 7-22.

SILVA, S. C. F. **Ecotoxicologia de Cianobactérias do Canal Principal do Baixo Rio Tapajós, Santarém, Pará, Amazônia, Brasil**. Dissertação de Mestrado, 93 f. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. Santarém-PA, 2012

SILVA, R. S. **Bacia hidrográfica do rio Amazonas: contribuição para o enquadramento e preservação**. 2013. Tese (Doutorado em Química)-Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 2013. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3152>. Acesso em: 14 jun. 2019.

SILVA, A. E. P; ANGELIS, C. F; MACHADO, L. A. T; WAICHAMAN, A.V. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. Acta Amazônica, v. 38, n. 4, p. 733-

742. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000400017>. Acesso em: 14 jun. 2019.

SILVA, F. K. L. **Zygnematophyceae (streptophyta) no perifíton de lagos urbanos do município de Goiânia, GO**. 2016. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal)-Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2016. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/6005>. Acesso em 14 jun. 2019.

SIOLI. Das Wasser in Amazonasgebiet. Fosch. Fortschr., 1950. v. 26 (21/22), p. 274-280. 1950, *apud* SILVA, R. S. **Bacia hidrográfica do rio Amazonas: contribuição para o enquadramento e preservação**. 2013. Tese (Doutorado em Química)-Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 2013. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3152>. Acesso em: 14 jun. 2019.

SIQUEIRA, G. W; APRILE, F; MIGUÉIS, A. M. **Diagnóstico da Qualidade da Água do Rio Parauapebas (Pará, Brasil)**. Acta Amazônica. v. 42, n.3, p. 413-422, 2012.

SOUZA, N. S; SÁ-OLIVEIRA, J. C; SILVA e, E. S. **Avaliação da qualidade da água do Alto Rio Pedreira, Macapá, Amapá**. Biota Amazônia, Macapá, v. 5, n. 2, p. 107-118, 2015.

SOUZA, E. B. de. *et al.* **Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil)**. Acta bot. Brás, Pará, v. 23, n. 4, p. 1084-1095. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v23n4/v23n4a18>. Acesso em: 14 jun. 2019.

SOUZA, K. F; MELO, S. **Levantamento taxonômico de desmídias (Chlorophyta) do lago Novo (Amapá, Brasil): Gêneros Staurostrum, Staurodesmus e Xanthidium**. Acta Amazônica, Pará, v. 41, n. 3, p. 335-346, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v41n3/a02v41n3.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

STROHSCHOEN, A. A. G. *et al.* **Estudo preliminar da qualidade da água dos rios Forqueta e Forquetinha, Rio Grande do Sul**. R. bras. Bioci. Porto Alegre. v. 7, n. 4, p. 372-375, out./dez. 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1227>. Acesso em: 11 jun. 2019.

TANIGUCHI, G. M.; BICUDO, D. C.; SENNA, P. A.C. **Gradiente litorâneo-limnético do fitoplâncton e ficoperifíton em uma lagoa da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu**. Revista Brasil. Bot, São Paulo, vol.28, n.1, p.137-147, jan-mar. 2005.

TANIWAKI, R. H. **A comunidade perifítica e suas relações com a qualidade da água no reservatório de Itupararanga (SP, Brasil)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2012. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98291/taniwaki\\_rh\\_me\\_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98291/taniwaki_rh_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 5 jun. 2019.

TRINDADE, C. R. T; PEREIRA, S. A; ALBERTONI, E. F; PALMA-SILVA, C. **Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes límnicos do campus carreiros - FURG, Rio Grande, RS**. Caderno de Ecologia Aquática. Rio Grande, v. 5, n. 2, p. 1-22, ago-dez, 2010.



|                                      |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Binuclearia sp.</i>               | PF | x |   |   |   |   |   | x | x |   |   | x |
| <b>Zygnematophyceae</b>              |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Bambusina brebrissonii</i>        | PF | x |   |   |   | x |   |   |   |   | x | x |
| <i>Bambusina estágio reprodutivo</i> | E  |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |
| <i>Closterium kuetzingii</i>         | PF |   |   |   | x |   |   | x | x |   |   | x |
| <i>Closterium moniliferum</i>        | PF |   |   | x |   |   | x |   | x |   |   |   |
| <i>Closterium setaceum</i>           | E  |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Closterium sp.</i>                | PF |   |   | x | x |   |   |   | x |   |   |   |
| <i>Cosmarium connatum</i>            | E  | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Cosmarium contractum</i>          | E  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | x |   |
| <i>Cosmarium mamilliferum</i>        | E  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | x |
| <i>Cosmarium sp</i>                  | E  | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Desmidium aptogonum</i>           | PF |   |   |   |   |   |   | x |   | x |   |   |
| <i>Desmidiumbaileyi</i>              | E  |   |   |   |   |   |   | x |   |   |   |   |
| <i>Desmidium bicristatosporum</i>    | E  |   | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Desmidium graciliceps</i>         | PF | x |   |   |   |   |   | x |   |   |   |   |
| <i>Desmidium grevillei</i>           | PF |   |   |   |   |   |   | x |   | x |   | x |
| <i>Genicularia sp.</i>               | PF |   |   |   |   |   |   |   |   |   | x | x |
| <i>Genicularia spirotaenia</i>       | E  |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Gonatozygon moniliferum</i>       | E  |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Gonatozygon monotanieum</i>       | PF |   |   |   |   |   |   |   | x | x | x | x |
| <i>Haplotaenium minutum</i>          | E  |   | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Haplozyga armata</i>              | PF |   | x |   |   |   |   |   |   |   |   | x |
| <i>Homoeothrix Juliana</i>           | E  |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Hyalotheca dissiliens</i>         | PF |   | x |   |   | x | x | x | x | x |   |   |
| <i>Hyalotheca mucicola</i>           | E  |   | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Hyalotheca mucosa</i>             | PF |   |   |   |   |   |   |   | x |   |   | x |
| <i>Mesotaenium sp.</i>               | E  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | x |   |
| <i>Micrasterias radiosa</i>          | E  |   |   |   |   |   |   |   | x |   |   |   |

|                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Micrasterias sp.</i>          | PF |   | x | x |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Mougeotia sp.</i>             | PF | x |   |   |   | x | x |   | x | x |   | x |
| <i>Netrium sp.</i>               | E  |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |
| <i>Onychonema filiformis</i>     | E  |   |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| <i>Penium margaritaceum</i>      | E  |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> | PF |   |   |   | x |   |   | x | x |   |   | x |
| <i>Pleurotaenium sp.</i>         | PF |   |   | x |   |   |   | x |   |   | x |   |
| <i>Spondylosium pulchrum</i>     | E  | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Spirogyra sp.</i>             | F  | x |   |   | x | x | x | x | x |   | x | x |
| <i>Staurastrum sp.</i>           | E  |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Staurastrum boergesenii</i>   | E  |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Staurastrum ornatum</i>       | E  | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Staurodesmus connatus</i>     | E  |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |
| <i>Staurodesmus dickiei</i>      | E  |   |   |   |   |   |   | x |   |   |   |   |
| <i>Staurodesmus validus</i>      | E  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | x |
| <i>Xantidium antilopaeum</i>     | E  |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |   |

CF: classe de frequência; E: esporádica; PF: pouco frequente; s1: sítio 1; s2: sítio 2; s3: sítio 3

## ANEXO I

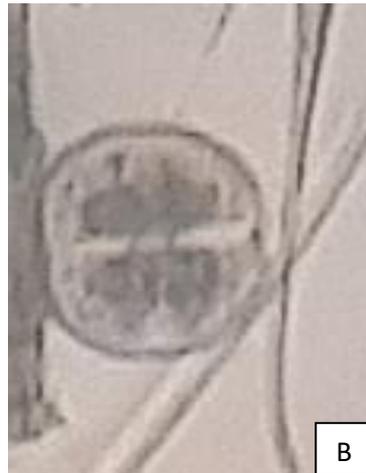
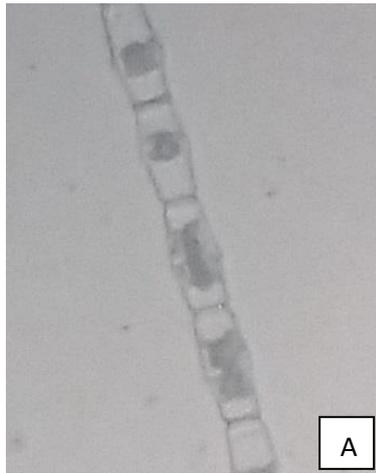
## Prancha de identificação: principais táxons.

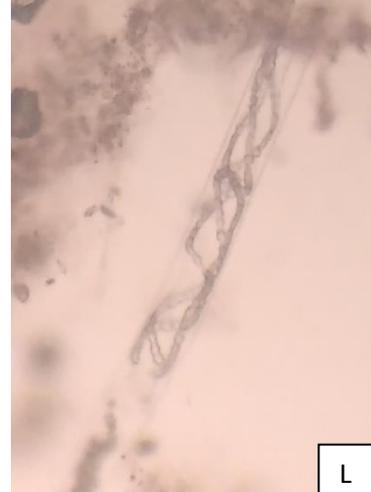
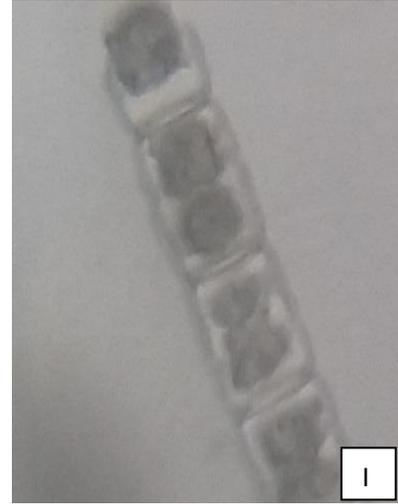
## • Divisão

Chlorophyta

## • Classe

Zygnematophyceae





A-*Bambusina brebissoni*; B-*Cosmarium connatum*; C- *Closterium sp*; D- *Closterium kuetzing sp*; E- *Desmidium graciliceps*; F- *Genicularia spirotaenia*; G- *Hyaloteca dissiliens*; H- *Micrasterias sp*; I- *Mougeotia sp*; J-*Penium margaritaceum*; K- *Spondylosium pulchrum*; L- *Spirogyra sp*; M- *Xanthidium antilopaeum*.

---

- **Divisão**

Chlorophyta

- **Classe**

Chlorophyceae



N- *Eudorina elegans*; O- *Pandorina* sp

---

- **Divisão**

Chlorophyta

- **Classe**

Ulvophyceae



P- *Binuclearia* sp

---

- **Divisão**

Heterokontophyta

- **Classe**

Bacillariophyceae



*A. Surirella sp*

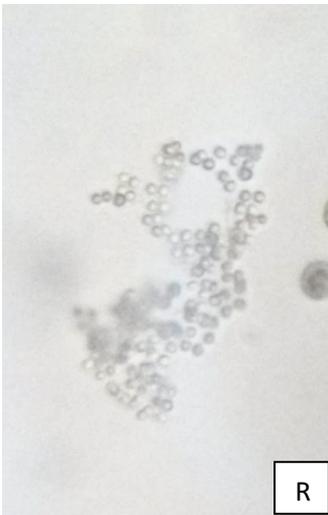
---

- **Divisão**

Cyanophyta

- **Classe**

Cyanophyceae





R- *Aphanocapsa incerta*; S- *Microcystis wesenbergii*; T- *Pseudoanabaena sp*; U- *Stigonema sp*;

---