



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA APLICADA AO MANEJO E
CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS**

WÉSLEY ALTINO FLORES

**RELAÇÃO ENTRE CILIADO PERITRÍQUEO (CILIOPHORA:PERITRICHIA)
E O COPÉPODE *NOTODIAPTOMUS CONIFEROIDES* (CRUSTACEA) EM UM
LAGO AMAZÔNICO**

**Juiz de Fora
2020**

**RELAÇÃO ENTRE CILIADO PERITRÍQUEO (CILIOPHORA:PERITRICHIA)
E O COPÉPODE *NOTODIAPTOMUS CONIFEROIDES* (CRUSTACEA) EM UM
LAGO AMAZÔNICO**

WÉSLEY ALTINO FLORES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

Orientador: Professor Dr. Reinaldo Luiz Bozelli
Co-orientador: Professor Dr. Roberto Júnio Pedroso Dias

**Juiz de Fora
2020**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Flores, Wésley Altino.

Relação entre ciliado peritríqueo (Ciliophora:Peritrichia) e o copépode Notodiaptomus coniferoides (Crustacea) em um lago amazônico / Wésley Altino Flores. -- 2020.

73 p. : il.

Orientador: Reinaldo Luiz Bozelli

Coorientador: Roberto Júnio Pedroso Dias

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós Graduação em Ecologia, 2020.

1. Amazônia. 2. Epibiose. 3. Relações Interespecíficas. 4. Epistylis sp. 5. Notodiaptomus coniferoides. I. Bozelli, Reinaldo Luiz, orient. II. Dias, Roberto Júnio Pedroso, coorient. III. Título.

**“RELAÇÃO ENTRE CILIADO PERITRÍQUEO
(CILIOPHORA:PERITRICHIA) E O COPÉPODE NOTODIAPTOMUS
CONIFEROIDES (CRUSTACEA) EM UM LAGO AMAZÔNICO”**

Wésley Altino Flores

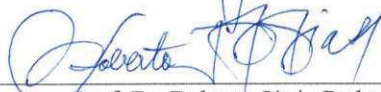
Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Luiz Bozelli

Dissertação apresentada ao
Instituto de Ciências Biológicas,
da Universidade Federal de Juiz
de Fora, como parte dos
requisitos para obtenção do Título
de mestre em Ecologia Aplicada
ao Manejo e Conservação de
Recursos Naturais.

Aprovado em 27 de fevereiro de 2020.



Prof. Dr. Reinaldo Luiz Bozelli
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ



Prof. Dr. Roberto Júnio Pedrosa Dias
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



Prof. Dr. André Megali Amado
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



Profa. Dra. Adriana de Melo Rocha
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer as forças universais, que gosto de chamar de Deus, por enviar energias positivas aos meus caminhos e conquistas sempre e em todo lugar.

Quero agradecer as minhas irmãs Beatriz e Fernanda e meus amigos que são muitos para serem citados um a um, por sempre me apoiarem e impulsionarem por todas as minhas jornadas, incluindo a jornada acadêmica. Um agradecimento mais que especial a minha Mãe, Marlene Altino Miguel, que sempre foi e sempre será o meu porto seguro e exemplo de vida. Ao meu pai, Luiz Cláudio Marques Flores por nunca me desamparar. Lembro em especial de minha falecida vizinha, Albertina, que sempre foi uma das maiores incentivadoras dos meus estudos. Agradeço a minha “abelhinha”, Izabella, por ser a luz da minha vida e me fazer o tio mais feliz do mundo. Menciono aqui, duas pessoas extremamente especiais para mim, Maria Elisa e Denise, por participarem da minha vida, colocarem a arte no meu caminho e por sempre me apoiarem em tudo.

Agradeço aos meus orientadores Dr. Reinaldo Luiz Bozelli e Dr. Roberto Júnio Pedroso Dias por me acolherem como seu orientado, aturaram meus surtos de ansiedade e me guiaram pela ciência com ética e responsabilidade. Agradeço a base científica, apoio em todos os momentos e por serem extremamente gentis comigo. Sem eles, esse trabalho jamais teria saído como saiu.

Agradeço imensamente a Iollanda Ivanov Perreira Josué por seguir todo o caminho do mestrado comigo, me dando apoio emocional e científico. Os frutos desse trabalho também são dela. Muito obrigado por sempre estar comigo, ajudando, guiando, puxando a orelha quando necessário, enfim. Muito Obrigado mesmo de todo coração minha mãezinha acadêmica.

Agradeço ao Laboratório de Ecologia Aquática, aos professores Dr. Fábio Roland e Dr. Nathan Barros, pelo suporte e apoio técnico com todos os meus experimentos, aulas

e viagens. Agradeço as secretárias do PGECOL Rose e Priscilla por sempre me atenderem bem e com muito amor, mesmo nos surtos de prazos apertados. Agradeço ao Laboratório de Biologia Molecular de Microrganismos pela parceria e por me acolherem como parte dessa grande e linda família. Em especial a professora Dr^a. Dioneia Evangelista Cesar, pelo imenso carinho e cumplicidade. Agradeço também, ao Laboratório de Protozoologia pelo apoio técnico. Ao Dr. Roberto Oliveira Marchesini pelo apoio com procedimentos e fins didáticos.

Agradeço aos meus professores de toda a vida, por sempre me guiarem pelo caminho do conhecimento. Em especial Ana Cristina, Fábio Souto, Olga Gomes, Erika Cortines e Ângela Alves.

Agradeço a Janaína Barros Miranda, Barbara Dias de Miranda, Renatta Santos de Oliveira, Diego Duarte e Camila Daher por deixarem meus dias mais leves, me apoiarem e se dedicarem sempre a me ver sorrir. Obrigado pelo apoio, vocês foram fundamentais para minha saúde mental e emocional. Agradeço aos amigos do LEA pelo apoio e auxílio em todos os momentos, em especial a Suênia, Lígia, Patrícia, Nath, Joice, Ingrid, Ive, Emília e Lucas.

Agradeço ao professor Dr. André Megali Amado por participar da minha caminhada do mestrado como professor e sempre solícito membro de minhas bancas. A professora Adriana de Melo Rocha por estar sempre disposta a colaborar comigo em minhas bancas durante o mestrado, qualificação e defesa.

Agradeço a equipe de monitoramento do Lago Batata, que me apoiou, ensinou e aconselhou durante as coletas no Pará. Em especial ao professor Dr. Marcos Paulo Barros

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Ciliados da Subclasse Peritrichia Stein, 1859.....	20
2.2 Epibiose.....	24
2.3 Estudos Limnológicos no Lago Batata.....	25
2.4 Escopo da Dissertação.....	27
3. ÁREA DE ESTUDO.....	28
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1 Coleta das Amostras.....	31
4.2 Preparação das Amostras.....	32
4.2.1 Copépodes.....	32
4.2.2 Ciliados.....	32
4.2.3 Procariotos.....	33
4.3 Processamento dos Dados.....	34
4.4 Análise de Dados.....	34
5. RESULTADOS	35
6. DISCUSSÃO.....	43
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
8. REFERÊNCIAS.....	55
9. ANEXOS.....	67

LISTA DE FIGURAS

- Figuras 1-19.** Desenhos esquemáticos de representantes das famílias que compõem as ordens Sessilida (subclasse Peritrichia segundo ZHAN, 2009) e Mobilida (subclasse Mobilida segundo ZHAN, 2009), classificados segundo LYNN (2008). Legenda: 1. Astylozoidae; 2. Ellobiophryidae; 3. Epistylididae; 4. Lagenophryidae; 5. Operculariidae; 6. Ophryididae; 7. Opisthnectidae; 8. Rovinjellidae; 9. Scyphidiidae; 10. Termitophryidae; 11. Usconophryidae; 12. Vaginicolidae; 13. Vorticellidae; 14. Zoothamniidae; 15. Leiotrochidae; 16. Polycyclidae; 17. Trichodinidae; 18. Trichodinopsidae; 19. Urceolariidae. As imagens foram extraídas de Lynn & Small (2002)21
- Figura 20.** Reconstrução filogenética para o Filo Ciliophora proposto por GAO (2016) e trabalhos prévios22
- Figura 21.** Esquema proposto do ciclo de vida de *Epistylis pygmaeum*. Estágios do ciclo de vida (a) zooide recentemente fixado (CORLISS, 1979), (b) colônia de dois zooides, (c) zooide livre natante, (d) telotróquio (CORLISS, 1979) e (e) cisto. Setas pretas indicam caminhos conhecidos no ciclo de vida dos peritríqueos (1-3) e os propostos por Gilbert & Schröder (2003) (4 e 5). Os demais caminhos citados indicam caminhos do ciclo de vida que exigem mais estudos23
- Figura 22.** Localização geográfica do lago Batata (PA, Brasil) e doze pontos amostrais nas áreas naturais (S1-S6) e impactadas (S7-S12) do lago. Está indicado na imagem o local de descarte de rejeito. Base de dados do programa QGis. 2019.....29
- Figura 23.** Imagem do lago Batata demonstrando o impacto pelo rejeito de bauxita de cor alaranjada. 2016. Fonte: Comissão Pró-índio de São Paulo < <http://www.cpispp.org.br/>>30

Figura 24. (A-E). Fotomicrografias de *Epistylis* sp. (Ciliophora, Peritrichia) colonizando copépodes planctônicos da espécie *Notodiaptomus coniferoides* (Copepoda, Calanoida) em amostras do lago Batata, PA, coletadas em 2015 e 2019, usando contraste interferencial diferencial (DIC). **A-C.** Sítio de colonização dos ciliados na região dorsal dos segmentos torácicos (setas indicam localização dos ciliados). **D-E.** Detalhes da morfologia dos zooides e do pedúnculo (sem mionemas). OC: ciliatura oral; S: pedúnculo. Barras: A-B= 350 μm ; C=150 μm ; D-E= 75 μm36

Figura 25. Correlação entre variáveis ambientais e densidade de procariotos e os pontos amostrais das áreas natural e impactada amostradas nos dois eixos principais da análise de componentes principais (ACP). Temperatura (Temp.), pH, turbidez, oxigênio dissolvido (O_2), condutividade elétrica, transparência (Secchi) e densidade de procariotos. Campanhas: A (março/2015) e B (junho/2019). Legenda: círculo azul: estações amostrais da área natural; cruz vermelha: estações amostrais da área impactada.....38

Figura 26. Análise de redundância das variáveis ambientais em relação às variáveis ecológicas relacionadas à epibiose (RDA). Turbidez, pH, temperatura (Temp), densidade de procariotos (DDP), condutividade elétrica (Conductiv), oxigênio Dissolvido (O_2), Secchi. Gráfico– março/2015 e – junho/2019.....39

Figura 27. Abundância total média de epibiontes (ind./ml), prevalência de infestação (%), intensidade média de epibiontes (ciliados por copépode) e densidade de procariotos (10^6 cel/ml) no lago Batata, PA. Barras cinza claro (campanha de 2015) e pretas (campanha de 2019). Área natural (AN) e área impactada (AI).....41

Figura 28. Densidade de procariotos (10^6 cel/ml), abundância de copépodes (ind./ml), prevalência de infestação (%) e intensidade média de infestação (ind. por copépode) por ponto amostral no lago Batata. Área natural (S1-S6) e área impactada (S7-S12). Barras pretas (campanha de 2015) e barras cinzas (campanha de 2019)42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diferenças na abundância total média de ciliados, prevalência, intensidade média de infestação e densidade de procariotos entre as áreas impactada e natural do lago Batata. ANOVA One way seguido do teste posterior de Tukey (P<005). Valores significativos estão em negrito.....	41
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ANEXOS

Tabela Suplementar 1. Espécies de ciliados peritríqueos da família Epistylididae que foram registrados colonizando hospedeiros zooplancônicos. Legenda: [1] KAHL, 1935;[2] GREEN, 1957;[3] GREEN, 1974;[4] STILLER, 1971;[5] FERNANDEZ-LEBORANS & TATO PORTO, 2000;[6] CHATTERJEE, 2013;[7] NENNINGER, 1948;[8] PENNARD, 1992;[9] CLAMP, 2016;[10] VAN AS & VILJOEN, 1984;[11] CARNEVIA, 2018;[12] THOMPSON, 1883;[13] FERNANDEZ-LEBORANS, 2010;[14] FOISSNER, 1996;[15] WILLEY & THRELKELD, 1993;[16] RAJABUNIZAL, 2011;[17] FOISSNER & SCHIFFMAN ;[18] HENEGBRY & RIDGEWAY, 1979;[19] MARTINS, 2018;[20] KEISER, 1921;[21] WEISSMAN, 1993;[22] UTZ, 2005;[23] GILBERT & SCHRODER, 2003;[24] BOZKURT, 2009	68
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabela Suplementar 2. Espécies da comunidade zooplancônica encontradas nas áreas pelágica natural e impactada no lago Batata por Josué (2017)	72
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

RESUMO

Estudos revelam que ciliados peritríqueos epibiontes de organismos do zooplâncton apresentam grande potencial como indicadores de alterações ambientais principalmente em ecossistemas límnicos. Com intuito de avaliar a influência do rejeito de bauxita sobre a relação epibiótica entre ciliados do gênero *Epistylis* e copépodos da espécie *Notodiaptomus coniferoides* em um lago amazônico, bem como a potencial ação do pulso de inundação sobre esta relação, foram realizadas coletas de amostras, em março de 2015 (período de enchente) e em junho de 2019 (período de cheia), em doze pontos amostrais no Lago Batata (Oriximiná, Pará): seis pontos em área natural (AN) e seis na área impactada (AI) pela presença de rejeitos de bauxita. Este estudo constitui o primeiro registro de *Epistylis* sp. sobre o copépode *N. coniferoides*, bem como o primeiro registro desta relação epibiótica em ecossistemas amazônicos, entre essas espécies. Os principais sítios de fixação de *Epistylis* sp. sobre o copépode foram a região dorsal dos últimos segmentos torácicos e primeiro segmento abdominal. Houve clara separação entre as áreas natural e impactada, com base nas variáveis ambientais analisadas (PCA), e uma forte correlação entre abundância dos ciliados epibiontes e a densidade de procariotos (RDA). Embora tenha sido observado uma maior prevalência, abundância e intensidade de infestação dos epibiontes no período de enchente, esta questão precisa ser melhor elucidada em estudos futuros. Houve ainda diferenças significativas na abundância de ciliados e na densidade de procariotos entre as áreas impactada e natural do lago (ANOVA). Concluímos que existem fatores extrínsecos relacionados às características ambientais do lago, como material em suspensão e turbidez, e intrínsecos ligados à densidade e comportamento do hospedeiro bem como disponibilidade de alimento influenciam na abundância, intensidade e prevalência de infestação dos epibiontes entre as áreas analisadas (AN e AI). O trabalho abre questionamentos para investigações futuras

mais aprofundadas: (1) o ciliado epibionte encontrado se trata de uma nova espécie?; (2) existem outros hospedeiros potenciais para este ciliado no lago ou a relação possui alta especificidade?; (3) o pulso de inundação no lago exerce influência sobre esta relação epibiótica?; (4) visto que a turbidez é um fator ambiental importante nesse lago, a maior prevalência nos pontos amostrais da área impactada está diretamente relacionada com o material em suspensão (disponibilidade de alimento)?.

Palavras-chave: Amazonia; *Epistylis* sp.; *Notodiptomus coniferoides*; epibiose; relação interespecífica.

ABSTRACT

Studies show that epibiont peritrich ciliates from zooplankton organisms have great potential as indicators of environmental changes, especially in limnic ecosystems. In order to evaluate the influence of bauxite tailings on the epibiotic relationship between ciliates of the genus *Epistylis* and copepods of the species *Notodiaptomus coniferoides* in an Amazonian lake, as well as the potential action of the flood pulse on this relationship, samples were collected in March 2015 (flood period) and June 2019 (flood period), at twelve sampling points on Lake Batata (Oriximiná, Pará): six points in the natural area (NA) and six in the impacted area (IA) due to the presence of bauxite tailings. This study is the first record of *Epistylis* sp. on copepod *N. coniferoides*, as well as the first record of this epibiotic relationship in Amazonian ecosystems, among these species. The main attachment sites for *Epistylis* sp. on the copepod were the dorsal region of the last thoracic segments and the first abdominal segment. There was a clear separation between the natural and impacted areas, based on the environmental variables analyzed (PCA), and a strong correlation between the abundance of epibiont ciliates and the density of prokaryotes (RDA). Although a greater prevalence, abundance and intensity of infestation of epibionts has been observed in the period of flood, this issue needs to be better clarified in future studies. There were also significant differences in ciliate abundance and density of prokaryotes between the impacted and natural areas of the lake (ANOVA). We conclude that there are extrinsic factors related to the environmental characteristics of the lake, such as suspended material and turbidity, and intrinsic factors linked to the density and behavior of the host as well as food availability influence the abundance, intensity and prevalence of epibiont infestation between the analyzed areas (NA and IA). The work opens questions for further in-depth investigations: (1) is the epibiont ciliate found a new

species?; (2) are there other potential hosts for this ciliate in the lake or is the relationship highly specific ?; (3) does the flood pulse in the lake influence this epibiotic relationship?; (4) since turbidity is an important environmental factor in this lake, is the higher prevalence in the sampling points of the impacted area directly related to the suspended material (food availability) ?.

Key words: Amazon; *Epistylis* sp.; *Notodiptomus coniferoides*; epibiosis; interspecific relationships

1. INTRODUÇÃO

A epibiose é uma relação interespecífica muito comum em ecossistemas aquáticos devido às características físicas da água em relação ao ar, sendo favorável aos organismos aquáticos (WAHL, 1989). Epibiontes normalmente possuem as seguintes características: uma fase sésil em seu ciclo de vida, reprodução assexual facultativa ou obrigatória, curta vida útil, flexibilidade e independência trófica quanto ao hospedeiro (WAHL; MARK, 1999). Vários organismos aquáticos, dentre eles moluscos (DIAS, 2010), poliquetas (ARANA; DIAZ, 2006), hidrozoários (GROHMANN, 2009), ctenóforos (OHTSUKA, 2009), bactérias (EDGCOMB, 2011), microalgas (BAREA-ARCO, 2001) e ciliados (UTZ ; COATS, 2005; BURRIS, 2014) adotaram um modo de vida epibiótico em ao menos uma fase do seu ciclo de vida. Entre os organismos que são hospedeiros em potencial para os organismos epibiontes temos os anelídeos (MEO-SAVOIE, 2004), quironomídeos (DIAS, 2007; CABRAL, 2018), peixes (PÁDUA, 2016), tartarugas marinhas (PFALLER, 2008) e crustáceos (FERNANDEZ-LEBORANS; TATO-PORTO, 2000). Os dados quantitativos (prevalência e intensidade de infestação) das populações de epibiontes podem ser influenciadas por fatores abióticos e bióticos. Os principais fatores abióticos identificados em diversos estudos foram temperatura, salinidade e poluição orgânica (N e P) (GREEN, 1974; FERNANDEZ-LEBORANS; VON RINTELEN, 2010; SOUISSI, 2013). Os fatores bióticos que conduzem à relação epibiótica incluem disponibilidade de alimentos, competição e pressão de predação (WAHL, 1989).

Dependendo do contexto ecológico, a relação epibiótica pode apresentar efeitos positivos ou negativos para o epibionte e basibionte (hospedeiro), ou neutralidade (WAHL, 1989). Essa relação pode causar efeitos deletérios na população de hospedeiros como diminuir a sua capacidade de locomoção (HENEGBRY; RIDGEWAY, 1979), causar lesões e doenças (NAGASAWA, 1987), diminuir a fecundidade (GREEN, 1974;

HENEERY;RIDGEWAY, 1979; THRELKELD, 1993), tornar o hospedeiro mais visível para predadores, ou seja, mais susceptível à predação (THRELKELD, 1993). Além de alguns epibiontes competirem com o seu hospedeiro por recursos alimentares (KANKAALA; ELORANTA, 1987). Para os organismos epibiontes os efeitos negativos são menores, podendo ser transportados para locais com baixa disponibilidade de recursos alimentares, ambientes desfavoráveis e com mais predadores (WAHL, 1989; THRELKELD, 1993; SCHNEIDER, 2013). Os efeitos positivos dessa relação estão mais fortemente ligados ao organismo epibionte, pois o transporte oferecido pelo hospedeiro gera uma hidrodinâmica favorável à alimentação, possibilitando ao mesmo a chance de explorar um número elevado de ambientes ricos em recursos alimentares (WAHL, 1989). Além disso, a movimentação da água, em pequena escala fornece microambientes ricos em oxigênio e alimento, o que se torna um fato importante para a localização e distribuição do organismo epibionte sobre seu hospedeiro (FERNANDEZ-LEBORANS, 2006). Todos esses benefícios com pouco ou nenhum gasto energético pelo organismo epibionte. Dentre os efeitos positivos dessa relação para o organismo hospedeiro, consideramos que os epibiontes podem oferecer proteção e/ou camuflagem contra predadores (WAHL, 1989; ENDERLEIN, 2003), proteção contra a dessecação (WAHL; SONNICHSEN, 1992; WAHL; MARK, 1999) e podem oferecer também uma barreira contra radiação UV e toxinas dispersas pela água (DOUGHERTY; RUSSELL 2005). Ainda segundo FERNANDEZ-LEBORANS (2010) a epibiose compreende diferentes aspectos que incluem: (1) especificação do epibionte sobre o seu hospedeiro; (2) as adaptações fisiológicas e morfológicas dos organismos epibiontes; (3) os efeitos causados pelos epibiontes nos hospedeiros; (4) a oportunidade da utilização dos organismos epibiontes como indicadores da qualidade da água; (5) a implicação dos epibiontes na aquicultura; e (6) a organização das comunidades dos epibiontes.

Os ciliados são organismos de vida livre que podem ser bacterívoros, herbívoros, detritívoros e predadores. Possuem tamanhos que variam de 10 μm a 4 mm. Os ciliados são considerados importantes predadores de bactérias e essenciais para o funcionamento de variados ecossistemas aquáticos, possuindo grande impacto na teia trófica (JACK; GILBERT, 1997). A ordem Sessilida possui zooides de tamanho pequeno a médio, em seu ciclo de vida podem ser sedentários ou sésseis, comumente possuem pedúnculo ou disco adesivo e se prendem no substrato através de uma escópula, contudo algumas espécies são secundariamente móveis formando um estágio de dispersão chamado telotróquio. Algumas espécies formam colônias arbóreas e cistos, e sua alimentação é baseada principalmente em bactérias, microalgas e às vezes de detrito. A ordem Sessilida possui 14 famílias, dentro das quais existem espécies livre-natantes e epibiontes, com poucas espécies com formas ectosimbiontes (LYNN, 2008).

A família Epistylididae, pertencente a ordem Sessilida, possui zooides com tamanho variando entre 30-100 μm e formatos cônicos, cilíndricos, ovais ou campanulados, todavia algumas espécies do gênero *Campanella* e *Epistylis* possuem zooides maiores que 300 μm (LYNN, 2008). A família dos epistilídeos é composta pelos gêneros *Apiosoma*, *Campanella*, *Epistylis*, *Foissnerella*, *Heteropolaria*, *Ichthyophyllum*, *Nuchterleinella*, *Opisthostyla*, *Pseudepistylis*, *Rhabdostyla*, *Triadopercularia* (fóssil) e *Uvelinus* (LYNN, 2008). Os epistilídeos vivem como epibiontes em uma variedade de metazoários incluindo vertebrados e invertebrados, tais como cnidários, moluscos, rotíferos, larvas de inseto, peixes, tartarugas de água doce, anelídeos e crustáceos (KAHL, 1935; GOODRICH; JAHN, 1943; NENNINGER, 1948; LAIRD, 1959; STILLER, 1971; CORLISS, 1979; FOISSNER, 1992; FERNANDEZ-LEBORANS; TATO-PORTO, 2000). Várias espécies do gênero *Rhabdostyla* Kent 1980 (Peritrichia; Epistylididae) vivem como epibiontes em organismos invertebrados de água doce, como crustáceos

(KAHL, 1935; NENNINGER, 1948), insetos como da família Chironomidae (DIAS, 2007) e oligoquetas (RODRIGUES, 2011). Os ciliados peritríqueos do gênero *Epistylis* estão intimamente relacionados a crustáceos como seus hospedeiros (XU, 1992; XIE, 2001; GILBERT; SCHRÖDER, 2003; FERNANDEZ-LEBORANS, 2006; VISSE, 2007; ABDALLAH, 2011; BICKEL, 2012). Morfologicamente o gênero *Epistylis* apresenta um pedúnculo rígido e ramificado, forma colônias extensas que são mais ou menos numerosas (KAHL, 1935).

A relação de epibiose envolvendo crustáceos é um fenômeno comum e envolve uma gama de organismos que são epibiontes em potencial para essa classe, entre eles hidrozóários, protozoários, bactérias e cracas (GILBERT; SCHRÖDER, 2003; UTZ; COATS, 2005; THURBER, 2011; BICKEL; GROSSART, 2012). Vários grupos de crustáceos são considerados substratos vivos ideais para colonização por ciliados epibiontes (CORLISS, 1979). Dentre os grupos de crustáceos estão os anfípodes, isópodes, copépodes, cladóceros e decápodes. Estudos com ciliados peritríqueos como colonizadores de organismos zooplânctônicos começaram a se difundir nas últimas décadas (NAGASAWA, 1988; GAISER; BACHMANN, 1994; GREEN; SHIEL, 2000; FERNANDEZ-LEBORANS; GABILONDO, 2005; UTZ, 2008; BIELECKA; BOEHNKE, 2014). Todavia, trabalhos que relacionem ciliados peritríqueos colonizando organismos do zooplâncton com perturbações e/ou impactos ambientais ainda são insipientes. Henebry & Ridgeway (1979) demonstraram o uso de ciliados peritríqueos (*Vorticella microstoma*, *Epistylis plicatis* e *Tokophrya cyclopum*) colonizando copépodes e cladóceros como indicadores de poluição orgânica na água. JONES (2018) demonstraram o efeito da turbidez inorgânica e orgânica sobre o ciliado *Epistylis* sp. epibionte do copépode *Pseudodiaptomus stuhlmanni*.

Apesar de gerar riquezas econômicas e socioeconômicas e ser um dos importantes setores da economia brasileira, a atividade mineradora exerce grande pressão sobre o meio ambiente. As atividades mineradoras podem causar efeitos negativos desde o processo de lavra até o transporte e o beneficiamento do minério. Além de comprometer flora e fauna, as atividades mineradoras podem contaminar o solo e águas subterrâneas e superficiais, alterar a paisagem, provocar erosão e desmatamento. O Brasil é o terceiro maior produtor de bauxita do mundo (DNPM, 2012). O norte do país é o segundo maior polo de exploração de minérios do Brasil, perdendo apenas para o estado de Minas Gerais, sendo assim considerado a nova fronteira da mineração no Brasil. A Mineração Rio do Norte (MRN) é a maior produtora de bauxita do Brasil e a terceira maior no mundo (MRN, 2015). Dentre as atividades da MRN estão a extração e beneficiamento de bauxita, bem como o seu transporte ferroviário, secagem e embarque em navios. A bauxita é a matéria prima para a produção de alumínio e é comercializada pela MRN no mercado interno (nacional) e externo (internacional), sendo que mais de 56 % de sua produção está destinada à produção de alumínio do mercado nacional (MRN, 2018). Durante o período de uma década (1979-1989) a empresa MRN depositou cerca de 18 milhões de m³/ano de rejeitos no lago Batata, através da lavagem para beneficiamento da bauxita, que é um material argiloso composto por silicatos, óxido de alumínio e ferro, com mais de 85 % das partículas desse rejeito sendo menores que 20 micrômetros (PANOSSO, 1993).

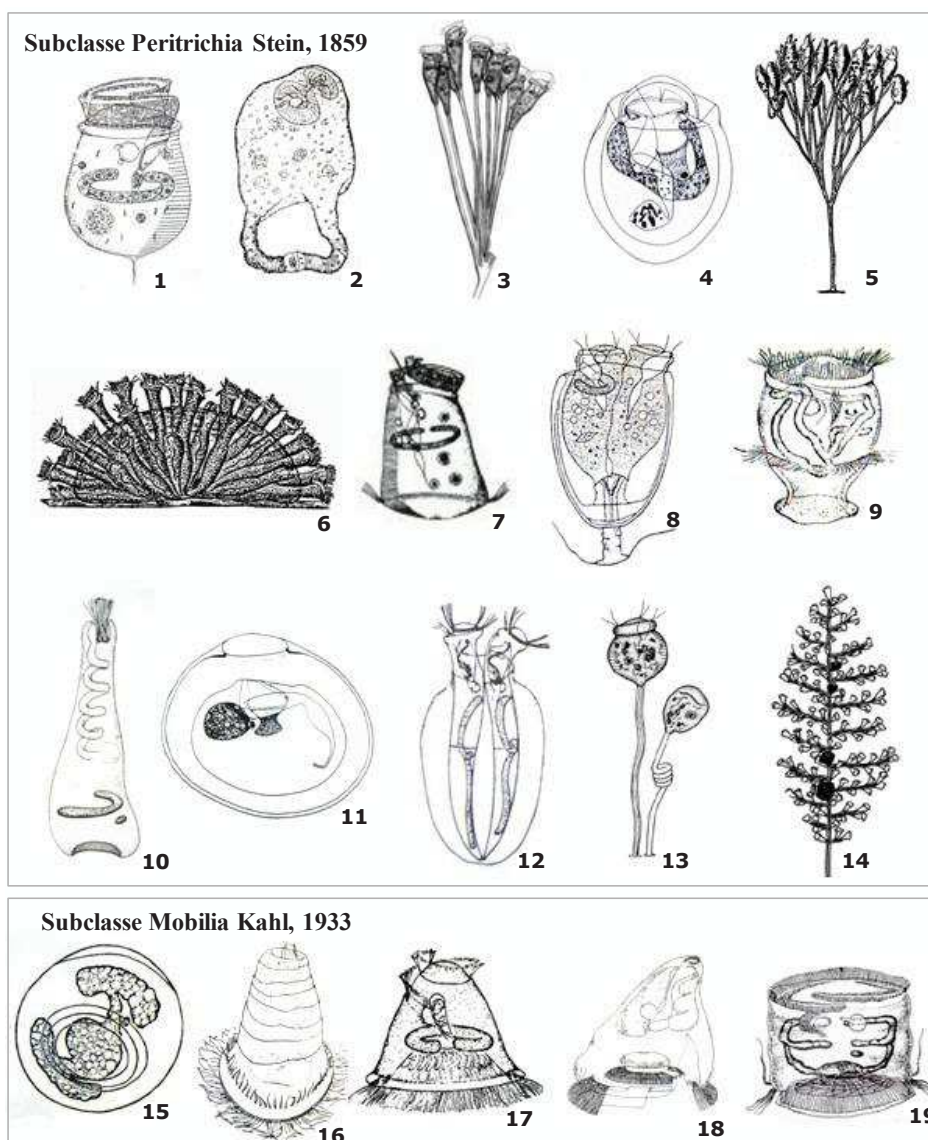
Durante a realização do estudo sobre o zooplâncton como indicador da restauração do lago Batata (JOSUÉ, 2017) foram observados epibiontes (comunicação pessoal) colonizando copépodes, o que serviu de motivação principal para este estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ciliados da Subclasse Peritrichia Stein, 1859

Dentre os microeucariotos ciliados (Alveolata, Ciliophora), a subclasse Peritrichia conta com mais de 1000 espécies descritas e distribuídas em aproximadamente 100 gêneros (PENNARD, 1992; KAHL, 1935; NENNINGER, 1948; STILLER, 1971; LYNN, 2008). A subclasse é dividida em duas ordens Mobilida KAHL, 1933 e Sessilida KAHL, 1933 e é considerada monofilética devido a presença de um aparato bucal único aos peritríqueos (LYNN, 2008). A ordem Sessilida é composta por 14 famílias (Figuras. 1-14) com organismos que passam a maior parte da vida aderidos a substratos através da fixação de uma lórica, escópula ou pedúnculo. Todavia também possuem formação de telotróquio, que consiste em um estágio de dispersão livre-natante (KAHL, 1935; LYNN, 2008). A ordem Mobilida é composta por 5 famílias (Figuras. 15-19) e sua característica morfológica principal é sua estrutura de fixação chamada disco adesivo, sendo uma organela permanente e não transitória (KAHL, 1935; LYNN, 2008). A figura 20 apresenta a atual filogenia de Ciliophora, onde estão marcadas a posição filogenética das ordens Sessilida e Mobilida. Em sua morfologia os ciliados peritríqueos apresentam zooides de tamanhos que vão de pequeno a médio, raramente de grandes proporções, porém as formas coloniais formadas podem se tornar estruturas macroscópicas (LYNN, 2008).

Os ciliados peritríqueos ocorrem em diversos ambientes límnicos e marinhos, todavia são raramente encontrados no solo. Muitas vezes eles formam um tipo de “lodo esbranquiçado” sobre rochas, plantas aquáticas, cianobactérias planctônicas, algas e animais. Os ciliados peritríqueos se alimentam comumente de bactérias, sendo especialmente encontrados em ambientes com grande densidade bacteriana, ou seja,



Figuras 1-19. Desenhos esquemáticos de representantes das famílias que compõem os ordens Sessilida (subclasse Peritrichia segundo ZHAN, 2009) e Mobilida (subclasse Mobilida segundo ZHAN, 2009), classificados segundo LYNN (2008). Legenda: 1. Astylozoidae; 2. Ellobiophryidae; 3. Epistylididae; 4. Lagenophryidae; 5. Operculariidae; 6. Ophryididae; 7. Opisthnectidae; 8. Rovinjellidae; 9. Scyphidiidae; 10. Termitophryidae; 11. Usconophryidae; 12. Vaginicolidae; 13. Vorticellidae; 14. Zoothamniidae; 15. Leiotrochidae; 16. Polycyclidae; 17. Trichodinidae; 18. Trichodinopsidae; 19. Urceolariidae. As imagens foram extraídas de LYNN & SMALL (2002).

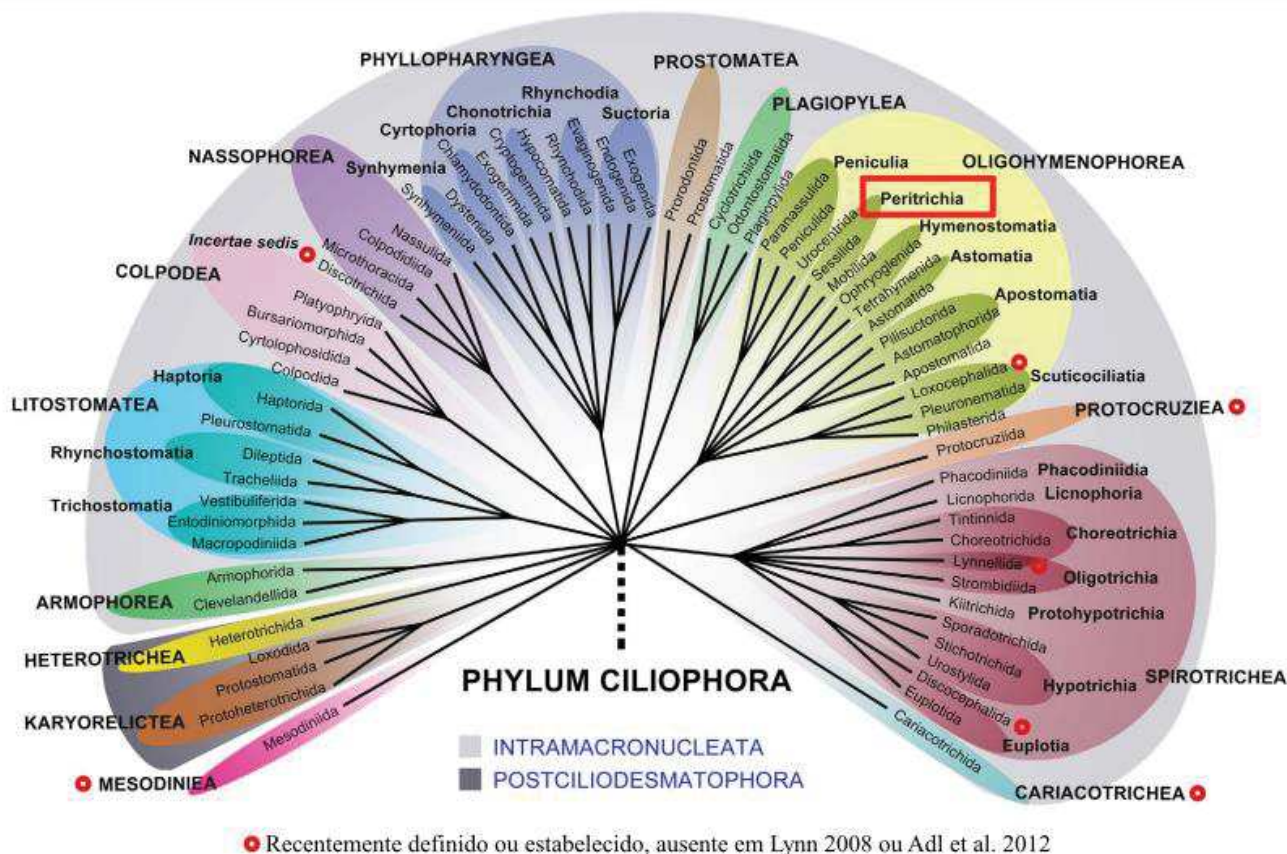


Figura 20. Reconstrução filogenética para o filo Ciliophora proposto por GAO (2016) e trabalhos prévios.

locais poluídos e/ou com muita descarga de matéria orgânica, sendo assim utilizados como bioindicadores da qualidade da água (LYNN, 2008).

Os ciliados peritríqueos possuem ciclos de vida distintos e três modos de vida (Figura 21): (I) Algumas espécies são sésseis, sendo caracterizadas por possuírem pouca especificidade sobre o substrato (*Vorticella convallaria*, *Carchesium polypinum*); (II) Outras espécies são denominadas euplanctônicas, geralmente apresentam adaptações específicas, como por exemplo espinhos (*Hastatella radians*) e pedúnculos fragmentados (*Epistylis procumbens*); (III) Algumas espécies são epibiontes e vivem sobre metazoários planctônicos e bentônicos, como por exemplo rotíferos, pequenos crustáceos (cladóceros e copépodes), crustáceos, larvas de inseto e besouros (*Epistylis pygmaeum*). Algumas espécies de peritríqueos apresentam especificidade de hospedeiros, e algumas dessas

espécies são parasitas danosas quando apresentam grande infestação em peixes (*Trichodina pediculus*) (FERNANDEZ-LEBORANS; VON RINTELEN, 2010).

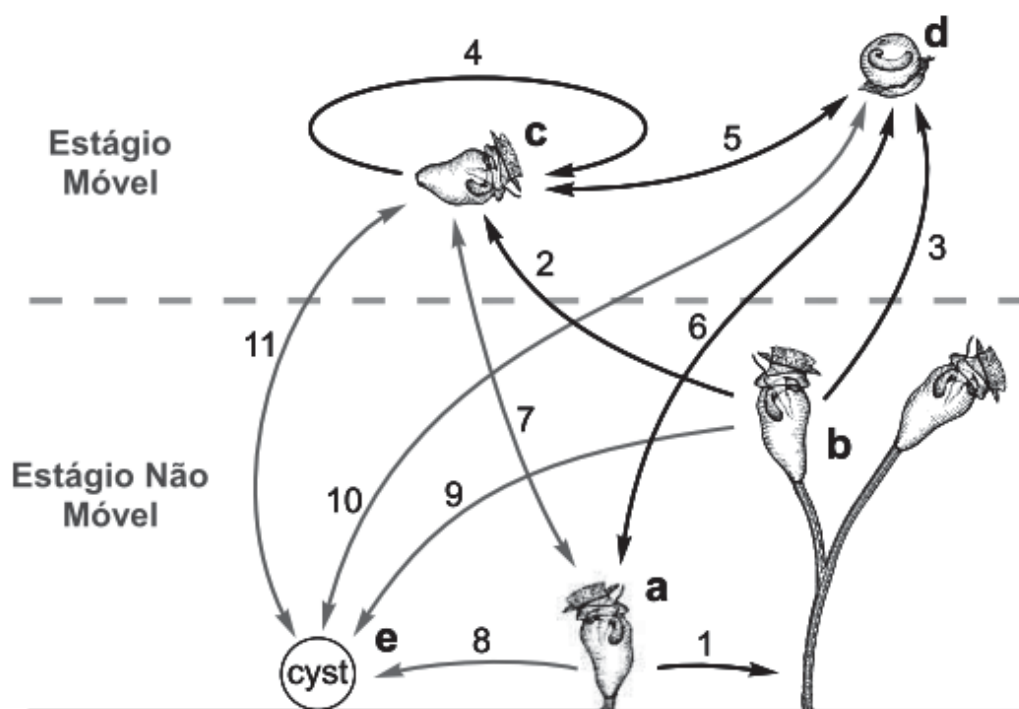


Figura 21. Esquema proposto do ciclo de vida de *Epistylis pygmaeum*. Estágios do ciclo de vida (a) zoóide recentemente fixado (CORLISS, 1979), (b) colônia de dois zooides, (c) zoóide livre natante, (d) telotróquio (CORLISS, 1979) e (e) cisto. Setas pretas indicam caminhos conhecidos no ciclo de vida dos peritríqueos (1-3) e os propostos por GILBERT & SCHRÖDER (2003) (4 e 5). Os demais caminhos citados indicam caminhos do ciclo de vida que exigem mais estudos.

Os ciliados epistilídeos *Epistylis* spp. parasitam peixes em cativeiro e ambientes naturais (MARTINS, 2002; ABO-ESA, 2008) e apesar de não se alimentarem das células do peixe, abrem porta para infecções causadas por bactérias patogênicas (DE PÁDUA, 2013). A doença conhecida como “doença da ferida vermelha” se dá através da associação entre *Epistylis* spp. e a bactéria *Aeromonas hydrophila*, que colonizam a estrutura do pedúnculo do ciliado secretando enzimas que lesionam o tecido da pele do peixe próximo às colônias, fazendo assim das feridas uma porta de entrada para *A. hydrophila*, bem como para outros microrganismos patogênicos (GRIGNARD, 1996). Essa doença acomete severamente peixes de água doce em cultivo intensivo (HAZEN, 1978).

2.2 Epibiose

A epibiose é uma relação facultativa entre o indivíduo epibionte e seu hospedeiro (WAHL, 1989). Essa relação engloba um grande número de organismos que podem agir como epibiontes: algas (BAREA-ARCO, 2001; GUTIERREZ, 2016) bactérias (NAGASAWA, 1988; TANIGUCHI, 1997; ECKERT; PERNTHALER, 2014) ciliados (HENEGBRY, 1979; GILBERT; SCHÖRODER, 2003; UTZ; COATS, 2005; BICKEL, 2012) rotíferos (FONTANETO; AMBROSINI, 2010; DE SMET; VEROLET, 2016, EJSMONT-KARABIN; KARPOWICZ, 2019). Vários organismos já foram documentados como hospedeiros de organismos epibiontes como larvas de quironomídeos (CABRAL, 2010), gastrópodes (DIAS., 2008), anelídeos (ÁLVAREZ-CAMPOS, 2014) e crustáceos (CHATTERJEE, 2013).

Existem diversos trabalhos que abordam a relação epibiótica em organismos pertencentes ao zooplâncton como seus hospedeiros tais como rotíferos (Gilbert & Schröder, 2003), cladóceros (XU, 1992; CHATTERJEE, 2013) e copépodes (UTZ, 2005; FERNANDEZ-LEBORANS; TATO-PORTO, 2000). Dentre os grupos animais que compõem o zooplâncton, estima-se em relação aos copépodes que apenas 15 % das espécies existentes são conhecidas, sendo 11.500 espécies, divididas em aproximadamente 200 famílias e 1650 gêneros (HUMMES, 1994). Os copépodes compõem grande parte dos organismos planctônicos de ambientes de água doce e são elementos de ligação fundamentais para a teia trófica aquática (Mauchline, 1998). O estudo da interação entre ciliados peritríqueos epibiontes e copépodes como basibiontes tem crescido nas últimas décadas tendo como principais abordagens os registros e a descrição de espécies (ABDALLAH, 2011; SEDLACEK, 2013), sítios de localização sobre hospedeiro (NAGASAWA, 1985; PUCKETT; CARMAN, 2002; FERNANDEZ-LEBORANS; VON RINTELEN, 2007), distribuição espacial e temporal (PUCKETT; CARMAN, 2002; UTZ; COATS, 2005), danos aos hospedeiros (XU, 1992; VISSE, 2007;

BURRIS; DAM, 2014; JONES, 2016; CABRAL, 2017) e biomonitoramento (LAIRD, 1959; UTZ, 2004).

LAIRD (1959) apresentou a possibilidade da utilização de dados envolvendo epibiontes como parâmetro para qualidade do ambiente aquático. CABRAL (2010) demonstraram em seu estudo sobre epibiontes presentes em um córrego que a compreensão da interação entre ciliados protozoários do gênero *Rhabdostyla* e larvas de *Chironomus decorus* pode ser um bom bioindicador para a qualidade da água. Em seu trabalho, CABRAL (2018) demonstraram que a prevalência de infestação e abundância de ciliados do gênero *Rhabdostyla* estavam correlacionados a ambientes organicamente enriquecidos.

2.3 Estudos Limnológicos no Lago Batata

O lago Batata é um lago amazônico de águas claras segundo a caracterização por Sioli (1975), e está em conexão permanente com o Rio Trombetas, no município de Oriximiná, no estado do Pará. O lago apresenta um pulso de inundação anual (JUNK, 1989), o que permite identificar quatro períodos hidrológicos distintos: enchente, águas altas, vazante e águas baixas. Por uma década (1979-1989) o lago recebeu rejeito mineral inerte proveniente do beneficiamento e lavagem de bauxita. A partir de 1987 se iniciou um programa de monitoramento da qualidade ambiental do lago, assim como estudos relacionados ao impacto gerado na biota e nos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos do lago. Várias pesquisas abordaram os desdobramentos do impacto sobre o lago Batata. Uma das alterações mais marcantes nessas características está relacionada ao aumento da turbidez na água. Roland & Esteves (1998) avaliaram como a turbidez atenuou o processo de penetração da luz solar no lago, e chegaram à conclusão que o rejeito que é ressuspenso em determinadas circunstâncias pelas correntezas e ventos aumentam a turbidez inorgânica da água.

Diversos trabalhos no lago Batata associam a turbidez a alterações nas comunidades bióticas. Bozelli (1994) observou que a presença do material fino particulado alterou a densidade da comunidade zooplanctônica. Bozelli & Garrido (2000) avaliaram a influência do gradiente de turbidez inorgânica sobre a comunidade zooplanctônica e observaram que a riqueza de espécies e diversidade aumentaram das estações com alta turbidez para estações com baixa turbidez. O fitoplâncton certamente está entre os organismos mais impactados com as mudanças na turbidez do lago, diminuindo assim a sua contribuição à produção primária do lago (HUSZAR; MARINHO, 2000). Guenther & Bozelli (2004a e b) analisaram a influência da turbidez inorgânica para o fitoplâncton do lago Batata e observaram que material inorgânico em suspensão pode promover processos de agregação e sedimentação do fitoplâncton em condições experimentais. Em condições naturais a agregação parece ser um fenômeno menos importante em determinadas épocas, provavelmente em função do reduzido tamanho dos organismos, quando a diminuição de crescimento devido a atenuação da entrada da luz deve ser predominante.

Almeida (2010) observaram que a comunidade bacteriana do lago Batata também sofre influência da alteração na turbidez, devido a interferência na distribuição da luz solar na água e a disponibilidade de carbono orgânico dissolvido. Ainda sobre a comunidade bacteriana do lago Batata, o trabalho de ANESIO (1997) demonstrou que em área impactada com a presença de coloides argilosos dispersos na coluna d'água existe uma associação de bactérias, formando agregados bactéria-argila. Esse tipo de agregado foi mais abundante na área impactada do lago enquanto na área natural as bactérias livres foram mais numerosas. A comunidade bentônica foi uma das mais impactadas com a deposição do rejeito de bauxita no fundo do lago. Leal (2004) avaliaram a presença e densidade espécies de larvas de Chironomidae e observaram que na área impactada a

densidade e riqueza de espécies eram inferiores quando comparadas à área natural do lago. Atualmente o lago Batata encontra-se em processo de restauração. Dias (2012) conduziram um experimento em área de restauração e concluíram que a combinação de tratamentos simples, como plantar mudas com adição de serrapilheira e sementes, contribuem com a aceleração do processo de restauração de áreas inundáveis. Todavia ainda é nítida no lago a distinção entre duas áreas: a área impactada e área natural que não foi impactada pelo rejeito de bauxita.

2.4 Escopo da Dissertação

A presente proposta de dissertação surgiu com a observação e registro de ciliados epibiontes em copépodes no lago Batata durante execução da dissertação de Iollanda Ivanov Pereira Josué, intitulada “Zooplâncton como indicador de restauração de ambiente aquático impactado pela atividade de mineração: é possível recuperar a diversidade de funções?” (JOSUÉ, 2017). O lago Batata apresenta diversos estudos sobre a resposta da comunidade biótica em relação ao impacto por rejeito de bauxita, todavia estudos que envolvam ciliados não foram encontrados na literatura. Considerando estudos recentes sobre o potencial uso dos ciliados peritríqueos epibiontes como indicadores de alterações ambientais (CABRAL, 2010; 2018), iniciou-se uma investigação mais detalhada com dados quantitativos e ambientais sobre a relação entre ciliados do gênero *Epistylis* e copépodes da espécie *Notodiaptomus confieroides* no lago Batata. Nossa principal questão foi compreender melhor e descrever essa relação tendo em consideração a influência do rejeito de bauxita sobre essa relação epibiótica, bem como a potencial ação do pulso de inundação sobre esta mesma.

3. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no lago Batata, localizado em Porto Trombetas no município de Oriximiná, no estado do Pará (Figura 22). O lago apresenta permanente conexão com o rio Trombetas (PANOSSO, 1993) e compreende a área total de cerca de 2100 ha. Por se tratar de um lago influenciado pelo pulso de inundação sua profundidade varia entre 12 metros (período de enchentes/cheia, entre março/julho) e 2 metros (período de vazante/seca, entre outubro/dezembro) (BOZELLI, 2000). Durante o período de uma década (1979-1989) o lago recebeu o aporte de efluente proveniente da lavagem de bauxita, um efluente de coloração alaranjada, impactando cerca de 30 % de sua área total, que corresponde a cerca de 630 hectares. Durante a década do impacto, cerca de $5,0 \times 10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ de rejeito foram depositados no lago Batata (LOPES, 2014). Tal impacto causou um processo de assoreamento, principalmente da parte norte do lago, assim como áreas de vegetação de igapó. A lavagem do minério gera um efluente líquido composto por silicatos (47 %), óxidos de ferro (21 %), óxidos de alumínio (21 %) e material fino particulado com espessuras menores que $50 \mu\text{m}$ (LAPA; CARDOSO, 1998).

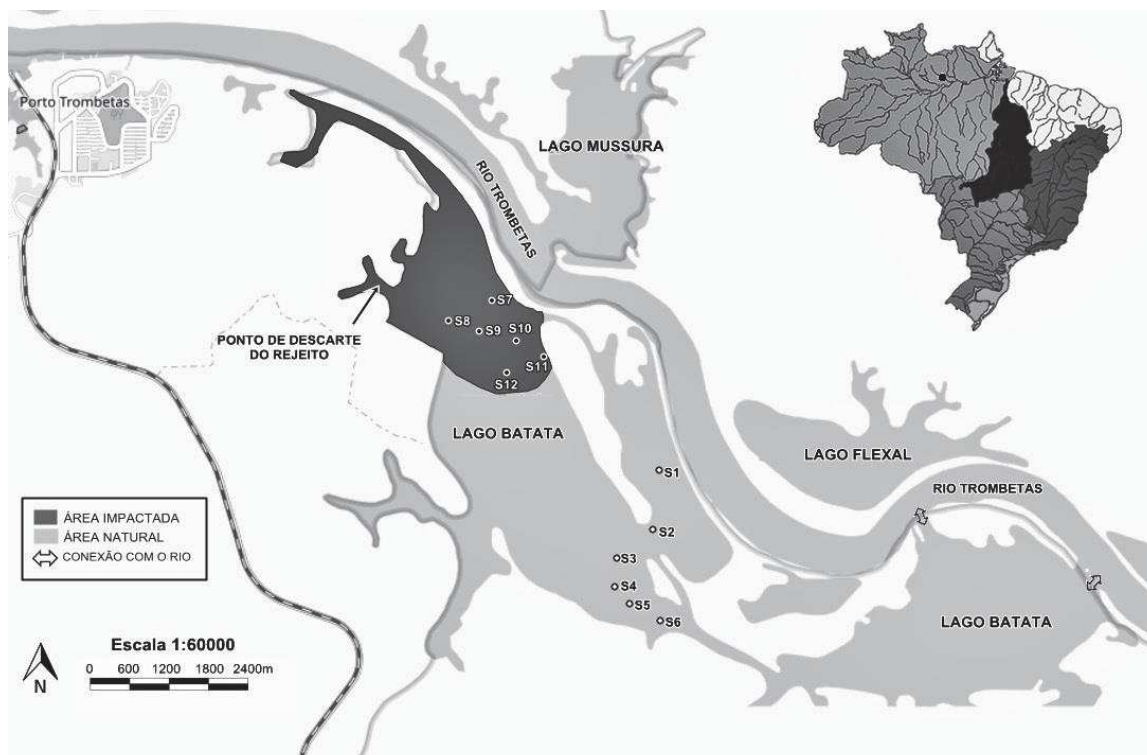


Figura 22. Localização geográfica do lago Batata (PA, Brasil) e doze pontos amostrais nas áreas naturais (S1-S6) e impactadas (S7-S12) do lago. Está indicado na imagem o local de descarte de rejeito. Base de dados do programa QGis. 2019.

O rejeito de bauxita é composto por finas partículas de silte e argila. É considerado um rejeito mineral inerte e pobre em matéria orgânica (LAPA, 2000) (Figura 23). Entretanto, apesar da ausência de toxicidade do rejeito a deposição contínua gerou consequências negativas, por exemplo, o assoreamento da área norte do lago, o que promoveu a elevação do leito em até 6 metros e transformou áreas aquáticas permanentes em áreas periodicamente alagadas (BARBIERI, 1995). Como desdobramento do assoreamento, causado pela deposição de rejeito sobre o sedimento de fundo, houve redução na disponibilidade de recursos alimentares para os organismos presentes no lago o que impactou diretamente na biota (LEAL, 2004; MAIA-BARBOSA; BOZELLI, 2006) e parcialmente a vegetação circundante ao lago. Os estudos acerca do impacto gerado na biota do lago compreenderam organismos como bactérias (Anesio *et al.*, 1997), fitoplâncton (HUSZAR; REYNOLDS, 1997), zooplâncton (BOZELLI, 1994),

macroinvertebrados bentônicos (LEAL, 2004) e peixes (LIN; CARAMASCHI, 2005). O impacto alterou a turbidez e as características do sedimento natural, também promoveu diminuição da concentração de nutrientes como fósforo, nitrogênio e carbono orgânico, assim como diminuição na ciclagem de nutrientes e produção primária feita pelos organismos clorofilados presentes no lago (ROLAND; ESTEVES, 1993; 1998).



Figura 23. Imagem do Lago Batata demonstrando o impacto pelo rejeito de bauxita de cor alaranjada. 2016. Fonte: Comissão Pró-Índio de São Paulo <<http://www.cpisp.org.br/>>.

Para mensurar as mudanças ocasionadas pela deposição do rejeito e para iniciativas de mitigação do impacto, um programa de monitoramento e restauração foi iniciado no ano de 1987, com metas para recuperar a qualidade ambiental do lago e restaurar a vegetação circundante composta principalmente de vegetação de igapó. Todavia, ainda é nítida a distinção entre diferentes áreas do lago: (1) área pelágica natural que são regiões mais profundas do lago que não foram impactadas pelo rejeito; (2) igapó natural, área que apresenta cobertura vegetal natural de igapó que não foi impactada pelo rejeito; (3) área pelágica impactada, área mais profunda do lago que recebeu o aporte do

rejeito de bauxita, impactando principalmente a turbidez da água; (4) igapó de plantio, área que foi impactada pelo rejeito de bauxita, todavia passou por um processo de restauração a partir do plantio de mudas, dispersão de sementes e deposição de serrapilheira com finalidade de formar uma camada de matéria orgânica sobre o rejeito depositado no fundo dessas áreas; (5) igapó de regeneração natural, assim como a área anterior, essa área foi impactada com o rejeito porém vem passando por um processo de regeneração natural com pouca ou nenhuma intervenção realizada ao longo dos anos; (6) bancos de arroz, outra área de regeneração natural, todavia a deposição do rejeito nessas áreas favoreceu a proliferação de uma espécie de arroz bravo, a *Oryza glumaepatula*. Para esse estudo, as áreas utilizadas são área pelágica natural e área pelágica impactada. Apesar dos extensos estudos na biota e os efeitos causados, trabalhos envolvendo ciliados protozoários são escassos ou inexistentes para o lago Batata, todavia esses organismos são grandes bioindicadores para qualidade ambiental de ambientes aquáticos e vem sendo extensamente utilizados como parâmetro de qualidade no decorrer dos anos (FOISSNER; BERGER, 1996; MADONI, 2000; XU., 2018). Da lacuna de estudos envolvendo ecologia de microeucariotos ciliados no lago Batata surge a relevância desta proposta.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta das Amostras

As coletas de amostras de água do lago Batata foram realizadas em março de 2015 (período de enchente) e junho de 2019 (período de cheia). Nos dois períodos, foram selecionados doze pontos amostrais: seis pontos na área natural e seis na área impactada. Os pontos de coleta foram os mesmos em ambas as campanhas. Para as amostragens do período de março de 2015, a temperatura da água (°C), a condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e oxigênio dissolvido (mg/L) foram medidos no local a partir de um oxímetro modelo YSI 550A. Para as amostragens do período de junho de 2019, foi utilizada uma

sonda Multiparâmetros Horiba U-50. Em ambas campanhas a transparência da água foi estimada através da observação do desaparecimento visual do disco de Secchi na água (TYLER, 1968), e amostras de água foram coletadas para posterior análise em laboratório do pH e da turbidez (NTU), usando pHmetro e turbidímetro de bancada.

4.2 Preparação das Amostras de Plâncton

4.2.1 Copépodes

A comunidade zooplanctônica foi amostrada a partir de arrastos verticais com rede de plâncton com abertura de malha de 50 μm , totalizando pra cada ponto amostral 12 m de arrasto. As amostras foram fixadas após a coleta em formalina 4 % (HANEY; HALL, 1973). Em laboratório, as amostras foram analisadas em câmara de Sedgewick-Rafter sob microscópio óptico, e a relação de epibiose entre copépodes e ciliados foi identificada. Posteriormente, a espécie do copépode (*Notodiaptomus coniferoides*) foi identificada e a abundância (indivíduos. ml^{-1}) foi quantificada, a partir de contagem em câmara aberta sob estereomicroscópio. Posteriormente, os ciliados epibiontes foram triados para identificação e quantificação.

4.2.2 Ciliados

Após a separação de todos os *N. coniferoides*, as subamostras foram analisadas em câmara aberta sob estereomicroscópio. Os copépodes infestados pelos ciliados foram separados em tubos Falcon de 15 ml para posterior análise. A contagem dos zooides presentes em cada copépode foi realizada sob estereomicroscópio. A identificação morfológica do ciliado foi feita através da observação de fotomicrografias em microscópio Olympus BX51 com contraste interferencial diferencial de fase, em objetivas de 10x, 60x e 100x. Os ciliados epibiontes foram identificados utilizando literatura especializada (KAHL, 1935; NENNINGER, 1948; STILLER, 1971; REID,

1985; SILVA, 1989; FOISSNER; BERGER, 1992, 1996; LYNN, 2008) e os hospedeiros com chaves para copépodes da família *Diaptomidae* (PERBICHE-NEVES., 2015).

4.2.3 Procariotos

Uma alíquota de 10 ml da água filtrada na rede de plâncton foi coletada em cada ponto amostral e de cada campanha para comparação da densidade de procariotos nas áreas natural e impactada do lago Batata. Visto o grande teor de material argiloso em parte das amostras, essas foram sonicadas com intuito de desagregar as partículas dos aglomerados, usando o equipamento SONICS Vibra Cell. As amostras foram sonicadas por 3 minutos. Foi retirada uma alíquota de 1 ml para filtração em membrana de policarbonato (0,2 μm), a membrana foi dividida em fragmentos (tréplicas), corados com DAPI (4,6-Diamidino-2-phenylindole) na concentração de 20 mg/ml por 3 minutos e lavados em etanol 80 %. Os fragmentos da membrana foram colocados entre lâminas e lamínulas, permeadas com uma solução de mistura de glicerol: PBS (7:5) com Vectashield na proporção de 4:1 (PORTER; FEIG, 1980). A contagem foi feita utilizando microscópio de fluorescência em aumento de 100x/1.30, com adição de óleo de imersão (Olympus BX51, USA). Para calcular a densidade de procariotos foram contados 10 campos por fragmento de filtro, as contagens dos fragmentos de filtros foram feitas em triplicata por cada ponto amostral. Após a contagem, os dados brutos foram adicionados a uma tabela de contagem para amostras líquidas e a densidade obtida foi expressa em células por ml.

4.3 Processamento dos dados

Para avaliar a relação de epibiose entre copépodes e ciliados, a prevalência de infestação, a abundância de ciliados e a intensidade média de infestação foram calculadas. A prevalência de infestação é obtida através do número de copépodes infestados com ciliados epibiontes, dividido pela quantidade total de copépodes examinados, sendo expressa em porcentagem (%). A abundância de ciliados refere-se à quantidade total de ciliados encontrados colonizando os hospedeiros copépodes. A intensidade média de infestação—é estimada pelo número total de ciliados dividido pela quantidade de hospedeiros e é expressa em indivíduos (ciliados) por hospedeiro. Os termos abundância e prevalência foram usados de acordo com a definição de Bush (1997).

4.4 Análise de Dados

Nós usamos a análise de componentes principais (PCA) para caracterização limnológica dos pontos amostrais, selecionando os eixos para interpretação. Para esta análise de componentes principais foram utilizados os parâmetros ambientais (temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência (Secchi) e densidade de procariotos). Para avaliar como as variáveis ecológicas bióticas (prevalência de infestação, intensidade média de infestação, abundância total média de ciliados epibiontes e abundância de copépodes) são influenciadas pelas variáveis limnológicas, foi realizada uma análise de redundância (RDA). A análise de redundância (RDA) permitiu a representação simultânea das observações dos dados em duas ou três dimensões, selecionando a combinação linear das variáveis abióticas que maximizam a variação das características bióticas.

A análise de variância ANOVA *One way*, seguida do teste posterior de Tukey ($P < 0,05$), foi realizada para investigar possíveis diferenças entre abundância de ciliados epibiontes, intensidade média de infestação, prevalência de infestação de ciliados e densidade de procariotos entre as áreas do lago, bem como prevalência de infestação

entre copépodes machos e fêmeas. As análises foram realizadas no programa estatístico *Sigmaplot* versão 12.0 (Systat Software, San Jose, California USA; www.sigmaplot.com). As análises multivariadas foram realizadas com o auxílio dos *softwares* Canoco versão 4.5 (RDA) e JMP versão 15.0 (SAS, São Paulo, Brasil) (PCA).

5. RESULTADOS

Os ciliados coloniais encontrados infestando os copépodes da espécie *Notodiaptomus coniferoides* possuem pedúnculo sem mionemas, zooide epistiliforme, medindo em torno de 65 x 35 µm (fixados em formol). Eles pertencem ao gênero *Epistylis* (Peritrichia, Epistylidae) (Figura 24), não sendo possível identificar em nível específico pela necessidade de realizar observações *in vivo*, técnicas ciliatológicas de impregnação pela prata e filogenia baseada no marcador 18SrDNA. Foram realizadas tentativas de amplificação do 18SrDNA desta população de ciliados, entretanto, os iniciadores universais (euk A e eukB) (MEDLIN, 1988) bem como aqueles específicos para *Peritrichia* (DIAS, 2012) não funcionaram. Assim sendo, não se descarta a possibilidade de se tratar de um novo táxon, que precisa ser melhor investigado com outro foco no futuro. Este estudo constitui o primeiro registro de *Epistylis* sp. sobre o copépode *N. coniferoides*, bem como o primeiro registro desta relação epibiótica entre este ciliado e o copépode em ecossistemas amazônicos (lago Batata, Pará, Brasil) (Figura 24).

Nos diversos estudos limnológicos com foco na comunidade zooplânctônica realizados no lago Batata (BOZELLI, 1992; 1994; BOZELLI; GARRIDO, 2000; CARNEIRO, 2003; MAIA-BARBOSA;BOZELLI, 2006; JOSUÉ, 2017), foram registradas até o momento sete espécies de copépodes nesse ecossistema, sendo dominante a espécie *Oithona amazonica* (Copepoda, Cyclopoida) (JOSUÉ, 2017). Tanto na campanha de 2015 quanto em 2019, após análise de toda amostra do zooplâncton

(cladóceros, copépodes e rotíferos) (ver Tabela S2 em anexo), apenas foram registradas colônias de *Epistylis* sp. sobre *N. coniferoides*, sugerindo alta especificidade nesta relação epibiótica. Foram observados ciliados colonizando copepoditos e adultos, entretanto, não foram registrados ciliados colonizando náuplios. Os principais sítios de fixação de *Epistylis* sp. sobre o copépode foram a região dorsal dos últimos segmentos torácicos e primeiro segmento abdominal (Figura 24).

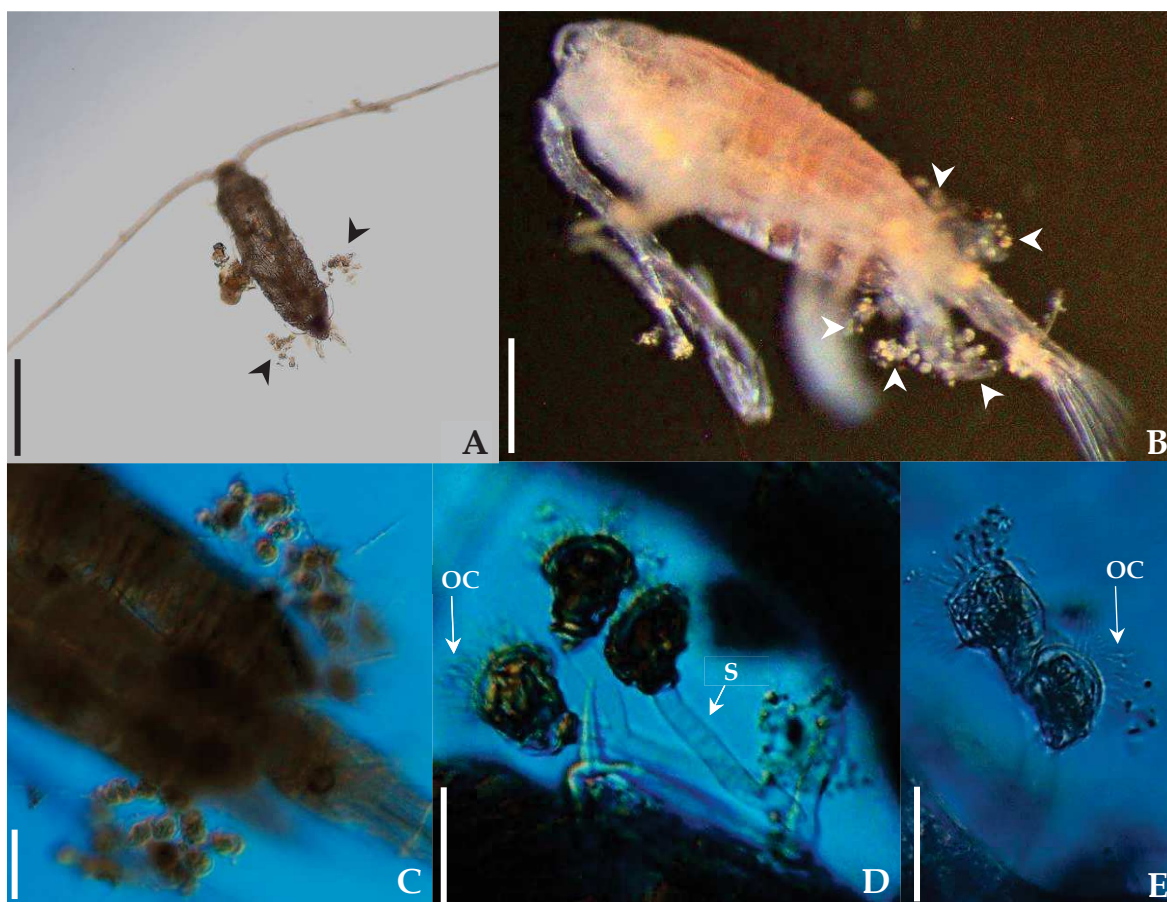


Figura 24. (A-E). Fotomicrografias de *Epistylis* sp. (Ciliophora, Peritrichia) colonizando copépodes planctônicos da espécie *Notodiaptomus coniferoides* (Copepoda, Calanoida) em amostras do lago Batata, PA, coletadas em 2015 e 2019, usando contraste interferencial diferencial (DIC). A-C. Sítio de colonização dos ciliados na região dorsal dos segmentos torácicos (setas indicam localização dos ciliados). D-E. Detalhes da morfologia dos zooides e do pedúnculo (sem mionemas). OC: ciliatura oral; S: pedúnculo. Barras: A-B= 350 μ m; C=150 μ m; D-E= 75 μ m.

A prevalência de infestação para a campanha de 2015 foi de 22 % (machos) e 26 % (fêmeas), já para a campanha de 2019 a prevalência de infestação foi de 2 %

(machos) e 4 % (fêmeas). Não houve diferença significativa entre a prevalência de infestação entre copépodes machos (n= 195 e 89) e fêmeas (n= 199 e 94) nas campanhas de 2015 e 2019, respectivamente (ANOVA *One way*, Tukey $P>0,05$). A intensidade de infestação variou de 1 e 66 ciliados por hospedeiro analisando-se todos os pontos amostrais em ambas as áreas. Na campanha de 2015 (enchente) foram observados ciliados infestando *N. coniferoides* em todos os 12 pontos amostrais (áreas natural e impactada). Na campanha de 2019 (águas altas) foram observados ciliados infestando *N. coniferoides* em apenas cinco pontos amostrais, todos eles na área impactada pelo rejeito de bauxita.

Os resultados da análise de componentes principais (PCA) demonstraram haver diferença em relação aos parâmetros limnológicos (ambientais e procariotos), entre os pontos amostrais pertencentes à área natural e à área impactada (Figura 25). Os dois primeiros eixos para cada uma das análises realizadas para cada campanha (2015 e 2019) representam 74,1 % (eixo 1: 49,7 % e eixo 2: 24,4 % - campanha de 2015) e 71,3 % (eixo 1: 50,1 % e eixo 2: 21,2 % - campanha de 2019) da variabilidade total dos dados. Em ambas as campanhas o eixo mais significativo foi o eixo 1 que representou quase 50 % da variabilidade dos dados ambientais. Na campanha de 2015 temperatura, Secchi, oxigênio dissolvido e pH estão positivamente correlacionados com o eixo 1, enquanto as variáveis turbidez, condutividade e densidade de procariotos estão correlacionados negativamente ao eixo 1, o que nos permite caracterizá-lo como um eixo associado mais fortemente com a presença de material inorgânico em suspensão. Isso se reflete, de maneira geral, na separação dos pontos de coleta entre as áreas. Na campanha de 2019, as variáveis temperatura, pH, oxigênio dissolvido e densidade de procariotos se correlacionaram positiva e fortemente com o eixo 1 que explicou a maior parte da variação dos dados. A turbidez estava positivamente correlacionada com o eixo 2, enquanto o Secchi estava negativamente correlacionado ao eixo 2. Portanto, apesar dos

baixos valores este parece ser o eixo associado ao material em suspensão. Nessa campanha a maior variabilidade dos dados não é influenciada pelos valores de turbidez, o que faz sentido visto que em águas altas a coluna d'água é elevada reduzindo processo de ressuspensão do rejeito e conseqüentemente os valores de turbidez são muito baixos. O eixo 2 todavia não discrimina os pontos das áreas que se distribuem quase que igualmente, porém as áreas se dividem nos quadrantes esquerdos e direitos sendo separados pelo eixo 1, o que pode demonstrar uma diferença estrutural entre as áreas apesar de serem pontos dentro de um mesmo local.

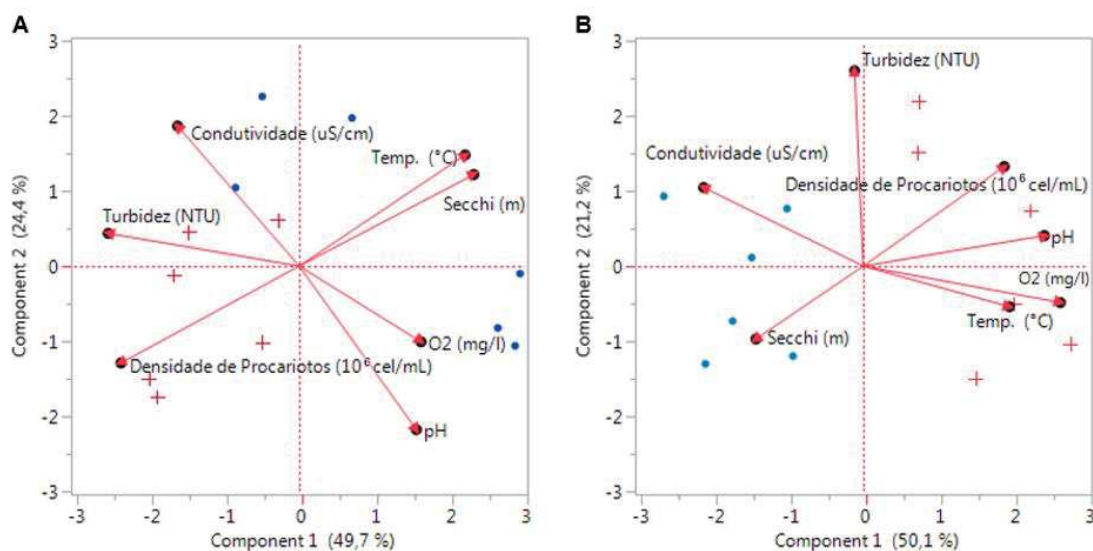


Figura 25. Análise de componentes principais entre variáveis ambientais e densidade de procariotos e os pontos amostrais das áreas natural e impactada amostradas no lago Batata, PA. Temperatura (temp.), pH, turbidez, oxigênio dissolvido (O_2), condutividade elétrica, transparência (Secchi) e densidade de procariotos. Campanhas: A (março/2015) e B (junho/2019). Legenda: círculo azul: estações amostrais da área natural; cruz vermelha: estações amostrais da área impactada.

A análise de redundância (RDA) da campanha de 2015 explicou 57 % da variação total dos dados (Figura 26). As variações na turbidez, condutividade elétrica e densidade de procariotos estão correlacionadas às variáveis respostas prevalência de infestação, intensidade média de infestação e abundância total de ciliados. A variável resposta, abundância de copépodes foi diretamente influenciada pelo oxigênio dissolvido e pH.

Para a campanha de 2019, as variáveis explicaram 89 % da variação total dos dados. A variação na densidade de procariotos está relacionada com as variáveis respostas como a abundância total de ciliados, intensidade média de infestação e prevalência de infestação. A turbidez influenciou positivamente a abundância de copépodes.

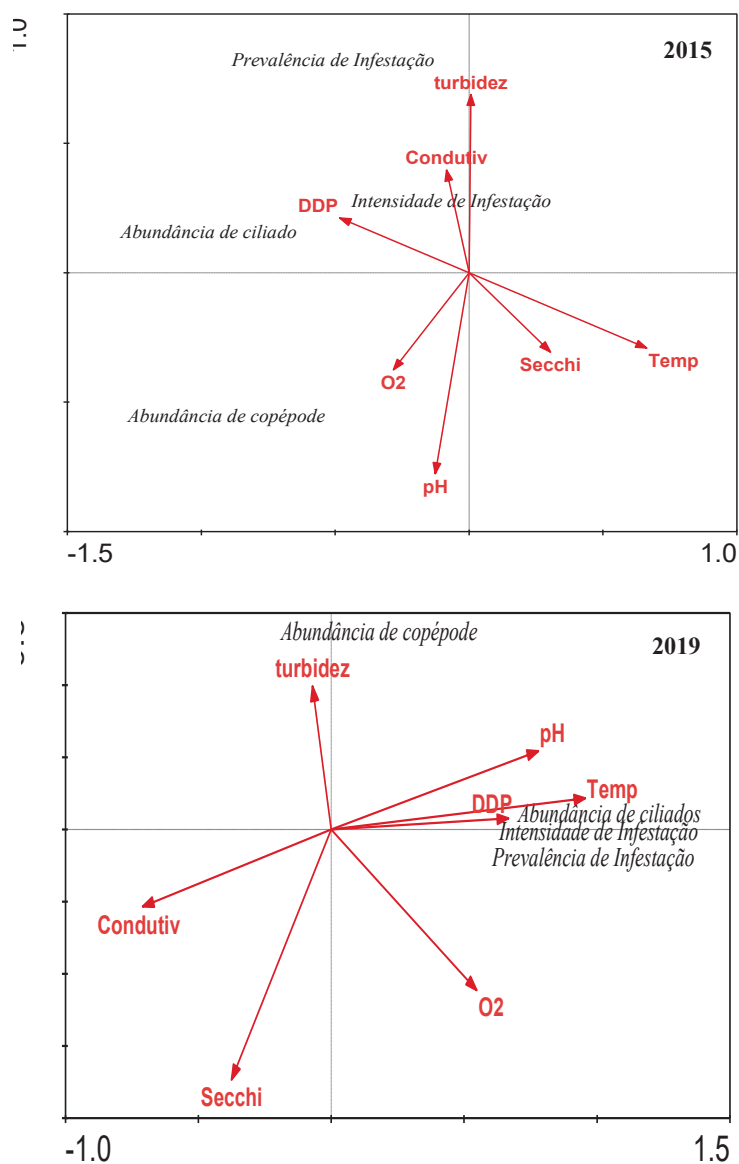


Figura 26. Análise de redundância das variáveis ambientais em relação as variáveis ecológicas relacionadas a epibiose no lago Batata, PA. Turbidez, pH, temperatura (Temp), densidade de procariotos (DDP), condutividade elétrica (Condutiv), oxigênio Dissolvido (O2), Secchi. Gráfico– março/2015 e – junho/2019.

Na campanha de 2015 foram registrados valores médios de abundância total de ciliados de 308 e 128 (ind. ml⁻¹) nas áreas impactada e natural, respectivamente (Figura 27). Os valores médios de abundância diferiram significativamente entre as áreas (ANOVA *One way*, Tukey P<0,05). Na campanha de 2019 os valores médios de abundância ficaram em torno 56 ind. ml⁻¹ na área impactada. Os valores de abundância diferiram significativamente entre as áreas (ANOVA *One way*, Tukey P<0,05). A área natural por sua vez não apresentou indivíduos infestados por ciliados, portanto não apresenta valores de intensidade média e prevalência de infestação. A intensidade média de infestação para a campanha de 2015 foi de 19 ciliados por copépode na área natural e de 26 ciliados por copépode na área impactada. Não houve diferença significativa de intensidade de infestação entre as áreas (ANOVA *One way*, Tukey P>0,05). A campanha de 2019 apresentou infestação média de 44 ciliados por copépode na área impactada e nenhuma identificada na área natural, diferindo entre si de forma significativa (ANOVA *One way*, Tukey P<0,05). A prevalência de infestação na campanha de 2015 na área impactada foi de 41 %, significativamente superior à área natural que apresentou o valor de 29 % (ANOVA *One way*, Tukey P>0,05). Para a campanha de 2019 a prevalência de infestação foi de 8 % na área impactada e zero na área natural (ANOVA *One-Way*, Tukey p<0,05) (Figura 27) (Tabela 1). A densidade média de procariotos em 2015 foi de 8,7 X 10⁶ cel/ml⁻¹ na área impactada, ao passo que na área natural a densidade foi de 6,0 X 10⁶ cel/ml⁻¹. Em 2019, a densidade média foi de 5,4 X 10⁶ cel/ml⁻¹ na área impactada e 4,6 X 10⁶ cel/ml⁻¹ na área natural. A densidade de procariotos na área impactada foi significativamente maior que na área natural em ambas as campanhas (ANOVA *One way*, Tukey P<0,05).

Tabela 1. Diferenças na abundância total média, prevalência e intensidade média de infestação de ciliados e densidade de procariotos entre as áreas impactada e natural do

lago Batata. ANOVA *One way* seguida do teste posterior de Tukey ($P < 0.05$). Valores significativos estão em negrito.

	Área Natural vs. Área Impactada			
	Campanha de 2015		Campanha de 2019	
	<i>F</i>	<i>p</i> (Tukey)	<i>F</i>	<i>p</i> (Tukey)
Densidade de Procariotos	23.62	<0.001	36.66	<0.001
Abundância Total Média de Ciliados	5.09	0.04	9.15	0.01
Intensidade Média de Infestação	1.49	0.24	17.04	0.002
Prevalência de Infestação	2.15	0.17	16.41	0.002

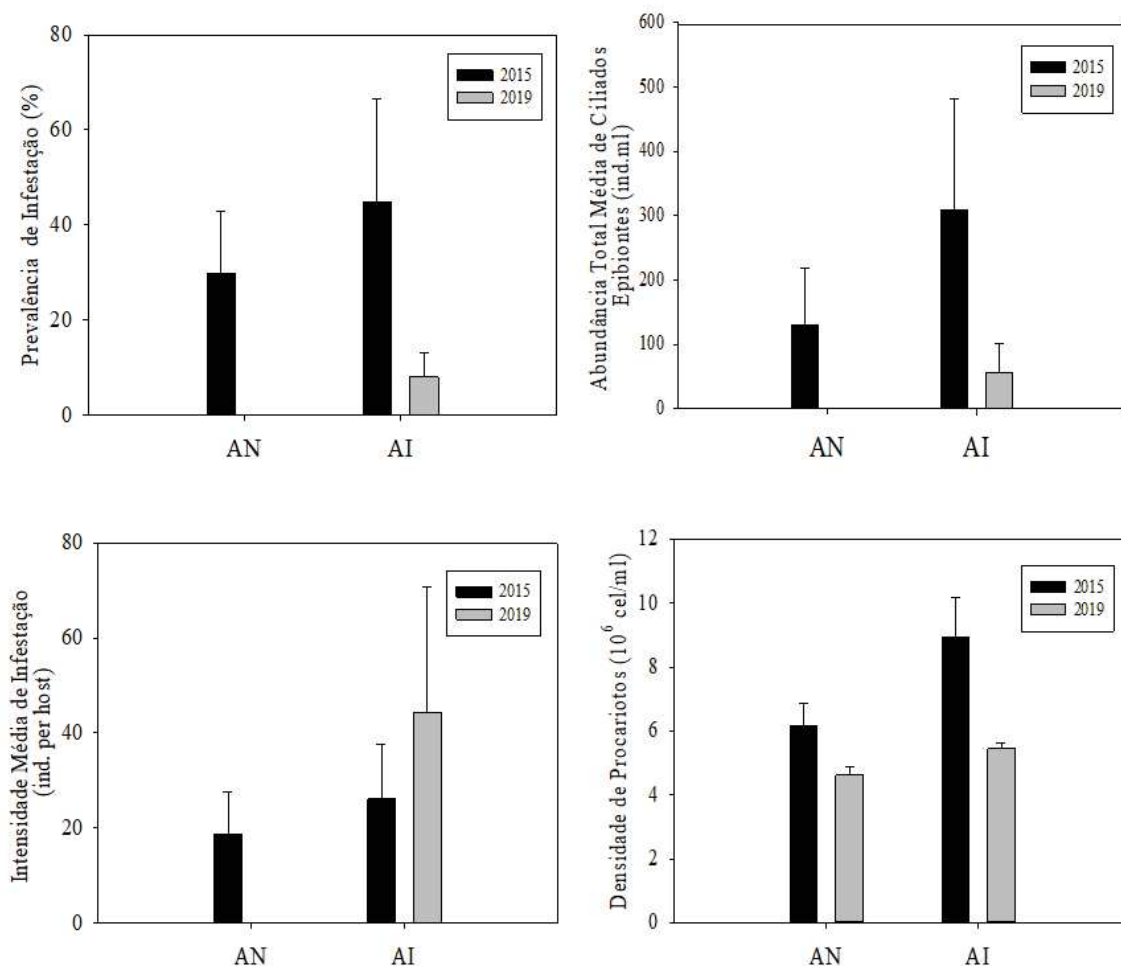


Figura 27. Abundância total média (ind./ml), prevalência de infestação (%) e intensidade média de ciliados por copépode e densidade de procariotos (10^6 cel/ml) no lago Batata, PA. Barras cinza claro (campanha de 2015) e pretas (campanha de 2019). Área natural (AN) e área impactada (AI).

Para uma análise da distribuição das densidades de procariotos, abundância de copépodes, prevalência e intensidade média de infestação, os dados foram separados por pontos de coleta, que variaram de 1 a 12 por campanha amostral. A campanha de março de 2015 foi realizada em um período de enchente, quando a conexão do lago com o rio Trombetas está aumentando. A campanha de junho de 2019 foi realizada no período de águas altas (Figura 28).

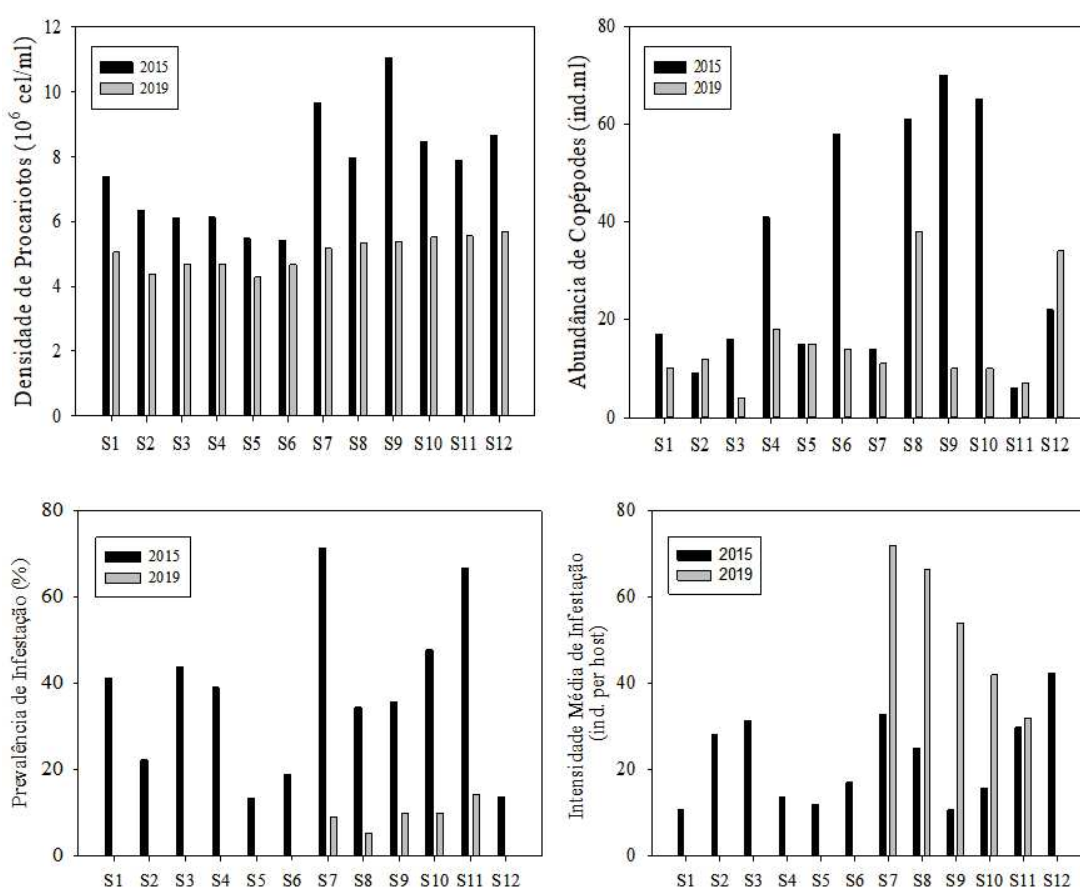


Figura 28. Densidade de procariotos (10^6 cel/ml), abundância de copépodes (ind./ml), prevalência de infestação (%) e intensidade média de infestação de ciliados por copépode por ponto amostral no lago Batata. Área natural (S1-S6) e área impactada (S7-S12). Barras pretas (campanha de 2015) e barras cinzas (campanha de 2019).

6. DISCUSSÃO

Os organismos epibiontes podem amplificar ou amenizar os estresses abióticos e bióticos que diretamente são impostos aos hospedeiros pelas características do ambiente em que eles vivem (WAHL, 2008). A presença dos organismos epibiontes pode alterar consideravelmente a forma como seus hospedeiros se relacionam com o ambiente (WAHL; MARK, 1999; LAUDIEN; WAHL, 2004). A relação que anteriormente era dada através de hospedeiro-ambiente, agora é uma relação hospedeiro-epibionte-ambiente, e assim pode causar efeitos negativos e positivos sobre a vida de ambos os organismos (WAHL, 1997; GILBERT, 2014). Os epibiontes agem de forma negativa diminuindo a fertilidade de seus hospedeiros (GREEN, 1974; ESCHWEILER; BUSCHBAUM, 2011), por aumentarem sua demanda energética (WEISSMAN, 1993), e desta forma conseqüentemente diminuir seu tempo de vida (GILBERT; SCHRÖDER, 2003; XU; BURNS, 1991). A presença de epibiontes pode tornar seus hospedeiros mais susceptíveis à predação, tornando-os mais visíveis para seus predadores (GREEN, 1974). Por outro lado, alguns organismos epibiontes podem fornecer uma proteção mimética para seus hospedeiros contra os predadores (WAHL, 1989; MALDONADO; URIZ 1992; WILLEY; THRELKELD, 1993) e ainda podem proteger seus hospedeiros contra dissecação, radiação UV e toxinas dispersas pela água (WAHL; SÖNNICHSEN 1992; WAHL; MARK, 1999; DOUGHERTY; RUSSELL, 2005). Para o epibionte, uma das grandes vantagens está relacionada à chance de obter uma grande variedade e disponibilidade de recursos (WAHL, 1989; SCHNEIDER, 2003). Ademais, como abordado por Fernandez-Leborans (2006), o movimento da água em pequena escala, ao redor do corpo do hospedeiro forma um ambiente rico em oxigênio e alimento, sendo assim uma característica relevante no fator de colonização e distribuição do epibionte sobre o corpo de seu hospedeiro. A relação epibiótica entre ciliados protozoários e

copépodes planctônicos pode beneficiar até mesmo organismos que estão acima na cadeia alimentar. É conhecido que os copépodes são uma fonte importante de alimento para larvas de peixes, então, a partir do momento que o predador ingere o copépole infestado com ciliados isso implica em uma contribuição para a dieta e uma nova fonte de energia para as larvas de peixes (FIGUEIREDO, 2005; 2007).

Existem diversos estudos de revisão com enfoque na relação epibiótica entre ciliados e representantes do zooplâncton (PENNARD, 1992; KAHL, 1935; NENNINGER, 1948; STILLER, 1971). Na revisão elaborada neste trabalho (Tabela S1) sobre estudos contendo epistilídeos (*Peritrichia*, *Epistylididae*) associados a organismos do zooplâncton (copépodes, cladóceros e rotíferos) foram analisados artigos de revisão e aqueles contendo outras abordagens (FERNANDEZ-LEBORANS; TATO PORTO, 2000; GILBERT; SCHRODER, 2003; UTZ; COATS, 2005; BOZKURT, 2009; CHATTERJEE, 2013). Esse estudo constitui o primeiro registro de ciliados do gênero *Epistylis* colonizando o copépole *Notodiaptomus coniferoides*, bem como o primeiro registro desta relação em um lago amazônico (ver Tabela S1). Uma importante parcela das espécies de copépodes calanóides são endêmicos, o que sugere uma diversidade de estudos possíveis sobre esta relação ciliados/epibiontes e copépodos/basibiontes (SUAREZ-MORALES, 2005). Atualmente, a família Diaptomidae (Copepoda, Calanoida) possui 11 gêneros, sendo *Notodiaptomus* o gênero com maior número de espécies descritas, um total de 23 espécies (PREVIATELLI, 2013). Em estudo realizado em lagos influenciados pelo pulso de inundação do rio Paraná, no Brasil, Cabral (2016) registraram ciliados epistilídeos (*Epistylis* sp.), com morfologia semelhante aos ciliados encontrados no nosso estudo, colonizando copépodes da espécie *Notodiaptomus amazonicus*. Este registro suscita a necessidade de caracterização multidisciplinar dessas

populações de epistilídeos usando ferramentas morfológicas e moleculares, bem como reflexões sobre distribuição e biogeografia de ciliados epibiontes.

Os epibiontes apresentam diferenciados graus de preferência pelo hospedeiro. Os ciliados peritríquios (Ciliophora, Peritrichia) possuem atributos que refletem seu grau de especialização para um determinado habitat. Segundo Nenninger (1948) e Cook & Chubb (1998) existem quatro grupos ecológicos distintos de peritríquios, classificados quanto ao grau de especificidade pelo hospedeiro. Indivíduos do grupo 0 e I colonizam uma ampla gama de substratos, tais como substratos inertes, plantas, animais e não estão restritos ao modo de vida epibiótico. Os organismos do grupo II são parcialmente especializados e restritos ao nível de filo, classe ou ordem do hospedeiro. No grupo III, os ciliados são epibiontes obrigatórios, com grau de especificidade maior, ao nível de família, gênero ou até espécie. Como exemplo em organismos basibiontes do zooplâncton, temos o estudo de Herman & Mihursky (1964) demonstrando potencial alta especificidade de peritríqueos (*Zoothamnium*) colonizando copépodes da espécie *Acartia tonsa* (Calanoida), e o de López (1998) ressaltando a baixa especificidade de *Epistylis* sp. (Peritrichia, Epistylididae) colonizando ampla variedade de organismos do zooplâncton. Estudos experimentais recentes (UTZ; COATS, 2008; BURRIS; DAM, 2014) demonstraram que *Zoothamnium* possui predileção pelos copépodes *Acartia tonsa* e *Eurytemora affinis* em detrimento de outros grupos de copépodes e outros organismos do zooplâncton.

No presente estudo, dentre todos os organismos do zooplâncton analisados, apenas o copépode calanoida *N. coniferoides* apresentou ciliados epibiontes. A composição e estrutura da comunidade zooplancônica do lago Batata é relativamente bem conhecida (BOZELLI, 1992; 1994; CARNEIRO, 2003; MAIA-BARBOSA; BOZELLI, 2006; JOSUÉ, 2017). Em estudo recente na região, Josué (2017) identificaram em torno de ~45

morfoespécies de rotíferos, ~20 morfoespécies de cladóceros e ~6 morfoespécies de copépodes, o que fortalece a hipótese de alta especificidade nesta relação entre *Epistylis* sp. e *N. coniferoides*. Em estudo sobre epistilídeos em copépodes planctônicos encontrados em lagoas em área de planície de inundação Cabral *et al.* (2016) registraram, dentre 13 espécies de copépodes observados, duas espécies de ciliados epistilídeos colonizando três espécies de hospedeiros, sendo *Epistylis* sp. 1 sobre *Thermocyclops decipiens* e *Thermocyclops minutus* (ambos Cyclopoida) e *Epistylis* sp. 2 sobre *Notodiaptomus henseni* (Calanoida). Cabral (2013) realizou tentativa de amplificação do marcador 18SrDNA destes ciliados, e os resultados preliminares demonstraram que estes ciliados se agruparam com representantes da família Vorticellidae, tal qual demonstrado recentemente para *Epistylis anastatica*, epibiontes de copépodes planctônicos (Lu *et al.*, 2020), sugerindo que esses ciliados possam pertencer a um novo gênero de peritríqueos dentro da família Vorticellidae adaptado à vida epibiótica sobre copépodes planctônicos. Em nosso estudo não obtivemos sucesso nas tentativas de amplificação do marcador 18SrDNA utilizando os iniciadores universais (euk A e euk B) (MEDLIN, 1988) e aqueles específicos para a subclasse Peritrichia (DIAS, 2012). Comparados a outras espécies de ciliados, os peritríqueos vem sendo negligenciados quando se trata dos dados de sequências do gene 18SrDNA que são depositados no banco de gene (GenBank), possuindo apenas cerca de 6 % das 800 espécies conhecidas sequenciadas (SUN, 2013), o que ressalta ainda mais a necessidade de estudos moleculares para melhor compreensão das relações filogenéticas dentro da subclasse Peritrichia.

No que diz respeito ao sítio de localização (distribuição espacial) dos epibiontes, esses podem colonizar diferentes compartimentos externos de seus hospedeiros ou exclusivamente regiões específicas. A preferência por sítios de localização no hospedeiro é uma característica das espécies componentes de comunidades epibióticas e reflete suas

necessidades biológicas e ecológicas, sendo determinada tanto pelas condições ambientais quanto pela biologia e comportamento dos hospedeiros (FENCHEL, 1965; FERNANDEZ-LEBORANS, 1997). No presente estudo observamos os ciliados *Epistylis* sp. colonizando a região dorsal dos últimos segmentos torácicos e primeiro segmento abdominal dos copépodes, o que demonstra especificidade por locais de colonização. A distribuição dos epibiontes sobre seus hospedeiros é influenciada/modulada por distintas características abióticas e também características bióticas dos hospedeiros (FERNANDEZ-LEBORANS; VON RINTELEN, 2010), tais com: correntes de água geradas pela natação (THRELKELD, 1993), natação do hospedeiro e disponibilidade de nutrientes (THRELKELD, 1993), idade, sexo, tamanho e formato do corpo do hospedeiro (CONNELL; KEOUGH, 1985; KEYETAL, 1999), muda e intermuda, rugosidades e saliências na superfície do corpo do hospedeiro (VILJOEN; VAN AS, 1983), muco ou sedimento sobre o corpo do hospedeiro que facilitam ou impedem a adesão do epibionte (MULISCH, 1986) e presença da comunidade bacteriana (FERNÁNDEZ-LEBORANS, 1997). Os ciliados epibiontes evitam ainda colonizar áreas de maior atrito nos hospedeiros, o que influencia nessa ocorrência de sítios específicos sobre os seus hospedeiros (GREEN, 1974; FERNANDEZ-LEBORANS, 1997; ROBERTS; CHUBB, 1998; UTZ; COATS, 2005). Utz & Coats (2005) observaram menores densidades de ciliados peritríqueos nas antenas e pernas dos copépodes *Acartia tonsa* e *Eurytemora affinis* devido a maior mobilidade o que torna essas áreas instáveis para a formação e permanência desses ciliados coloniais. É razoável relacionar a posição dos epibiontes encontrados no presente estudo na região dorsal com o hábito alimentar do copépode, bem como ausência de ciliados nas antenas e pernas relacionadas ao maior atrito nesta região.

Assim como no trabalho de Cabral (2017) observamos que os ciliados epibiontes não ocorreram nas fases naupliares. Uma explicação para esse fato seria que os copépodes adultos fornecem um substrato mais adequado para a colonização desde que eles não façam mudas constantes e sejam aptos a abrigarem uma grande densidade de epibiontes. Outro fator estaria relacionado com a grande quantidade de mudas que os estágios naupliares sofrem, o que tornaria o substrato instável para o assentamento das larvas de epibiontes, assim como obrigaria o investimento energético do epibionte na produção de novas fases larvais móveis tornando assim o substrato desfavorável para a colonização por epibiontes (WAHL, 1989; UTZ; COATS, 2005; BICKEL, 2012). Assim como Utz (2004), observamos que não houve diferença significativa na prevalência de infestação dos ciliados em machos e fêmeas. Todavia, no trabalho de Xu & Burns (1991) o ciliado *Epistylis daphniae* foi encontrado colonizando preferencialmente fêmeas do copépode *Boeckella triarticulata* e apresentando baixa prevalência em machos. Weissman (1993) por sua vez não observou uma preferência do ciliado peritríqueo por idade, estágio e locais do corpo no copépode *Acartia hudsonica*. Dentre as abordagens em estudos envolvendo ciliados epibiontes de copépodes, mais dados sobre colonização sobre machos e fêmeas são necessários para se entender se há diferença e a potencial explicação.

Após uma década recebendo rejeitos de bauxita, o lago Batata passou por alterações em suas características ambientais, sendo as mais destacadas nos estudos na área, o assoreamento e o aumento da turbidez que impactam diretamente as comunidades do lago (BOZELLI, 1994; ROLAND; ESTEVES, 1998; BOZELLI; GARRIDO, 2000). Os resultados deste estudo demonstram a separação entre as áreas natural e impactada. As análises sugerem ainda correlação entre turbidez e densidade de procariotos nos pontos amostrais da área impactada do lago (enchente de 2015). No período de águas altas (2019), foram observados baixos valores de turbidez, tal como esperado e

demonstrado em estudos prévios. Roland & Esteves (1998) demonstraram como as partículas finas de rejeito influenciam no aumento da turbidez e na atenuação da entrada de luz na coluna d'água do lago Batata. A estrutura das comunidades do lago é influenciada pela turbidez e presença de material particulado fino suspenso na água. Segundo Bozelli (1994) a presença de partículas inorgânicas suspensas na água, altera a densidade da comunidade zooplanctônica no lago Batata. A comunidade bentônica certamente foi a mais impactada, visto que o rejeito de bauxita se depositou no fundo do lago, impactando diretamente essa comunidade. Em trabalho realizado no lago Batata entre os anos 1993-1996, Fonseca & Esteves (1998) concluíram que a presença do rejeito de bauxita altera as características limnológicas da área onde se encontra depositado, principalmente as características relacionadas ao sedimento. Isso modifica as interações ecológicas da área resultando na mudança da estrutura da comunidade bentônica do lago. Para a ictiofauna os efeitos do impacto por rejeito de bauxita no lago Batata estão relacionados com a diminuição da transparência da água, que afeta diretamente as espécies que são visualmente orientadas, assim como a morte da vegetação inundada de igapós que é essencial para a comunidade de peixes associada a ela (LIN; CARAMASCHI, 2005).

Notodiptomus coniferoides apresentou dominância em densidade área impactada durante o período de águas baixas no Lago Batata (BOZELLI, 1994). Nossos resultados em período de enchente, demonstraram maior densidade de *N. coniferoides* em área impactada, se comparada à campanha em águas altas. Isso pode demonstrar certa adaptação ou vantagem oferecida à espécie de copépode nesses períodos de águas mais baixas. Copépodes podem não somente se alimentar de fitoplâncton como também de bactérias, ciliados, rotíferos e até detritos (AVNIMELECH, 1982). Argilas são substratos favoráveis para colonização e desenvolvimento de bactérias formando assim agregados

que são de tamanhos apropriados (parte deles) para o consumo pelo zooplâncton (LIND; DÁVALOS-LIND, 1991). O lago Batata apresenta maior produtividade de bactérias agregadas em sua área impactada, onde existem maiores quantidades de argila suspensas na coluna d'água (ANESIO, 1997). Em estudo de longo prazo, Carneiro (2003) relatam que as maiores densidades de *N. coniferoides* ocorrem em áreas impactadas, onde a biomassa e produção do fitoplâncton é significativamente menor (ver HUSZAR, 1994). Logo, esse aumento na densidade do copépode pode sugerir que ele esteja utilizando uma fonte alternativa de alimento. Guenther & Bozelli (2004) demonstraram a formação de agregados argila-alga no lago Batata. Isso nos leva a considerar que esses agregados são fontes de alimentos atrativos para ambas as espécies, copépodes e ciliados, e de alguma forma a presença desses agregados pode explicar a colonização, abundância e prevalência do ciliado epibionte sobre o *N. coniferoides*, principalmente para a campanha realizada no período de enchentes onde o material particulado aparece suspenso na coluna d'água. Todavia, no período da campanha realizada em águas altas o material particulado suspenso na coluna d'água e tem quantidades muito reduzidas, porém não inexistente. Nossos resultados, relacionados à densidade de procariotos demonstraram diferenças entre as áreas impactada e natural, tendo a área impactada densidade mais elevada. Ciliados peritríqueos se alimentam basicamente de bactérias, portanto um local com maiores densidades bacterianas será mais atrativo para a ciliatofauna.

Nesse sentido, a área impactada do lago Batata, por apresentar maiores densidades de bactérias, se torna ambiente favorável para o desenvolvimento de ciliados epibiontes, tal como aqueles do gênero *Epistylis*, podendo explicar as maiores densidades desses ciliados sobre *N. coniferoides* na área impactada. O hábito alimentar de copépodes, tal como *N. coniferoides*, pode auxiliar na explicação das maiores prevalências e abundâncias de ciliados epibiontes na área impactada. Copépodes calanóides geram uma

corrente de água (de filtração), no momento da alimentação, utilizando suas peças bucais. A corrente de água passa por cerdas e o tamanho das partículas disponíveis para filtração é determinada pelo espaçamento das cerdas do aparato bucal (STRICKLER, 1982). Os agregados de alga-bactéria-argila presentes na coluna d'água são fontes de recursos para o copépode e para o ciliado, todavia os ciliados seriam incapazes de fagocitar as grandes partículas desses agregados. Então, o ciliado ao se fixar a *N. coniferoides* obtém o seu alimento se beneficiando do hábito alimentar do copépode, que ao criar essa corrente para capturar as partículas desses agregados cria uma “nuvem” de bactérias disponíveis para a alimentação do ciliado. O ciliado utiliza o copépode como uma “ferramenta” para obtenção de alimento disponível e nas proporções favoráveis para o consumo.

Fatores extrínsecos (variáveis ambientais) e intrínsecos (disponibilidade de alimento, abundância do hospedeiro) influenciaram os valores de abundância de epibiontes, intensidade média de epibiontes e prevalência de infestação por epibiontes entre as áreas natural e impactada. A densidade de procariotos é fortemente correlacionada com a abundância média de ciliados epibiontes. Outro importante fator que precisa ser levado em consideração para melhor entendimento da relação ciliados/copépodes é o pulso de inundação. A planície de inundação amazônica possui uma grande variedade de ambientes lacustres que variam em forma e tamanho. Esses ambientes aquáticos sofrem influência de uma grande força que controla a sua dinâmica, o pulso de inundação (JUNK, 1989). Durante a variação sazonal, podem ser identificados quatro períodos (águas baixas, enchente, águas altas e vazante), todavia existem dois períodos extremos: o período de águas baixas (estiagem) e o de águas altas (cheia). Durante o período de estiagem nos lagos, são características marcantes o menor volume de água e o maior isolamento em relação aos ambientes adjacentes. Em contrapartida, no período da cheia são observadas características opostas, com ênfase no aporte de material

biótico advindo das águas do rio principal adjacente ao lago, o que dá início a um processo de homogeneização das características limnológicas do lago, como é proposto por Thomaz (2007). Esse processo de homogeneização influi na abundância dos organismos zooplantônicos do lago Batata (BOZELLI, 1992; 1994). A disponibilidade de hospedeiro ou a falta dela influenciam a abundância de ciliados epibiontes. Nesse sentido o pulso de inundação também pode ser considerado um potencial fator regulador da relação epibiótica no lago Batata, todavia seriam necessários estudos futuros que observassem a ciliatofauna de forma mais frequente, durante os quatro períodos hidrológicos mais destacados do lago ao menos durante 2 anos para melhor entender a influência do pulso de inundação sobre a relação epibiótica (abundância, prevalência e intensidade de infestação). Embora tenhamos observado menores valores de abundância de epibiontes, intensidade média de epibiontes e prevalência de infestação de epibiontes na campanha realizada no período de águas altas, novos estudos com amostragens mais detalhadas ao longo do pulso hidrológico são necessários para melhor entendimento da sua influência sobre a relação epibiótica. Estudos futuros poderão avaliar a dinâmica temporal da disponibilidade de alimento ao longo do ciclo de inundação do lago, bem como investigar em detalhe a densidade bacteriana ao redor das partículas de argila nas diferentes etapas do ciclo.

Nós originalmente hipotetizamos que a densidade de bactérias seria o fator explicativo principal para os maiores valores relacionados à abundância, intensidade média e prevalência de infestação em área impactada, imaginando um controle *bottom-up* relacionado à disponibilidade de recursos alimentares (bactérias) estarem ligados diretamente a abundância dos ciliados epibiontes. Todavia, notamos que existem fatores extrínsecos, como a turbidez e os agregados alga-bactéria-argila suspensos na água, e fatores intrínsecos, estes relacionados à abundância de hospedeiros e seus hábitos

alimentares, que influenciam nos maiores valores apresentados em área impactada, principalmente na campanha de 2015 (enchente). O impacto com rejeito de bauxita está relacionado a fatores extrínsecos que influenciam na relação epibiótica presente no lago Batata entre o ciliado peritríqueo *Epistylis* sp. e o copépode *N. coniferoides*, porém para a campanha realizada em águas altas (2019), mesmo havendo maior densidade bacteriana na área impactada, não podemos afirmar que exista relação direta da turbidez e partículas em suspensão com a epibiose, sendo necessários estudos de longo prazo e com amostragens em todos períodos do pulso hidrológico para melhor compreensão dos fatores causais da dinâmica da população dos epibiontes. Os dados iniciais apresentados neste estudo indicam a variação do pulso de inundação como potencial fator extrínseco influenciando esta relação epibiótica no lago Batata. Nosso trabalho foi o primeiro a apresentar a relação epibiótica entre o ciliado peritríqueo *Epistylis* sp. e o copépode calanoídeo *N. coniferoides* em um lago amazônico de pulso de inundação impactado com rejeito de bauxita e sugere novas linhas de pesquisa acerca da ciliatofauna, tal qual seu uso como bioindicadora da qualidade da água.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados demonstram que a relação entre o ciliado *Epistylis* sp. e o copépode *Notodiaptomus coniferoides* é influenciada por fatores extrínsecos, ligados a características ambientais do lago após o impacto por rejeito de bauxita, e fatores intrínsecos que estão relacionados à densidade e comportamento do hospedeiro. Através de dados de estudos anteriores notamos que a relação ciliado-copépode-meio, principalmente quando se trata da disponibilidade de recursos alternativos para os organismos, como os agregados de argila colonizados por algas-bactérias. É, portanto um dos possíveis fatores determinantes para a maior presença dos ciliados e copépodas na área impactada do lago para a campanha de 2015. Todavia, para a campanha realizada em águas

altas onde as partículas em suspensão são praticamente inexistentes, não podemos afirmar que exista relação do impacto com a presença do ciliado epibionte na área impactada. Outro fator talvez seja determinante para a presença de epibiontes na área impactada do lago, como por exemplo a predileção do *N. coniferoides* pelas estações impactadas do lago como foi abordado em estudos anteriores no lago Batata, a disponibilidade do hospedeiro. Isso nos faz considerar que a união dos fatores ligados à densidade de hospedeiros e agregados argila-alga-bactéria sejam possíveis fatores influenciadores da relação epibiose entre o ciliado peritríqueo *Epistylis* sp. e o copépode calanóide *N. coniferoides*. O trabalho abre perspectivas para investigações mais profundas e apuradas dessa relação, tais como: (1) o ciliado epibionte encontrado se trata de uma nova espécie?; (2) existem outros hospedeiros potenciais para este ciliado no lago ou a relação possui alta especificidade?; (3) o pulso de inundação no lago exerce influência sobre esta relação epibiótica?; (4) visto que a turbidez é um fator ambiental importante nesse lago, a maior prevalência nos pontos amostrais da área impactada está diretamente relacionada com o material em suspensão (disponibilidade de alimento)?. O lago Batata é um importante modelo de ecossistema aquático dentro da bacia amazônica, principalmente pelo impacto a que foi submetido e compreender as relações ecológicas dentro dele contribui para entender como o impacto transformou suas características ambientais, e como a ciliatofauna composta por organismos bioindicadores pode contribuir para o melhor entendimento deste tipo de alteração ambiental.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, V. D.; DE AZEVEDO, R. K.; DA SILVA, R. J. First record of an epibiont protozoan *Epistylis* sp. (Ciliophora, Peritrichia) attached to *Amplexibranchius bryconis* Thatcher & Paredes, 1985 (Copepoda, Ergasilidae) from Peixe's River, state of São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, São Paulo, v. 84, n. 9, p. 1139-1144, 2011.

ABO-ESA, J. F. Study on some ectoparasitic diseases of catfish, *Clarias gariepinus* with their control by ginger, *Zingiber officinale*. **Mediterranean Aquaculture Journal**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2008.

ALMEIDA, R. M.; ROLAND, F.; CARDOSO, S. J.; FARJALLA, V. F.; BOZELLI, R. L.; BARROS, N. O. Viruses and bacteria in floodplain lakes along a major Amazon tributary respond to distance to the Amazon River. **Frontiers in microbiology**, v. 6, p. 158. 2015

ÁLVAREZ-CAMPOS, P.; FERNÁNDEZ-LEBORANS, G.; VERDES, A.; SAN MARTÍN, G.; MARTIN, D.; RIESGO, A. The tag-along friendship: epibiotic protozoans and syllid polychaetes. Implications for the taxonomy of Syllidae (Annelida), and description of three new species of *Rhabdostyla* and *Cothurnia* (Ciliophora, Peritrichia). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 172, n. 2, p. 265-281, 2014.

ANESIO, A.M.; ABREU, P.C.; ESTEVES, F.A. Influence of the hydrological cycle on the bacterioplankton of an impacted clear water Amazonian lake. **Microbial Ecology**, v. 34, n. 1, p. 66-73, 1997.

ARANA, I.L.; DÍAZ, O.D. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) epibiontes de *Spondylus americanus* (Bivalvia: Spondylidae) en el Parque Nacional Mochima, Venezuela. **Revista de biología tropical**, v. 54, n. 3, p. 765-772, 2006.

AVNIMELECH, Y.; TROEGER, W.W.; REED, L.W. Mutual flocculation of algae and clay: evidence and implications. **Science**, 216, p. 63-65, 1982

BARBIERI, R. Colonização vegetal em habitats formados pela sedimentação do rejeito de bauxita em um lago amazônico (lago Batata, PA). **Tese de Doutorado**, PPG-ERN, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, p. 215, 1995.

BAREA-ARCO, J.; PÉREZ-MARTÍNEZ, C.; MORALES-BAQUERO, R. Evidence of a mutualistic relationship between an algal epibiont and its host, *Daphnia pulex*. **Limnology and Oceanography**, v. 46, n. 4, p. 871-881, 2001.

- BICKEL, S.L.; TANG, K.W.; GROSSART, H.P. Ciliate epibionts associated with crustacean zooplankton in German lakes: distribution, motility and bacterivory. **Frontiers Microbiology**, v.3, p. 243–248, 2012.
- BIELECKA, L.; BOEHNKE, R. Epibionts and parasites on crustaceans (Copepoda, Cladocera, Cirripedia larvae) inhabiting the Gulf of Gdańsk (Baltic Sea) in very large numbers. **Oceanologia**, v. 56, n. 3, p. 629-638, 2014.
- BOZELLI, R.L. Composition of the zooplankton community of Batata and Mussurá Lakes and of the Trombetas River, State of Pará, Brazil. **Amazoniana**, v. 12, n. 2, p. 239-261, 1992.
- BOZELLI, R.L. Zooplankton community density in relation to water level fluctuations and inorganic turbidity in an Amazonian lake, "Lago Batata", state of Para, Brazil. **Amazoniana**, v. 13, n. 1-2, p. 17-32, 1994.
- BOZELLI, R.L.; GARRIDO, A.V. Gradient of inorganic turbidity and responses of planktonic communities in an Amazonian lake, Brazil. **Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen**, v. 27, n. 1, p. 147-151, 2000.
- BOZKURT, A.; GENÇ, E. First record of the epibiont protozoan *Epistylis* sp. on zooplankton (Copepoda, Cladocera, e Rotifera) from the Asi River, Turkey. **Crustaceana**, v. 82, p. 515–530, 2009.
- BURRIS, Z. P.; DAM, H. G. Deleterious effects of the ciliate epibiont *Zoothamnium* sp. on fitness of the copepod *Acartia tonsa*. **Journal of plankton research**, v. 36, n. 3, p. 788-799, 2014.
- BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **The Journal of parasitology**, p. 575-583, 1997.
- CABRAL, A. F.; DIAS, R. J. P.; DE OLIVEIRA, V. C.; DA GAMA ALVES, R.; D'AGOSTO, M. Rhabdostylid Ciliates (Ciliophora, Peritrichia, Epistylididae) as Epibionts on Chironomid Larvae: Evidence of High Specificity and Association with Organic Pollution. **Zoological science**, v. 35, n. 6, p. 514-520, 2018.
- CABRAL, A. F.; DIAS, R. J. P.; UTZ, L. R.; ALVES, R. G.; D'AGOSTO, M. Spatial and temporal occurrence of *Rhabdostyla cf. chironomi* Kahl, 1933 (Ciliophora, Peritrichia) as an epibiont on chironomid larvae in a lotic system in the neotropics. **Hydrobiologia**, v. 644, n. 1, p. 351-359, 2010.

- CABRAL, A.F. Protozoários epibiontes de Copepoda (Crustacea) na planície de inundação do alto rio Paraná: taxonomia, ecologia e distribuição. **Tese de Doutorado**, Universidade Estadual de Maringá, Paraná: 98 pp, 2013.
- CABRAL, A. F.; UTZ, L. R. P.; VELHO, L. F. M. First report of an epibiotic relationship between ciliates and planktonic copepods in a Brazilian floodplain. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 17, n. 1, 2016.
- CABRAL, A. F.; UTZ, L. R. P.; VELHO, L. F. M. Structure and distribution of ciliate epibiont communities in a tropical floodplain. **Hydrobiologia**, v. 787, n. 1, p. 167-180, 2017.
- CARNEIRO, L.S.; BOZELLI, R.L.; ESTEVES, F.A. Long-term changes in the density of the copepod community in an Amazonian lake impacted by bauxite tailings. **Amazoniana**, v. 17, n. 3, p. 553-566, 2003.
- CHATTERJEE, T.; KOTOV, A. A.; FERNÁNDEZ-LEBORANS, G. A checklist of epibiotic ciliates (Peritrichia and Suctoria) on the cladoceran crustaceans. **Biologia**, v. 68, n. 3, p. 439-447, 2013.
- CONNELL, J.H.; KEOUGH, M.J. Disturbance and patch dynamics of subtidal marine animals on hard substrata. In *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics* (ed. S.T.A, Pickett and P.S, White), **San Diego: Academic Press, Inc.** p. 125-151, 1985.
- COOK, J. A.; CHUBB, J. C. Epibionts of *Asellus aquaticus* (L.) (Crustacea, Isopoda): an SEM study. **Freshwater Biology**, v. 39(3), p. 423-438, 1998.
- CORLISS, B.H. Size variation in the deep-sea benthonic foraminifer *Globocassidulina subglobosa* (Brady) in the southeast Indian Ocean. **The Journal of Foraminiferal Research**, v. 9, n. 1, p. 50-60, 1979.
- DE PÁDUA, S. B. Brazilian catfish parasitized by *Epistylis* sp. (Ciliophora, Epistylididae), with description of parasite intensity score. **Parasitology research**, v. 112, n. 1, p. 443-446, 2013.
- DE SMET, W. H.; VEROLET, M. Epibiotic rotifers of *Gammarus pulex* (L.)(Crustacea, Amphipoda), with descriptions of two new species and notes on the terminology of the trophi. **Zootaxa**, v. 4107, n. 3, p. 301-320, 2016.
- DIAS, R.J.P.; D'AVILA, S.; WIELOCH, A. H.; D'AGOSTO, M. Protozoan ciliate epibionts on the freshwater apple snail *Pomacea figulina* (Spix, 1827) (Gastropoda, Ampullariidae) in an urban stream of south-east Brazil. **Journal of Natural History**, v. 42, n. 19-20, p. 1409-1420, 2008.

- DIAS, A. T.; BOZELLI, R. L.; DARIGO, R. M.; ESTEVES, F. D. A.; DOS SANTOS, H. F.; FIGUEIREDO-BARROS, M. P.; SCARANO, F. R. Rehabilitation of a bauxite tailing substrate in Central Amazonia: the effect of litter and seed addition on flood-prone forest restoration. **Restoration Ecology**, v. 20, n. 4, p. 483-489, 2012.
- DOUGHERTY, J.R.; RUSSELL, M.P. The association between the coquina clam *Donax fossor* Say and its epibiotic hydroid *Lovenella gracilis* Clarke. **Journal of Shellfish Research**, v. 24, n. 1, p. 35-46, 2005.
- ECKERT, E. M.; PERNTHALER, J. Bacterial epibionts of *Daphnia*: a potential route for the transfer of dissolved organic carbon in freshwater food webs. **The ISME journal**, v. 8, n. 9, p. 1808-1819, 2014.
- EDGCOMB, V. P.; BREGLIA, S. A.; YUBUKI, N.; BEAUDOIN, D.; PATTERSON, D. J.; LEANDER, B. S.; BERNHARD, J. M. Identity of epibiotic bacteria on symbiontid euglenozoans in O₂-depleted marine sediments: evidence for symbiont and host co-evolution. **The ISME journal**, v. 5, n. 2, p. 231-243, 2011.
- EJSMONT-KARABIN, J.; KARPOWICZ, M. Epizoic rotifers on *Dreissena polymorpha* in relation to biotic factors. **Hydrobiologia**, v. 828, n. 1, p. 137-145, 2019.
- ENDERLEIN, P.; MOORTHY, S.; RÖHRSCHEIDT, H.; WAHL, M. Optimal foraging versus shared doom effects: interactive influence of mussel size and epibiosis on predator preference. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 292, n. 2, p. 231-242, 2003.
- ESCHWEILER, N.; BUSCHBAUM, C. Alien epibiont (*Crassostrea gigas*) impacts on native periwinkles (*Littorina littorea*). **Aquatic Invasions**, v. 6, p. 281-290, 2011.
- FENCHEL, T. On the ciliate fauna associated with the marine species of the amphipod genus *Gammarus* JG Fabricius. **Ophelia**, v. 2, n. 2, p. 281-303, 1965.
- FERNANDEZ-LEBORANS, G.; TATO-PORTO, M. L. A review of the species of protozoan epibionts on crustaceans. I. Peritrich ciliates. **Crustaceana**, v. 73, n. 6, p. 643-683, 2000.
- FERNANDEZ-LEBORANS, G.; GABILONDO, R. Hydrozoan and protozoan epibionts on two decapod species, *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) and *Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1761), from Scotland. **Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology**, v. 244, n. 1, p. 59-72, 2005.
- FERNANDEZ-LEBORANS, G.; ZITZLER, K.; GABILONDO, R. Epibiont protozoan communities on *Caridina lanceolata* (Crustacea, Decapoda) from the Malili lakes of

- Sulawesi (Indonesia). **Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology**, v. 245, n. 3-4, p. 167-191, 2006.
- FERNANDEZ-LEBORANS, G.; VON RINTELEN, K. Epibiotic communities on the freshwater shrimp *Caridina ensifera* (Crustacea, Decapoda, Atyidae) from Lake Poso (Sulawesi, Indonesia). **Journal of Natural History**, v.41, n. 45-48, p. 2891-2917, 2007.
- FERNANDEZ-LEBORANS, G. Epibiosis in Crustacea: an overview. **Crustaceana**, p. 549-640, 2010.
- FERNANDEZ-LEBORANS, G., VON RINTELEN, K., (2010). Biodiversity e distribution of epibiotic communities on *Caridina ensifera* (Crustacea, Decapoda, Atyidae) from Lake Poso: comparison with another ancient lake system of Sulawesi (Indonesia). **Acta Zoologica**. 91, 163–175, 2010.
- FIGUEIREDO, G. M.; NASH, R.D.; MONTAGNES, D.J. The role of the generally unrecognised microprey source as food for larval fish in the Irish Sea. **Marine Biology**, v.148, p. 395-404, 2005.
- FIGUEIREDO, G. M.; NASH, R.D.; MONTAGNES, D.J. Do Protozoa Contribute Significantly to the Diet of Larval Fish in the Irish Sea? **Journal of the Marine Biological Association U.K**, v. 87, p. 843–850, 2007.
- FOISSNER, W.; BERGER, H. A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. **Freshwater biology**, v. 35, n. 2, p. 375-482, 1996.
- FONTANETO, D.; AMBROSINI, R. Spatial niche partitioning in epibiont rotifers on the waterlouse *Asellus aquaticus*. **Limnology and oceanography**, v. 55, n. 3, p. 1327-1337, 2010.
- GAISER, E.E.; BACHMANN, R.W. Seasonality, substrate preference and attachment sites of epizoic diatoms on cladoceran zooplankton. **Journal of plankton research**, v. 16, n. 1, p. 53-68, 1994.
- GILBERT, J.J.; SCHRODER, T. The ciliate epibiont *Epistylis pigmaeum*: selection for zooplankton hosts, reproduction e effect on two rotifers. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 878– 896, 2003.
- GILBERT, J. J. Morphological and behavioral responses of a rotifer to the predator *Asplanchna*. **Journal of Plankton Research**, v. 36, p. 1576–1584, 2014.
- GOODRICH, J.P.; JAHN, T.L. Epizoic Suctorina (Protozoa) from turtles. **Trans. Am. Microsc. Soc.**, v. 62, p. 245–253, 1943.

- GREEN, J. Parasites and epibionts of Cladocera. **The Transactions of the Zoological Society of London**, v. 32, n. 6, p. 417-515, 1974.
- GRIGNARD, J.C.; MÉLARD, C.; KESTEMONT, P. A preliminary study of parasites and diseases of perch in an intensive culture system. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 12, n. 3-4, p. 195-199, 1996.
- GROHMANN, P.A. Hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) of the intertidal zone of Governador and Paquetá islands, Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 99, n. 3, p. 291-294, 2009.
- GUENTHER, M.; BOZELLI, R.L. Factors influencing algae–clay aggregation. **Hydrobiologia**, v. 523, n. 1-3, p. 217-223, 2004.
- GUENTHER, M., BOZELLI, R.L. Effects of inorganic turbidity on the phytoplankton of an Amazonian Lake impacted by bauxite tailings. **Hydrobiologia**, v. 511, n. 1-3, p. 151-159, 2004.
- GUTIÉRREZ, J. L.; PALOMO, M.G. Increased algal fouling on mussels with barnacle epibionts: a fouling cascade. **Journal of Sea Research**, v. 112, p. 49-54, 2016.
- HANEY, J.F.; HALL, D.J. Sugar-coated *Daphnia*: A preservation technique for Cladocera 1. **Limnology and Oceanography**, v. 18, n. 2, p. 331-333, 1973.
- HAZEN, T. C. Prevalence and distribution of *Aeromonas hydrophila* in the United States. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 36, n. 5, p. 731-738, 1978.
- HENEY, M.S.; RIDGEWAY, B.T. Epizoic ciliated protozoa of planktonic copepods e cladocerans e their possible use as indicators of organic pollution. **Trans. Am. Microsc. Soc.**, v. 98, p. 495–508, 1979.
- HERMAN, S.S.; MIHURSKY, J.A. Infestation of the copepod *Acartia tonsa* with the stalked ciliate *Zoothamnium*. **Science**, v. 146, n. 3643, p. 543-544, 1964.
- HUMES, A. G. How many copepods? In: Ecology and morphology of copepods. **Springer, Dordrecht**. p. 1-7, 1997.
- HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S.; MARINHO, M.; DOMINGOS, P.; SANT'ANNA, C. L. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. In: The trophic spectrum revisited. **Springer, Dordrecht**, p. 67-77, 2000.
- HUSZAR, V.L.M.; REYNOLDS, C.S. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Pará, Brasil): responses to gradual environmental change. **Hydrobiologia**, v. 346, n. 1-3, p. 169-181, 1997.

- JACK, J.D.; GILBERT, J.J. Effects of Metazoan Predators on Ciliates in Freshwater Plankton Communities 1. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, v. 44, n. 3, p. 194-199, 1997.
- JONES, S.; CARRASCO, N. K.; PERISSINOTTO, R.; VOSLOO, A. Association of the epibiont *Epistylis* sp. with a calanoid copepod in the St Lucia Estuary, South Africa. **Journal of Plankton Research**, v. 38, n. 6, p. 1404-1411, 2016.
- JONES, S.; CARRASCO, N. K.; VOSLOO, A.; PERISSINOTTO, R. Impacts of turbidity on an epibiotic ciliate in the St Lucia Estuary, South Africa. **Hydrobiologia**, v. 815, n. 1, p. 37-46, 2018.
- JOSUÉ, I.I.P. Zooplâncton como Indicador da Restauração de Ambiente Aquático Impactado pela Atividade de Mineração: É Possível Recuperar a Diversidade de Funções. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais: 82 pp, 2017.
- JUNK, W.J. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences, v. 106, n. 1, p. 110-127, 1989.
- KAHL, A. Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). 4. Peritrichia and Chonotricha. *Tierwelt Dtl*, v. 30, p. 651–886, 1935.
- KANKAALA, P.; ELORANTA, P. Epizooic ciliates (*Vorticella* sp.) compete for food with their host *Daphnia longispina* in a small polyhumic lake. **Oecologia**, v. 73, p. 203–206, 1987.
- KEY, M.M.; WINSTON, J. E.; VOLPE, J. W., JEFFRIES, W.B.; VORIS, H. K. Bryozoan fouling of the blue crab *Callinectes sapidus* at Beaufort, North Carolina. *Bulletin of Marine Science*, v. 64, p. 513–533, 1999.
- LAIRD, M. Parasites of Singapore mosquitoes, with particular reference to the significance of larval epibionts as an index of habitat pollution. **Ecology**, v. 40, n. 2, p. 206-221, 1959.
- LAPA, R.P.; CARDOSO, W. Tailings disposal at the Trombetas bauxite mine. **Proceedings 17th TMS annual meeting**. Phoenix: p. 65-76, 1988.
- LAPA, R.P. A bauxita e o rejeito da bauxita. In: Bozelli, R. L.; Esteves, F. A.; Roland, F. (Ed.). Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico. Rio de Janeiro: UFRJ. p. 27-35, 2000.
- LAUDIEN, J.; WAHL, M. Associational resistance of fouled blue mussels (*Mytilus edulis*) against starfish (*Asterias rubens*) predation: relative importance of structural and

- chemical properties of the epibionts. **Helgoland Marine Research**, v. 58, n. 3, p. 162-167, 2004.
- LEAL, J.J.F.; ESTEVES, F.D.A.; CALLISTO, M. Distribution of Chironomidae larvae in an Amazonian flood-plain lake impacted by bauxite tailings (Brazil). **Amazoniana**, v. 18, n. 1/2, p. 109-123, 2004.
- LIN, D.S.C.; CARAMASCHI, E.P. Responses of the fish community to the flood pulse and siltation in a floodplain lake of the Trombetas River, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 545, n. 1, p. 75-91, 2005.
- LIND, O.T.; DÁVALOS-LIND, L. Association of turbidity and organic carbon with bacterial abundance and cell size in a large, turbid, tropical lake. **Limnology and Oceanography**, v. 36, n. 6, p. 1200-1208, 1991.
- LOPES, P. M.; BINI, L. M.; DECLERCK, S. A.; FARJALLA, V. F.; VIEIRA, L. C.; BONECKER, C. C.; BOZELLI, R. L. Correlates of zooplankton beta diversity in tropical lake systems. **PloS one**, v. 9, n. 10, 2014.
- LÓPEZ, C.; OCHOA, E.; PÁEZ, R.; THEIS, S. Epizoans on a tropical freshwater crustacean assemblage. **Marine and freshwater research**, v. 49, n. 3, p. 271-276, 1998.
- LU, B., SHEN, Z.; ZHANG, Q.; HU, X.; WARREN, A.; SONG, W. Morphology and molecular analyses of four epibiotic peritrichs on crustacean and polychaete hosts, including descriptions of two new species (Ciliophora, Peritrichia). **European Journal of Protistology**, p. 125-670, 2020.
- LYNN, D. The Ciliated Protozoa. Characterization, Classification, and Guide to the Literature. Originally published by Pergamon Press, New York. 3rd ed, 2008.
- MADONI, P. The acute toxicity of nickel to freshwater ciliates. **Environmental Pollution**, v. 109, n. 1, p. 53-59, 2000.
- MAIA-BARBOSA, P.M., BOZELLI, R.L. Community structure and temporal dynamics of cladocerans in an Amazonian lake (lake Batata, PA, Brazil) impacted by bauxite tailings. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 1, p. 67-75, 2006.
- MALDONADO, M.; URIZ, M.J. Relationships between sponges and crabs: patterns of epibiosis on *Inachus aguiarii* (Decapoda: Majidae). **Marine Biology**, v. 113, p. 281–286, 1992.
- MARTINS, M. L. Recent studies on parasitic infections of freshwater cultivated fish in the state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 981-985, 2002.

- MAUCHLINE, J. The biology of calanoid copepods. **Advances in marine biology**, v. 33, 1998.
- MEDLIN, L.; ELWOOD, H. J.; STICKEL, S.; SOGIN, M. L. The characterization of enzymatically amplified eukaryotic 16S-like rRNA-coding regions. **Gene**, v. 71, n. 2, p. 491-499, 1988.
- MEO-SAVOIE, C.A.; LUTHER III, G.W.; CARY, S.C. Physicochemical characterization of the microhabitat of the epibionts associated with *Alvinella pompejana*, a hydrothermal vent annelid. **Geochimica et cosmochimica acta**, v. 68, n. 9, p. 2055-2066, 2004.
- MULISCH, M.; HARRY, O. G.; PATTERSON, D. J.; WYATT, C. Folliculinids (Ciliata: Heterotrichida) from Portaferry, Co. Down, including a New Species of *Metafolliculina* Dons, 1924. **The Irish Naturalists' Journal**, v. 22, n. 1, p. 1-7, 1986.
- NAGASAWA, S. Copepod-bacteria associations in Zielony lake, Poland. **Journal of plankton research**, v. 10, n. 3, p. 551-554, 1988.
- NENNINGER, U. Die Peritrichen der Umgebung von Erlangen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtsspezifität. Zoologische Jahrbuecher. **Abteilung fuer Systematic Oekologie und Geographie der Tiere**. 77, 169–266, 1948.
- OHTSUKA, S.; KOIKE, K.; LINDSAY, D.; NISHIKAWA, J.; MIYAKE, H.; KAWAHARA, M.; KOMATSU, H. Symbionts of marine medusae and ctenophores. **Plankton and Benthos Research**, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2009.
- PÁDUA, S. B. D.; MARTINS, M. L.; VALLADÃO, G. M. R.; UTZ, L.; ZARA, F. J.; ISHIKAWA, M. M.; BELO, M. A. D. A. Host-parasite relationship during *Epistylis* sp. (Ciliophora: Epistylididae) infestation in farmed cichlid and pimelodid fish. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 520-526, 2016.
- PANOSSO, R.F. Influência do regime hidrológico e das características morfométricas sobre algumas variáveis limnológicas de um lago amazônico (Lago Batata) impactado por rejeito de bauxita. **Dissertação**, Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: 120 pp, 1993.
- PENNARD, E. Etudes sur les infusoires d'eau douce. **Georg**, Geneve. p. 1 –331, 1922.
- PERBICHE-NEVES G; BOXSHALL, G.A.; PREVIATTELLI, D.; NOGUEIRA M.G.; DA ROCHA C.E.F. Identification guide to some Diaptomid species (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) of “de la Plata” River Basin (South America). **ZooKeys**, v. 497, p. 1-111, 2015.

- PETZ, W.; FOISSNER, W. Morphology and Morphogenesis of *Strobilidium caudatum* (Fromentel), *Meseres corlissi* N. Sp., *Halteria grandinella* (Müller), and *Strombidium rehwaldi* N. Sp., and a Proposed Phylogenetic System for Oligotrich Ciliates (Protozoa, Ciliophora) 1. **The Journal of protozoology**, v. 39, n. 1, p. 159-176, 1992.
- PFALLER, J. B.; BJORN DAL, K. A.; REICH, K. J.; WILLIAMS, K. L.; FRICK, M. G. Distribution patterns of epibionts on the carapace of loggerhead turtles, *Caretta caretta*. **Marine Biodiversity Records**, v. 1, 2008.
- PORTER, K. G.; FEIG, Y.S. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora 1. **Limnology and oceanography**, v. 25, n. 5, p. 943-948, 1980.
- PUCKETT, G.L.; CARMAN, K.R. Ciliate epibiont effects on feeding, energy reserves, and sensitivity to hydrocarbon contaminants in an estuarine harpacticoid copepod. **Estuaries**, v. 25(3), p. 372-381, 2002.
- PREVIATTELLI, D.; PERBICHE-NEVES, G.; SANTOS-SILVA, E. New Diaptomidae records (Crustacea: Copepoda: Calanoida: Diaptomidae) in the Neotropical region. **Check List**, v. 9, p. 700, 2013.
- ROBERTS, G.N.; CHUBB, J.C. The distribution and location of the symbiont *Lagenophrys aselli* on the freshwater isopod *Asellus aquaticus*. **Freshwater Biology**, v. 40, n. 4, p. 671-677, 1998.
- RODRIGUES, E.M.; ROGÉRIO, I.T.S.; OLIVEIRA, E.E. Mudança longitudinal na prevalência de infestação de protistas ciliados epibiontes sobre oligoquetas ao longo do rio Paraibuna, município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 4, p. 477, 2011.
- ROLAND, F.; ESTEVES, F.A. Dynamics of phosphorus, carbon and nitrogen in an Amazonian lake impacted by bauxite tailings (Batata Lake, Pará, Brazil). **Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen**, v. 25, n. 2, p. 925-930, 1993.
- ROLAND, F.; ESTEVES, F.D.A. Effects of bauxite tailing on PAR attenuation in an Amazonian crystalline water lake. **Hydrobiologia**, v. 377, n. 1-3, p. 1-7.
- SCHNEIDER, C.L. Hitchhiking on Pennsylvanian echinoids: epibionts on *Archaeocidarid*. **Palaios**, v. 18, p. 435-444, 2013.
- SEDLACEK, L.; THISTLE, D.; FERNANDEZ-LEBORANS, G.; CARMAN, K. R.; BARRY, J. P. First report of ciliate (Protozoa) epibionts on deep-sea harpacticoid copepods. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 92, p. 165-171, 2013.

- SIOLI, H. 8.2 Amazon Tributaries and Drainage Basins. Coupling of land and water systems, v. 10, p. 199, 1975.
- SOUISSI, A.; SOUISSI, S.; HWANG, J. The effect of epibiont ciliates on the behavior and mating success of the copepod *Eurytemora affinis*. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 445, p. 38-43, 2013.
- STRICKLER, J.R. Calanoid copepods, feeding currents, and the role of gravity. **Science**, v. 218, n. 4568, p. 158-160, 1982.
- SUÁREZ-MORALES, E.; REID, J.W.; ELÍAS-GUTIÉRREZ, M. Diversity and distributional patterns of Neotropical freshwater copepods (Calanoida: Diaptomidae). **International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology**, v. 90, n. 1, p. 71-83, 2005.
- SUN, P.; MA, H.; SHIN, M. K.; AL-RASHEID, K. A. Morphology of two new marine peritrich ciliates from Yellow Sea, *Pseudovorticella dingi* nov. spec. and *P. wangi* nov. spec., with supplementary descriptions of *P. plicata*, *P. banatica* and *P. anomala* (Ciliophora, Peritrichia). **European journal of protistology**, v. 49, n. 3, p. 467-476, 2013.
- TANIGUCHI, M.; TOYOTA, K.; KIMURA, M. Epibiotic bacteria associated with microcrustaceans in the overlying water of paddy fields. **Soil science and plant nutrition**, v. 43, n. 3, p. 633-641, 1997.
- THRELKELD, S.T.; CHIAVELLI, D.A.; WILLEY, R.L. The organization of zooplankton epibiont communities. **Trends Ecol. Evol**, v. 8, p. 317-321, 1993.
- THOMAZ, S.M.; BINI, L.M.; BOZELLI, R.L. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. **Hydrobiologia**, v. 579, n. 1, p. 1-13, 2007.
- THURBER, A.R.; JONES, W.J.; SCHNABEL, K. Dancing for food in the deep sea: bacterial farming by a new species of yeti crab. **PLoS One**. 6, e26243, 2011.
- TYLER, J.E. The secchi disc. **Limnology and oceanography**, v. 13, n. 1, p. 1-6, 1968.
- UTZ, L.R.P., COATS, W. The role of motion in the formation of free-living stages e attachment of the peritrich epibiont *Zoothamnium intermedium* (Ciliophora, Peritrichia). **Biociências**, v. 13, p. 69-74, 2005.
- UTZ, L.R.P. Identification, life history, and ecology of peritrich ciliates as epibionts on calanoid copepods in the Chesapeake Bay. **Tese de Doutorado**, 2004.
- VILJOEN, S.; VAN AS, J.G. A taxonomic study of sessile peritrichians of a small impoundment with notes on their substrate preferences. **Journal of the Limnological Society of Southern Africa**, v. 9, n. 1, p. 33-42, 1983.

- VISSE, M. Detrimental effect of peritrich ciliates (*Epistylis* sp.) as epibionts on the survival of the copepod *Acartia bifilosa*. Proc Estonian Academy of Sciences, **Biology and Ecology**, v. 56, n. 3, p. 173-178, 2007.
- WAHL, M. Marine Epibiosis. I. Fouling e antifouling: some basic aspects. **Mar. Ecol. Progress Series**, v. 58, p. 175–189, 1989.
- WAHL, M. Ecological lever e interface ecology: epibiosis modulates the interactions between host e environment. **Biofouling**, v. 24, p. 427–438, 2008.
- WAHL, M.; MARK, O. The predominantly facultative nature of epibiosis: experimental and observational evidence. **Marine Ecology Progress Series**, v. 187, p. 59-66, 1999.
- WAHL, M.; HAY, H.; ENDERLEIN, P. Effects of epibiosis on consumer-prey interactions. **Hydrobiologia**, v. 355, p. 49–59, 1997.
- WAHL, M.; SÖNNICHSEN, H. Marine epibiosis. IV. The periwinkle *Littorina littorea* lacks typical antifouling defenses - why are some populations so little fouled? **Marine Ecology-Progress Series**, v. 88, p. 225-225, 1992.
- WEISSMAN, P.; LONSDALE, D.J.; YEN, J. The effect of peritrich ciliates on the production of *Acartia hudsonica* in Long Island Sound. **Limnology and Oceanography**, v. 38, p. 613–622, 1993.
- WILLEY, R. L.; THRELKELD, S.T. Organization of crustacean epizoan communities in a chain of subalpine ponds. **Limnology and Oceanography**, v. 38, p. 623–627, 1993.
- XIE, P. Manipulation of host density affects infestation of a peritrich ciliate (*Epistylis lacustris*) on a calanoid copepod (*Leptodiaptomus minutus*) in Crystal Lake, Wisconsin, USA. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 16, n. 4, p. 557-564, 2001.
- XU, Z. The abundance of epizoic ciliate *Epistylis daphniae* related to their host *Moina macrocopa* in an urban stream. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 60, n. 2, p. 197-200, 1992.
- XU, Z., BURNS, C.W. Effects of the epizoic ciliate, *Epistylis daphniae* on growth, reproduction and mortality of *Boeckella triarticulata* (Thomson) (Copepoda: Calanoida). **Hydrobiologia**, v. 209, p. 183–189, 1991.
- XU, G.; ZHONG, X.; AL, M. A.; WARREN, A.; XU, H. Identifying bioindicators across trait-taxon space for assessing water quality in marine environments. **Marine Pollution Bulletin**, v. 131, p. 565-571, 2018.

9. ANEXOS

Tabela Suplementar 1. Espécies de ciliados peritríqueos da família Epistylididae que foram registrados colonizando hospedeiros zooplanctônicos. Legenda das Referências: [1] KAHL, 1935;[2] GREEN, 1957;[3] GREEN, 1974;[4] STILLER, 1971;[5] FERNANDEZ-LEBORANS & TATO PORTO, 2000;[6] CHATTERJEE, 2013;[7] NENNINGER, 1948;[8] PENNARD, 1992;[9] CLAMP, 2016;[10] VAN AS & VILJOEN, 1984;[11] CARNEVIA, 2018;[12] THOMPSON, 1883;[13] FERNANDEZ-LEBORANS, 2010;[14] FOISSNER, 1996;[15] WILLEY & THRELKELD, 1993;[16] RAJABUNIZAL, 2011;[17] FOISSNER & SCHIFFMAN ;[18] HENEUBRY & RIDGEWAY, 1979;[19] MARTINS, 2018;[20] KEISER, 1921;[21] WEISSMAN, 1993;[22] UTZ, 2005;[23] GILBERT & SCHRODER, 2003;[24] BOZKURT, 2009.

Família Epistylididae		Hospedeiros Zooplanctônicos		
Espécies	Copepoda	Cladocera	Rotifera	Referências
<i>Epistylis anastatica</i>	<i>Cyclops fuscus</i> , <i>Cyclops viridis</i> , <i>Macrocyclus albidus</i> , <i>Mesocyclops isabellae</i>	<i>Daphnia pulex</i>		[1,4,5,6,7,9]
<i>Epistylis branchiophila</i>	<i>Lernaea cyprinacea</i>			[5,10]
<i>Epistylis breviramosa</i>	<i>Cyclops sp.</i>	<i>Alona affinis</i> , <i>Bosmina longirostris</i> , <i>Daphnia sp.</i>		[1,4,5,6]
<i>Epistylis caldwelli</i>	<i>Mesocyclops leuckartii</i>			[9]
<i>Epistylis chrysemidis</i>	<i>Lernaea cyprinacea</i>			[11]
<i>Epistylis conipes</i>		<i>Daphnia pulex</i>		[4]
<i>Epistylis cyclopis</i>	<i>Cyclops sp.</i>			[4]
<i>Epistylis cyprinaceae</i>	<i>Lernaea cyprinacea</i>			[5]

<i>Epistylis daphniae</i>	<i>Boeckella triarticulata</i>	<i>Daphnia magna</i> , <i>Daphnia sp.</i> , <i>Diaphanosoma leuchtenbergianum</i> , <i>Moina macrocopa</i> , <i>Sida crystalina</i>	[1,5,6,12,13]
<i>Epistylis diaptomi</i>	<i>Diaptomus castor</i> , <i>Diaptomus sp.</i>		[1,4,5,7]
<i>Epistylis digitalis</i>	<i>Cyclops viridis</i> , <i>Cyclops sp.</i>		[1,4,5,7]
<i>Epistylis epibarnimiana</i>	<i>Lernaea barnimiana</i>		[5]
<i>Epistylis fugitans</i>	<i>Cyclops sp.</i>	<i>Sida crystalina</i>	[1,5,6]
<i>Epistylis halophila</i>	<i>Diaptomus sp.</i>	<i>Daphnia longispina</i> , <i>Daphnia pulex</i>	[4,5,6]
<i>Epistylis helenae</i>		<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> , <i>Ceriodaphnia pulchella</i> , <i>Ceriodaphnia reticulata</i> , <i>Chydorus sphaericus</i> , <i>Daphnia curvirostris</i> , <i>Daphnia longispina</i> , <i>Daphnia magna</i> , <i>Daphnia obtusa</i> , <i>Daphnia pulex</i> , <i>Simocephalus serrulatus</i> , <i>Simocephalus vetulus</i>	[2,3,5,6]
<i>Epistylis hospes</i>	<i>Cyclops sp.</i>		[1]
<i>Epistylis irregulares</i>	<i>Cyclops sp.</i>		[4]
<i>Epistylis lacustris</i>	<i>Cyclops sp.</i> , <i>Lepidurus apus</i>		[1,5,7,14]
<i>Epistylis magna</i>	<i>Lernaea cyprinacea</i>		[5]
<i>Epistylis microdiscum</i>	<i>Cyclops sp.</i>		[4]
<i>Epistylis niagarae</i>	<i>Eucyclops serrulatus</i> , <i>Mesocyclops aspericornis</i>	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> , <i>Daphnia pulex</i> , <i>Daphnia rosea</i> , <i>Scapholeberis mucronata</i>	[5,15,16]

<i>Epistylis nympharum</i>	<i>Cyclops sp.</i>	<i>Daphnia hyalina, Ilyocrius sordidus</i>		[5,6,17]
<i>Epistylis ovum</i>		<i>Bosmina sp., Daphnia pulex, Daphnia sp., Leptodora kindtii</i>		[4,6]
<i>Epistylis plicatilis</i>	<i>Cyclops bicuspidatus, Cyclops vernalis, Eucyclops agilis, Lernaea cyprinacea</i>			[5,11,18]
<i>Epistylis pygmaeum</i>		<i>Bosmina longirostris, Ceriodaphnia reticulata, Daphnia ambigua, Daphnia galeata mendotae, Daphnia pulex, Diaphanosoma brachyurum, Scapholeberis kingi</i>	<i>Brachionus angularis, Brachionus urceolaris, Brachionus calyciflorus</i>	[6,19, 23]
<i>Epistylis racemosa</i>	<i>Diaptomus sp.</i>			[1,4,8]
<i>Epistylis sessilis</i>	<i>Cyclops sp.</i>			[4]
<i>Epistylis umbellina</i>	<i>Cyclops sp.</i>			[1]
<i>Epistylis umbilicata</i>	<i>Mesocyclops albidus, Mesocyclops fuscus</i>			[9,20]
<i>Epistylis zschokkei</i>	<i>Canthocamptus sp. , Cyclops fuscus, Cyclops sp.</i>	<i>Acantholeberis curvirostris</i>		[1,6,7]
<i>Epistylis spp.</i>	<i>Acartia tonsa, Eurytemora affinis</i>		<i>Brachionus angularis, Brachionus urceolaris</i>	[22,24]

<i>Pyxidium aselli</i>	<i>Cyclops sp.</i>			[4]
<i>Pyxidium canthocampti</i>	<i>Canthocamptus sp.</i>			[4]
<i>Pyxidium henneguyi</i>	<i>Cyclops sp.</i>			[1]
<i>Rhabdostyla bosminae</i>		<i>Bosmina sp.</i>		[1]
<i>Rhabdostyla conipes</i>		<i>Daphnia longispina, Daphnia magna, Scapholeberis mucronata</i>		[2,3]
<i>Rhabdostyla cyclopis</i>	<i>Cyclops sp.</i>			[1]
<i>Rhabdostyla cylindrica</i>		<i>Leptodora kindtii</i>		[3,4,5,6]
<i>Rhabdostyla hungarica</i>		<i>Leptodora kindtii</i>		[1,4,5,6]
<i>Rhabdostyla globularis</i>		<i>Bosmina longirostris, Diaphanosoma brachyurum</i>		[5,6,7]
<i>Rhabdostyla invaginata</i>	<i>Cyclops sp.</i>			[1]
<i>Rhabdostyla ovum</i>		<i>Daphnia longispina</i>		[7,8]
<i>Rhabdostyla sessilis</i>	<i>Cyclops sp.</i>			[1,8]
<i>Rhabdostyla pyriformis</i>		<i>Ceriodaphnia reticulata, Daphnia hyalina, Daphnia longispina, Daphnia pulex</i>		[1,5,6]
<i>Rhabdostyla vernalis</i>	<i>Eucyclops agilis</i>			[1,5]
<i>Rhabdostyla spp.</i>	<i>Acartia hudsonica</i>			[21]
<i>Opisthostyla globularis</i>		<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		[7]

Tabela Suplementar 2. Espécies da comunidade zooplanctônicas encontradas nas áreas pelágica natural e pelágica impactada no lago Batata por Josué (2017).

Espécies Zooplanctônicas das áreas pelágica natural e impactada - Lago Batata (Josué, 2017)		
ROTIFERA		
<i>Anuraeopsis sp.</i>	<i>Lecane bulla</i>	<i>Stephanoceros fimbriatus</i>
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	<i>Lecane leontina</i>	<i>Synchaeta stylata</i>
<i>Ascomorpha klementi</i>	<i>Lecane lunaris</i>	<i>Testudinella patina</i>
<i>Ascomorpha saltans</i>	<i>Lecane melini</i>	<i>Trichocerca bicristata</i>
<i>Asplanchna sp.</i>	<i>Lecane pertica</i>	<i>Trichocerca capucina</i>
<i>Beauchampiella eudactylota</i>	<i>Lecane proiecta</i>	<i>Trichocerca chattoni</i>
<i>Brachionus dolabratus</i>	<i>Lecane quadridentata</i>	<i>Trichocerca cylindrica</i>
<i>Brachionus zahniseri</i>	<i>Lecane remanei</i>	<i>Trichocerca pusilla</i>
<i>Brachionus zahniseri gessneri</i>	<i>Lecane rudescui</i>	<i>Trichocerca similis</i>
<i>Collotheca sp.</i>	<i>Lepadella patela</i>	<i>Trichocerca similis grandis</i>
<i>Conochilus unicornis</i>	<i>Macrochaetus sp</i>	
<i>Dipleuchlanis propatula</i>	<i>Monommata sp</i>	
<i>Dicranophorus sp.</i>	<i>Platyias quadricornis</i>	
<i>Euchlanis sp.</i>	<i>Ploesoma truncatum</i>	
<i>Filinia longiseta</i>	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	
<i>Filinia terminalis</i>	<i>Polyarthra vulgaris</i>	
<i>Gastropus stylifer</i>	<i>Ptygura libera</i>	
<i>Keratella americana</i>	<i>Sinantherina sp</i>	
CLADOCERA		
<i>Alona intermedia</i>	<i>Diaphanosoma brevireme</i>	
<i>Acroperus sp.</i>	<i>Diaphanosoma fluviatile</i>	
<i>Alona ossiani</i>	<i>Diaphanosoma polyspina</i>	

<i>Alonella clathratula</i>	<i>Ephemeroporus barroisi</i>
<i>Alonella dadayi</i>	<i>Ilyocriptus spinifer</i>
<i>Anthalona verrucosa</i>	<i>Kurzia latissima</i>
<i>Bosmina hagmanni</i>	<i>Leydigia sp</i>
<i>Bosminopsis brandorffi</i>	<i>Macrothrix elegans</i>
<i>Bosminopsis deitersi</i>	
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	
<i>Chydorus eurynotus</i>	
<i>Coronatella monacantha</i>	
<i>Daphnia gessneri</i>	
<i>Diaphanosoma birgei</i>	

COPEPODA

Aspinus acicularis
Harpacticoida
Notodiaptomus coniferoides
Oithona amazonica
Rhacodiaptomus besti
Rhacodiaptomus retroflexus
