



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO**

**CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE CAXIAS - CESC  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA**

**BRUNA LAISE DOS SANTOS CARVALHO**

**TRICHOPTERA (INSECTA) EM RIACHOS DO LESTE MARANHENSE,  
BRASIL**

**CAXIAS – MA**

**2020**

**BRUNA LAISE DOS SANTOS CARVALHO**

**TRICHOPTERA (INSECTA) EM RIACHOS DO LESTE MARANHENSE, BRASIL**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas - Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para o grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevêdo

**CAXIAS – MA**

**2020**

**BRUNA LAISE DOS SANTOS CARVALHO**

**TRICHOPTERA (INSECTA) EM RIACHOS DO LESTE MARANHENSE, BRASIL**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas -  
Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão como  
requisito para o grau de Licenciatura em Ciências  
Biológicas.

**BANCA EXAMINADORA**

*Carlos Augusto S. de Azevedo*

Prof. Dr. Carlos Augusto S. de Azevedo  
Biólogo - CRBIO - 85 / Nº 36.5725 - 0  
UEMA: Mat. 71761

---

**PROF. DR. CARLOS AUGUSTO SILVA DE AZEVEDO ORIENTADOR**

*Stênio Raniery de Sousa Nascimento*

---

**STÊNIO RANIERY SOUSA NASCIMENTO BANCA EXANINADOR**

*Cleilton Lima Franco*

---

**CLEILTON LIMA FRANCO BANCA EXAMINADORA**

C333t Carvalho, Bruna Laise dos Santos  
Trichoptera (Insecta) em riachos do leste maranhense, Brasil /  
Bruna Laise dos Santos Carvalho. \_\_Caxias: CESC/UEMA, 2020.

39f.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevêdo.

Monografia (Graduação) – Centro de Estudo de estudos  
Superiores de Caxias, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

1. Substrato. 2. Criação. 3. Fatores físico-químico. I. Título.

CDU 595.7

**A Deus, meu criador e a minha  
família por todo apoio nessa  
jornada.**



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo dom da vida, por sua misericórdia, por me dar força para continuar lutando por meus objetivos e por todas as bênçãos derramadas na minha vida e da minha família.

A meus pais Maria Célia e Lucídio Rogério, meus irmãos Auricélia e Bruno, e aos meus amigos por todo incentivo, em especial minha mãe que é meu exemplo de pessoa, com seu coração bondoso, e que com seu exemplo me ensina a cada dia ser uma pessoa melhor.

A meu amor e amigo Clésio Filho por todo apoio e carinho dedicado a mim.

A instituição UEMA por todo apoio logístico oferecido e pelos professores que forenceram os caminhos para que ocorreça a realização deste sonho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevêdo pela orientação desde o início da graduação, e pela oportunidade de me inserir no mundo da pesquisa científica.

Aos demais professores que contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos meus colegas de laboratório Natália Beatriz, José Igo, Aparecida Goes, Lázaro Carlos, Stênio Rniery, Cleilton Lima, por me ajudarem durante a graduação e pelos momentos de descontração.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo fomento desta pesquisa através da bolsa concedida, que foi de suma importância para o desenvolvimento e obtenção dos resultados apresentados.

A todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Representantes da ordem Trichoptera são considerados bioindicadores ambientais por serem sensíveis a alterações no ambiente relacionados a alguns fatores ambientais e físico-químicos, neste sentido, torna-se necessário o conhecimento da diversidade destes representantes nos ambientes aquáticos. O presente estudo objetiva inventariar a fauna de Trichoptera nos riachos do Leste Maranhense, com ênfase nos municípios de Caxias e Codó. As coletas foram realizadas nos igarapés: Baixa Grande II, Batatal, Buriti Corrente, Buriti Dantas, Cajazeiras e Sumidouro do Padre, nos substratos folhas, raízes, troncos, macrófitas e pedras submersas. Em cada riacho foi verificado parâmetros ambientais e físico-químicos. Larvas de Trichoptera foram utilizadas para dados de levantamento e para criação em laboratório. Os riachos apresentaram profundidade média (22 cm). Largura média (2,20 m), velocidade média (0,55 m/s), vazão média (0,44 m<sup>3</sup>/s), temperaturas média (26,74°C), águas ácidas (4,22), condutividade elétrica (60,55µS/cm), concentrações média de oxigênio (12,73mg/l). Foram coletados 1.311 espécimes de Trichoptera, distribuídas em cinco famílias e oito gêneros, são eles: Hydropsychidae: *Leptonema*, *Smicridea*, *Macronema*, *Macrostemum*; Philopotamidae: *Chimarra*; Leptoceridae: *Nectopsyche*; Helicopsychidae: *Helicopsyche*; Odontoceridae: *Marília*. Os riachos Baixa Grande II e Sumidouro do Padre apresentaram as maiores riquezas de gêneros com seis gêneros, seguido do riacho Buriti Corrente com cinco gêneros, Cajazeiras e Batatal com quatro gêneros, e Buriti Dantas com dois gêneros. O substrato com maior abundância de espécimes foi folha (540 espécimes), seguido de pedra (349 espécimes), raiz (288 espécimes), macrófitas (97 espécimes) e tronco (37 espécimes). Os gêneros *Smicridea* e *Chimarra* tiveram associação com folha, *Macrostemum* com folha e raiz e *Helicopsyche* teve associação com pedra. Os riachos Buriti Corrente e Baixa Grande II foram similares, assim como Cajazeiras e Buriti Dantas. Por criação em larvas em laboratório foram obtidos três adultos de Trichoptera, que posteriormente serão identificados a nível de espécie. O presente trabalho contribui para o conhecimento da ordem Trichoptera no estado do Maranhão e ao Leste Maranhense, os resultados poderão ser utilizados em estudos futuros de conservação e biomonitoramento.

**Palavras-chave:** Substrato, criação, fatores físico-químicos.

## ABSTRACT

Representatives of the order Trichoptera are considered environmental bioindicators because they are sensitive to changes in the environment related to some environmental and physical-chemical factors, in this sense, it is necessary to know the diversity of these representatives in aquatic environments. The present study aims to inventory the fauna of Trichoptera in the streams of the Eastern Maranhense, especially in the municipalities of Caxias and Codó. The collections were carried out in the streams: Baixa Grande II, Batatal, Buriti Corrente, Buriti Dantas, Cajazeiras and Sumidouro do Padre, in the substrates leaves, roots, trunks, macrophytes and submerged stones. In each stream, parameters were environmental and physical-chemical parameters. Trichoptera larvae were used for survey and breeding data in the laboratory. The streams dissipated average (22 cm). Average width (2.20 m), average speed (0.55 m / s), average flow (0.44 m<sup>3</sup> / s), average temperature (26.74°C), acidic water (4.22), electrical conductivity ( 60.55µS / cm), the average oxygen standards (12.73mg / l). 1,311 specimens of Trichoptera were collected, distributed in five families and eight genera, they are: Hydropsychidae: *Leptonema*, *Smicridea*, *Macronema*, *Macrostemum*; Philopotamidae: *Chimarra*; Leptoceridae: *Nectopsyche*; Helicopsychidae: *Helicopsyche*; Odontoceridae: *Marília*. The streams Baixa Grande II and Sumidouro do Padre secondary as greatest wealth of genera with six genera, followed by Buriti Corrente with five genera, Cajazeiras and Batatal with four genera, and Buriti Dantas with two genera. The substrate with the highest number of specimens was leaf (540 specimens), followed by stone (349 specimens), root (288 specimens), macrophytes (97 specimens) and trunk (37 specimens). The genera *Smicridea* and *Chimarra* were associated with leaf, *Macrostemum* with leaf and rais and *Helicopsyche* had association with stone. The streams Buriti Corrente and Baixa Grande II were similar, as well as Cajazeiras and Buiti Dantas. By breeding larvae in the laboratory, three adults of Trichoptera were chosen, which will be identified as the species level. The present work contributes to the knowledge of the order Trichoptera in the state of Maranhão and in the East of Maranhão, the results used in future studies of conservation and biomonitoring.

**Keywords:** Substrate, creation, physical-chemical factors.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa dos municípios de Caxias e Codó-MA, com destaque para os locais de coleta..... 18
- Figura 2 A-F.** Locais de coleta da ordem Trichoptera no período de agosto a outubro de 2019. No município de Caxias-MA: **A:** Sumidouro do Padre; **B:** Cajazeiras; **C:** Batatal. No município de Codó: **D:** Buriti Dantas; **E:** Buriti Corrente; **F:** Baixa Grande II..... 19
- Figura 3 A-B.** Instrumentos de coletas das larvas de Trichoptera e macroinvertebrados aquáticos nos riachos no Leste Maranhense. **A:** Vista lateral de Rede em D (rapiché); **B:** Catação manual e uso de pinça..... 20
- Figura 4.** Esquematização do protocolo de coleta das larvas de Trichoptera e macroinvertebrados nos locais amostrados, no período de agosto a outubro de 2019. .... 21
- Figura 5 A-C.** Caixa de criação; **B:** Verificação das medidas de Trichoptera; **C:** Frasco de exúvia etiquetado. .... 22
- Figura 6.** Dendrograma de Similaridade entre os riachos estudados. .... 29
- Figura 7 A-B.** **A:** Casulo feito com substrato; **B:** Larva envolta pela “gelatina”..... 30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Varáveis Físico-químicas coletadas em riachos nas cidades de Caxias e Codó, Ma. No período de agosto a outubro de 2019.....	23
<b>Tabela 2.</b> Famílias e gêneros de Trichopteros obtidos nos riachos coletados no período de agosto a outubro de 2019. ....	25
<b>Tabela 3.</b> Distribuição de Trichoptera por riacho, família, gênero e substrato. ....	27
<b>Tabela 4.</b> Associação de gêneros de Trichoptera com diferentes tipos de substratos coletados em riachos do Leste Maranhense.....	28

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Geral.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Específicos .....</b>	<b>17</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Área de Estudo .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Período e locais de coletas de Trichoptera .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Coleta e identificação dos espécimes .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Coleta dos parâmetros ambientais e físico-químicos .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 Análise de dados.....</b>	<b>21</b>
<b>3.6 Criação de Trichoptera no laboratório .....</b>	<b>22</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Caracterização dos locais de realização das coletas.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2. Aspectos Taxonômicos e Ecológicos das de Trichoptera .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3. Criação de larvas.....</b>	<b>30</b>
<b>5.CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>32</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos são classificados como lânticos (águas paradas) e ambientes lóticos (água corrente), e possuem características importantes que devem ser estudadas para se compreender melhor o seu funcionamento (ODUM, 2004). Estes são caracterizados pela presença ou ausência de alguns macroinvertebrados aquáticos, assim como fatores ambientais e físico-químicos, que estão relacionados à manutenção dos corpos d'água e influenciam sua qualidade e diversidade biológica, que muitas vezes é influenciada pela ação do homem (FORTUNATO, 2017).

A composição biológica desses ambientes é muito diversificada e varia de acordo com as zonas que compõem esses ecossistemas, essas zonas conferem maior heterogeneidade ao ambiente, que culmina em um aumento da diversidade biológica, pois cada organismo possui suas particularidades e estes habitam onde convém a sua sobrevivência (ESTEVES, 1998).

A comunidade biológica presente nos ambientes aquáticos é formada por diferentes organismos, que interagem entre si, para o funcionamento desses ambientes. Pode-se destacar os macroinvertebrados, como os insetos aquáticos, que além de desempenharem importante papel na manutenção desses ecossistemas, possuem diversidade de forma, comportamento, reprodução, alimentação etc. (ALBERTONI; PALMA-SILVA, 2010; YOKOYAMA, 2008).

São considerados insetos aquáticos aqueles que possuem pelo menos uma fase do seu ciclo de vida na água, e para isso são necessárias adaptações morfológicas, fisiológicas, comportamentais e reprodutivas (HAMADA; FERREIRA-KEPPLER et al., 2012). Nesse ecossistema os insetos fazem parte da cadeia alimentar e da ciclagem de nutrientes, onde servem de alimento para outros organismos e degradam a matéria orgânica (WETZEL, 1975; GONÇALVES et al., 2017; RAMOS et al., 2018).

Infelizmente as ações antrópicas têm ocasionado diversas alterações negativas nos recursos hídricos, como consequência grande parte dos macroinvertebrados que passam determinado período do seu ciclo de vida nos corpos de água são prejudicados, e podem até desaparecer desses ambientes (MUGNAI et al., 2010; apud CHAGAS, 2017; FITARELLI, 2017), enfatizando assim a necessidade de conhecer biodiversidade existente.

Em relação às atividades antrópicas realizadas pelo homem que afetam os corpos d'água destaca-se a agropecuária (que causam o escoamento de pesticidas, formação de pastagens), despejo de dejetos, mineração, indústria, retirada da mata ciliar e assoreamento, que é uma das mais relevantes alterações sofridas pelos rios e que tem grandes consequências para o ecossistema de forma geral (FORTUNATO, 2017; JÚNIOR et al, 2019).

Para verificar as alterações ocasionadas pelo homem nos ambientes aquáticos o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), utiliza alguns parâmetros hídricos para verificar a qualidade de água, como: potencial hidrogeniônico (pH); salinidade, temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD) contidos no Índice de Qualidade da Água (IQA) (BRASIL, 2005, 2011 apud JÚNIOR, 2019).

A temperatura é um fator importante para os insetos aquáticos, e pequenas variações pode causar grandes danos a comunidade de macroinvertebrados (ODUM, 2004). O aumento e a diminuição da temperatura, e a pressão reduz a quantidade de oxigênio na água, necessário a respiração dos insetos aquáticos e a sua sobrevivência. O aumento da matéria orgânica diminui a quantidade de oxigênio dissolvido na água, devido ao processo de decomposição, onde os microorganismos consomem mais oxigênio, principalmente em locais com temperaturas mais elevadas (ESTEVES, 1998).

O pH das águas pode ser influenciado por diversos fatores, e seus valores se baseia nas concentrações de carbonato e bicarbonato em solução provenientes do CO<sub>2</sub>, assim como a presença de algas e macrófitas podem interferir nesse sistema (BUCCI; OLIVEIRA, 2014). A condutividade elétrica e a diminuição do pH podem estar relacionados a poluição da água.

Alterações nestes parâmetros podem afetar os macroinvertebrados bentônicos que são utilizados como bioindicadores (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2004), por conta da sensibilidade a poluição e alterações no ambiente, permitindo determinar o grau de preservação ou poluição desses locais, dependendo da presença ou ausência dos organismos aquáticos (CALLISTO; GONÇALVES, 2002).

Os insetos aquáticos são macroinvertebrados que possuem grande representatividade, sendo constituído pelas ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Diptera, Odonata, Hemiptera, Heteroptera, Lepidoptera entre outros (MERRITT; CULMINS, 2018). Em se tratando das ordens citadas os Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) são muito utilizados nos estudos de biomonitoramento (SCHMITT, 2016).

Dos representantes do grupo dos EPT, destaca-se a ordem Trichoptera. O nome da ordem Trichoptera vem do latim *trichos* = pelo + *ptera* asas, por possuírem cerdas nas suas asas. Possuem metamorfose completa (holometábolos). Apresenta grande diversidade, além de realizar importantes papéis ecológicos como na cadeia alimentar e na ciclagem de nutrientes, alguns espécimes dessa ordem são utilizados no Biomonitoramento desses ecossistemas (YOKOYAMA, 2008; BREDA et al., 2018).

A ordem Trichoptera possui cerca de 15.000 espécies descritas mundialmente, onde 3.300 estão presentes na Região Neotropical (HOLZENTHAL; CALOR, 2017), com 831

espécies descritas para o Brasil (SANTOS et al., 2019) das quais estão distribuídas em 70 gêneros e 16 famílias (CALOR; QUINTEIRO, 2017). Para o estado do Maranhão são registradas 54 espécies de Trichoptera, distribuídas em 26 gêneros e 10 famílias (DESIDÉRIO et al., 2017).

A ordem Trichoptera faz parte do grupo dos EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) que são utilizados para verificar alterações nos ecossistemas aquáticos, onde a presença ou ausência desses macroinvertebrados indicam se aquele rio está poluído ou não, pois alguns representantes são muito sensíveis às alterações ambientais e outros grupos tolerantes a poluição (CHAGAS et al., 2017; CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2004; FORTUNATO, 2017). Além disso, as informações obtidas podem oferecer a realização de estudos de cunho ecológico, biológicos e taxonômicos, que relacionam características ambientais e físico-químicas com a vida desses espécimes, uma vez que esses fatores são determinantes para sobrevivência e distribuição dos organismos aquáticos.

Ecologicamente são tolerantes as variações ambientais como ao oxigênio dissolvido na água, assim como a vazão e a sazonalidade, e alguns de seus representantes são considerados engenheiros de ecossistema aquático (OLIVEIRA; BISPO, 2001; CALOR, 2007; FORTUNATO, 2017; BORGES, 2017). Isso deve-se a grande diversidade de grupos funcionais alimentares, por fazerem parte de todas as categorias propostas por CUMMINS; KLUG (1979) apud OLIVEIRA et al., (1999), essa alta representatividade dos grupos funcionais de Trichoptera colabora para que o grupo tenha alta diversidade, sendo esta considerada umas das ordens mais diversificadas de insetos estritamente aquáticos (SCHMITT, 2016).

Em relação a reprodução, a cópula pode ocorrer no ar (durante o voo), no solo ou na vegetação ripária. A ovoposição ocorre na água ou em substratos e vegetação próximos ao leito. Onde fêmea de Trichoptera deposita os ovos em conjunto numa massa gelatinosa, chamada espumalina, depois de um período emergem as larvas (CALOR, 2007; YOKOYAMA, 2008).

A fase larval possui maior duração no ciclo de vida desses insetos, sendo que a fase adulta dura cerca de um mês. As larvas passam por cinco instares até chegar na fase de pupa, onde em seguida, emergem os adultos. Na fase larval possuem cabeça esclerosada com peças bucais desenvolvidas e um labro pequeno, um par de mandíbulas robustas, um par de maxilas curtas e um lábio. No tórax o pronoto possui uma placa esclerosada, o meso e metanoto podem ser esclerosados ou membranosos (PES et al., 2014).

As larvas possuem glândulas produtoras de seda, que é secretada por um orifício apical no lábio que produzem seda, utilizada para construir abrigos, que são geralmente feitos de grãos de areia, folhas, raízes, galhos. Acredita-se que a criação desses abrigos pode estar relacionada

à respiração e para evitar a predação (PES et al., 2014; BORGES, 2017). Possuem falsas pernas anais com garras que ajudam na determinação do comprimento do abrigo construído (WIGGINS, 1998; CRISCI-BISPO et al., 2004). As pernas podem diferenciar em alguns representantes dependendo do grupo funcional nos segmentos torácicos e tarsos com garra simples. Algumas famílias possuem nove ou dez segmentos, com brânquias ventro- laterais e/ou dorso-laterais, sendo o décimo com um par de falsas pernas anais (ANGRISANO, 1998; PES et al., 2014).

Os adultos possuem dois pares de asas membranosas, antenas longas e se parecem com pequenas mariposas (YOKOYAMA, 2008). Graças a sua capacidade de construir abrigos a partir de sedimentos e outros substratos com a seda produzida, os tricópteros são considerados espécies engenheiras, pois causam modificações físicas no ecossistema, por exemplo, a produção desses abrigos pode diminuir a erosão, aumentando assim a heterogeneidade de micro-habitats (BORGES, 2017; CARDINALE; GELMANN; PALMER, 2004).

Como as alterações no ambiente aquático podem levar a perda da biodiversidade, é importante a realização de inventários faunísticos para catalogar as espécies que fazem ou fizeram parte desse lugar. Principalmente em locais que apresentam poucos dados, como no estado do Maranhão, que tem escassez de estudos sobre a ordem Trichoptera, tendo em vista que esses dados podem fornecer informações sobre a biologia e ecologia desses animais.

A falta de conhecimento sobre o meio ambiente e sua biodiversidade dificultam a relação entre o homem e a conservação da natureza, esse fato nos leva a pensar sobre a importância de pesquisas taxonômicas e ecológicas dos insetos aquáticos e especificamente da ordem Trichoptera, que muitas vezes apresentam escassez de dados.

Desiderio et al. (2017), demonstra como a região Nordeste carece de dados sobre a ordem Trichoptera, destacando o estado do Maranhão que teve os primeiros registros da ordem publicados somente no ano de 2016. Ressalta-se, portanto, a necessidade de ampliar o conhecimento sobre a ordem Trichoptera no Leste Maranhense, para contribuir com novos registros da ordem, assim como estudo de sua ecologia que podem incluir dados para realização de trabalhos de conservação.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

- Inventariar a fauna de Trichoptera nos riachos do Leste Maranhense, com ênfase nas microrregiões de Caxias e Codó.

### **2.2 Específicos**

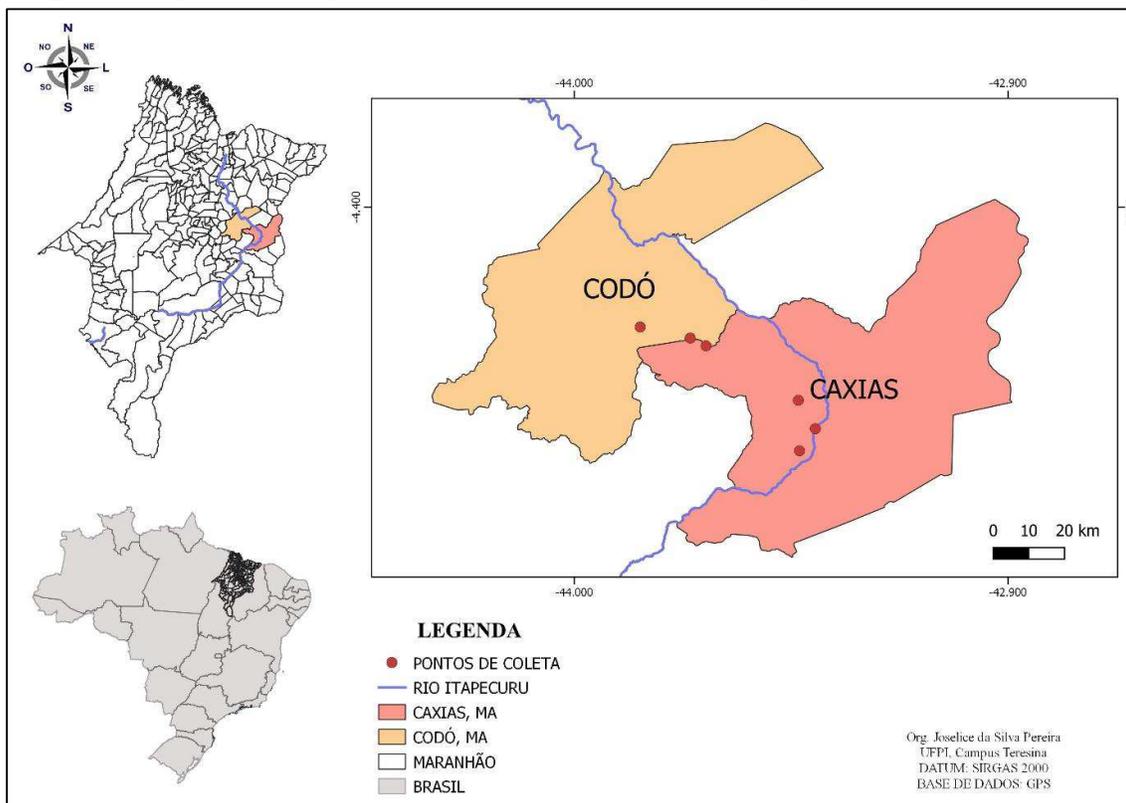
- Identificar em nível de gênero os imaturos de Trichoptera coletados nos riachos amostrados;
- Caracterizar os riachos de acordo com as variáveis físico-químicas e ambientais;
- Verificar a especificidade das larvas de Trichoptera por substratos coletados nos riachos;
- Fazer criação de imaturos de Trichoptera em laboratório;

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado em riachos dos municípios de Caxias e Codó (Figura 1), que fazem parte da mesorregião Leste Maranhense (MARANHÃO, 2011). A maior parte do território maranhense (cerca de 64%) é dominado pelo Bioma Cerrado, a porção leste do estado é caracterizada por Floresta Estacional Semidecidual (EMBRAPA, 2016).

**Figura 1.** Mapa dos municípios de Caxias e Codó-MA, com destaque para os locais de coleta.



**Fonte:** PEREIRA, J. S., 2020.

O município de Caxias está entre as coordenadas de 04°51'43.63"S 43°21'50.27"W, com altitude de 66 metros. A vegetação varia de cerrado ralo a cerradão com áreas de buritizais e babaçuais apresenta matas de galeria, matas secas e vegetação higrófila. Possui temperatura média de 28°C (SOUSA; MENESES; VIANA, 2015; ROCHA et al., 2019) umidade relativa entre 70 a 75% e precipitação pluviométrica entre 1600 a 2000 mm ao ano. Possuem duas estações bem definidas chuvosa (dezembro a junho) e seca (julho a novembro). O solo é latossolos vermelho-alaranjado a podzólico vermelho-alaranjado (BARROS, 2012).

O município de Codó possui fitofisionomias Cerrado *stricto sensu*, com vegetação arbustiva e árvores de médio porte e formação de Mata de Cocal. O clima do município é do

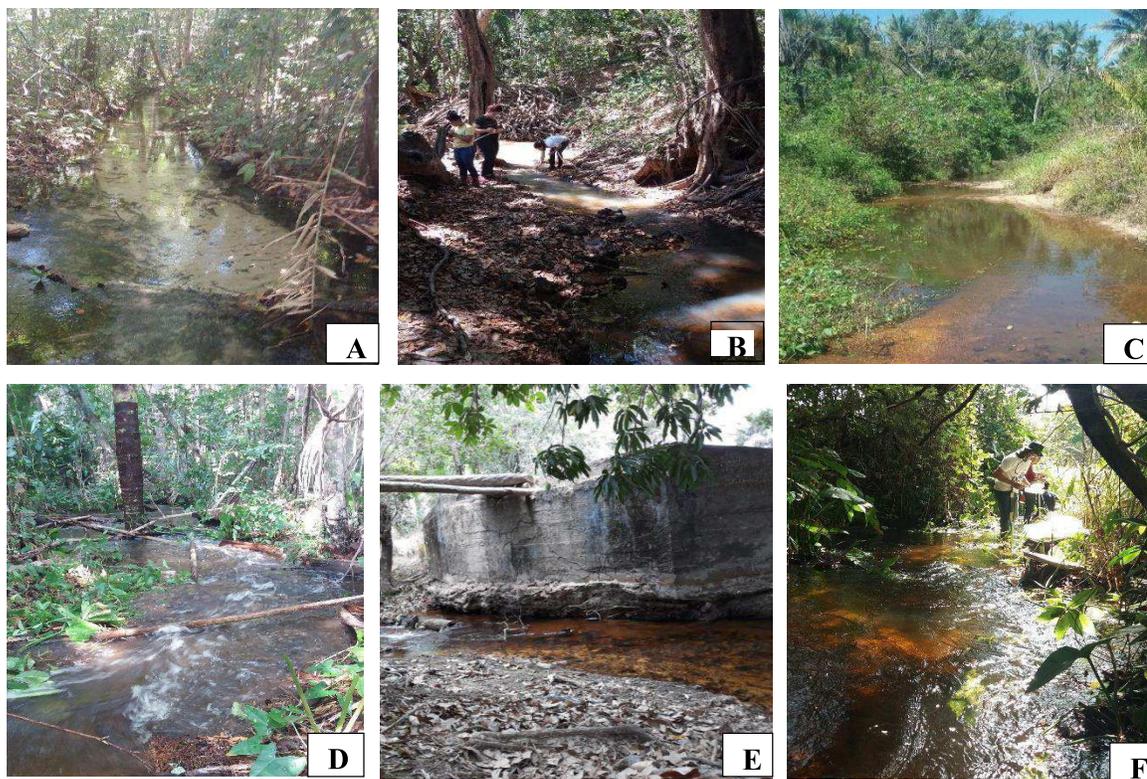
tipo Aw tropical subúmido (quente e úmido), com temperatura variando de 26°C a 28°C (LIMA, 2017; BASTOS, 2018).

Ambos os municípios possuem a bacia do rio Itapecuru como seu principal afluente, composto por uma vasta rede hídrica. O mesmo teve papel importante no processo de povoamento e transporte, sendo de grande importância para o desenvolvimento econômico. Atualmente o rio Itapecuru e seus afluentes vem sofrendo ações como desmatamento da mata ciliar, assoreamento, descarga de resíduos de uso doméstico, culturas de vazantes, monoculturas de subsistência e resíduos sólidos (SILVA; DA CONCEIÇÃO, 2011).

### 3.2 Período e locais de coletas de Trichoptera

As coletas foram realizadas durante os meses de agosto a outubro de 2019 (etação seca). As coletas foram realizadas em seis riachos, em três no município de Caxias (Sumidouro do Padre, Riacho Cajazeiras e Batatal) (**Figura 2**), e três em Codó (Buriti Dantas, Buriti Corrente e Baixa Grande II) (**Figura 3**).

**Figura 2 A-F.** Locais de coleta da ordem Trichoptera no período de agosto a outubro de 2019. No município de Caxias-MA: **A:** Sumidouro do Padre; **B:** Cajazeiras; **C:** Batatal. No município de Codó: **D:** Buriti Dantas; **E:** Buriti Corrente; **F:** Baixa Grande II.



### 3.3 Coleta e identificação dos espécimes

Os espécimes foram coletados com auxílio de uma rede entomológica aquática em D

(rapichê), e catação manual (**Figura 3**) (AZEVEDO, 2003; PES, 2005). Para a coleta dos espécimes, foi utilizado um protocolo de coleta, onde é amostrado um transecto de 50 m dividido em cinco pontos, cada ponto contendo 10 m (**Figura 4**).

Nos riachos de estudo, foram examinados os substratos bancos de folhas, troncos, raízes submersas, embaixo de rochas, pedregulhos, areia e macrófitas, nos mesohabitats correnteza e remanso. Como forma de padronização em cada local foi utilizado cerca de três horas para coleta do material e obtenção de uma boa amostragem do material (AZEVEDO, 2003).

**Figura 3 A-B.** Instrumentos de coletas das larvas de Trichoptera e macroinvertebrados aquáticos nos riachos no Leste Maranhense. **A:** Vista lateral de Rede em D (rapichê); **B:** Catação manual e uso de pinça.



Os espécimes presentes nos substratos foram previamente coletados, os espécimes de menor tamanho foram fixados em álcool etílico a 80%. As larvas maiores e de coloração mais escuras foram recolhidos, para a criação em laboratório. Os substratos foram acondicionados em sacos plásticos com álcool a 80% e levados ao Laboratório de Entomologia Aquática (LEAq) do CESC/UEMA para serem triados e os espécimes identificados.

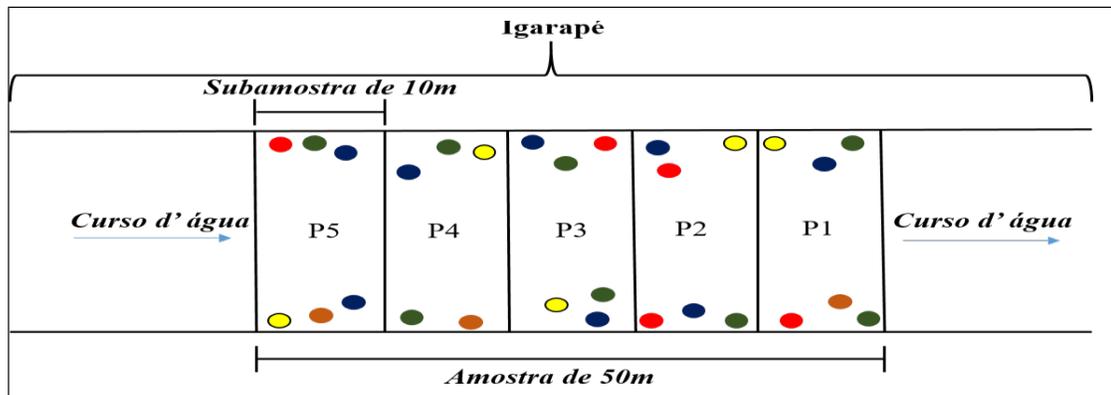
Em campo as larvas para criação foram escolhidas de acordo com seu tamanho e coloração, onde as larvas maiores e mais escuras foram colocadas em caixas de isopor com água e substrato do local de coleta (**Figura 5A**), ainda vivas, e levadas para o Laboratório de Entomologia Aquática do CESC/UEMA.

No laboratório, o material foi lavado em uma peneira, em seguida colocado sob um microscópio estereoscópico, triado, e as larvas acondicionadas em potes plásticos com álcool a 80%. A identificação dos espécimes ocorreu em nível de gênero, utilizando chaves específicas para a ordem como: PES; HAMADA; NESSIMIAN (2005), PES et al., (2014); HAMADA et al. (2014).

Após a identificação, os espécimes foram etiquetados, acondicionados em frascos com

álcool etílico a 80% e, depositados no Laboratório de Entomologia Aquática do CESC/UEMA Caxias Maranhão.

**Figura 4.** Esquematização do protocolo de coleta das larvas de Trichoptera e macroinvertebrados nos locais amostrados, no período de agosto a outubro de 2019.



Fonte: LEAq – CESC/UEMA.

### 3.4 Coleta dos parâmetros ambientais e físico-químicos

Para caracterizar os riachos estudados, foram amostradas as variáveis ambientais (largura, profundidade) e físico-químicos (temperatura, correnteza, vazão, condutividade, pH) em cada ponto. (AZEVEDO, 2003; CASTRO, 2016; GOMES, 2013).

A temperatura, o pH, a condutividade elétrica e o oxigênio dissolvido da água foram mensurados com o multiparâmetro Water Quality Meter. A largura do riacho foi medida com trena de 50 m; vazão e velocidade foram estimadas pelo método de CRAIG (1987), que consiste em tomar duas medidas de profundidade utilizando uma régua de aço inoxidável. Na primeira medida a régua fica paralela à corrente (D1), sendo considerada a profundidade do local, a segunda é feita no mesmo local, virando a régua e posicionando-a em ângulo reto em relação à correnteza (D2). Deste modo, é possível calcular a velocidade pela seguinte fórmula:

$$V = \sqrt{2.g. D}$$

Onde: V = velocidade da água, g = força de gravidade (19,6), D = diferença entre as medidas tomadas com a régua (D2 - D1).

### 3.5 Análise de dados

Os dados coletados foram colocados em uma planilha do programa Excel, foram analisados dados como médias, desvio padrão, máximo, mínimo. Em seguida, feitas representações através de gráficos e tabelas para melhor visualização.

As análises estatísticas foram realizadas no programa R. Para verificar a associação de

Trichopteras por substratos, foi aplicada a análise de espécies indicadoras (Valor Indicador Individual - *IndVal*) (DUFRÊNE; LEGENDRE, 1997), que nesse caso, indica o grau de especificidade e fidelidade dos gêneros aos substratos de acordo com sua frequência de ocorrência.

A similaridade entre os riachos amostrados foi analisada a partir de Análise de Agrupamento (Cluster Analysis), obtida com índice de Bray Curtis (KREBS, 1999) por levar em consideração a distância entre os locais coletados, o agrupamento foi verificado pelo método de grupos pareados.

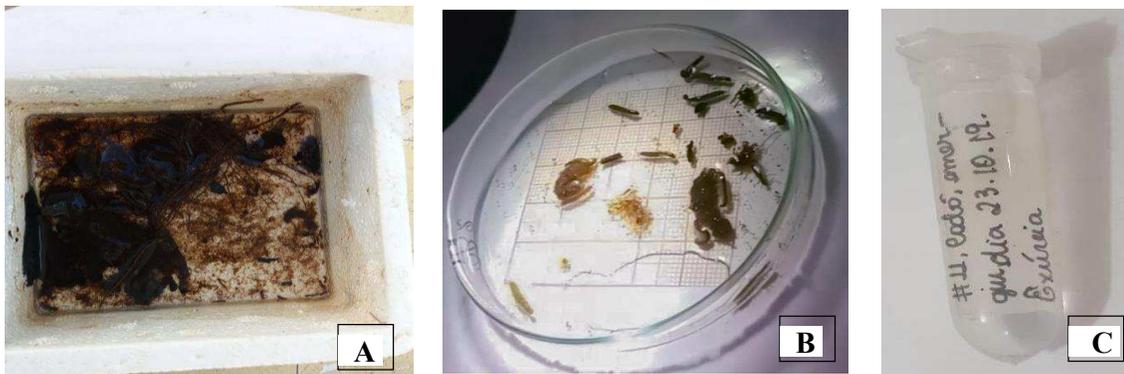
### 3.6 Criação de Trichoptera no laboratório

Devido ao pouco conhecimento no que se refere as larvas dos insetos aquáticos das diferentes ordens, torna-se necessário realizar a criação de larvas de Trichoptera em laboratório (NOGUEIRA; CABETTE; JUEN, 2011) com o intuito de associar as larvas aos adultos, e posterior identificação e descrição dos espécimes obtidos.

No laboratório, as caixas com imaturos de Trichoptera foram dispostas na sala de criação, onde cada caixa de isopor foi identificada com um código específico e cada caixa tinha um espécime. A cada dois dias a água dos recipientes foi trocada e a alimentação dos Trichoptera foi realizada utilizando-se larvas de Chironomidae e o próprio substrato. Uma vez por semana as larvas eram medidas em lupa com papel milimétrico (**Figura 5B**), e as informações anotadas.

Após a emergência, os adultos e as exúvias foram acondicionados em frascos com álcool a 80%, e etiquetados de acordo com o código e informação do dia da emergência (**Figura 5 C**) (AZEVEDO; HAMADA, 2007; CAMARGOS, 2012).

**Figura 5 A-C.** Caixa de criação; **B:** Verificação das medidas de Trichoptera; **C:** Frasco de exúvia etiquetado.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização dos locais de realização das coletas

Os riachos do estudo foram caracterizados de acordo com as variáveis físico-químicas e ambientais. Os riachos apresentaram temperaturas variando entre 24 a 27 °C, pH com águas ácidas variando entre 3 a 5, alta condutividade elétrica entre 40 a 148  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e variações quanto às concentrações de oxigênio dissolvido entre 5 a 22 mg/l. A profundidade varia entre 0,08 a 0,40 m, a largura variando entre 1 a 4 metros, velocidade entre 0.24 a 0.84 m/s e vazão 0.01 a 1.33  $\text{m}^3/\text{s}$ , (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Varáveis Físico-químicas coletadas em riachos nas cidades de Caxias e Codó, MA. No período de agosto a outubro de 2019.

Igarapé	Temp (°C)	pH	CondM ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	O. D. (mg/l)	Profun. (m)	LargM (m)	VelocM (m/s)	VazãoM ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
Batatal	26,22	4,50	61,84	22,68	0,08	2,00	0,28	0,45
Sumidouro	27,22	4,38	10,20	6,00	0,33	1,34	0,54	0,23
Cajazeiras	24,5	5,77	148,06	16,70	0,14	2,22	0,57	0,17
Buriti Dantas	28,20	4,39	54,58	8,64	0,07	1,00	0,24	0,01
Buriti Corrente	27,60	2,95	40,56	5,44	0,40	4,06	0,84	1,33
Baixa Grande II	26,70	3,31	48,08	16,94	0,35	2,58	0,80	0,70
Média	26,74	4,22	60,55	12,73	0,23	2,20	0,55	0,44
DesPad	1,30	1,00	46,44	7,04	0,15	1,08	0,25	0,57

**Nota:** OD. (mg/l)= Oxigênio dissolvido; Temp. °C = Temperatura; pH = Potencial hidrogeniônico; Cond. = Condutividade elétrica; LargM = Largura média; ProfM = Profundidade média; VelM = Velocidade média; VazM = Vazão média;

Alterações nesses parâmetros podem afetar os macroinvertebrados bentônicos que são utilizados como bioindicadores (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2004), por conta da sensibilidade a poluição e alterações no ambiente, permitindo determinar o grau de preservação ou poluição desses locais, dependendo da presença ou ausência desses organismos (CALLISTO; GONÇALVES, 2002).

Segundo Nogueira et al. (2011), ambientes com maior profundidade podem afetar a riqueza de Trichoptera, diminuindo-a. Isso pode explicar o fato dos riachos Buriti Corrente e Sumidouro do Padre apresentarem poucos espécimes, uma vez que esses riachos apresentaram as maiores profundidades desse estudo.

O valor do pH ideal nos ambientes aquáticos para sobrevivência dos organismos está

entre 6 e 9, esta variável físico-química atua de várias formas no metabolismo das comunidades aquáticas (assim como essas comunidades também interferem nos valores de pH) (CETESB, 2009; ESTEVES, 1998). A riqueza de Trichoptera é reduzida quando os igarapés apresentam baixos valores de pH (ALLAN, 1995; WARD, 1992 apud PES, 2005).

Isso foi observado no riacho Buriti Corrente onde foram coletados poucos espécimes de Trichoptera, podendo estar relacionado ao fato desse riacho apresentar o menor valor de pH nesse estudo. Em contrapartida, o riacho que apresentou maior valor de pH (Cajazeiras), foi onde obteve-se o maior número de Trichoptera coletados.

A concentração de oxigênio dissolvido é um fator determinante na distribuição de Trichoptera, pois estas necessitam de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água (OMETTO et al., 2004; CALOR, 2007; COSTA et al., 2011). Nos riachos com maior concentrações de oxigênio dissolvido (Batatal, Cajazeiras e Baixa Grande II) apresentaram maior abundâncias de espécimes, já nos riachos com menor concentrações de oxigênio dissolvido, a abundância foi baixa.

Dentre as atividades antrópicas realizadas pelo homem que vem afetando os corpos d'água destaca-se: atividades agropecuária devido o escoamento de pesticidas e formação de pastagens, despejo de dejetos provenientes da resíduos domiciliares, hospitais e da comunidade (observação pessoal), mineração, indústria e retirada da mata ciliar e assoreamento que é uma das mais relevantes alterações sofridas pelos rios e que tem grandes consequências para o ecossistema de forma geral (FORTUNATO, 2017; JÚNIOR et al, 2019).

#### **4.2. Aspectos Taxonômicos e Ecológicos de Trichoptera**

Foram coletados 1.311 espécimes de Trichoptera, distribuídas em cinco famílias e oito gêneros, são eles: Hydropsychidae: *Leptonema* (154 espécimes), *Smicridea* (529 espécimes), *Macronema* (14 espécimes), *Macrostemum* (289 espécimes); Philopotamidae: *Chimarra* (163 espécimes); Helicopsychidae: *Helicopsyche* (154 espécimes); Odontoceridae *Marília* (7 espécimes); Leptoceridae: *Nectopsyche* (1 espécime) (**Tabela 2**).

A ordem Trichoptera costuma apresentar boa amostragem nas pesquisas, isso porquê, é uma das maiores ordens de insetos estritamente aquáticos, estando presentes nos mais diferentes habitats, e possuem ampla distribuição pelo globo terrestre, não tendo registro somente no continente Antártica. Além da sua alta diversidade funcional, que contribui para que ordem tenha vasta distribuição (NEBOISS, 1991; WIGGINS, 1996; DE MOOR; IVANOV,

2008).

A família com maior riqueza de gêneros foi Hydropsychidae, com quatro gêneros, as demais famílias coletadas apresentaram um gênero cada. Os gêneros mais representativos foram *Smicridea*, *Macrostemum* e *Chimarra*, e o menos representativo foi *Nectopsyche* com um gênero.

A riqueza de Hydropsychidae pode estar relacionada a sua capacidade de construção de abrigos em diferentes tipos de substratos, que é considerado uma estratégia de sobrevivência e para suportar o estresse ambiental. A alta representatividade de *Smicridea* pode estar relacionada a este gênero ser menos sensível as ações antrópicas do que os demais gêneros de Trichoptera (BORGES, 2017), visto que a maioria dos riachos no estudo encontram-se sofrendo processo de degradação como perda de mata ciliar, recebimento de dejetos, assoreamento.

No estudo há uma abundância da família Hydropsychidae com cerca de 979 espécimes, com destaque aos gêneros *Smicridea* e *Macrostemum* (Tab. 2) e com menor abundância dos gêneros *Marília* e *Nectopsyche*. Alguns estudo demonstram a baixa representatividade de *Nectopsyche* (BREDA, 2018; SCHMITT, 2016; BORGES, 2017), geralmente os representantes desse gênero são encontrados em folhas acumuladas em remanso e que as larvas podem ser transportadas para as poças e podem ser consideradas oportunistas como as larvas de Triplectides (BISPO et al. 2004), além de ocuparem troncos ocos, o que pode dificultar a sua coleta.

**Tabela 2.** Famílias e gêneros de Trichoptera obtidos nos riachos coletados no período de agosto a outubro de 2019.

Família	Gênero	Quantidade
Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> Guérin-Méneville, 1843	154
	<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	529
	<i>Macronema</i> Pictet, 1836	14
	<i>Macrostemum</i> Kolenati, 1859	289
Odontoceridae	<i>Marília</i> Müller 1880	7
Philopotamidae	<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	163
Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> Müller, 1879	1
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> Siebold, 1856	154
Total		1311

Cinco das famílias encontradas neste estudo representam 50% das famílias descritas para o Maranhão (DESIDÉRIO et al., 2017) e os encontrados por Castro (2016), em estudo

realizado em riachos do município de Caxias-MA., onde os gêneros *Smicridea*, *Macrostemum* e *Chimarra* apresentaram maior abundância e o gênero *Nectopsyche* apresentou um espécime, similar aos resultados do presente estudo.

A distribuição dos espécimes encontrados em cada riacho mostrou o riacho Baixa Grande II e Sumidouro do Padre com as maiores riquezas de gêneros, com um total de seis gêneros, seguido do riacho Buriti Corrente com cinco gêneros, os riachos Cajazeiras e Batatal apresentaram quatro gêneros, e o riacho com a menor quantidade de gêneros foi Buriti Dantas com dois gêneros (**Tabela 3**).

O riacho Cajazeiras apresentou a maior abundância, totalizando 529 espécimes, esse riacho é caracterizado por ambientes de corredeira, e esse é um dos fatores que influenciam na distribuição da ordem Trichoptera, pois oferecem maior quantidade de oxigênio dissolvido (ROSS, 1967).

O oxigênio dissolvido tem grande influência na ordem Trichoptera, podendo interferir na sua distribuição, pois as larvas são apnêusticas, e sobrevivem em locais com alto teor de oxigênio dissolvido e sua baixa concentração pode levar a perda de diversidade (MAASRI; GELHAUS, 2012), em resultados obtidos por Breda et al. (2018), essa variável teve uma correlação significativa com a composição da ordem Trichoptera em seu estudo.

Os gêneros *Helicopsyche* e *Smicridea* foram ausentes no riacho Batatal no estudo de Castro (2016), esse resultado é oposto ao encontrado no presente estudo, pois os dois gêneros estiveram presente no mesmo riacho, salientando que, *Helicopsyche* teve grande representatividade nesse riacho, sendo coletados 102 espécimes.

A baixa abundância dos gêneros *Nectopsyche* e *Marilia* foi observada por Desidério (2011) em um estudo realizado na APA Inhamum no município de Caxias-MA, ele atribui esse fato a baixa capacidade de dispersão e colonização que esses gêneros possuem, assim como apresentam restrição a alguns fatores ambientais.

Os imaturos de Trichoptera foram coletados em cinco tipos de substratos, sendo que o substrato que apresentou maior abundância de espécimes foi folha (538 espécimes), seguido de pedra (349 espécimes), raiz (283 espécimes), macrófita (99 espécimes) e o menos representativo foi tronco (37 espécimes).

**Tabela 3.** Distribuição de Trichoptera por riacho, família, gênero e substrato.

Riacho	Família	Gênero	Substrato				
			Folha	Raiz	Macrófita	Tronco	Pedra
Sumidouro	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	2	2	0	3	0
		<i>Smicridea</i>	15	23	0	0	0
		<i>Macronema</i>	4	0	1	0	0
		<i>Macrostemum</i>	2	1	0	0	0
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	9	19	0	0	0
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	1	0	0	0	0
Cajazeiras	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	11	0	0	1	30
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	76	7	0	6	42
	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	151	0	0	4	106
		<i>Macrostemum</i>	34	13	0	4	44
Batatal	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	0	0	2	0	100
	Hydropsychidae	<i>Macrostemum</i>	0	0	3	0	15
		<i>Macronema</i>	0	0	1	0	0
		<i>Smicridea</i>	2	0	5	0	0
Buriti Dantas	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	118	11	72	0	0
		<i>Macrostemum</i>	17	5	11	0	0
Buriti Corrente	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	8	0	0	0	0
		<i>Leptonema</i>	49	0	0	4	3
		<i>Macronema</i>	0	3	0	0	0
		<i>Macrostemum</i>	12	0	0	0	0
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	0	1	0	0	9
Baixa Grande II	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	4	75	2	10	0
		<i>Macronema</i>	3	2	0	0	0
		<i>Smicridea</i>	0	14	0	0	0
		<i>Macrostemum</i>	19	104	0	5	0
	Odontoceridae	<i>Marília</i>	0	7	0	0	0
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	3	1	0	0	0
TOTAL			540	288	97	37	349

O gênero *Smicridea*, *Macrostemum* e *Leptonema*, foram coletados em diferentes tipos de substratos, nos riachos amostrados. O gênero *Chimarra* esteve ausente no substrato macrófita. O gênero *Helicopsyche* esteve presente em todos os substratos, mas foi coletado em maior quantidade no substrato pedra (139 espécimes).

O gênero *Macrostemum* foi encontrado em grande quantidade no substrato rocha, a presença do gênero pode estar relacionado ao modo de vida, pois os mesmos costumam

construir seus abrigos nesse tipo de substrato, principalmente em locais com menor correnteza (BORGES, 2017). O substrato macrófita obteve menor representatividade no estudo de Castro (2016), porque, o mesmo é considerável instável fazendo com que haja menor riqueza e abundância, corroborando com o presente estudo.

Dos oito gêneros presentes neste estudo, quatro apresentaram associação com substratos, os dados foram obtidos com a análise de *IndVal*, como mostra na **Tabela 4**. Os gêneros *Smicridea* e *Chimarra* foram associados ao substrato folha, *Helicopsyche* demonstrou preferência por substrato pedra e o gênero *Macrostemum* pelos substratos folha e raiz.

**Tabela 4.** Associação de gêneros de Trichoptera com diferentes tipos de substratos coletados em riachos do Leste Maranhense.

<b>Genêros</b>	<b>Associação</b>	<b>IndVal</b>	<b>p.value</b>
<i>Smicridea</i>	Folha	0,584	0,005
<i>Chimarra</i>	Folha	0,4	0,03
<i>Helicopsyche</i>	Pedra	0,544	0,005
<i>Macrostemum</i>	Folha+Raiz	0,507	0,005

Castro (2016) constatou em seu estudo que os substratos apresentam influência sobre a riqueza e abundância dos EPT, onde oito dos 10 gêneros coletados estavam presentes no substrato folha, assim como parte dos gêneros deste trabalho estão associados a esse mesmo substrato, ele é importante por oferecer abrigo, proteção e alimento (HENRIQUES-OLIVEIRA; NESSIMIAN, 2010), isso explica o fato desse substrato está associado a diferentes gêneros de Trichoptera.

Baptista et al., (1998), observaram que alguns grupos de insetos aquáticos tinham preferências por determinados substratos, especialmente os representantes da ordem Trichoptera, como destacam que o gênero *Helicopsyche* apresenta preferência nítida ao substrato pedra, e que *Smicridea* estava sempre associada ao substrato folhoso.

Pes (2005), obteve em seus resultados que o gênero *Macrostemum* esteve presente no substrato folha em alguns locais de coletas, e em outros locais esse gênero esteve relacionado ao substrato raiz, corroborando assim com os dados do presente estudo, que evidenciou associação de *Macrostemum* aos substratos folha e raiz.

Farias et al., (2017) coloca que a grande quantidade de lixo no leito do riacho influenciou na abundância e na riqueza de ETP nos riachos de estudo e que em geral a matéria orgânica particulada grossa tende a se acumular em áreas onde a velocidade da água diminui

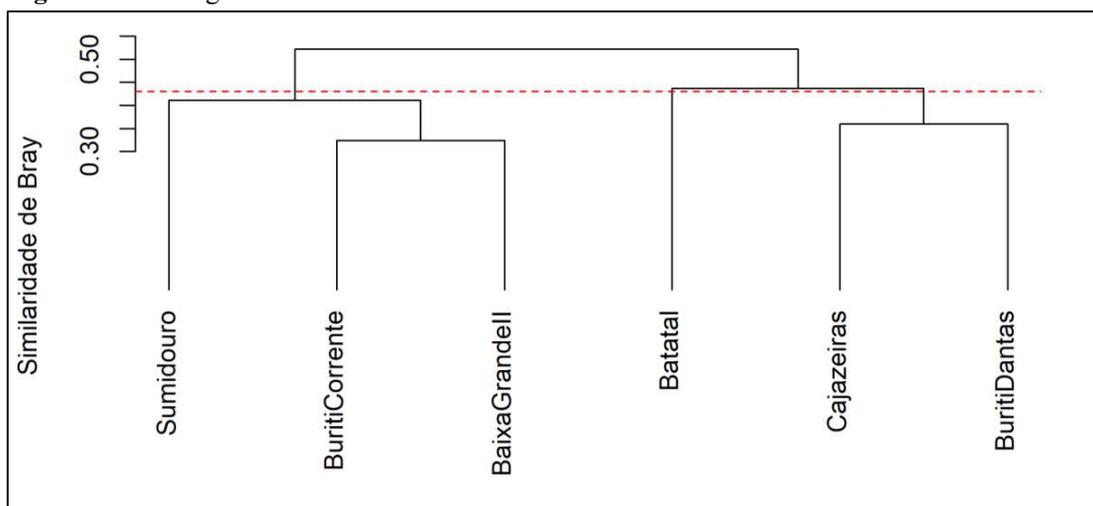
(NAKAJIMA et al., 2006) e que o acúmulo excessivo de detritos vegetais pode levar a uma redução de oxigênio dissolvido e a diminuição da água, fatos que resultam na redução da abundância desses insetos e leva a um predomínio de espécies com maior tolerância a condições hipóxicas e anóxicas (HYNES, 1970; SAMWAYS et al. al., 1996).

As variáveis ambientais interferem na presença e distribuição dos insetos aquáticos. Em um estudo realizado por Costa et al. (2011), constatou que a família Hydropsychidae estão relacionadas a altas concentrações de oxigênio dissolvido (DIAS, SIMÃO-FERREIRA, 2011), afirmam que os gêneros pertencentes a família Hydropsychidae apresentam tolerância em relação a variações da condutividade elétrica, e pode estar relacionada tanto a altos quanto a baixos valores. Estes aspectos estão relacionados a família ser abundante no ambiente e a sua capacidade de tolerância de alguns fatores. Os valores de pH estão na faixa do esperado para águas tropicais (PAYNE, 1986), sendo que o mesmo é alterado pela quantidade de precipitação.

Os riachos Buriti Corrente e Baixa Grande II apresentaram maior similaridade entre si, assim como, Cajazeiras e Buriti Dantas (**Figura 6**). Os riachos mais próximos tendem a ser mais similares, pois a distância influencia na distribuição das espécies (THORP et al. 2006), é o caso dos riachos Buriti Corrente e Baixa Grande, que pertencem ao mesmo município (Codó).

O riacho Cajazeiras e Buriti Dantas não estão geograficamente próximos, e mesmo assim apresentaram similaridade, por isso, deve-se levar em consideração os diversos fatores que também afetam a distribuição de espécies, não só a distância (HEINO et al., 2009; BINI et al., 2007), assim como a especificidade dessas larvas a fatores ambientais.

**Figura 6.** Dendrograma de Similaridade entre os riachos estudados.



### 4.3. Criação de larvas

Foram selecionadas 18 larvas de Trichoptera pertencentes a famílias Hydropsychidae e Odontoceridae para a criação, dessas, somente três emergiram, cinco morreram antes de empupar, quatro empuparam mas não chegaram a emergir e seis desapareceram da caixa de criação. Para sobreviver, os representantes de Hydropsychidae necessitam de condições ambientais semelhantes as de seus locais de origem, isso pode explicar o fato de poucos espécimes conseguirem emergir (ZHOU; KJER; MORSE, 2007; DESIDÉRIO, 2016).

As larvas permaneceram vivas por cerca de um mês, as do município de Caxias foram coletadas em agosto de 2019 e morreram ou emergiram em setembro do mesmo ano. As larvas da cidade de Codó foram coletadas em outubro de 2019 e morreram ou emergiram em novembro de 2019. O período médio de duração do estágio de pupa das larvas que conseguiram emergir foi de cerca de 10 dias.

Quando empuparam, as larvas tinham cerca de 1,3 cm de comprimento, observou-se que elas apresentavam coloração verde escuro e faziam seus casulos com os substratos encontrados nas caixas (**Figura 7 A**). Em Odontoceridae, foi observado a sua muda de abrigo e quando empupou fez uma espécie de casinha onde as laterais eram de pedaços de raízes e o teto estava coberto com um tronco. E um espécime produziu uma espécie de gelatina em volta do seu corpo (**Figura 7 B**). Os espécimes que emergiram, posteriormente serão identificados ao nível específico.

**Figura 7 A-B.** **A:** Casulo feito com substrato; **B:** Larva envolta pela “gelatina”.



## 5. CONCLUSÃO

O presente estudo apresentou 50% das famílias registradas para o estado do Maranhão. Os riachos apresentaram temperatura média, águas ácidas, alta condutividade elétrica e diferentes concentrações de oxigênio dissolvido. Observa-se que os riachos sofrem com alterações antrópicas como desmatamento, queimadas e lixo de uso doméstico. Fato que pode ocasionar alterações no pH, condutividade e oxigênio dissolvido, conseqüentemente pode interferir na distribuição de espécies de Trichoptera.

Os gêneros *Smicridea*, *Macrostemum* e *Chimarra* apresentaram significativa abundância de espécimes, em contrapartida, os gêneros *Nectopsyche* e *Marilia* tiveram menor representatividade. Em relação aos substratos, o *IndVal* demonstrou que alguns gêneros apresentaram preferência por substratos específicos, o substrato mais associado foi folha, os gênero *Smicridea* e *Chimarra* se associaram a ele. *Macrostemum* teve preferência por substrato folha e raiz, e *Helicopsyche* por pedra.

Os riachos Buriti Corrente e Baixa Grande II apresentaram similaridade, assim como os riachos Cajazeiras e Buriti Dantas, que mesmo não pertencendo ao mesmo município também apresentaram similaridade entre si.

Durante as coletas foi observado lixo nas margens dos riachos, assim como a sua utilização de forma indevida pelas pessoas. Sabemos que essas ações tem conseqüências não só na qualidade da água, mas também para os organismos que ali vivem, que inclusive são essenciais para o equilíbrio desses ecossistemas.

Em vista disso, é cada vez mais importante realizar estudos taxonomicos e ecológicos com esses organismos, especialmente com aqueles que são indicadores de qualidade de água, como é o caso dos Trichoptera. Os resultados obtidos nessa pesquisa servirão para estudos de conservação e biomonitoramento nesses locais, além de contribuir com o conhecimento de gêneros de Trichoptera nos riachos do Leste Maranhense.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Caracterização e importância dos invertebrados de águas continentais com ênfase nos ambientes de rio grande. *Cadernos de Ecologia Aquática*. Vol. 5, n. 1. p. 9-27. 2010.
- AZEVÊDO, C. A. S. **Taxonomia e Bionomia de imaturos de Megaloptera (Insecta) na Amazônia Central, Brasil**. 159f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Entomologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. INPA/UA. Manaus, 2003.
- AZEVEDO, C. A. S.; HAMADA, N. Description of the larvae of *Corydalus batesii* MacLachlan and *C. ignotus* Contreras-Ramos (Megaloptera: Corydalidae) with notes on life history and behavior. *Zootaxa* (Auckland), 1631: 33-45, 2007.
- BAPTISTA, D. F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, 12 (3): 425-441. 2008.
- BAPTISTA, D.F.; BUSS, D.F.; DORVILLÉ, L.F.M; NESSIMIAN, J. L.; SOARES, L. H. J. Distribuição de comunidades de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do Sudeste Brasileiro. *Oecologia Brasiliensis*. Vol. V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, 1998.
- BARROS, M. C. **Biodiversidade na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum**. São Luís: UEMA, p. 142, 2012.
- BASTOS, R. C. **Implicações das condições ambientais de riachos e déficit Wallaceano sobre Odonata no Nordeste, Brasil**. 38 p. Dissertação (Monografia) – Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Codó, 2018.
- BORGES, J. L. C. **Hydropsychidae (Trichoptera) como engenheiros de ecossistemas em riachos do bioma Mata Atlântica**. 73 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGE. Rio de Janeiro, 2017.
- BREDA, M.; LAZARI, P. L.; OLIVEIRA, M. B.; MENEGAT, M. N.; BERTOL, E. C.; SILVA, G. S.; DECIAN, V. S.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Composição e distribuição de Trichoptera (Insecta) em riachos subtropicais. *Revista Perspectiva, Erechim.* . v. 42, n.157, p. 17-26. 2018.
- BRASIL. Resolução CONAMA Nº 357 de 18 de março de. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências." Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Legislativo, Brasília, DF, 18 mar.2005, Seção 1, p. 58-63. 2005.
- BUCCI, M. H. S.; OLIVEIRA, L. F. C. Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). *Revista Ambiente & Água*. vol.9 no.1 Taubaté: 2014.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F. Jr. A vida nas águas das montanhas. *Ciência Hoje* 31 (182): 68-71. 2002.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES, Jr., J. F.; MORENO, P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, v. 1, p. 1-12. 2004.
- CALOR, A. R. Ordem Trichoptera Kirby 1813 (Arthropoda: Insecta). In: **Guia on-line de Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. 2007.

CALOR, A. R.; QUINTEIRO, F. B. Lista dos tricópteros (Insecta, Trichoptera) do estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* [online]. v.107. supl.0. Porto Alegre, May, 2017.

CAMARGOS, L. M. **Diversidade e distribuição de Odontoceridae (Insecta, Trichoptera) no Brasil.** Dissertação (Mestrado). 122 p. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, 2012.

CARDINALE, B.J., GELMANN, E.R., PALMER, M.A. Net spinning caddisflies as stream ecosystem engineers: The influence of Hydropsyche on benthic substrate stability. *Funct. Ecol.* 18, 381–387. 2004.

CASTRO, E. R. **Efeitos ambientais na distribuição de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em tributários do Rio Itapecuru, no Leste Maranhense.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde PGBAS/CESC/UEMA. 92 p. Caxias, 2016.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). Variáveis de qualidade das águas. 2009.

CHAGAS, F. B.; RUTKOSKI, C. F. BIENIEK, G. B. VARGAS, G. D. L. P.; HARTMANN, P. F.; HARTMANN, M. T. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. *Rev. Ambient. Água*, v. 12, n. 3. Taubaté May/June, 2017.

COSTA, J. M. C; SILVA, C. C.; SANTOS, T. C.; PEREIRA, S. M.; ALMEIDA, G. L. Insetos aquáticos da ecorregião aquática Xingu-Tapajós. In: **Ecorregião aquática Xingu- Tapajós.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, Cap.5. p.123-138. 2011.

CRAIG, D. A. Some of what you should about water or K.I.S.S. for hydrodynamics. *Bulletin of the North American Benthological Society*, 35: 178-182, 1987.

CRISCI-BISPO, V. L.; BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G. Triplectides in empty cases of Nectopsyche (Trichoptera: Leptoceridae), Intervalles State Park, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* vol. 48, n. 1. 2004.

CUMMINS, K. W.; KLUG, M. J. Feeding ecology of stream invertebrates. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 10: 147-172. 1979.

DE MOOR, F. C.; IVANOV, V. D. Global diversity of caddisflies (Trichoptera: Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, v.595, p.393-407, 2008.

DESIDÉRIO, G. R.; NETO, M. B. A.; LIMA, G. C.; NASCIMENTO, S. R. S.; AZEVÊDO, C. A. S. **Taxonomia de imaturos aquáticos da ordem Trichoptera Kirby (Insecta) em igarapés na área de Preservação Ambiental do Inhamum, Caxias – MA.** In: 63º Reunião Anual da SBPC. Goiânia, 2011.

DESIDÉRIO, G. R.; SILVA, P. B.; SOUZA, W. R. M.; PES, A. M.; AZEVÊDO, C. A. S. Caddisflies (Insecta: Trichoptera) from Maranhão State, Northeast Region, Brazil: A new species, checklist, and new geographical records. *Zootaxa*. 4221 (2): 151-171. 2017.

DIAS, A. C.; SIMÃO-FERREIRA, J. **Distribuição de larvas de Plecoptera e Trichoptera (Arthropoda: Insecta) determinada pela condutividade elétrica ao longo da bacia do Rio das Almas, Goiás, Brasil.** 2011.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for

flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, v.67, n.3, p.345-366, 1997.

EMBRAPA. Conservação da Biodiversidade do Estado do Maranhão: Cenário Atual em Dados Geoespaciais. Jaguariúna, 2016.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2º ed., Rio de Janeiro: Editor Interciência, 1998.

FITARELLI, B. **Influência das atividades antrópicas sobre a Colonização em substrato artificial por macroinvertebrados bentônicos em rio de baixa ordem no Sul do Brasil**. 33p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, 2017.

FORTUNATO, M. H. T. **Influência do uso do solo na estrutura das assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em riachos de baixa ordem da Mata Atlântica**. 59 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alfenas-UNIFAL-MG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Alfenas, 2017.

GOMES, G. R. D. **Smicridea McLachlan, 1871 (Trichoptera: Hydropsychidae: Smicrideinae) do Brasil: Associação de larvas e adultos usando sequências de DNA mitocondrial e metamorfótipo**. Dissertação (Mestrado). 140 p. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, 2016.

GOMES, G. R. D. **Taxonomia e Ecologia de larvas de Trichoptera (Insecta) em igarapés na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias – MA**. 2013. 104f. Monografia (Graduado em Ciências Biológicas) – Centro de Estudos Superiores de Caxias – CESC/UEMA. Caxias, 2013.

GONÇALVES, M. C.; ANJOS, T. P.; BERTASO, T. R. N.; SPIES, M. R. Composição e diversidade de macroinvertebrados aquáticos da bacia do Rio Camaquã, Bioma Pampa. In: XIII Congresso Brasileiro de Ecologia e III International Symposium of Ecology and Evolution, 2017, Viçosa. *Anais...*, Viçosa: 2017.

HAMADA, N.; FERREIRA-KEPPLER, R. L. **Guia Ilustrado de insetos aquáticos e semiaquáticos da Reserva Florestal Ducke**. Manaus: Editora Universidade Federal do Amazonas, v.1. 198p. 2012.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. (Eds.). **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora INPA, 2014.

HEINO, J.; MYKRÅ, H.; MUOTKA. Temporal variability of nestedness and idiosyncratic species in stream insect assemblages. *A Journal of Conservation Biogeography: Diversity and Distributions* 15: 198-206, 2009.

HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Aquatic macroinvertebrate diversity and composition in streams along an altitudinal gradient in Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*., 10, 3, 115-128. 2010.

HOLZENTHAL, R.; CALOR, A. Catalog of the Neotropical Trichoptera (Caddisflies). *ZooKeys*. 654. 1-566. 10.3897/zookeys.654.9516. 2017.

HULBERT, S. H. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52:577-585. 1971.

HYNES, H. B. N. **The ecology of running waters**. Univ. Toronto Press. xxiv + 555 ,. 1970.

JÚNIOR, A. P.; CONCEIÇÃO, C. S.; LOBO, R. R.; SANTOS, C. O. R.; SARDINHA, A. L.

Associação entre Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera e os parâmetros limnimétricos do índice de qualidade da água. *Brazilian Applied Science Review*, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 839-863, mar./abr. 2019.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. 2<sup>nd</sup> Ed. Menlo Park, Harper & Row. 620p. 1999.

LIMA, I. V. **Califorídeos coletados em áreas de Cerrado e Mata Ciliar no Leste Maranhense, Brasil**. Dissertação (Monografia). Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Codó, 2017.

MAASRI, A.; GELHAUS, J. Stream invertebrate communities of Mongolia: current structure and expected changes due to climate change. *Aquatic Biosystems*, v. 18, n. 8, p. 1-13, 2012.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Publishing, Oxford, 256 p. 2004.

MARANHÃO. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Estado do Maranhão. São Luis, Maranhão**. Governo do Estado do Maranhão, Casa Civil, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais, Grupo Permanente de Trabalho Interinstitucional. 110 p. 2011.

MELO, A. S. A critic of the use of jackknife and related non-parametric techniques to estimate species richness in assemblages. *Community Ecol.* 5(2): 149-157. 2004.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Tecnical books Editora, 2010.

NAKAJIMA, T.; ASAEDA, T.; FUJINO, T.; NANDA, A. Coarse particulate organic matter distribution in the pools and riffles of a second-order stream. *Hydrobiologia* 559: 275-283. 2006.

NEBOISS, A. Trichoptera. In *The insects of Australia: a textbook for students and research workers*. 2nd ed. (I.D. Nauman, P.B. Carne, J.F. Laurence, E.S. Nielsen & J.P. Spradbury, eds.). Cornell Univ. Press, Ithaca, NY, v.2, p.787-816. 1991.

NOGUEIRA, D. S.; CABETTE, H. S. R.; JUEN, L. Estrutura e composição da comunidade de Trichoptera (Insecta) de rios e áreas alagadas da bacia do rio Suiá-Miçú, Mato Grosso, Brasil. *Iheringia, Série Zoológica*. v. 101, n. 3. Porto Alegre, 2011.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 7<sup>o</sup> ed. Editora: Fundação Calouste Gulbenkian. 2004.

OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C.; CRISCI, V. L.; SOUSA, K. G. Distribuições de categorias funcionais alimentares de larvas de Trichoptera (Insecta) em uma região serrana do Brasil Central. *Acta Limnologica Brasiliensis* vol 11 (2): 173-183. 1999.

OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C. Ecologia de comunidades das larvas de Trichoptera Kirby (Insecta) em dois córregos de primeira ordem da Serra dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 18 (4): 1245 – 1252. 2001.

OMETTO, J.P.; GESSNER, A.; MARTINELLI, L.A.; BERNARDES, M.C., KRUSCHE, A.W.; CAMARGO, P.B. Macroinvertebrate community as indicator of land-use changes in tropical watersheds, southern Brasil. *International Journal of Ecohydrology and Hydrobiology*, v. 4, n. 1, P. 35-47, 2004

PAYNE, A. I. **The ecology of tropical lakes and rivers**. New york, John Wiley. 628p. 3 ed. 1986.

- PES, A. M. **Taxonomia, estrutura e riqueza das assembléias de larvas e pupas de Trichoptera (Insecta), em igarapés na Amazônia Central.** Tese (doutorado) 165 p. Instituto Nacional De Pesquisas Da Amazônia – INPA. Manaus, 2005.
- PES, A. M.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Rev. Bras. entomol.* v. 49 n. 2. São Paulo, 2005.
- PES, A. M.; SANTOS, A. P. M.; BARCELOS-SILVA, P.; CAMARGOS, L. M. **Ordem Trichoptera. In: Insetos Aquáticos Na Amazônia Brasileira: Taxonomia, Biologia E Ecologia.** Editora do INPA, Manaus, pp. 391–434. 2014.
- PRADO, D. C. R.; BATALLA, J. F. Levantamento e caracterização dos insetos no município de Caraguatatuba-SP: um estudo entomológico preliminar. *Unisanta BioScience.* V. 8, n. 1, p. 26-45. 2019.
- RAMOS, C. I.; ROSINI, E. F.; VARGAS, R. R.; AZEVEDO, F. D. Macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores da qualidade da água da bacia hidrográfica Popuca-botinhas, Guarulhos (SP). *Revista Geociências.* UNG-Ser, Guarulhos-SP, v. 17, n.1, 2018.
- ROCHA, A. R. F. S.; GOMES, H. S.; JANSEN, R. C. S.; SOUSA, T. N.; SOUSA, D. H. S.; GOMES, G. S.; SILVA, G. S.; GASPAR, J. C.; ARAUJO, M. F. V. CONCEIÇÃO, G. M. Riacho 3: Análise dos seus impactos ambientais, Caxias, Maranhão, Brasil. *Revista Arquivos Científicos (IMMES).* Macapá, AP. v. 2, n. 1, p. 72-80. 2019.
- ROSS, H. H. The evolution and the past dispersal of the Trichoptera. *Annual Review of Entomology*, 12: 169-206. 1967.
- SANTOS, A. P. M.; DUMAS, L. L.; HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; SOUZA, W. R. M.; CAMARGOS, L. M.; CALOR, A. R.; PES, A. M. O. Trichoptera in **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil.** PNUD. 2019. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/278>>. Acesso em: 25 out. 2020.
- SCHMITT, R. **Uso de microhabitats por imaturos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em riachos de clima subtropical.** 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- SILVA, D. J.; CONCEIÇÃO, G. M. Rio Itapecuru: Caracterização Geoambiental e Socioambiental, Município de Caxias, Maranhão, Brasil. *Scientia Plena.* v. 7, n. 1, 2011.
- SOUSA, I. G.; MENESES, R. L.; VIANA, J. M. **Cartografias invisíveis: saberes e sentires de Caxias.** Caxias: Academia Caxiense de Letras, 2015.
- SAMWAYS, M. J.; CALDWELL, P. M.; OSBORN, R. Ground-living invertebrate assemblages in native, planted and invasive vegetation in South Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 59: 19-32, 1996.
- THORP J. H, THOMS M. C, DELONG M. D. The riverine ecosystem synthesis: biocomplexity in river networks across space and time. *River Research and Applications*, 22:123–147. 2006.
- UIEDA, V. S.; GAJARDO, I. C. S. M. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. *Naturalia.* 21: 31-47. São Paulo, 1996.
- VERA LÚCIA CRISCI-BISPO.; PITÁGORAS C. B.; CLÁUDIO G. F. *Triplectides* larvae in empty cases of *Nectopsyche* (Trichoptera, Leptoceridae) at Parque Estadual Intervales, São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 48(1): 133-134, março 2004

WETZEL, R. G. Limnology. Philadelphia. Sawders ed. 743p. 1975.

WIGGINS, G. B. Larvae of the North American caddisfly genera (Trichoptera). Canada, University of Toronto Press, 1996.

WIGGINS, G. B. **Larvae of the North America Caddisfly Genera (Trichoptera)**. 2 nd. Edition. Toronto, Univerty of Toronto Press. 1998.

YOKOYAMA, E. **Distribuição de Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta) em riachos de Mata Atlântica da Serra de Paranapiacaba, Estado de São Paulo, Brasil**. 79 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Departamento de Biologia. Ribeirão Preto, 2008.

ZHOU, X.; KJER, K.M.; MORSE, J.C. Associating larvae and adults of Chinese Hydropsychidae caddisflies (Insecta: Trichoptera) using DNA sequences. *Journal of the North American Benthological Society*, 26: 719-742. 2007.

## APÊNDICE

**APÊNDICE A - GÊNEROS DE TRICHOPTERA COLETADOS**

**Figura 1.** Representantes de cada gênero coletado. **A:** *Leptonema* (Hydropsychidae); **B:** *Chimarra* (Philopotamidae); **C:** *Marilia* (Odontoceridae); **D:** *Macrostemum* (Hidropsychidae). **E:** *Smicridea* (Hidropsychidae). **F:** *Macronema* (Hydropsychidae). **G:** *Helicopsyche* (Hydropsychidae). **H:** *Nectopsyche* (Leptoceridae).

