

1 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
2 INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
3 EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
4 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
5
6
7
8

9 NATÁLIA BEATRIZ BARROS SANTOS
10
11
12

13 **Construção e validação de um Banco de dados de características funcionais de**
14 **Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) para o monitoramento ambiental**
15 **em riachos com perda de vegetação ciliar**
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

28 Belém

29 2023

NATÁLIA BEATRIZ BARROS SANTOS

**Construção e validação de um Banco de dados de características funcionais de
Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) para o monitoramento ambiental
em riachos com perda de vegetação ciliar**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do convênio da Universidade Federal do Pará e Embrapa Amazônia Oriental, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Área de concentração: Ecologia

Linha de Pesquisa: Ecologia de Comunidades e Ecossistemas

Orientador: Dr. Divino Vicente Silvério
Co-Orientadora: Dra. Ana Luiza Andrade
Co-orientador: Dr. Leandro Juen

Belém

2023

63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237c Santos, Natália Beatriz Barros.
Construção e validação de um Banco de dados de atributos funcionais de
Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) para o monitoramento
ambiental em riachos com perda de vegetação ciliar / Natália Beatriz
Barros Santos. — 2023.
71 f.: il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Divino Vicente Silvério
Coorientação: Prof^a. Dra. Ana Luiza Andrade
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Belém,
2023.

1. Base de dados. 2. Característica funcional. 3.
Macroinvertebrados bentônicos. 4. Uso da terra. 5. Ecologia de
riachos. I. Título.

CDD 574.524

99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135

NATÁLIA BEATRIZ BARROS SANTOS

**Construção e validação de um Banco de dados de atributos funcionais de
Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) para o monitoramento ambiental
em riachos com perda de vegetação ciliar**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do convênio da
Universidade Federal do Pará e Embrapa Amazônia Oriental, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Ecologia pela Comissão Julgadora composta pelos
membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Divino Vicente Silvério
Universidade Federal Rural da Amazônia (Presidente)

Prof^a Dra. Yulie Shimano Feitoza
Instituto Nacional de Pesquisa do Pantanal (INPP)

Prof. Dr. Diego Marcel Parreira de Castro
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Prof^a. Dra. Ana Paula Justino de Faria
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Prof. Dr. Renato Tavares Martins
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Aprovada em: 05 de maio de 2023
Local de defesa: Por parecer

136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168

A Deus e aos meus pais, Albery da Silva Santos
(*in memoriam*) e Rejane Oliveira Barros Araújo

169

170

AGRADECIMENTOS

171 Agradeço antes de qualquer coisa a Deus, por ter aumentado minha fé nos momentos de fraqueza e me
172 amparado em todos os momentos de medo e fragilidade.

173 Ao meu orientador Dr. Leandro Juen, por prontamente ter aceitado me orientar sem me conhecer, a toda
174 paciência e por ter compartilhado tanto conhecimento comigo. Sem dúvidas tudo que aprendi nesses anos
175 é impagável, sou eternamente grata pela confiança depositava em mim e por nunca ter hesitado em
176 contribuir com meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

177 A minha coorientadora Dra. Ana Luiza-Andrade, sou imensamente grata pelas inúmeras contribuições e
178 ensinamentos sobre a diversidade funcional. Mesmo com a coorientação á distancia sempre foi nítido sua
179 atenção a tudo aquilo que eu escrevia e todo empenho dedicado.

180 Ao meu orientador Dr. Divino Vicente, sou muito grata por todo amparo nesses últimos meses, pelas
181 contribuições e ensinamentos.

182 À Fundação de Amparo à pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão
183 (FAPEMA) pela bolsa concedida durante o mestrado. Ao laboratório de Ecologia e Conservação
184 (LABECO), a Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Programa de Pós-graduação em Ecologia
185 (PPGECO) pela infraestrutura e suporte financeiro oferecido para o desenvolvimento da pesquisa.

186 Aos doutores (as) avaliadores da presente dissertação que contribuíram durante as duas semanas da Pós e
187 na qualificação: Ana Luiza-Andrade, Erlane José Cunha, Silvia Milesi, Diego Castro, Yulie Shimano,
188 Adriano Sanches Melo e Ana Paulo Justino de Faria. As importantes contribuições de vocês em versões
189 anteriores nos ajudaram no aperfeiçoamento desta dissertação.

190

191 À minha mãe, Rejane Barros, minha fortaleza e porto seguro. Obrigada por sempre acreditar no meu
192 potencial (até mais do que eu), por nunca ter medido esforços pela minha educação, por me apoiar nas
193 minhas decisões. Chegamos até aqui juntas, obrigada por tudo, te amo!

194

195 Ao meu pai, Albery Santos (*in memoriam*) que partiu de forma tão inesperada e dolorosa faltando dois
196 meses para minha qualificação. Desde a sua partida, eu lutei todos os dias para ser forte pois sei o quanto
197 essa conquista alegraria seu coração. Obrigada por ter feito tudo pela minha educação! Te amarei
198 eternamente, minha estrelinha!

199

200 Ao meu namorado, Tiago Reis, meu companheiro e amor da minha vida. Obrigada por ter sido paciente,
201 por me apoiar e me ajudar sempre. Agradeço pelas ligações e pelos filmes que me ajudaram em todos os
202 momentos de estresse e de saudades de casa, mesmo com os quase 700 km que nos separavam. Teu amor
203 e tuas orações me fortaleceram!

204 À minha família, em especial a minha avó, minha madrinha e as minhas primas Gabriela e Larissa. O apoio
205 de vocês foi essencial para que eu chegasse até aqui!

206 À Ingrid Reis (cristalzinho) com quem eu morei em Belém. Obrigada por ter sido minha família, minha
207 amiga, minha irmã e principalmente por ter tolerado meus dias de estresse. Obrigada por ter feito bolo de
208 chocolate, purê de batata, pelos passeios de pé por Belém rs... Enfim, obrigada por ter feito tantas coisas
209 por mim, elas não caberiam aqui. Amo você, mana.

210 À Josi, que foi uma amizade vinda do cuidado e do amor de Deus com a minha vida. Obrigada pelas
211 conversas, por toda ajuda, pelas risadas, pelos cafezinhos. Tudo se tornava mais leve com teu otimismo e
212 nossos papos pela UFPA, voce é luz!

213 Ao Gabriel, obrigada por todas as conversas e ajuda, desde a minha recepção no laboratório até as últimas
214 versões do artigo da dissertação. Sempre aprendi muito com os teus rabiscos explicativos rsrs!

215 Aos meus colegas de laboratório, Fábio Santos, Cristian Mendoza, Juan Matteo, Seu Jorge, Rafa, Victor,
216 Emmy, que por muitas vezes conversamos sobre estatística e afins, rimos e trocamos experiencias. Aos
217 colegas de whatsApp keila, Everton e Rodrigo, pelos altos papos no eterno e guerreiro grupo de estatística
218 Univariada.

219 As minhas amigas, Maria Rita e Livia. Vocês são maravilhosas, obrigada pelo apoio!

220 A todos que não citei o nome, mas que contribuíram de alguma forma, seja de forma direta ou indireta,
221 para a realização desse trabalho.

222 Obrigada a todos!

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242 **Construção e validação de um Banco de dados de características funcionais de**
243 **Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) para o monitoramento ambiental em**
244 **riachos com perda de vegetação ciliar**

245

246

RESUMO

247

248 Alterações na paisagem causadas pelo uso da terra tem grande impacto para os ecossistemas aquáticos
249 e modificam fortemente as comunidades biológicas dos riachos. Grandes biomas brasileiros como o
250 Cerrado e a Amazônia têm sofrido severas perdas de seu território em decorrência das transformações
251 do uso da terra e as consequências para as comunidades biológicas ainda precisam ser melhor
252 compreendidas. Insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) compõe um grupo
253 heterogêneo, com uma grande diversidade taxonômica e funcional, amplamente utilizado em estudos
254 ecológicos e de biomonitoramento, podendo responder a mudanças no ambiente. Nesse contexto, o
255 presente trabalho é composto por duas sessões. Na primeira, compilamos informações de
256 características funcionais de EPT em estágio larval ocorrentes na Amazônia Brasileira em um banco
257 de dados. A construção deste banco de dados de características funcionais é uma importante base para
258 estratégias de conservação, uma vez que características funcionais de populações e comunidades
259 incorporam diversidade e respostas às condições ambientais. A proposta visa a expansão do
260 conhecimento funcional para EPT e a disponibilização desse banco de dados para outros
261 pesquisadores, o que trará a possibilidade de futuras comparações com bases de dados de outras áreas
262 ou biomas, que por sua vez, permitirá o mapeamento da abordagem funcional dos EPTs
263 nacionalmente ou de grandes regiões. Na segunda sessão, nosso objetivo foi avaliar como a perda da
264 vegetação ciliar e a integridade física do habitat influenciam nas respostas funcionais e taxonômicas
265 de EPT em riachos distribuídos nos biomas brasileiros da Amazônia e do Cerrado. Para isso, testamos
266 duas hipóteses: (i) riachos com maior proporção de vegetação ciliar e maior integridade ambiental,
267 sustentam maior riqueza taxonômica de gêneros de EPT, assim como maior riqueza funcional e maior
268 divergência funcional, e (ii) a fitofisionomia dos riachos amazônicos proporcionam maior riqueza
269 taxonômica, riqueza funcional e divergência funcional em relação aos riachos do Cerrado. Como
270 resultado da sessão um, foram compiladas informações de oito características funcionais, divididos
271 em 31 atributos funcionais para 107 gêneros de EPT ocorrentes na Amazônia Brasileira. O banco de
272 dados tem potencial de agregar positivamente com futuros estudos ecológicos, tanto com
273 comunidades aquáticas, quanto terrestres que dependem diretamente ou indiretamente dessas. Na
274 sessão dois, tivemos como resultado que a perda da vegetação ciliar e da integridade ambiental
275 influenciam as respostas taxonômicas e a divergência funcional das comunidades de EPT. Por outro
276 lado, esses fatores não foram importantes para explicar a riqueza funcional. Na comparação entre os
277 biomas, a riqueza taxonômica e funcional foi maior para os riachos da Amazônia, porém a divergência
278 funcional foi similar entre os dois biomas. O estudo reforça a importância da integridade dos riachos
279 e da conservação da vegetação ciliar para a manutenção da biodiversidade de comunidades aquáticas.

280

281 **Palavras-Chave:** Base de dados; Característica funcional, Macroinvertebrados bentônicos; Uso da
282 terra; Ecologia de riachos.

283

284

285

286

287

288

289

290 **Construction and validation of a database of functional characteristic of**
291 **Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (EPT) for environmental**
292 **monitoring in streams with loss of riparian vegetation**

293

294

ABSTRACT

295 Changes in the landscape caused by land use have a great impact on aquatic ecosystems and strongly
296 modify the biological communities of streams. Large Brazilian biomes such as the Cerrado and the
297 Amazon have suffered severe losses of their territory as a result of changes in land use and the
298 consequences for biological communities still need to be better understood. Insects of the orders
299 Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (EPT) make up a heterogeneous group, with a great
300 taxonomic and functional diversity, widely used in ecological studies and biomonitoring, being able
301 to respond to changes in the environment. In this context, the present work is composed of two
302 sessions. In the first, we compiled information on functional characteristics of EPT in the larval stage
303 occurring in the Brazilian Amazon in a database. The construction of this database of functional
304 characteristics is an important basis for conservation strategies, since functional characteristics of
305 populations and communities incorporate diversity and responses to environmental conditions. The
306 proposal aims at expanding the functional knowledge for EPT and making this database available to
307 other researchers, which will bring the possibility of future comparisons with databases from other
308 areas or biomes, which in turn will allow the mapping of the functional approach from EPTs
309 nationally or from large regions. In the second session, our objective was to evaluate how the loss of
310 riparian vegetation and the physical integrity of the habitat influence the functional and taxonomic
311 responses of EPT in streams distributed in the Brazilian biomes of the Amazon and Cerrado. For this,
312 we tested two hypotheses: (i) streams with a higher proportion of riparian vegetation and greater
313 environmental integrity support greater taxonomic richness of EPT genera, as well as greater
314 functional richness and greater functional divergence, and (ii) the phytophysiology of Amazonian
315 streams provide greater taxonomic richness, functional richness and functional divergence in relation
316 to Cerrado streams. As a result of session one, information on eight functional traits was compiled,
317 divided into 31 functional attributes for 107 EPT genera occurring in the Brazilian Amazon. The
318 database has the potential to add positively to future ecological studies, both with aquatic and
319 terrestrial communities that depend directly or indirectly on them. In session two, we found that the
320 loss of riparian vegetation and environmental integrity influence taxonomic responses and functional
321 divergence of EPT communities. On the other hand, these factors were not important to explain the
322 functional richness. Comparing the biomes, the taxonomic and functional richness was higher for the
323 Amazon streams, but the functional divergence was similar between the two biomes. The study
324 reinforces the importance of the integrity of streams and conservation of riparian vegetation for
325 maintaining the biodiversity of aquatic communities.

326

327 **Keywords:** Database; Trait; Benthic macroinvertebrates; Land use; Ecology of streams.

328

329

330

331

332

333

SUMÁRIO

334

335 **1. INTRODUÇÃO GERAL 1**

336 **2. Sessão I..... 5**

337 2.1 RESUMO6

338 2.2 INTRODUÇÃO6

339 2.3 MATERIAL E MÉTODOS7

340 2.3 RESULTADO E DISCUSSÃO12

341 2.4 PERSPECTIVA PARA FUTUROS ESTUDOS28

342 2.5 CONCLUSÕES28

343 2.4 REFERENCIAS.....29

344 **3. Sessão II 34**

345 3.1 RESUMO35

346 3.2 INTRODUÇÃO35

347 3.3 MATERIAL E MÉTODOS39

348 3.4 RESULTADOS.....43

349 3.4 DISCUSSÃO45

350 3.4 CONCLUSÃO48

351 3.4 REFERENCIAS.....48

352 **4. Anexos.....54**

353

354 INTRODUÇÃO GERAL

355

356 Alterações na paisagem causadas pelo uso da terra tem um enorme impacto para os
357 ecossistemas aquáticos e modificam fortemente as comunidades biológicas dos riachos (Luiza-
358 Andrade et al., 2017b). Grandes biomas brasileiros como o Cerrado e a Amazônia têm sofrido severas
359 perdas de suas características em decorrência das transformações do uso da terra e as consequências
360 dessas transformações sobre as comunidades biológicas ainda precisam ser melhores compreendidas.
361 O Cerrado brasileiro é uma das savanas com maior biodiversidade do mundo, mas grande parte de
362 sua cobertura original foi desmatada para dar lugar a lavouras e pastagens (Klink et al., 2005). Entre
363 os estados que compõem a fronteira agrícola MATOPIBA (sigla criada para representar a fronteira
364 agrícola entre Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), o Cerrado tem apresentado perdas significativas
365 da vegetação nativa - 1,3 milhão de hectares no estado do Maranhão (Carneiro & Costa, 2016). Na
366 Amazônia brasileira a situação é semelhante, os ecossistemas aquáticos foram amplamente
367 modificados ao longo dos anos por atividades antrópicas como a agricultura e a pecuária (Cruz et al.,
368 2022). Entre os grandes vilões na Amazônia estão a monocultura da palma de dendê (*Elaeis*
369 *guineensis* Jacq), soja, pecuária, corte convencional e manejo de madeira e a mineração,
370 principalmente no estado do Pará onde tais atividades tem se intensificando nas últimas décadas
371 (Calvão et al., 2016; Juen et al., 2016; Cruz et al., 2022; Rivera-Pérez et al., 2022).

372 Apesar dos intensos processos de alterações dos ambientes aquáticos pelas modificações no
373 uso do solo serem similares nos dois biomas, o efeito sobre a biodiversidade pode ser diferente, uma
374 vez que as fitofisionomias apresentam estrutura de vegetação diferentes. Enquanto a Amazônia possui
375 uma vegetação densa e úmida, o Cerrado apresenta uma vegetação naturalmente mais aberta e seca,
376 o que, portanto, não incorreria em impacto direto na alteração dos processos de entrada de energia,
377 como seria esperado de acontecer na Amazônia (Sano et al., 1998; Braga et al., 1979). A substituição
378 da vegetação natural por áreas de monoculturas como para o plantio de soja, de palma de dendê ou
379 de outros tipos de uso da terra, ocasiona a redução e a fragmentação da paisagem podendo
380 comprometer a vegetação ciliar. A retirada da vegetação ciliar modifica a entrada de matéria orgânica,
381 desestabiliza as margens dos córregos, aumentando o transporte de partículas e a concentração de
382 sedimentos finos que ficam em suspensão nas redes fluviais (Nessimian et al., 2008; Juen et al., 2016).
383 Esses impactos operam como filtros de biodiversidade (Hu et al., 2019; Pereira et al., 2019), podendo
384 ocasionar a diminuição da abundância ou até mesmo a exclusão local de gêneros, modificando a
385 estrutura e a funcionalidade das assembleias (Castro et al., 2017).

386 Em oposição, a presença da vegetação ciliar favorece a entrada de matéria orgânica, uma
387 importante fonte de alimentos e de microhabitats (como folhas, galhos, frutos, troncos entre outros)

388 para os macroinvertebrados aquáticos (Cummins 1973; Valle et al., 2013; Lião et al., 2022). Ela
389 ainda funciona como uma zona tampão para a manutenção dos ecossistemas aquáticos (Dala-CORTE
390 et al., 2020), atenuando ou controlando a entrada de poluentes provenientes das atividades antrópicas
391 que ocorrem na paisagem e que podem levar a alterações na integridade do habitat.

392 A integridade do Habitat, grau de preservação e da complexidade ambiental de um
393 ecossistema (Brasil et al., 2020) é uma importante variável preditora das assembleias biológicas
394 porque é uma métrica que avalia as consequências do uso da terra sobre a qualidade da água de riachos
395 (Nessimian et al., 2008). Como as transformações no uso da terra se intensificam e promovem
396 alterações diretas sobre a integridade do habitat, é necessário entendermos melhor quais as
397 consequências do desflorestamento sobre a composição taxonômica e as características funcionais de
398 invertebrados aquáticos (Luiza-Andrade et al., 2017b; Castro et al., 2017; Gimenez et al., 2017;
399 Marques et al., 2021).

400 Para isso, a abordagem funcional constitui-se uma importante ferramenta para estudos que
401 visam esse meio, uma vez que a abordagem representa o valor e a variação dos espécimes e suas
402 características que afetam o funcionamento das comunidades e/ou o ecossistema (Tilman, 2001;
403 Violle et al., 2007). As pesquisas que utilizam as características funcionais objetivam examinar as
404 funções ecológicas dos gêneros em ecossistemas aquáticos diante de alterações ambientais, buscando
405 relacionar as características que podem prever respostas e efeitos (Townsend & Hildrew, 1994).
406 Sendo assim, torna-se possível caracterizar as respostas e às modificações no ambiente, incluindo a
407 montagem da comunidade (“*response trait*”), ou aquelas que quantificam a influência que os
408 organismos podem ter nos processos do ecossistema (“*effect trait*”) (Violle et al., 2007; Diaz et al.,
409 2013). Entre as métricas da abordagem funcional, a riqueza funcional (FRic) e a divergência funcional
410 (FDiv) são importantes medidas, pois estão diretamente ligadas a proporção da vegetação ciliar.
411 Enquanto a riqueza funcional (FRic) mensura a quantidade de espaço funcional preenchido pelos
412 gêneros de uma comunidade (Mason & Mouillot 2003), a divergência funcional (FDiv) descreve a
413 irregularidade na distribuição dos valores dos atributos ocupado por todos os gêneros de uma
414 comunidade (Garnier et al., 2015).

415 Para este estudo, o grupo alvo selecionado foram os insetos aquáticos das ordens
416 Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) que são rapidamente impactados por alterações nos
417 ecossistemas aquáticos. Eles desempenham importantes funções nos sistemas aquáticos, atuando
418 principalmente na ciclagem de nutrientes (Jacobus et al., 2019; Morse et al., 2019). Em especial, nos
419 ecossistemas aquáticos da Amazônia estão entre os maiores detentores de biodiversidade do planeta,
420 abrigando assim grande biodiversidade de organismos aquáticos (Zimbres et al., 2018). Mesmo com
421 a maior biodiversidade do planeta, o conhecimento a respeito das características funcionais dos

422 gêneros de EPT da Amazônia ainda não está bem caracterizada, e geralmente está restrita a uma
423 abordagem de relação entre os grupos tróficos e os tipos de uso da terra (Ceneviva-Bastos et al., 2017;
424 Lima et al., 2022). Como consequência disso, ainda existe grande lacuna e carência de informações
425 acerca de características funcionais dos EPT na região Amazônica, principalmente em forma de banco
426 de dados. No Cerrado, sobretudo no Leste maranhense, o conhecimento de características funcionais
427 também é incipiente, e os poucos estudos que existem correspondem às ordens Odonata e Trichoptera
428 em áreas de ecótono de Cerrado-Caatinga (Veras et al., 2020; Viana et al., 2020), indicando grande
429 lacuna para estudos funcionais com EPT.

430 A construção de *databases* já é uma realidade em estudos ecológicos. Ecólogos já agruparam
431 informações para peixes (Brosse et al., 2021) e para aranhas (Pekar et al., 2021). Para
432 macroinvertebrados aquáticos também existem algumas bases de dados (Waller et al., 2019;
433 Sarremejane et al., 2020; Twardochleb et al., 2020), porém focadas em características e fauna de
434 outros continentes, que na maioria das vezes não contempla ou não representam a biodiversidade
435 tropical. Por isso, uma base de dados de características funcionais para a Amazônia tem potencial
436 para revelar maior compreensão dos processos ecológicos, por disponibilizar informações que torne
437 possível analisar características funcionais isoladas ou em conjuntos e suas relações com os processos
438 ecossistêmicos (Poff et al., 2006; Statzner et al., 2004; Violle et al., 2007; Nock et al., 2016).

439 Nesse contexto, o presente trabalho é composto por duas sessões. Na primeira, compilamos
440 informações de características funcionais de Ephemeroptera, Plecoptera e de Trichoptera em estágio
441 imaturo ocorrentes na Amazônia Brasileira em um banco de dados. A construção deste banco de
442 dados de características funcionais é uma importante base para estratégias de conservação, uma vez
443 que características funcionais de populações e comunidades incorporam diversidade e respostas às
444 condições ambientais. A proposta visa a expansão do conhecimento funcional para EPT e a
445 disponibilização desse banco de dados para outros pesquisadores, o que trará a possibilidade de
446 futuras comparações com bases de dados de outras áreas ou biomas, que por sua vez, permitirá o
447 mapeamento da abordagem funcional dos EPTs nacionalmente ou de grandes regiões. Na segunda
448 sessão, nosso objetivo foi avaliar como a perda da vegetação ciliar e a integridade física do habitat
449 influenciam nas respostas funcionais e taxonômicas de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em
450 riachos distribuídos nos biomas brasileiros da Amazônia e do Cerrado. Para isso, testamos duas
451 hipóteses: (i) riachos com maior proporção de vegetação ciliar e maior integridade ambiental,
452 sustentam maior riqueza taxonômica de gêneros de EPT, assim como maior riqueza funcional e maior
453 divergência funcional, e (ii) a fitofisionomia dos riachos amazônicos proporcionam maior riqueza
454 taxonômica, riqueza funcional e divergência funcional em relação aos riachos do Cerrado. Esperamos
455 para ambos os biomas que, riachos com vegetação ciliar mais intacta mantenham maior

456 heterogeneidade ambiental nos ecossistemas aquáticos. A heterogeneidade é um dos principais
457 agentes estruturadores das comunidades aquáticas, garantindo uma maior disponibilidade de recursos
458 alimentares e de microhabitats. Nas comparações entre os biomas, esperamos que a riqueza
459 taxonômica, riqueza funcional e a divergência funcional sejam maiores em riachos amazônicos, em
460 virtude desses riachos apresentarem vegetação ripária tipicamente florestal.

461

462

463

464

465

466

467

468

469 **• Sessão I**

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

**Banco de dados de características funcionais de
gêneros de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera
(EPT) para Amazônia**

O primeiro capítulo desta dissertação foi elaborado e formatado conforme as normas da revista Aquatic Science, disponível em: <https://www.springer.com/journal/27/submission-guidelines>

493 **BANCO DE DADOS DE TRAITS DE GÊNEROS DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E**
 494 **TRICHOPTERA (EPT) EM ESTÁGIO IMATURO PARA A AMAZÔNIA**

495 Natália Beatriz Barros Santos^{1,4}, Gabriel Martins Cruz^{1,2}, Josinete Sampaio Monteles^{1,4}, Ana Paula Justino Faria⁴, Viviane
 496 Caetano Firmino^{1,2}, Yulie Shimano³, Victor Rennan Santos Ferreira^{1,4}, Ana Luiza-Andrade^{1,2}; Frederico Falcão Salles⁵,
 497 Diego M. P. de Castro⁶, Fábio Batagini Quinteiro⁷, Lucas R. C. Lima⁸, Lucimar G. Dias⁹, Ana Maria O. Pes¹⁰, Neusa
 498 Hamada¹⁰, Leandro Juen^{1,2,4}

499
 500 1-Laboratório de Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Pará/ Rua Augusto Correia, Nº 1, Bairro Guamá, CEP, 66075-110, Belém, Pará, Brasil

501 2- Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, Belém, Pará, CEP: 66075-110, Brazil

502 3-Instituto Nacional de Pesquisa do Pantanal. Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá, Mato Grosso, CEP: 78060-900, Brazil

503 4-Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Pará e Embrapa Amazônia Oriental, Rua Augusto Correia, Nº 1, Bairro Guamá, CEP, 66075-110, Belém, Pará,
 504 Brazil

505 5- Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Entomologia, Av. PH Rolphs sn UFV, CEP: 36570000, Viçosa, Minas Gerais, Brazil

506 6- Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral, Av. Antônio Carlos, 6627 Pampulha CEP: 30161970, Belo Horizonte,
 507 Minas Gerais, Brazil

508 7- Universidade Federal do Pará, Instituto de Estudos Costeiros de Bragança. Alameda Leandro Ribeiro, s/n Aldeia CEP: 68600000, Bragança, Pará, Brazil

509 8- Universidade Estadual do Piauí, Avenida Santo Antônio, S/N São Luís CEP: 64280000, Campo Maior, Piauí, Brazil

510 9-Universidad de Caldas, Sede Principal Calle 65 No 26, Apartado aéreo 275, Palogrande Manizales, Colômbia

511 10- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Biodiversidade, Avenida André Araújo, 2936, Campus II LACIA, Petrópolis CEP: 69067375, Manaus, Amazonas -
 512 Brazil

513 **RESUMO**

514 Os insetos aquáticos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) apresentam ampla distribuição,
 515 desempenham importante papel ecológico nos ecossistemas aquáticos, atuando principalmente na ciclagem de nutrientes
 516 nos sistemas lóticos, além de serem organismos com alta diversidade morfológica e funcional. Existem diversos estudos
 517 avaliando a diversidade morfológica e funcional de EPT, mas esse conhecimento se encontra fragmentado e diluído na
 518 literatura, sendo importante sintetizar essas informações, sobretudo em regiões com alta diversidade como a Amazônia.
 519 Essa síntese de traits morfológicos, ecológicos e de história de vida de gêneros de EPT que ocorrem na Amazônia pode
 520 auxiliar no avanço do conhecimento sobre o funcionamento dos ecossistemas de água doce da região e no manejo das
 521 suas bacias hidrográficas. Diante disso, o objetivo do estudo foi compilar informações em um banco de dados de atributos
 522 funcionais de imaturos de EPT que tem distribuição registrada na Amazônia Brasileira. O banco de dados desse estudo
 523 registrou informações de traits morfológicos, ecológicos e história de vida de 105 gêneros de EPT. Também identificamos
 524 que ainda existem lacunas de conhecimento desses traits para os gêneros de EPT com baixo registro de ocorrência
 525 (registros mais raros). As informações do banco de dados de traits de EPT podem ser usadas para abordar questões de
 526 pesquisas fundamentais em ecologia sobre o funcionamento dos ecossistemas de água doce.

527

528 **Palavras-Chave:** Diversidade funcional; Insetos aquáticos; Característica funcional; Ecossistema de água doce.

529

530 **INTRODUÇÃO**

531

532 A diversidade funcional é uma abordagem frequente em estudos ecológicos com diversos grupos biológicos
 533 terrestres e aquáticos, como peixes (Diamond et al. 2023), aves (Melo et al. 2022), plantas (Jacobsen 2022) e insetos
 534 aquáticos (Castro et al. 2017). Em geral, são usadas características relacionadas à morfologia, ecologia, comportamento
 535 e história de vida dos organismos para investigar o papel que os organismos desempenham no ecossistema (Tilman 2001)
 536 e como o ecossistema afeta o fitness dos organismos (Violle et al. 2007; Nock et al. 2016). Contudo, para isso é importante
 537 ter informações sobre os traits dos gêneros, que para alguns grupos como os insetos aquáticos, estão dispersas em diversas
 538 publicações, o que dificulta identificar os potenciais lacunas Raunkiaeran (Hortal et al. 2015).

539 Os insetos aquáticos são importantes indicadores de qualidade ambiental nos ecossistemas aquáticos, pois
540 respondem rapidamente a mudanças nas condições ambientais locais, exibindo diferentes níveis de tolerância (Rosenberg
541 e Resh 1993; Martins et al. 2014). Além disso, eles são organismos importantes para o funcionamento dos ecossistemas
542 aquáticos, atuando principalmente na ciclagem de nutrientes e no fluxo energético do sistema (Jacobus et al. 2019; Morse
543 et al. 2019). Entre os insetos aquáticos, as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (em conjunto, conhecido como
544 EPT) compõe um grupo heterogêneo, com alta diversidade taxonômica e funcional, sobretudo em relação a morfologia e
545 hábitos alimentares, sendo amplamente utilizado em estudos ecológicos e de biomonitoramento (Hamada et al. 2014; Pes
546 et al. 2014; Salles et al. 2014), onde podem responder de mudanças sutis (Faria et al. 2017) à mais intensas na condição
547 do ambiente (Faria et al. 2023). Estudos utilizando traits de EPT têm crescido e apresentado resultados promissores na
548 Amazônia (Luiza-Andrade et al. 2017; Lima et al. 2022) e no Cerrado brasileiro (Castro et al. 2017; Marques et al. 2021).
549 No cerrado brasileiro, Castro et al. (2017) associaram características funcionais, em especial o número potencial de ciclos
550 reprodutivos, com o tipo de substrato. Enquanto Lima et al. (2022) e Marques et al. (2021) verificaram a influência do
551 desmatamento sobre os grupos funcionais alimentares de EPT na Amazônia Oriental e na fronteira agrícola do Sudeste
552 da Amazônia. Os resultados encontrados até o momento, corroboram que o desflorestamento, especialmente em matas
553 ciliares, contribui para modificações nas fontes alimentares resultando no estabelecimento de grupos específicos a
554 depender do uso da terra predominante. Trituradores, por exemplo, tendem a predominar em riachos sem o uso da terra,
555 raspadores em bacias hidrográficas de lavouras com matas ciliares e coletores-filtradores em bacias hidrográficas de
556 lavouras (Marques et al. 2022).

557 Em estudos ecológicos, a construção de banco de dados é uma realidade na Europa e América do Norte (Poff et
558 al. 2006) para os grupos de peixes (Brosse et al. 2021), aranhas (Pekar et al. 2021) e insetos aquáticos (Sarremejane et al.
559 2020; Twardochleb et al. 2020). Na América do Sul, banco de dados de traits para os grupos de insetos aquáticos são
560 escassos, sendo conhecido apenas para Odonata que ocorrem na Amazônia (Ferreira et al. 2023). Apesar de serem
561 registrados avanços em estudos taxonômicos com insetos aquáticos na Amazônia (Paiva et al. 2021; Luiza-Andrade et al.
562 2022), poucos estudos com diversidade funcional foram conduzidos (Ceneviva-Bastos et al. 2017; Luiza-Andrade et al.
563 2020; Lima et al. 2022) e não foi encontrado nenhum banco de dados de traits de gêneros que ocorrem nessa região
564 altamente diversa. Assim, sintetizar essas informações em um banco de dados tem potencial para aumentar a compreensão
565 sobre a dinâmica de distribuição da comunidade e os processos ecológicos em áreas com potencial perda de qualidade
566 ambiental (Statzner et al. 2004; Poff et al. 2006; Violle et al. 2007; Nock et al. 2016, Resende et al. 2021) e com crescente
567 taxa de desmatamento (MapBiomas, 2023). Diante disso, o objetivo do estudo foi compilar um banco de dados de traits
568 de gêneros de EPT no estágio imaturos que tem distribuição registrada na Amazônia Brasileira. A construção deste banco
569 de dados é uma importante ferramenta para possibilitar o planejamento e execução de estratégias de gestão das bacias
570 hidrográficas amazônica. A proposta também visa a expansão do conhecimento sobre as características funcionais de
571 imaturos de EPT, através de uma base de dados dos gêneros que têm registro de distribuição na Amazônia.

572

573 MATERIAL E MÉTODOS

574 CONSTRUÇÃO DO BANCO DE DADOS

575 O primeiro passo para a elaboração da base de dados de gêneros de EPT no estágio imaturo foi listar os gêneros
576 com distribuição para Amazônia, baseado em chaves de identificação dos espécimes (Hamada et al. 2014; Pes et al. 2014;
577 Salles et al. 2014). A confirmação da ocorrência desses gêneros foi realizada através de consulta no Catálogo Taxonômico
578 da Fauna do Brasil (CTFB 2022) de acordo com as respectivas ordens que compõem o banco de dados: Ephemeroptera
579 (Salles et al. 2023), Plecoptera (Lecci e Duarte 2023) e Trichoptera (Santos et al. 2023). Para isso utilizou-se, para as três

ordens de EPT, uma lista on-line com informações taxonômicas válida sobre a distribuição de gêneros que ocorrem no Brasil e na Amazônia. Além disso, foram somados registros de ocorrência de gêneros de EPT coletados em mais de 500 riachos na Amazônia por uma rede de pesquisadores pertencentes aos Laboratórios de Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Pará (LABECO-UFPA) e ao Laboratório de Citotaxonomia e Insetos Aquáticos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (LACIA-INPA).

Em seguida, foi realizada a busca ativa por informações dos traits: tamanho do corpo, formato do corpo, flexibilidade do corpo, hábito alimentar, refúgio, locomoção, respiração e número potencial de ciclos reprodutivos por ano. Esses traits foram selecionados por serem importantes para a compreensão de vários processos ecológicos e estão associados a morfologia, ecologia e história de vida de EPT (Tabela I). A padronização da nomenclatura desse estudo foi baseada em Baptista et al. (2006), Poff et al. (2006), Tomanova e Usseglio-Polatera (2007), Hamada et al. (2014) e Castro et al. (2017). Para compilar as informações para o banco de dados, nós seguimos dois passos: síntese da literatura e comunicação pessoal com taxonomistas de cada ordem. Na síntese da literatura foi (i) utilizado o repositório Google Scholar, Scielo e Web of Science, filtrando artigos publicados em inglês, espanhol e português e, (ii) literatura cinza, como dissertações e teses devido à carência de informações para alguns gêneros de EPT. Utilizamos como palavras-chaves: “*trait**”, “traço”, “atributo”, “característica funcional”, “características funcionais” OR “functional diversity ” OR “Morphology” OR “Life history” OR “Ecology” AND “Ephemeroptera”, “Trichoptera”, “Plecoptera”, “Mayfl*”, “Stonefl*” and “Caddisfl*”.

A busca de literatura compreendeu todos os artigos publicados entre 1991 (ano em que os artigos foram adicionados nas plataformas) até dezembro de 2022. A pesquisa resultou em 50 artigos (Material Suplementar), mas foram excluídos os estudos que: (i) realizados fora dos limites da América Latina, (ii) gêneros de EPT sem ocorrência registrada para a Amazônia, (iii) Classificação biológica acima de gênero e, (iv) estudos duplicados. Esse filtro resultou na seleção de 30 artigos e dois livros que foram utilizados para sintetizar as informações sobre atributos funcionais de imaturos de EPT. Além disso, foram consultados seis especialistas das ordens EPT, sendo eles: Neusa Hamada, Ana Maria Pes, Frederico Falcão Salles, Fábio Batagini Quinteiro, Lucas Ramos Costa Lima e Lucimar Dias, que contribuíram com informações da história natural dos grupos. É importante ressaltar que o banco de dados se concentrou na busca por informações de imaturos, com exceção dos dados de reprodução, os quais foram utilizadas informações baseadas nos adultos, uma vez que a reprodução ocorre somente nessa fase de vida. As medidas morfológicas (tamanho, flexibilidade e forma do corpo) foram baseadas de acordo com os dados disponibilizado na literatura para imaturos, contudo, desconhecemos os instares utilizados para a padronização dessas medidas.

609 TRAITS

Os traits receberam valores com base na codificação *fuzzy* (Chevenet et al. 1994), ou seja, de acordo com o número de informação encontrada na literatura (independente da fonte: livro, artigos ou informações dos especialistas). Foram atribuídos valores para cada trait, os quais variaram entre 0 e 3, valores 0 indicou nenhuma afinidade com o atributo, 1 fraca afinidade com o atributo, 2 afinidades moderada e 3 forte afinidade. As pontuações de afinidade foram padronizadas para que a soma das afinidades de cada característica de um gênero fosse igual a 1, no final os valores variaram de 0 a 1. Essa metodologia de codificação auxilia e ajuda a diminuir um possível efeito das diferentes informações observadas para cada atributo, a plasticidade fenotípica e o oportunismo alimentar (Chevenet et al. 1994). O número de gênero em cada atributo foi visualizado através de histogramas produzidos no software R (R Core Development Team, 2022), considerando a plasticidade fenotípica dos gêneros. Por exemplo, o gênero *Apobaetis* (Ephemeroptera) tem afinidade com mais de um grupo funcional alimentar de acordo com a literatura o categorizando

620 como Coletor-Catador e Raspador. Dessa forma, esse gênero foi contabilizado nas duas categorias nos histogramas.
621 Devido a isso, a soma total de gêneros de EPT ultrapassa o número total de gêneros do estudo (105), pois muitos gêneros
622 apresentam duas ou mais afinidades para determinado trait.
623

Tabela I: Características funcionais para os gêneros de imaturos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) e suas respectivas importâncias ecológicas.

Trait Group	Trait	Category Trait	Trait Importance	Referências
Morphology	1. Body Size	<1,5 mm ≥ 1,5 ≤ 2,5 mm ≥ 2,5 ≤ 3,5 mm ≥ 3,5 ≤ 5,0 mm ≥ 5,0 ≤ 10,0 mm >10,0 mm	O tamanho do corpo dos indivíduos pode variar de acordo com a condição do habitat, pois o estresse pode acelerar o desenvolvimento pós-embrionário dos imaturos e ocorrer emergência assíncrona de machos e fêmeas, comprometendo o sucesso reprodutivo das espécies.	Poff et al. (2006); Castro et al. (2017)
	2. Body Form	Streamlined Flattened Cylindrical Spherical	A forma do corpo pode fornecer informações sobre o tipo de ambiente ou de microhabitat que cada organismo vive. Por exemplo, o corpo achatado com pernas projetadas lateralmente e a presença de garras fortes (ou bem desenvolvidas), é um mecanismo adaptativo dos insetos a ambientes com correntezas fortes.	Merritt e Cummins (1996); Poff et al. (2006); Castro et al. (2017)
	3. Body Flexibility	<10° ≤10° ≤45° >45°	A flexibilidade do corpo é uma característica que pode facilitar ou dificultar a colonização e a sobrevivência em certos tipos de ambientes. Indivíduos com corpos mais flexíveis têm maior agilidade para obterem alimentos no meio aquático e possuem uma maior agilidade durante a fuga de predadores.	Hamada et al. (2014); Castro et al. (2017)
Ecology	4. Feeding habits	Collector-Gatherer (CG) Shredder (SH) Scraper (SC) Collector-Filterer (CF) Predator (PR)	Os insetos aquáticos se alimentam de acordo com a disponibilidade de alimentos nos ecossistemas aquáticos e de acordo com a morfologia das peças bucais. A disponibilidade de alimentos é afetada diretamente pela vegetação ciliar, principalmente nos casos dos gêneros que se alimentam de material alóctone. Portanto, a presença do grupo funcional pode ser um indicativo da condição do ambiente, visto que o tipo de alimento está associado a presença de recursos ou partículas orgânicas no ambiente.	Cummins (1973); Cummins et al. (2005); Luiza-Andrade et al. (2020)
	5. Refuge	Free Living Silk net builders Sand and wood refuge builders Leaf refuge builders	O tipo de refúgio representa o tipo de abrigo que os insetos consideram para viver. É válido ressaltar que as condições do substrato (refúgios utilizados pelos insetos aquáticos) contribuem com a limitação da distribuição de invertebrados e sua abundância nos riachos. Sendo relacionado a adaptação dos indivíduos para a captura de alimento e proteção contra predadores, além de serem um indicativo dos recursos disponíveis no ambiente.	Rabeni et al. (2005)
	6. Locomotion	Burrow Climber Sprawl Clinger Swimmer	A locomoção está relacionada à adaptação dos indivíduos para viver em diferentes tipos de ambientes ou representa uma estratégia usada em busca de alimento. Os gêneros apresentam adaptações para os ambientes lóticos, e essas adaptações garantem, por exemplo, que eles possam se mover para posteriormente se fixarem nos substratos e assim obterem alimentos.	Salles e Ferreira-Júnior (2014)
	7. Breathing	Skin Branchial	A forma de respiração dos indivíduos é influenciada pela temperatura e movimento da água, pois esses fatores afetam a disponibilidade e a solubilidade do oxigênio dissolvido na água, afetando a fisiologia do sistema respiratório dos imaturos de EPT.	Mackay e Wiggins (1979); Verberk e Bilton (2013); Martins et al. (2017)

Life's History	8. Potencial number of cycles per year	≤ 1 > 1	O número de gerações por ano é importante, pois está relacionado com o número de eventos de dispersão ao longo do tempo e com a colonização de novas manchas de hábitat.	Saito et al. (2015); Castro et al. (2017)
-----------------------	--	-------------------	--	---

1 **RESULTADO E DISCUSSÃO**

2 O estudo resultou na compilação de informações de oito traits divididos em 31 categorias
3 funcionais (Tabela I), para 94 gêneros de EPT com ocorrência na Amazônia brasileira (Tabela II). No total,
4 foram agrupadas informações para nove famílias da ordem Ephemeroptera, distribuídas em 50 gêneros, em
5 Trichoptera identificamos um total de 12 famílias, distribuídos em 41 gêneros e para Plecoptera registramos
6 uma família distribuída em três gêneros. Em Ephemeroptera, a família Baetidae foi a mais representativa,
7 com um total de 17 gêneros. Trichoptera foi mais representada pela família Hydroptilidae com 13 gêneros
8 e Plecoptera apenas com a família Perlidae. Para uma melhor compreensão da variação de traits
9 contemplados no presente estudo, na sequência é apresentado o banco de dados e o detalhamento de todas
10 as informações obtidas para cada trait.

11

Tabela II: Banco de dados (com valores de codificação fuzzy) de traits ligados a morfologia: tamanho do corpo, formato do corpo (SL-Streamlined; FT-Flattened; CL-Cylindrical; SP-Spherical) e flexibilidade do corpo de gêneros de EPTs ocorrentes na Amazonia.

Família	Gênero	Tamanho do corpo (mm)						Formato do corpo				Flexibilidade do corpo (°)		
		<1.5	≥ 1.5 - ≤ 2.5	≥ 2.5 - ≤ 3.5	≥ 3.5 - ≤ 5.0	≥ 5.0 - ≤ 10.0	>10.0	SL	FT	CL	SP	<10°	≤10° - ≤45°	>45°
Baetidae	<i>Americabaetis</i>	0.03	0.48	0.35	0.10	0.05	0.00	0.25	0.00	0.75	0.00	0.00	0.25	0.75
	<i>Adebrotus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Aturbina</i>	0.01	0.35	0.34	0.28	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.25	0.75
	<i>Apobaetis</i>	0.07	0.48	0.38	0.07	0.00	0.00	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.25	0.75
	<i>Callibaetis</i>	0.00	0.11	0.23	0.25	0.41	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75
	<i>Callibaetoides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Camelobaetidius</i>	0.06	0.13	0.31	0.18	0.32	0.00	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.33	0.67
	<i>Cloeodes</i>	0.02	0.47	0.33	0.16	0.02	0.00	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.25	0.75
	<i>Cryptonympha</i>	0.00	0.31	0.38	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.25	0.75
	<i>Guajirolus</i>	0.08	0.35	0.35	0.20	0.02	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.25	0.75
	<i>Harpagobaetis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Paracloeodes</i>	0.02	0.38	0.35	0.24	0.01	0.00	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.25	0.75
	<i>Rivudiva</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Spiritiops</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Tomedontus</i>	0.00	0.00	0.33	0.33	0.34	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Waltzoyphius</i>	0.02	0.17	0.31	0.40	0.11	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75
<i>Zelusia</i>	0.09	0.43	0.30	0.16	0.02	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	
Caenidae	<i>Brasilocaenis</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Alloretocus</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Caenis</i>	0.07	0.39	0.38	0.14	0.03	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50
Coryphoridae	<i>Coryphorus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Eutyplociidae	<i>Campylocia</i>	0.00	0.00	0.00	0.10	0.35	0.55	0.60	0.00	0.40	0.00	0.00	0.50	0.50
Ephemeridae	<i>Hexagenia</i>	0.00	0.17	0.00	0.50	0.33	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50
Leptophlebiidae	<i>Askola</i>	0.00	0.21	0.42	0.21	0.17	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53
	<i>Fittkaulus</i>	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Farrodes</i>	0.07	0.44	0.30	0.16	0.03	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Hagenulopsis</i>	0.15	0.35	0.26	0.20	0.04	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53
	<i>Hydrosmilodon</i>	0.02	0.21	0.29	0.36	0.12	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53
	<i>Microphlebia</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00

	<i>Miroculis</i>	0.02	0.27	0.26	0.32	0.14	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53
	<i>Needhamella</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Paramaka</i>	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53
	<i>Simothraulopsis</i>	0.00	0.00	0.11	0.33	0.56	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53
	<i>Thraulodes</i>	0.06	0.33	0.31	0.18	0.12	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25
	<i>Terpides</i>	0.00	0.09	0.16	0.28	0.47	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33
	<i>Tikuna</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Ulmeritoides</i>	0.03	0.25	0.18	0.21	0.33	0.01	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.47	0.53
Leptohyphidae	<i>Amanahyphes</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Leptohyphes</i>	0.22	0.42	0.24	0.09	0.03	0.00	0.17	0.50	0.33	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Macunahyphes</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Tricorythodes</i>	0.11	0.28	0.39	0.20	0.03	0.00	0.20	0.40	0.40	0.00	0.00	0.50	0.50
	<i>Tricorythopsis</i>	0.19	0.77	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50
Oligoneuriidae	<i>Fittkauneuria</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50
	<i>Homoeoneuria</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Oligoneuria</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Polymitarcyidae	<i>Asthenopus</i>	0.00	0.00	0.04	0.27	0.58	0.11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Campsurus</i>	0.02	0.08	0.12	0.15	0.54	0.09	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75
	<i>Hubbardipes</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Tortopsis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Tortopus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	0.05	0.15	0.23	0.20	0.28	0.09	0.33	0.67	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00
	<i>Enderleina</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	NA	NA	NA
	<i>Macrogynoplax</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	NA	NA	NA
Ecnomidae	<i>Austrotinodes</i>	0.00	0.09	0.28	0.37	0.26	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	0.06	0.21	0.19	0.13	0.30	0.11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.75	0.25	0.00
Glossosomatidae	<i>Itauara</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Protoptila</i>	0.05	0.47	0.34	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	0.00	0.17	0.43	0.33	0.07	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Hydropsychidae	<i>Blepharopus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Centromacronema</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Leptonema</i>	0.00	0.00	0.12	0.05	0.13	0.70	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Macrostemum</i>	0.00	0.08	0.08	0.15	0.23	0.46	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50
	<i>Macronema</i>	0.00	0.12	0.05	0.16	0.26	0.41	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

	<i>Pseudomacronema</i>	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	NA	NA	NA
	<i>Plectromacronema</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Synoestropsis</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Smicridea</i>	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Hydroptilidae	<i>Acostatrichia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Ascotrichia</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Alisotrichia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Bredinia</i>	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	NA	NA	NA
	<i>Betrichia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Costatrichia</i>	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Flintiella</i>	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Leucotrichia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.75	0.25	0.00
	<i>Neotrichia</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.60	0.00	0.75	0.25	0.00
	<i>Oxyethira</i>	0.05	0.66	0.24	0.06	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.75	0.25	0.00
	<i>Ochrotrichia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Rhyacopsyche</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Taraxitrichia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Tricholeiochiton</i>	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	NA	NA	NA
Leptoceridae	<i>Amazonatolica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Nectopsyche</i>	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.75	0.25	0.00
	<i>Oecetis</i>	0.10	0.31	0.34	0.20	0.05	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.75	0.25	0.00
	<i>Triplectides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.75	0.25	0.00
Odontoceridae	<i>Marilia</i>	0.01	0.09	0.23	0.27	0.39	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00	0.75	0.25	0.00
Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	0.00	0.11	0.19	0.23	0.37	0.10	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Cyrnellus</i>	0.00	0.11	0.11	0.33	0.45	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Nyctiophylax</i>	0.11	0.67	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Polyplectropus</i>	0.00	0.01	0.09	0.24	0.66	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Sericostomatidae	<i>Notidobiella</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Machairocentron</i>	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00

Tabela III: Banco de dados (com valores de codificação fuzzy) de traits ligados a ecologia: locomoção (Bw-Burrow; CB- Climber; SW- Sprawl; CLG- Clinger; SWM-Swimmer), hábito alimentar (CG- CollectorGatherer; SH- Shredder; SC- Scraper; CF- CollectorFilterer; PR- Predator) respiração (SK- Skin; BH- Branchial) e refúgio (FL-Free Living; SB- Silk net builders; SRB- Sand and wood refuge builders; LB- Leaf refuge builders) de gêneros de EPTs ocorrentes na Amazonia.

Família	Gênero	Traits Ecologia															
		Locomoção					Habito alimentar					Respiração			Refugio		
		BW	CB	SW	CLG	SWM	CG	SH	SC	CF	PR	SK	BH	FL	SB	SRB	LB
Baetidae	<i>Americabaetis</i>	0.00	0.00	0.29	0.29	0.43	0.4	0.00	0.00	0.6	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Adebrotus</i>	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Aturbina</i>	0.00	0.00	0.29	0.29	0.43	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Apobaetis</i>	0.00	0.00	0.29	0.29	0.43	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Callibaetis</i>	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Callibaetoides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Camelobaetidius</i>	0.13	0.00	0.25	0.25	0.38	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Cloeodes</i>	0.00	0.00	0.43	0.29	0.29	0.40	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Cryptonympha</i>	0.14	0.00	0.29	0.29	0.29	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Guajirolus</i>	0.00	0.00	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Harpagobaetis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Paracloeodes</i>	0.00	0.00	0.50	0.17	0.33	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Rivudiva</i>	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Spiritiops</i>	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Tomedontus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
<i>Waltzoyphius</i>	0.00	0.00	0.43	0.29	0.29	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Zelusia</i>	0.00	0.00	0.38	0.25	0.38	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
Caenidae	<i>Brasilocaenis</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
	<i>Alloretocus</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
	<i>Caenis</i>	0.29	0.00	0.43	0.29	0.00	0.60	0.00	0.40	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
Coryphoridae	<i>Coryphorus</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
Eutyplociidae	<i>Campylocia</i>	0.43	0.00	0.29	0.29	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
Ephemeridae	<i>Hexagenia</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
Leptophlebiidae	<i>Askola</i>	0.24	0.00	0.38	0.08	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
	<i>Fittkaulus</i>	0.00	0.00	0.75	0.00	0.25	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
	<i>Farrodes</i>	0.00	0.00	0.29	0.29	0.43	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
	<i>Hagenulopsis</i>	0.67	0.00	0.33	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
	<i>Hydrosmilodon</i>	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	

	<i>Microphlebia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Miroculis</i>	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Needhamella</i>	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Paramaka</i>	0.00	0.00	0.60	0.00	0.40	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Simothraulopsis</i>	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Thraulodes</i>	0.33	0.00	0.22	0.33	0.11	0.43	0.00	0.43	0.14	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Terpides</i>	0.43	0.00	0.29	0.14	0.14	0.38	0.38	0.25	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Tikuna</i>	0.00	0.00	0.75	0.00	0.25	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Ulmeritoides</i>	0.24	0.00	0.38	0.08	0.30	0.41	0.04	0.54	0.01	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Leptoxyphidae	<i>Amanahyphes</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Leptoxyphes</i>	0.29	0.00	0.43	0.29	0.00	0.50	0.17	0.33	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Macunahyphes</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Tricorythodes</i>	0.29	0.00	0.43	0.29	0.00	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Tricorythopsis</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Oligoneuriidae	<i>Fittkauneuria</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Homoeoneuria</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Oligoneuria</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Polymitarcyidae	<i>Asthenopus</i>	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Campsurus</i>	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Hubbardipes</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Tortopsis</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Tortopus</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	0.00	0.00	0.50	0.33	0.17	0.20	0.20	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Enderleina</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Macrogynoplax</i>	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Ecnomidae	<i>Austrotinodes</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Glossosomatidae	<i>Itauara</i>	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Protoptila</i>	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.60	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Hydropsychidae	<i>Blepharopus</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Centromacronema</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Leptonema</i>	0.00	0.00	0.33	0.50	0.17	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Macrostemum</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00

	<i>Macronema</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Pseudomacronema</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Plectromacronema</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Synoestropsis</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Smicridea</i>	0.00	0.00	0.33	0.50	0.17	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Hydroptilidae	<i>Acostatrichia</i>	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
	<i>Ascotrichia</i>	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
	<i>Alisotrichia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Bredinia</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
	<i>Betrichia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Costatrichia</i>	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
	<i>Flintiella</i>	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Leucotrichia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Neotrichia</i>	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Oxyethira</i>	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Ochrotrichia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Rhyacopsyche</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Taraxitrichia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Tricholeiochiton</i>	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Leptoceridae	<i>Amazonatolica</i>	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.33	0.33	0.34	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Nectopsyche</i>	0.00	0.17	0.50	0.33	0.00	0.29	0.43	0.29	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Oecetis</i>	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	<i>Triplectides</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Odontoceridae	<i>Marilia</i>	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.38	0.13	0.38	0.00	0.13	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
e	<i>Cyrnellus</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Nyctiophylax</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	<i>Polypsectropus</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.40	0.53	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Sericostomatidae	<i>Notidobiella</i>	NA	NA	NA	NA	NA	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00
	<i>Machairocentron</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00

Tabela IV: Banco de dados (com valores de codificação fuzzy) de traits ligados ao potencial número de ciclos reprodutivos por ano (univoltino e multivoltino) de gêneros de EPTs ocorrentes na Amazonia.

Trait História de vida			
Família	Gênero	Potencial número reprodutivos por ano	de ciclos
		≤ 1	> 1
Baetidae	<i>Americabaetis</i>	0.00	1.00
	<i>Adebrotus</i>	0.00	1.00
	<i>Aturbina</i>	0.00	1.00
	<i>Apobaetis</i>	0.00	1.00
	<i>Callibaetis</i>	0.00	1.00
	<i>Callibaetoides</i>	0.00	1.00
	<i>Camelobaetidius</i>	0.00	1.00
	<i>Cloeodes</i>	0.00	1.00
	<i>Cryptonympha</i>	0.00	1.00
	<i>Guajirolus</i>	0.00	1.00
	<i>Harpagobaetis</i>	0.00	1.00
	<i>Paracloeodes</i>	0.00	1.00
	<i>Rivudiva</i>	0.00	1.00
	<i>Spiritiops</i>	0.00	1.00
	<i>Tomedontus</i>	0.00	1.00
	<i>Waltzoyphius</i>	0.00	1.00
<i>Zelusia</i>	0.00	1.00	
Caenidae	<i>Brasilocaenis</i>	0.00	1.00
	<i>Alloretocus</i>	0.00	1.00
	<i>Caenis</i>	0.00	1.00
Coryphoridae	<i>Coryphorus</i>	0.00	1.00
Eutyplociidae	<i>Campylocia</i>	0.22	0.78
Ephemeridae	<i>Hexagenia</i>	0.00	1.00
Leptophlebiidae	<i>Askola</i>	0.00	1.00
	<i>Fittkaulus</i>	0.00	1.00
	<i>Farrodes</i>	0.00	1.00
	<i>Hagenulopsis</i>	0.40	0.60
	<i>Hydrosmilodon</i>	0.00	1.00
	<i>Microphlebia</i>	0.00	1.00
	<i>Miroculis</i>	0.00	1.00
	<i>Needhamella</i>	0.00	1.00
	<i>Paramaka</i>	0.40	0.60
	<i>Simothraulopsis</i>	0.40	0.60
	<i>Thraulodes</i>	0.00	1.00
	<i>Terpides</i>	0.40	0.60
	<i>Tikuna</i>	0.00	1.00
	<i>Ulmeritoides</i>	0.00	1.00
Leptohyphidae	<i>Amanahyphes</i>	0.00	1.00
	<i>Leptohyphes</i>	0.00	1.00
	<i>Macunahyphes</i>	0.00	1.00
	<i>Tricorythodes</i>	0.00	1.00
	<i>Tricorythopsis</i>	0.00	1.00
Oligoneuriidae	<i>Fittkauneria</i>	0.00	1.00
	<i>Homoeoneuria</i>	0.00	1.00
	<i>Oligoneuria</i>	0.00	1.00
Polymitarciidae	<i>Asthenopus</i>	0.00	1.00
	<i>Campsurus</i>	0.00	1.00
	<i>Hubbardipes</i>	0.00	1.00
	<i>Tortopsis</i>	0.00	1.00
	<i>Tortopus</i>	0.00	1.00
Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	0.00	1.00

	<i>Enderleina</i>	NA	NA
	<i>Macrogynoplax</i>	NA	NA
Ecnomidae	<i>Austrotinodes</i>	0.00	1.00
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	0.00	1.00
Glossosomatidae	<i>Itauara</i>	NA	NA
	<i>Protoptila</i>	1.00	0.00
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	0.00	1.00
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0.00	1.00
Hydropsychidae	<i>Blepharopus</i>	0.00	1.00
	<i>Centromacronema</i>	0.00	1.00
	<i>Leptonema</i>	0.00	1.00
	<i>Macrostemum</i>	1.00	0.00
	<i>Macronema</i>	0.00	1.00
	<i>Pseudomacronema</i>	NA	NA
	<i>Plectromacronema</i>	0.00	1.00
	<i>Synoestropsis</i>	0.00	1.00
	<i>Smicridea</i>	0.00	1.00
Hydroptilidae	<i>Acostatrichia</i>	NA	NA
	<i>Ascotrichia</i>	NA	NA
	<i>Alisotrichia</i>	NA	NA
	<i>Bredinia</i>	NA	NA
	<i>Betrichia</i>	0.00	1.00
	<i>Costatrichia</i>	NA	NA
	<i>Flintiella</i>	1.00	0.00
	<i>Leucotrichia</i>	0.00	1.00
	<i>Neotrichia</i>	1.00	0.00
	<i>Oxyethira</i>	1.00	0.00
	<i>Ochrotichia</i>	0.00	1.00
	<i>Rhyacopsyche</i>	0.00	1.00
	<i>Taraxitrichia</i>	0.00	1.00
	<i>Tricholeiochiton</i>	NA	NA
Leptoceridae	<i>Amazonatolica</i>	1.00	0.00
	<i>Nectopsyche</i>	1.00	0.00
	<i>Oecetis</i>	0.00	1.00
	<i>Triplectides</i>	1.00	0.00
Odontoceridae	<i>Marilia</i>	1.00	0.00
Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	1.00	0.00
Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>	NA	NA
	<i>Cyrnellus</i>	1.00	0.00
	<i>Nyctiophylax</i>	1.00	0.00
	<i>Polyplectropus</i>	1.00	0.00
Sericostomatidae	<i>Notidobiella</i>	NA	NA
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	1.00	0.00
	<i>Machairocentron</i>	1.00	0.00

1

2 **TRAITS MORPHOLOGY**

3 TAMANHO DO CORPO

4 Ao verificar os tamanhos corporais, alguns gêneros apresentam medidas para mais de um tamanho
5 corporal, e assim, integram duas ou mais categorias funcionais. Dessa forma, as seis categorias de tamanho
6 corporal variaram de gêneros de EPT com medidas de tamanho corporal variando de 1.5mm a 10mm.
7 Desses, 28 gêneros tiveram tamanho corporal menor que <1.5 mm, 42 gêneros tiveram tamanho corporal
8 entre $\geq 1.5 - \leq 2.5$ mm, 53 gêneros entre $\geq 2.55 - \leq 3.5$ mm, 48 gêneros com $\geq 3.5 - \leq 5.0$ mm, 52 gêneros
9 com $\geq 5.0 - \leq 10.0$ e 22 e 22 gêneros com >10.0 mm. Entre os possíveis fatores que podem explicar a variação
10 morfológica, pode-se levar em conta essencialmente a identidade do táxon estudado e a genética natural,
11 principalmente pelo fato do estudo ter analisado três ordens de insetos aquáticos, que são diferentes entre
12 si. Além disso, nem todos os estudos utilizados para a construção do banco de dados especificam em qual
13 estágio as medidas morfológicas foram realizadas, esse fato tem grande potencial para contribuir nas
14 variações dessas medidas.

15 Outro fator que também pode influenciar nessa variação é a plasticidade fenotípica, que se refere
16 a qualquer tipo de variação motivada pelo ambiente, sem a necessidade de que ocorram mudanças genéticas
17 (Scheiner 1993; Via et al. 1995), sendo um fator evolutivo importante que garante variabilidade (Thompson
18 1991). Porém, nesse caso, é necessário estudos futuros que possam determinar com exatidão a influência
19 desses fatores. De modo geral, é possível verificar que os EPTs da Amazônia apresentam, em sua maioria,
20 tamanho entre 1.5 e 10 mm (Tabela II). Uma possível explicação poderia ser o fato da maioria dos gêneros
21 da Amazônia possuírem ciclo reprodutivo multivoltinos, garantindo menor tempo de desenvolvimento, uma
22 vez que gêneros univoltinos necessitam em média de 3 a 5 vezes mais tempo para se desenvolverem
23 (Gillooly e Dodson 2000).

24 Os gêneros *Tortopus*, *Tortopsis* e *Hubbardipes* (Polymitarcyidae), possuem tamanhos >10 mm.
25 Imaturos dessa família apresentam tamanhos grandes, possuem colmilhos mandibulares e por isso são
26 capazes de viver dentro dos túneis argilosos (ou até mesmo de madeira) projetados por elas (Molineri e
27 Emmerich 2010). Entre os vários gêneros, *Leptonema* mostrou uma grande variação entre as categorias de
28 tamanhos, sendo encontrados registros de imaturos com tamanhos de $\geq 2.5 - \leq 3.5$ mm até >10.0 mm. O
29 gênero pertence à família Hydropsychidae, que é uma das mais diversas famílias de Trichoptera, com mais
30 de 2.000 espécies (Holzenthal et al. 2011; Morse 2023) e essa variação morfológica também se reflete em
31 uma diversidade no tamanho corpóreo dos organismos das diferentes espécies. Para a Amazônia é
32 observada grande variação no tamanho de *Leptonema*, podendo ser reflexo da alimentação, competição e
33 outros fatores locais de cada área, mas também não podemos deixar de mencionar que pode ser reflexo do
34 momento do ciclo de vida em que foram medidos no estudo de onde os dados foram compilados. Em
35 Plecoptera, *Anacroneuria* foi o único gênero com grande variação de tamanho dentro da ordem, sendo
36 encontrados registros de medidas de tamanho corporal de < 1.5 mm até > 10.0 mm. Para *Enderleina*, os

37 registros de tamanho foram $\geq 3.5 - \leq 5.0$ mm, enquanto para *Macrogynoplax* o tamanho corporal foi
38 >10.0 mm.

39 FORMA DO CORPO

40 A forma do corpo com maior frequência de ocorrência foi o cilíndrico, com 54 gêneros, seguido
41 do hidrodinâmico com 38 gêneros, achatado com 14 gêneros. O corpo em formato esférico não apresentou
42 registro na literatura para EPT. 13 gêneros apresentam um tipo de formato de corpo (*Adebrotus*, *Callibaetis*,
43 *Rivudiva*, *Spiritiops*, *Waltzoyphius*, *Zelusia*, *Brasilocaenis*, *Alloretochus*, *Hexagenia*, *Tikuna*,
44 *Asthenopus*, *Campsurus* e *Blepharopus*) Dois gêneros apresentaram três das quatro formas de corpo
45 (*Leptohyphes* e *Tricorythodes*), e 23 apresentaram duas formas (Tabela II). O gênero *Leptohyphes*
46 (Ephemeroptera) possui a maior proporção de organismos com corpo achatado. Os imaturos da família
47 Leptohyphidae vivem em variados tipos de substratos e correntezas variadas, em que deslocam-se
48 rastejando pelo substrato (Salles e Ferreira-Júnior, 2014) fato esse importante para a ocorrência de imaturos
49 com maior número de corpo achatado.

50 O gênero *Flintiella* faz parte da família Hydroptilidae e também possuem corpos achatados e
51 hidrodinâmicos (Wiggins, 1996; Harris, 2002). Já para Baetidae, o gênero *Americabaetis* possui corpos
52 cilíndricos e hidrodinâmicos, o que fornece uma excelente natação (Sartori e Brittain, 2015). Em Plecoptera,
53 o gênero *Anacroneuria* apresentou variação quanto à forma corpo, podendo apresentar indivíduos com
54 corpos achatados dorso-ventralmente e outros com formato mais hidrodinâmico, uma variação talvez entre
55 as espécies. O gênero *Helicopsyche*, pertencente à família Helicopsychidae, produzem abrigos portáteis
56 helicoidais, semelhantes às conchas de caramujos, com grãos de areia e pequenas pedras, sugerindo uma
57 relação entre seu corpo esférico e o tipo de abrigo (Pes et al. 2014).

58 FLEXIBILIDADE DO CORPO

59 Em relação à flexibilidade do corpo dos gêneros de EPT, encontramos informações de dupla
60 afinidade para flexibilidade do corpo em 40 gêneros (Tabela II). Dos 57 gêneros que obtivemos informações
61 disponíveis na literatura, 45 gêneros apresentam exclusivamente alta flexibilidade ($>45^\circ$), 38 gêneros têm
62 flexibilidade intermediária (entre $10 - 45^\circ$) e 12 gêneros possuem baixa flexibilidade ($<10^\circ$). A maioria dos
63 gêneros de Ephemeroptera apresentaram duas categorias de flexibilidade corporal ($<10^\circ$ a 45° , e $>45^\circ$).
64 Gêneros com maior flexibilidade corporal, têm maior facilidade para se alimentar nos variados ambientes,
65 por isso, teoricamente conseguiriam habitar variados meso-habitats. Já os Trichoptera, de modo geral,
66 apresentaram menor flexibilidade. O gênero *Helicopsyche*, por exemplo, apresentou variações que indicam
67 flexibilidade de $<10^\circ$ e $\geq 10^\circ - <45^\circ$. A pouca flexibilidade desse gênero pode estar relacionada ao seu tipo
68 de abrigo de grãos de areia em formato de caracol. Uma vez abrigados, a necessidade de flexibilidade
69 diminui, por ter moradia fixa (Pes et al. 2014) e isso pode ser um padrão para a maioria dos tricópteros
70 construtores de casas ou abrigos. O gênero *Anacroneuria* apresentou flexibilidade semelhante aos
71 *Helicopsyche* ($< 10^\circ$ e $\geq 10^\circ - <45^\circ$), mas neste caso, a flexibilidade pode ser influenciada pelo tamanho
72 corporal e/ou morfologia dos tagmas que podem dificultar a flexão corporal.

73

74 **TRAITS ECOLOGY**75 **HÁBITO ALIMENTAR**

76 Para os gêneros que compõem esta base de dados, encontramos os cinco hábitos alimentares já
77 relatados na literatura (Cummins et al. 2005), raspador, coletor-catador, coletor-filtrador, predador e
78 fragmentador. Dos 94 gêneros, doze não tiveram nenhuma informação sobre o hábito alimentar (*Spiritiops*,
79 *Tikuna*, *Itauara*, *Centromacronema*, *Pseudomacronema*, *Plectromacronema*, *Acostatrichia*, *Betrichia*,
80 *Bredinia*, *Ceratotrichia*, *Taraxitrichia* e *Tricholeiochiton*) (tabela III). A ausência de informações quanto
81 ao tipo de hábito alimentar para 12 gêneros pode estar relacionada à raridade de alguns gêneros. No caso
82 da ordem Trichoptera, ainda há grande desconhecimento da biologia dos imaturos, além de poucos estágios
83 imaturos associados aos adultos (Angrisano e Sganga, 2009). A ausência destes dados em muitos gêneros
84 é consequência desse fenômeno e representam empecilhos à construção de bases de dados unificadas
85 (Hortal et al. 2015; Faria et al. 2021). Entre os demais, 55 gêneros apresentaram apenas um hábito alimentar,
86 16 apresentaram dois hábitos alimentares, sete apresentaram três hábitos e dois apresentaram quatro dos
87 cinco hábitos alimentares (*Ulmeritoides* e *Marilia*).

88 O hábito alimentar com maior número de gêneros de EPT foi coletor-filtrador (40 gêneros) e o
89 com menor número de gêneros foi fragmentador (11 gêneros). Essa variação na frequência nos hábitos
90 alimentares dos gêneros de EPT se deve a disponibilidade de alimentos nos riachos. Por isso, a
91 disponibilidade de recurso alimentar é um importante fator para o estabelecimento de comunidades
92 aquáticas. Espécies multivoltinas, por exemplo, usam os recursos que são distribuídos mais
93 homogeneamente durante o ano, enquanto univoltinos usam recursos restritos sazonalmente (Gullan e
94 Cranston 2014). A disponibilidade de recurso alimentar é um importante fator para o estabelecimento de
95 comunidades aquáticas, pois grande parte dos gêneros apresentaram mais de um tipo de hábito alimentar
96 (estratégia alimentar), garantindo a máxima utilização dos recursos disponíveis no ambiente e de maneira
97 diferente permitindo a coexistência de outros grupos (Lima et al. 2021).

98 O gênero *Campylocia*, (Ephemeroptera) é um gênero que apresenta adaptações morfo-
99 comportamentais para a aquisição da matéria orgânica particulada fina (MOFP), e é considerado coletor-
100 filtrador (Merritt et al. 2014), por isso a família Ephemeridae apresenta além de tufo de cerdas na cabeça,
101 os colmilhos mandibulares também auxiliares na filtração de partículas (Salles et al. 2014). Os gêneros
102 *Asthenopus*, *Campsurus* (Polymitarcyidae) e *Chimarra* (Trichoptera) também são coletores-filtradores, e
103 apresentam conjuntos de cerdas localizadas na região da cabeça, em peças bucais fazendo uso da morfologia
104 corporal. Os gêneros *Apobaetis* e *Americabaetis*, ambos da família Baetidae, família que apresenta as ninfas
105 com os mais diversos tipos de hábitos de vida e de formas de alimentação. Nieto et al. (2003) observaram
106 para esses gêneros os hábitos raspadores e coletores. Já os gêneros da família Leptohiphidae:
107 *Tricorythodes*, *Tricorythopsis* e *Amanahyphes* são principalmente consumidores de matéria orgânica em
108 decomposição acumulada nos ambientes aquáticos (Dominguez et al. 2006).

109 Em Trichoptera, *Flintiella*, *Leucotrichia*, *Neotrichia* e *Oxyethira* são raspadores. Nesse caso, os
110 raspadores podem raspar o perifíton (algas e outros micro-organismos associados) de rochas e partes de
111 vegetação submersas, encontradas em riachos. Os imaturos do gênero *Polyplectropus* (Trichoptera) são
112 considerados coletor-filtrador, predador e raspador. Os imaturos fazem uso de recurso comportamental
113 construindo elaboradas redes para capturar a MOPF à deriva, possivelmente incluindo fragmentos de
114 plantas e até mesmo outros invertebrados (Merritt et al. 2014). Os gêneros de Plecoptera, *Anacroneuria*,
115 *Enderleina* e *Macrogynoplax* são predadoras, com uma alimentação baseada em animais vivos, se
116 alimentando também de invertebrados aquáticos (Merritt et al. 2014), assim com os Trichoptera *Cernotina*,
117 *Oecetis* e *Marilia*.

118 Geralmente, macroinvertebrados apresentam plasticidade em seus hábitos alimentares
119 (Tomanova et al. 2006; Carvalho e Graça, 2007). Mesmo com nossos esforços de busca na literatura dos
120 tipos de hábitos alimentares de EPTs, incentivamos que próximos estudos possam avaliar o conteúdo
121 estomacal de gêneros dessas ordens ou análises de isótopos estáveis para identificação dos principais
122 recursos alimentares assimilados. Em Ferreira et al. (2015), os autores avaliaram o conteúdo do intestino
123 de larvas do gênero *Phylloicus*, observaram que as larvas, mesmo sendo tipicamente fragmentadores,
124 também exibiam comportamento coletor-catador com base na predominância de matéria orgânica
125 particulada fina em seus tratos digestivos. Os autores concluíram que as larvas de *Phylloicus*, são um forte
126 exemplo de gêneros de EPT que podem mudar suas estratégias de alimentação dependendo da
127 disponibilidade de alimento. Porém não podemos deixar de mencionar, que isso também pode ter um
128 reflexo do método uma vez que os organismos ao se alimentar de matéria orgânica grossa, também pode
129 ingerir acidentalmente, a matéria orgânica particulada fina, apesar de não ser o foco alimentar dele.

130 REFÚGIO

131 Grande parte dos gêneros de EPT são de vida livre (49 gêneros), 20 gêneros são construtores de
132 refúgio de areia e madeira, 20 são construtores de rede de seda, e três gêneros são construtores de refúgio
133 que incluem folhas como material: *Phylloicus*, *Adebrotus*, *Homoeoneuria* (tabela III). Os gêneros da ordem
134 Ephemeroptera em sua maioria são de vida livre, mas existem alguns casos como os Polymitarcyidae que
135 podem viver em túneis ou mesmo em abrigos em rochas. Trichoptera, em particular, são capazes de produzir
136 seda em suas glândulas labiais, o que os permite construir uma grande variedade de abrigos fixos ou móveis,
137 que podem conter grãos de areia, folhas, galhos, raízes, algas e até mesmo espículas de esponja. Alguns
138 gêneros de Trichoptera apresentam larvas de vida livre nos primeiros instares de desenvolvimento, mas
139 constroem abrigos, pelo menos para empupar (Pes et al. 2014).

140 Em nosso banco de dados, o gênero *Phylloicus* foi exclusivamente refugiado em folhas,
141 característico do gênero (Prather, 2003). As larvas deste gênero constroem abrigos formados por
142 fragmentos de folhas fixados com a seda (Prather, 2003; Holzenthal e Calor, 2017). O gênero *Helicopsyche*,
143 da família Helicopsychidae, possui imaturos que constroem abrigos móveis na forma de caracol, e esses
144 abrigos são confeccionados com grãos de areia e de seda (Holzenthal e Calor, 2017). A heterogeneidade do
145 substrato (que corresponde a proporção de diferentes tipos de sedimentos, tamanhos ou texturas), garante

146 que mais gêneros coexistem e afetem positivamente a estrutura de macroinvertebrados, servindo como um
147 filtro abiótico que seleciona um conjunto de funções de diferentes organismos (Milesi et al. 2016). Existe
148 maior abundância de insetos nos substratos heterogêneos em relação aos homogêneos. Substratos
149 heterogêneos são habitats que suportam uma maior abundância de gêneros e ou espécies, pois eles garantem
150 uma proteção contra predadores. Além disso, a heterogeneidade de substratos fornece uma maior
151 disponibilidade de alimentos e de complexidade estrutural do habitat, influenciando a abundância de EPT
152 (Gjerløv et al. 2003; Poff et al. 2006). Em resumo, o substrato heterogêneo garante a acumulação de folhas,
153 madeira e vegetação, conseqüentemente uma maior riqueza de gêneros e uma maior variedade de refúgios
154 (Graça et al. 2004).

155 LOCOMOÇÃO

156 O trait locomoção é intimamente associado às características do habitat e a morfologia corporal
157 do organismo, assim como, pode estar associada ao estágio de desenvolvimento em que se encontra o inseto.
158 Neste estudo, identificamos o trait locomoção como: escavador, escaladores, reptante, agarrador e nadador.
159 Entre eles, verificamos que os reptantes, agarradores e nadadores são os mais comuns entre os gêneros de
160 EPT, comportando 42, 29 e 37 gêneros, respectivamente, diferentemente foram identificados 25 gêneros
161 de EPT escavadores e oito gêneros como escaladores. 11 gêneros (*Brasilocaenis*, *Alloretachus*,
162 *Coryphorus*, *Hexagenia*, *Amanahyphes*, *Fittkauneria*, *Homoeoneuria*, *Hubbardipes*, *Tortopsis*, *Tortopus*
163 e *Austrotinodes*) foram exclusivos em um tipo de locomoção: escavador. Outros 24 gêneros foram
164 classificados em duas categorias e 18 gêneros foram classificados em três categorias (tabela III).

165 Em relação a ordem Ephemeroptera, seis gêneros foram classificados em quatro das cinco
166 categorias (*Askola*, *Camelobaetidius*, *Crytonympha*, *Terpides*, *Thraulodes* e *Ulmeritoides*). Os gêneros
167 *Ulmeritoides* e *Askola* se locomovem como: escavadores, reptantes e nadadores. Imaturos desses gêneros
168 são organismos bastante abundantes e comuns na Amazônia. Entre os gêneros identificados com um único
169 hábito de locomoção temos *Anacroneuria*, que pertence à família Perlidae, e é identificado como reptante,
170 forma geralmente associada a organismos que vivem em habitat de deposição ou correnteza fraca, tais como
171 pedras, sedimentos finos, madeira e folhiço de fundo, como é o caso de Plecoptera (Salles e Ferreira-Júnior
172 2014).

173 RESPIRAÇÃO

174 O trait respiração mostra que grande parte dos gêneros de EPT da Amazônia (68 gêneros) realizam
175 suas trocas gasosas por meio de brânquias, enquanto que apenas 19 gêneros respiram pela cutícula (Tabela
176 III). Os insetos da ordem Ephemeroptera respiram por brânquias, em geral, o abdômen pode ter até sete
177 pares de brânquias (sendo elas dorsal ou ventral, nos casos dos gêneros da família Oligoneuriidae). As
178 brânquias apresentam formatos variados podendo ser ovais, arredondadas, subquadrangulares, lanceoladas,
179 filiformes, fusiformes, elípticas, podendo ser formadas por uma ou duas lamelas (Salles et al. 2014). Há
180 também as brânquias operculares, que possuem função de proteger os outros pares de brânquias
181 subsequentes.

182 Em imaturos da ordem Plecoptera, quando presentes, as brânquias aparecem dispostas em tufos
183 no tórax e na porção final do abdome (brânquias anais) ou apenas no final do abdome, como é o caso de
184 Gripopterygidae (Hynes 1976; Pennak 1978; Lecci e Froehlich 2007). Eles, geralmente, habitam riachos
185 de águas límpidas e ambientes lóticos, com alta concentração de oxigênio dissolvido na água (Hamada e
186 Silva 2014). Os espécimes encontrados na Amazônia são todos pertencentes a Perlidae, tendo como
187 principais representantes os gêneros *Anacroneuria*, *Macrogynoplax* e *Enderleina*, diferenciados entre
188 outras características pela disposição dos tufos de brânquias pelo corpo, número, posição e aspecto
189 (Hamada e Couceiro 2003; Hamada e Silva 2014; Avelino-Capistrano et al. 2018).

190 Das ordens que compõem este banco, os imaturos de Trichoptera da região amazônica são os
191 únicos a apresentarem variação quanto ao processo de trocas gasosas, pois alguns representantes
192 apresentam respiração branquial, enquanto outras, respiração cutânea. Por exemplo, representantes de
193 Hydropsychidae e Glossosomatidae respiram por brânquias, já os Leptoceridae, Polycentropodidae e
194 Philopotamidae, possuem respiração cutânea (Tabela III). Nos casos de gêneros com respiração branquial,
195 eles apresentam filamentos branquiais ventrais, laterais e ou dorso-laterais com formatos variados, podendo
196 ser filamentos simples ou ramificados, mas nunca operculares como aqueles em Ephemeroptera (Pes et al.
197 2014). É interessante ressaltar que apesar de termos observada variação no tipo de respiração entre as
198 famílias, não observamos essa variação dentro das famílias, onde todos os gêneros de uma família
199 apresentaram o mesmo tipo de respiração.

200

201 **TRAIT LIFE'S HISTORY**

202 **POTENCIAL NÚMEROS DE CICLOS REPRODUTIVOS POR ANO**

203 Evidenciamos que grande parte dos gêneros de EPT (68 gêneros) que ocorrem na Amazônia são
204 multivoltinas, ou seja, se reproduzem mais de uma vez (geração) por ano. Por outro lado, apenas 20 gêneros
205 têm apenas uma geração por ano, ou seja, são univoltinos (tabela IV). Os resultados aqui apresentados
206 corroboram com estudos anteriores que encontraram um rápido desenvolvimento e reprodução de insetos
207 aquáticos tropicais, estando principalmente relacionado a vantagens adaptativas das espécies a fatores
208 abióticos como as altas temperaturas e baixa sazonalidade de riachos tropicais (Mckie et al. 1995; Arpellino
209 et al. 2022).

210 O elevado percentual de gêneros com mais de uma reprodução por ano possibilita que as
211 assembleias de EPT tenham maior resiliência a distúrbios, principalmente aqueles relacionados ao uso da
212 terra (Doledec et al. 2006). Uma vez que ocorra a entrada de novos indivíduos desses gêneros no
213 ecossistema aquático ao longo de todo ano, a capacidade de recolonização de locais alterados e a
214 colonização de novos riachos é aumentada em relação àqueles com ciclos univoltinos (Gillooly et al. 2002).
215 Regiões tropicais com muitas espécies não sazonais e coortes sobrepostas apresentam espécies com rápido
216 crescimento (Aschero e Vázquez et al. 2009), porém menor tamanho corporal é uma característica de
217 multivoltinos observados em riachos amazônicos. Isto ocorre porque eles possuem menos tempo para o

218 desenvolvimento de suas gerações se comparados aos gêneros univoltinos, que utilizam o ano inteiro para
219 o crescimento antes da reprodução (Mckie et al. 1995) **PERSPECTIVA PARA ESTUDOS FUTUROS**

220 LACUNAS

221 A organização da informação e a construção da atual base de dados do EPT na fase imatura
222 permitiram identificar e quantificar lacunas funcionais para alguns gêneros. A respiração foi a característica
223 com maior disponibilidade de informações na literatura, com 94 gêneros. Para a flexibilidade do corpo não
224 encontramos informações para cinco gêneros avaliados. O tamanho corporal apresentou lacunas para um
225 gênero e seis gêneros não possuíam informações quanto à sua locomoção. Para os dados de hábitos
226 alimentares, quatro gêneros não foram caracterizados por falta de informações. Dois gêneros não possuíam
227 informações sobre o trait refúgio, enquanto onze gêneros não possuíam informações sobre o número
228 potencial de ciclos de vida por ano (Tabelas II, III e IV). Muitas dessas lacunas se devem à descrição recente
229 desses gêneros, à raridade das espécies, ou mesmo à dificuldade de estudo de tais gêneros, uma vez que
230 possuem tamanhos corporais muito pequenos e muitas vezes são negligenciados.

231 PONTOS IMPORTANTES PARA FUTUROS ESTUDOS DE MONTAGEM DE BANCO DE DADOS

232 Sugerimos que os próximos estudos possam considerar alguns fatores para a construção de banco
233 de dados: (i) aferição de medidas com base em instares predefinidos, visando a redução do enquadramento
234 de um gênero em várias categorias e, (ii) ampliação de estudos relacionados a flexibilidade do corpo, uma
235 vez que esta categoria teve maior déficit de informação. Também sugerimos a ampliação das bases de dados
236 para outros grupos de invertebrados aquáticos, como Odonata, Megaloptera, Diptera, Coleoptera,
237 Hemiptera, que são tão ou mais abundantes quanto os EPTs e desempenham importantes funções
238 ecossistêmicas e ecológicas nos ecossistemas aquáticos. Acreditamos que o esforço para a construção da
239 presente base de dados tem potencial para auxiliar na compreensão sobre as lacunas ainda existentes e
240 coloca luz para a realização de novos estudos sejam eles relacionados à ecologia quanto à zoologia.

241 CONCLUSÕES

242

243 O estudo permitiu a compilação de oito traits, divididos em 31 atributos funcionais para 94 gêneros
244 de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera que ocorrem na Amazônia Brasileira. O banco de dados aqui
245 apresentado tem potencial de agregar positivamente com os futuros estudos ecológicos, tanto com as
246 comunidades aquáticas. Até o momento, este é o primeiro banco de dados agregando informações quanto
247 à distribuição, morfologia, biologia e história de vida de todos os gêneros de EPT com ocorrência na
248 Amazônia Brasileira. Encorajamos que próximos estudos possam usufruir das informações aqui contidas
249 para diversos fins, além de complementar as informações ausentes.

250

251 AGRADECIMENTOS

252 We are grateful to 33 Forest, CIKEL Ltd. and Instituto de Floresta Tropical (IFT), BRC consortium and
253 Norsk Hydro for the financial and logistical support for sampling. We thank Brazilian National Council for
254 Scientific and Technological Development (CNPq) for financing the projects entitled "Tempo de resiliência
255 das comunidades aquáticas após o corte seletivo de madeira na Amazônia Oriental" (process 481015/2011-
256 6) and Hydro Paragominas Company for supporting the research project "Monitoring Aquatic Biota of
257 Streams on Areas of Paragominas Mining SA, Para, Brazil" (process 011) through the Biodiversity
258 Research Consortium Brazil-Norway (BRC). We are also grateful to Brazilian National Council for
259 Scientific and Technological Development (CNPq) for granting a research productivity fellowship to LJ
260 (304710/2019-9) and FFS (309666/2019-8). Agradecemos a Neusa Hamada, Ana Maria Pes, Lucas Lima,
261 Fábio Quinteiro e Lucimar Dias por disponibilizarem informações para esse banco de dados. Agradecemos
262 a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão pelo
263 financiamento da bolsa de mestrado (BM-06362/22 EDITAL FAPEMA Nº 03/2022).

264

265 **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

266 Conceptualization: Natália Beatriz Barros Santos; Methodology: Natália Beatriz Barros Santos, Gabriel
267 Martins Cruz, Josinete Sampaio Monteles, Viviane Caetano Firmino, Victor Rennan Santos Ferreira, Yulie
268 Shimano, Ana Paula Justino Faria and Ana Luiza-Andrade; Writing - original draft preparation: Natália
269 Beatriz Barros Santos; Writing - review and editing: Natália Beatriz Barros Santos, Gabriel Martins Cruz,
270 Josinete Sampaio Monteles, Viviane Caetano Firmino, Victor Rennan Santos Ferreira, Leandro Juen, Ana
271 Pes, Neusa Hamada, Diego M. P. Castro, Frederico Falcão Salles, Ana Maria O. Pes, Lucimar G. Dias,
272 Fábio B. Quinteiro, Lucas R. C. Lima, Yulie Shimano, Ana Paula Justino Faria and Ana Luiza-Andrade;
273 Funding acquisition: Leandro Juen; Resources: Leandro Juen; Supervision: Leandro Juen

274

275 **DECLARAÇÃO**

276 **Conflitos de interesse**

277 Os autores declaram que não têm interesses financeiros concorrentes ou relações pessoais conhecidas que
278 possam ter influenciado o trabalho relatado neste artigo.

279

280 **DISPONIBILIDADE DE DADOS**

281 Os conjuntos de dados gerados e analisados durante o presente estudo estão disponibilizados no manuscrito
282 e as fontes dos dados utilizados na base de dados estão no material suplementar.

283

284 **REFERENCIAS**

285 Arpellino JPZ, Catanzaro LNSR, Montalto L, Siri A, Donato M (2022) Diversity, phenology and voltinism
286 of Chironomidae (Diptera). Neotropical streams as a study model. [https://doi.org/10.1590/0001-](https://doi.org/10.1590/0001-3765202220200314)
287 [3765202220200314](https://doi.org/10.1590/0001-3765202220200314)

288 Aschero V, Vazquez DP (2009) Habitat protection, cattle grazing and density-dependent reproduction in a
289 desert tree. *Austral Ecology*. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2009.01997.x>

- 290 Callisto M, Moretti M, Goulart M (2001) Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a
291 saúde de riachos. Rev Bras de Recur Hídr. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v6n1.p71-82>
- 292 Carvalho EM, Graça MA (2007) A laboratory study on feeding plasticity of the shredder *Sericostoma*
293 *vittatum* Rambur (Sericostomatidae). Hydrobiologia. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0383-x>
- 294 Ceneviva-Bastos M, Prates DB, Mei RR, Bispo PC, Casatti L (2017) Trophic guilds of EPT
295 (Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera) in three basins of the Brazilian savanna. Limnologica.
296 <https://doi.org/10.1016/j.limno.2016.12.004>
- 297 Chevenet F, Doledec S, Chessel D (1994) A fuzzy coding approach for the analysis of long-term ecological
298 data. Freshw Biol. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1994.tb01742.x>
- 299 Cummins KW (1973) Trophic relations of aquatic insects. Annu Rev Entomol.
300 <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.en.18.010173.001151>
- 301 Cummins KW, Merritt RW, Andrade PC (2005) The use of invertebrate functional groups to characterize
302 ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. Stud Neotrop Fauna Environ.
303 <https://doi.org/10.1080/01650520400025720>
- 304 Dedieu N, Rhone M, Vigouroux R, Céréghino R. (2015). Assessing the impact of gold mining in headwater
305 streams of Eastern Amazonia using Ephemeroptera assemblages and biological traits. Ecological
306 Indicators. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.12.012>
- 307 De Castro DMP, Dolédec S, Callisto M (2017) Land cover disturbance homogenizes aquatic insect
308 functional structure in neotropical savanna streams. Ecological Indicators.
309 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.030>
- 310 De Faria APJ, Ligeiro R, Callisto M, Juen L (2017) Response of aquatic insect assemblages to the activities
311 of traditional populations in eastern Amazonia. Hydrobiologia. [https://doi.org/10.1007/s10750-017-3238-](https://doi.org/10.1007/s10750-017-3238-8)
312 [8](https://doi.org/10.1007/s10750-017-3238-8)
- 313 De Resende BO, Ferreira VRS, Brasil LS, Calvão LB, Mendes TP, de Carvalho FG, Juen L (2021). Impact
314 of environmental changes on the behavioral diversity of the Odonata (Insecta) in the Amazon. Scientific
315 Reports. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88999-7>
- 316 de Paiva CKS, Faria APJ, Calvão LB, Juen L (2021). The anthropic gradient determines the taxonomic
317 diversity of aquatic insects in Amazonian streams. Hydrobiologia. [https://doi.org/10.1007/s10750-021-](https://doi.org/10.1007/s10750-021-04515-y)
318 [04515-y](https://doi.org/10.1007/s10750-021-04515-y)
- 319 Diamond J, Roy D (2023) Patterns of functional diversity along latitudinal gradients of species richness in
320 eleven fish families. Glob Ecol Biogeogr. <https://doi.org/10.1111/geb.13633>
- 321 Díaz S, Purvis A, Cornelissen JH, Mace GM, Donoghue MJ, Ewers RM, Pearse WD (2013) Functional
322 traits, the phylogeny of function, and ecosystem service vulnerability. Ecol Evol.
323 <https://doi.org/10.1002/ece3.601>
- 324 Dolédec S, Phillips N, Scarsbrook M, Riley RH, Townsend CR (2006) Comparison of structural and
325 functional approaches to determining landuse effects on grassland stream invertebrate communities. J North
326 Am Bentho Soc. [https://doi.org/10.1899/0887-3593\(2006\)25\[44:COAFA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1899/0887-3593(2006)25[44:COAFA]2.0.CO;2)
- 327 Domínguez E. (2006). Ephemeroptera of south America (Vol. 2). Pensoft Publishers
- 328 Faria LRR, Pie RM, Salles FF, Della GSE (2021) The Haeckelian shortfall or the tale of the missing
329 semaphoronts. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research.
330 <https://doi.org/10.1111/jzs.12435>

- 331 Ferreira WR, Ligeiro R, Macedo DR, Hughes RM, Kaufmann PR, Oliveira LG, Callisto M (2015) Is the
332 diet of a typical shredder related to the physical habitat of headwater streams in the Brazilian Cerrado?.
333 *Ann Limnol - Int J Lim.* <https://doi.org/10.1051/limn/2015004>
- 334 Ferreira VRS, Resende BO, Bastos RC, Brito JdaS, Carvalho FG, Calvão LB, Oliveira-Junior JMB, Neiss
335 UG, Ferreira R, Juen L (2023), Amazonian Odonata Trait Bank. *Ecology and Evolution.*
336 <https://doi.org/10.1002/ece3.10149>
- 337 Gjerløv C, Hildrew AG, Jones JI (2003) Mobility of stream invertebrates in relation to disturbance and
338 refugia: a test of habitat templet theory. *Journal North Am Benthol Soc Society* 22:207-223.
339 <https://doi.org/10.2307/1467993>
- 340 Graça MA, Pinto P, Cortes R, Coimbra N, Oliveira S, Morais M, Malo J (2004) Factors affecting
341 macroinvertebrate richness and diversity in Portuguese streams: a two-scale analysis. *Internat Rev*
342 *Hydrobiol.* <https://doi.org/10.1002/iroh.200310705>
- 343 Gillooly JF, Dodson SI (2000). The relationship of egg size and incubation temperature to embryonic
344 development time in univoltine and multivoltine aquatic insects. *Freshwater Biology.*
345 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2000.00607.x>
- 346 Gillooly JF, Charnov EL, West GB, Savage VM, Brown JH (2002) Effects of size and temperature on
347 developmental time. *Nature.* <https://doi.org/10.1038/417070a>
- 348 Gullan PJ, Cranston PS (2014) *The insects: an outline of entomology.* John Wiley & Sons
349 Gullan PJ, Cranston PS (2017) *Insetos: fundamentos da entomologia.* Ed. Roca, Rio de Janeiro
- 350 Harris SC, Flint JOS, Holzenthal RW (2002) Review of the Neotropical genus *Flintiella* (Trichoptera:
351 Hydroptilidae: Stactobiini). *Journal of the New York Entomological Society* 110:65-90.
352 [http://dx.doi.org/10.1664/0028-7199\(2002\)110\[0065:ROTNFG\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1664/0028-7199(2002)110[0065:ROTNFG]2.0.CO;2)
- 353 Hamada N, Da Silva JO (2014) Ordem Plecoptera. In: *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia,*
354 *biologia e ecologia*, 1ª ed. Editora do INPA, Manaus, pp 283-288
- 355 Hamada N, Nessimian JL, Querino RB (2014) *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia,*
356 *biologia e ecologia.* Editora do INPA, Manaus
- 357 Holzenthal RW, Morse JC, Kjer K (2011) Order Trichoptera Kirby, 1813. In: Zhang, Z.-Q (Ed.) *Animal*
358 *biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness.*
359 <https://trichopt.app.clemson.edu/welcome.php>. Accessed 14 Jun 2023
- 360 Holzenthal RW, Thomson RE, Ríos-Touma B (2015) Order Trichoptera. In *Thorpe and Covich's freshwater*
361 *invertebrates* (pp. 965-1002). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385026-3.00038-3>
- 362 Holzenthal RW, Calor AR (2017) Catalog of the Neotropical Trichoptera (caddisflies). *ZooKeys.*
363 <https://doi.org/10.3897/zookeys.654.9516>
- 364 Hynes HBN (1976) Biology of plecoptera. *Annu Rev Entomol* 21:135-153.
365 <https://doi.org/10.1146/annurev.en.21.010176.001031>
- 366 Jacobus LM, Macadam CR, Sartori M (2019) Mayflies (Ephemeroptera) and their contributions to
367 ecosystem services. *Insects.* <https://doi.org/10.3390/insects10060170>
- 368 Laliberté E, Legendre P, Shipley B, Laliberté MJRPF (2014) Measuring functional diversity from multiple
369 traits, and other tools for functional ecology. R Package FD.
- 370 Lecci LS, Froehlich CG (2011) Ordem Plecoptera Burmeister 1839 (Arthropoda: Insecta). In: Froehlich
371 CG (ed) *Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.*

- 372 Lecci L, Duarte T (2023) Plecoptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD.
373 <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/304>. Acessado em 17 junho de 2023
- 374 Liao YC, Lin AC, Tsai HN, Yen YT, Tzeng CS, Yang MM, Lin HJ (2022) The significance of riparian
375 communities in the energy flow of subtropical stream ecosystems. *Aquatic Science*.
376 <https://doi.org/10.1007/s00027-022-00850-x>
- 377 Ligeiro R, Hughes RM, Kaufmann PR, Heino J, Melo AS, Callisto M (2020) Choice of field and laboratory
378 methods affects the detection of anthropogenic disturbances using stream macroinvertebrate assemblages.
379 *Ecological Indicators*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106382>
- 380 Lima M, Firmino VC, Paiva CKS, Juen L, Brasil LS (2022) Land use changes disrupt streams and affect
381 the functional feeding groups of aquatic insects in the Amazon. *Journal of Insect Conservation*.
382 <https://doi.org/10.1007/s10841-022-00375-6>
- 383 Luiza-Andrade A, Montag LFDA, Juen L (2017) Functional diversity in studies of aquatic
384 macroinvertebrates community. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2315-0>
- 385 Luiza-Andrade A, Brasil LS, Torres NR, Brito J, Silva RR, Maioli LU, Juen L (2020) Effects of local
386 environmental and landscape variables on the taxonomic and trophic composition of aquatic insects in a
387 rare forest formation of the Brazilian Amazon. *Neotropical Entomology*. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00814-6>
- 388
- 389 Luiza-Andrade A, Silva RR, Shimano Y, Faria APJ, Cardoso MN, Brasil LS, Ligeiro R, Martins RT, Juen
390 L (2022) Niche breadth and habitat preference of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera (Insecta) in
391 streams in the Brazilian Amazon. *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1007/s10750-022-04987-6>
- 392 Mackay RJ, Wiggins GB (1979) Ecological diversity in Trichoptera. *Annual review of entomology*.
393 <https://doi.org/10.1146/annurev.en.24.010179.001153>
- 394 Marques NC, Jankowski KJ, Macedo MN, Juen L, Luiza-Andrade A, Deegan LA (2021) Riparian forests
395 buffer the negative effects of cropland on macroinvertebrate diversity in lowland Amazonian streams.
396 *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04604-y>
- 397 Martins RT, Oliveira VC, Salcedo AKM (2014) Uso de insetos aquáticos na avaliação de impactos
398 antrópicos em ecossistemas aquáticos.
- 399 Martins RT, Melo AS, Gonçalves JF, Campos CM, Hamada N (2017) Effects of climate change on leaf
400 breakdown by microorganisms and the shredder *Phylloicus elector* (Trichoptera: Calamoceratidae).
401 *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2689-7>
- 402 Merritt RW, Cummins KW (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall Hunt
- 403 Melo MA, Sanches PM, Silva Filho DF, Piratelli A J (2022). Influence of habitat type and distance from
404 source area on bird taxonomic and functional diversity in a Neotropical megacity. *Urban Ecosystems*.
405 <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01169-5>
- 406 McKie BG, Sandin L, Carlson PE, Johnson RK (2018) Species traits reveal effects of land use, season and
407 habitat on the potential subsidy of stream invertebrates to terrestrial food webs. *Aquatic Science*.
408 <https://doi.org/10.1007/s00027-018-0565-4>
- 409 Milesi SV, Dolédec S, Melo AS (2016) Substrate heterogeneity influences the trait composition of stream
410 insect communities: an experimental in situ study. *Freshwater science*. <https://doi.org/10.1086/688706>
- 411 Minshall GW (1988) Stream ecosystem theory: a global perspective. *Journal of the North American*
412 *benthological society* 7:263-288. <https://doi.org/10.2307/1467294>

- 413 Molineri C, Emmerich D (2010) New species and new stage descriptions of *Campsurus* major species
414 group (Polymitarcyidae: Campsurinae), with first report of silk-case construction in mayfly nymphs.
415 Aquatic Science. <https://doi.org/10.1080/01650424.2010.533131>
- 416 Morse JC, Frandsen PB, Graf W, Thomas JA (2019) Diversity and ecosystem services of Trichoptera.
417 Insects 10:125. <https://doi.org/10.3390/insects10050125>
- 418 Nieto C (2003) A new species of Guajirolus (Ephemeroptera: Baetidae) from Argentina and description of
419 a new genus from Bolivia. In: Gaino E (ed) Research Update on Ephemeroptera & Plecoptera. Università
420 di Perugia. Perugia, Italy, pp 153–158.
- 421 Nock CA, Vogt RJ, Beisner BE (2016) Functional traits. eLS.
422 <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0026282>
- 423 Prather AL (2003) Revision of the neotropical caddisfly genus Phylloicus (Trichoptera: Calamoceratidae)
424 (Vol. 275). Auckland: Magnolia Press.
- 425 Pavoine S, Ricotta C (2014) Functional and phylogenetic similarity among communities. Methods in
426 Ecology and Evolution. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12193>
- 427 Pes AM, Santos APM, Silva-Barcelos P, De Camargos LM (2014) Ordem Trichoptera. In: Insetos aquáticos
428 na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia, 1ª ed. Editora do INPA, Manaus, pp 193-216
- 429 Pennak RW (1955) Fresh-water invertebrates of the United States. Journal of Aquatic Ecosystem Stress
430 and Recovery (Formerly Journal of Aquatic Ecosystem Health) 7:126-126.
431 <https://doi.org/10.1007/BF00189804>
- 432 Poff NL, Olden JD, Vieira NK, Finn DS, Simmons MP, Kondratieff BC (2006) Functional trait niches of
433 North American lotic insects: traits-based ecological applications in light of phylogenetic
434 relationships. Journal of the North American Benthological Society. [https://doi.org/10.1899/0887-3593\(2006\)025\[0730:FTNONA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1899/0887-3593(2006)025[0730:FTNONA]2.0.CO;2)
- 436 Rabení CF, Doisy KE, Zweig LD (2005) Stream invertebrate community functional responses to deposited
437 sediment. Aquatic Science. <https://doi.org/10.1007/s00027-005-0793-2>
- 438 Rosenberg DM, Resh VH (1993) Introduction to Freshwater Biomonitoring and Benthic
439 Macroinvertebrates. In: Rosenberg DM, Resh VH (eds) Freshwater Biomonitoring and Benthic
440 Macroinvertebrates, Chapman/Hall, New York, pp 1-9.
- 441 Ribeiro-Ferreira AC, Froehlich CG (2001) Anacroneuria Klapálek, 1909 from Amazonas State, North
442 Brazil (Plecoptera, Perlidae, Acroneuriinae). Aquatic Science. <https://doi.org/10.1076/aqin.23.3.187.4890>
- 443 Saito VS, Soininen J, Fonseca-Gessner AA, Siqueira T (2015) Dispersal traits drive the phylogenetic
444 distance decay of similarity in Neotropical stream metacommunities. Journal of Biogeography.
445 <https://doi.org/10.1111/jbi.12577>
- 446 Salles FF, Do Nascimento JMC, Cruz VP, Boldrini R, Belmont ELL (2014) Ordem Ephemeroptera. In:
447 Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia, 1ª ed. Editora do INPA, Manaus,
448 pp 193-216
- 449 Salles FF, Ferreira-Júnior N (2014) Hábitat e Hábitos. In: Insetos aquáticos na Amazônia brasileira:
450 taxonomia, biologia e ecologia, 1ª ed. Editora do INPA, Manaus, pp 39-49
- 451 Salles FF, Boldrini R, Lima LRC (2023) Ephemeroptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil.
452 PNUD. <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/122>. Acessado em 17 junho de 2023
- 453 Sartori M, Brittain JE (2015) Order Ephemeroptera. In: Thorp JH, Covich AP (eds) Thorp and Covich's
454 freshwater invertebrates Academic Press, pp. 873-891. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385026-3.00034-6>
- 455

- 456 Santos APM, Dumas LL, Henriques-Oliveira AL, Souza WRM, Camargos LM, Calor AR, Pes AMO 2023.
457 Trichoptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD.
458 <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/278>. Acessado em 17 junho 2023
- 459 Scheiner SM (1993) Genetics and evolution of phenotypic plasticity. Annual review of ecology and
460 systematics. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.000343>
- 461 Shimano Y, Juen L (2016) How oil palm cultivation is affecting mayfly assemblages in Amazon streams.
462 *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*. <https://doi.org/10.1051/limn/2016004>
- 463 Shimano Y, Salles FF, Faria LR, Cabette HS, Nogueira DS (2012) Distribuição espacial das guildas tróficas
464 e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil.
465 *Iheringia, Sér. Zool.* <https://doi.org/10.1590/S0073-47212012000200011>
- 466 Statzner B, Dolédec S, Hugueny B (2004) Biological trait composition of European stream invertebrate
467 communities: assessing the effects of various trait filter types. *Ecography*. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03836.x>
- 469 Tilman D (2001) Functional diversity. *Encyclopedia of Biodiversity*.
470 <https://doi.org/10.1006/rwbd.1999.0154>
- 471 Thompson JD (1991) Phenotypic plasticity as a component of evolutionary change. *Trends Ecology &*
472 *Evolution*. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(91\)90070-E](https://doi.org/10.1016/0169-5347(91)90070-E)
- 473 Tomanova S, Goitia E, Helešić J (2006) Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates
474 in neotropical streams. *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1255-5>
- 475 Tomanova S, Usseglio-Polatera P. (2007) Patterns of benthic community traits in neotropical streams:
476 relationship to mesoscale spatial variability. *Fundamental and Applied Limnology fur*
477 *Hydrobiologie*. <https://doi.org/10.1127/1863-9135/2007/0170-0243>
- 478 Verberk WC, Bilton DT (2013) Respiratory control in aquatic insects dictates their vulnerability to global
479 warming. *Biology Letters*. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.0473>
- 480 Via S, Gomulkiewicz R, De Jong G, Scheiner SM, Schlichting CD, Van Tienderen PH (1995) Adaptive
481 phenotypic plasticity: consensus and controversy. *Trends Ecology & Evolution*.
482 [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)89061-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)89061-8)
- 483 Violle C, Navas ML, Vile D, Kazakou E, Fortunel C, Hummel I, Garnier E (2007) Let the concept of trait
484 be functional!. *Oikos*. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>
- 485 Wiggins GB (1996) Larvae of the North American caddisfly genera (Trichoptera). University of Toronto
486 Press.
- 487 Wesner JS (2010) Seasonal variation in the trophic structure of a spatial prey subsidy linking aquatic and
488 terrestrial food webs: adult aquatic insects. *Oikos*. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.17687.x>
- 489 Zimbres B, Machado RB, Peres CA (2018) Anthropogenic drivers of headwater and riparian forest loss and
490 degradation in a highly fragmented southern Amazonian landscape. *Land Use Policy*.
491 <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.062>
492
493
494
495

496 3. Sessão II

497

498

499

500 **INFLUENCIA DA VEGETAÇÃO CILIAR E INTEGRIDADE**
501 **AMBIENTAL NA COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA E FUNCIONAL**
502 **DE MACROINVERTEBRADOS DO CERRADO E AMAZÔNIA**

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

O primeiro capítulo desta dissertação foi elaborado e formatado conforme as normas da revista Hydrobiologia, disponível em: <https://www.springer.com/journal/10750/submitmission-guidelines>

516 **INFLUENCIA DA VEGETAÇÃO CILIAR E INTEGRIDADE AMBIENTAL NA**
517 **COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA E FUNCIONAL DE**
518 **MACROINVERTEBRADOS DO CERRADO E AMAZÔNIA**

519

520

521 **RESUMO**

522 A paisagem no entorno dos riachos é frequentemente impactada por diversos tipos de uso da terra
523 nos biomas brasileiros. tais impactos alteram a estrutura taxonômica e funcional das comunidades
524 biológicas, principalmente de grupos mais sensíveis as alterações ambientais. Por isso, o estudo
525 objetivou avaliar como a perda da vegetação ciliar e a integridade física do habitat influenciam nas
526 respostas funcionais e taxonômicas de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em riachos
527 distribuídos nos biomas brasileiros da Amazônia e do Cerrado. Amostramos em 45 riachos,
528 distribuídos em áreas do Cerrado Maranhense (20) e da Amazônia Oriental (25). Os resultados
529 desse estudo, mostraram que a perda da vegetação ciliar e da integridade ambiental influenciam
530 nas respostas taxonômicas e na divergência funcional das comunidades de EPT. Por outro lado,
531 esses fatores não foram importantes para explicar a riqueza funcional. Na comparação entre os
532 biomas, a riqueza taxonômica e funcional foi maior para os riachos da Amazônia, porém a
533 divergência funcional foi similar entre os dois biomas. O estudo reforça a importância da
534 integridade dos riachos e da conservação da vegetação ciliar para a manutenção da biodiversidade
535 de comunidades aquáticas.

536

537 **PALAVRAS-CHAVE:** Macroinvertebrados bentônicos; Desmatamento; *Land use*; Ecologia de
538 riachos; Sistemas lóticos.

539

540 **INTRODUÇÃO**

541 Alterações na paisagem causadas pelo uso da terra tem grande impacto para os
542 ecossistemas aquáticos e modificam fortemente as comunidades biológicas dos riachos (Luiza-
543 Andrade et al., 2017b). Grandes biomas brasileiros como o Cerrado e a Amazônia têm sofrido
544 severas perdas de seu território em decorrência das transformações do uso da terra e as
545 consequências para as comunidades biológicas ainda precisam ser melhor compreendidas. O
546 Cerrado brasileiro é uma das savanas com maior biodiversidade do mundo, mas 46% de sua
547 cobertura original foi desmatada para dar lugar a lavouras e pastagens (Rodrigues et al., 2022).
548 Embora a porcentagem de conversão de uso da terra para a Amazônia brasileira seja menor

549 (~18%), as atividades antrópicas como a agricultura e a pecuária já modificaram grande parte dos
550 ambientes aquáticos (Cruz et al., 2022). Um melhor entendimento sobre como as modificações
551 antrópicas nos diferentes biomas impactam a biodiversidade aquática é essencial para o
552 planejamento e ações de mitigação para garantir a preservação das espécies e a manutenção dos
553 serviços ecossistêmicos prestados.

554 Apesar das pastagens ocuparem a maior parte das áreas desmatadas na Amazônia, alguns
555 cultivos perenes parecem estarem entre os que mais afetam a biota aquática. O estado do Pará por
556 exemplo, é um grande produtor de óleo de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) (Class, 2013). Porém, a
557 expansão de áreas de plantio de dendê na Amazônia representa um risco para os ecossistemas
558 aquáticos da região (Butler, 2011). Além disso, muitas vezes o desmatamento para agricultura
559 avança sobre as áreas ripárias, resultando em diversas modificações que podem alterar integridade
560 física dos riachos (Carvalho et al., 2018), como alterar características físicas e químicas da água
561 (Macedo et al., 2013), com sérias implicações para o metabolismo dos organismos aquáticos (Ilha
562 et al., 2018). Em conjunto, esses fatores indicam vários potenciais impactos das alterações
563 decorrentes das mudanças no uso da terra sobre os ambientes ripários e as comunidades aquáticas.

564 Já o estado do Maranhão que apresenta 66% da sua área dentro do bioma Cerrado e o
565 restante no bioma Amazônia (44%), está entre os estados que compõem a mais recente fronteira
566 agrícola da região denominada Matopiba (que inclui também os estados do Tocantins, Piauí e
567 Bahia). No estado do Maranhão 9,4 milhões de hectares (~29%) foram convertidas para o uso
568 antrópico, principalmente pastagens e agricultura (Mapbiomas 2023). No leste Maranhense, as
569 práticas agrícolas continuam sendo realizadas às margens dos rios, contribuindo assim para o
570 desmatamento da vegetação ciliar, para o assoreamento do leito do rio e com a perda da integridade
571 ambiental (Conceição et al., 2011).

572 Apesar das alterações ambientais sob os ambientes aquáticos serem similares nos dois
573 biomas, o efeito sobre a biodiversidade pode ser diferente, uma vez que as fitofisionomias
574 apresentam estrutura de vegetação diferentes. Enquanto a Amazônia possui uma vegetação
575 tipicamente florestal e com altos teores de umidade, o Cerrado apresenta uma vegetação
576 naturalmente mais savânica. A retirada da vegetação ciliar modifica a entrada de matéria orgânica,
577 desestabiliza as margens dos córregos, aumentando o transporte de partículas, e a concentração de
578 sedimentos finos que ficam em suspensão nas redes fluviais (Nessimian et al., 2008; Juen et al.,
579 2016). Esses impactos operam como filtros de biodiversidade (Hu et al., 2019; Pereira et al., 2019),
580 podendo ocasionar a diminuição da abundância ou até mesmo a exclusão local de gêneros,

581 modificando a estrutura e a funcionalidade das assembleias (Castro et al., 2017). Em oposição, a
582 presença da vegetação ciliar favorece a entrada de matéria orgânica, uma importante fonte de
583 alimentos e de microhabitats (como folhas, galhos, frutos, troncos entre outros) para os
584 macroinvertebrados aquáticos (Cummins, 1973; Valle et al., 2013; Lião et al., 2022). A mata ciliar
585 funciona ainda como uma zona tampão para a manutenção dos ecossistemas aquáticos (Dala-Corte
586 et al., 2020), atenuando ou controlando a entrada de poluentes provenientes das atividades
587 antrópicas que ocorrem na paisagem e que podem levar a alterações na integridade do habitat.

588 A integridade do Habitat, o grau de preservação, e a complexidade ambiental de um
589 ecossistema (Brasil et al., 2020b) são importantes variáveis preditoras das assembleias biológicas,
590 porque quando analisada com as assembleias de insetos aquáticos (que são sensíveis) as
591 consequências de uso da terra sobre a qualidade da água de riachos (Nessimian et al., 2008). À
592 medida que as atividades de uso e ocupação da terra se intensificam e promovem alterações diretas
593 sobre a integridade do habitat é necessário entendermos melhor quais as consequências do
594 desflorestamento sobre a composição taxonômica e as características funcionais de invertebrados
595 aquáticos (Luiza-Andrade et al., 2017b; Castro et al., 2017; Gimenez et al., 2017; Marques et al.,
596 2021). Para isso, a abordagem funcional constitui-se uma importante ferramenta, uma vez que
597 representa o valor e a variação dos espécimes e suas características que afetam o funcionamento
598 das comunidades e/ou do ecossistema (Tilman, 2001; Violle et al., 2007). Ela vem sendo utilizada
599 com sucesso para invertebrados aquáticos, que estão entre os organismos mais afetados pelas
600 atividades antrópicas (Luiza-Andrade et al., 2017a; Castro et al., 2017; Lima et al., 2022). Entre
601 as métricas da abordagem funcional, a riqueza funcional (FRic) e a divergência funcional (FDiv)
602 são importantes medidas, pois buscam entender, respectivamente, a diferenciação na ocupação de
603 nicho e como os recursos são utilizados pelos táxons que coexistem em uma comunidade (Villéger
604 et al., 2008). Enquanto a FRic mensura a quantidade de espaço funcional preenchido pelos táxons
605 de uma comunidade (Mason & Mouillot, 2003), a FDiv descreve a irregularidade na distribuição
606 dos valores dos atributos ocupado por todos os taxóons de uma comunidade (Garnier et al., 2015).

607 Imaturos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) tem sido
608 amplamente utilizado como indicadores ecológicos em estudos que buscam avaliar os impactos
609 das ações antrópicas sobre as comunidades aquáticas. Entre as vantagens do uso destes grupos está
610 a baixa capacidade de dispersão, a alta diversidade biológica e sensibilidade às mudanças
611 ambientais (Brito et al., 2018). Além de já existirem estudos recentes com características
612 funcionais de EPT para o bioma Amazônico (Dedieu et al., 2015; Luiza-Andrade et al., 2017a;

613 Lima et al., 2022). No Cerrado (principalmente no leste maranhense) por outro lado, os estudos
614 existentes correspondem às ordens Odonata e Trichoptera em áreas de ecótono de Cerrado-
615 Caatinga (Veras et al., 2020; Viana et al., 2020), indicando possível lacuna para estudos funcionais
616 com EPT.

617 Em virtude disso, nosso objetivo foi avaliar como a perda da vegetação ciliar e a
618 integridade física do habitat influenciam nas respostas funcionais e taxonômicas de EPT em
619 riachos distribuídos nos biomas brasileiros da Amazônia e do Cerrado. Para isso, testamos duas
620 hipóteses: (i) Em cada bioma riachos com maior proporção de vegetação ciliar e maior integridade
621 ambiental, sustentam maior riqueza taxonômica de gêneros de EPT, assim como maior riqueza
622 funcional e maior divergência funcional, e (ii) comparativamente entre os biomas esperamos que
623 a riqueza taxonômica, riqueza funcional e a divergência funcional sejam maiores em riachos
624 amazônicos quando comparados com os riachos do Cerrado, em virtude desses riachos
625 apresentarem vegetação ripária tipicamente florestal. Independente do bioma, esperamos para
626 ambos os biomas que, riachos com vegetação ciliar mais intacta mantenham maior
627 heterogeneidade ambiental nos ecossistemas aquáticos. A heterogeneidade é um dos principais
628 agentes estruturadores das comunidades aquáticas, garantindo uma maior disponibilidade de
629 recursos alimentares e de microhabitats.

630

631 **MATERIAL E MÉTODOS**

632 **ÁREA DE ESTUDO**

633 O estudo foi realizado em 45 riachos, desses 25 estão localizados no Bioma Amazônico
634 e 20 no Cerrado, cujas coletas realizadas entre os anos de 2015 a 2018. Todos os 25 riachos
635 amostrados no bioma amazônico estão localizados ao longo da bacia do rio Capim, na porção
636 nordeste do estado do Pará, Brasil. A topografia da região é levemente ondulada (Cruz et al., 2022),
637 apresentando baixa declividade e altitude (em média 94 m acima do nível do mar). A temperatura
638 média anual do ar é de 27,2 °C, com precipitação média de 1.766 mm e umidade relativa do ar de
639 81%. O clima da região é do tipo floresta tropical pluvial, com estação chuvosa de dezembro a
640 maio e seca de junho a novembro (Alvares et al., 2013). A paisagem da bacia do rio Capim foi
641 intensamente alterada por atividades antrópicas desde a construção da rodovia federal BR-010 e
642 da rodovia estadual PA-150, que proporcionou a expansão da exploração de madeira, agricultura
643 e pecuária.

644 Dos 20 riachos amostrados no bioma Cerrado, 14 estão localizados na bacia hidrográfica
645 do médio rio Itapecuru, município de Caxias, região Leste do Maranhão (Castro et al., 2021). A
646 área se localiza em um mosaico de florestas semidecíduas, cerrado típico, campos veredas, mata
647 seca, mata secundária em áreas povoadas de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) (Veras et
648 al., 2019) e de plantio de soja. O município está a uma altitude de 66 m acima do nível do mar
649 (IBGE 2010). O clima local é do tipo AWI (Köppen, 1948), com duas estações bem definidas,
650 uma seca entre junho e novembro e uma chuvosa entre dezembro e maio. A temperatura pode
651 variar entre um mínimo de 21,2°C e um máximo de 38,3°C. O principal uso da terra é a agricultura,
652 enquanto a urbanização expandiu significativamente a partir da década de 1990 (Neto, 2015)
653 causando a supressão da vegetação ciliar nos ecossistemas aquáticos da região.

654 Os outros seis riachos amostrados do Cerrado estão distribuídos no Oeste do Maranhão,
655 localizam-se na Reserva do Gurupi. O Gurupi é uma unidade de conservação de proteção integral,
656 criada pelo decreto nº 95.614 de 12 de janeiro de 1988, que delimita uma área total de 271 mil
657 hectares, parcialmente localizada nos municípios de Bom Jardim, Centro Novo do Maranhão e
658 São João do Carú. Localizada na região de clima tropical com inverno seco, temperatura média
659 anual acima de 26°C e a precipitação no mês mais seco abaixo de 60mm (Mendonça et al., 2021).
660 A composição florística abriga espécies de grande interesse econômico para a indústria de
661 madeireira, como ipê (*Tabebuia* spp), maçaranduba (*Manilkara* spp), e jatobá (*Hymenaea* spp)
662 dentre outras, que diariamente são alvos da retirada ilegal de madeira desde a criação da unidade
663 de conservação (Martins & Oliveira, 2011). Nas últimas três décadas a exploração ilegal de
664 madeira, a ocupação humana e a pecuária vêm agravando a perda da cobertura florestal. A reserva
665 também é constantemente afetada por incêndios florestais decorrentes das atividades humanas.

666

667 **PREDITORES AMBIENTAIS**

668 *Classificação do uso e cobertura da terra*

669 Os riachos estudados estão distribuídos ao longo de um gradiente ambiental de floresta e
670 de atividades humanas. Para classificar os tipos de uso da terra usamos o programa QGIS (QGIS
671 3.28.2) processamos e classificamos as imagens do satélite *Landsat 8* disponível no MapBiomias
672 (<http://mapbiomas.org>). As imagens foram baseadas de acordo com os anos das coletas, variando
673 de 2015 a 2018.

674 *Delimitação da mata ciliar*

675 Calculamos a porcentagem de vegetação ciliar no ambiente ripário utilizando um *buffer*
676 circular com raio de 300 metros no entorno dos pontos amostrais. Utilizamos os dados de
677 mapeamento do uso da terra da coleção 07 projeto Mapbiomas (<http://mapbiomas.org>) e para
678 calcular a porcentagem de vegetação nativa seguimos três passos: Primeiro, agrupamos todas as
679 classes de vegetação nativa uma única classe; segundo, calculamos a área de cada buffer ocupada
680 por vegetação; por último, dividimos a área de vegetação nativa pela área total do polígono (Anexo
681 3).

682 INTEGRIDADE AMBIENTAL

683 A Integridade ambiental dos riachos foi avaliada usando o índice de integridade de habitat
684 (*Habitat Integrity Index-HII*) (Nessimian et al., 2008). O HII é composto por 12 itens que avaliam
685 a estrutura do córrego quanto a conservação da vegetação ciliar, o padrão de uso da terra, o tipo
686 de substrato, características de retenção da água, detritos e vegetação aquática. O índice (HII) varia
687 de 0 (corresponde a sistemas altamente impactados) a 1 (mais conservados), indicando um
688 gradiente crescente de integridade (Anexo 3). O HII já é utilizado com sucesso em estudos que
689 avaliam a integridade do habitat utilizando organismos aquáticos principalmente insetos aquáticos,
690 inclusive em uma revisão recente, ele foi uma das métricas mais importantes para explicar a
691 distribuição dos espécimes (Brasil et al., 2020b) (Anexo 4).

692 AMOSTRAGEM BIOLÓGICA

693 Em cada um dos 45 riachos amostrados, foi estabelecido um transecto contínuo de 150
694 metros. Esses 150 metros, foram divididos em 10 seções de 15 metros nomeadas com as letras (A-
695 K) (Peck et al., 2002), estas foram subdivididos em três segmentos de 5 metros. Foram coletadas
696 duas amostras de substratos nos dois primeiros segmentos de cada seção representando um total
697 de 20 amostras por fluxo (Cezário et al, 2022). Os EPT imaturos foram coletados sempre no
698 período de estiagem uma vez que o aumento da vazão do riacho no período chuvoso diminuir a
699 abundância e riqueza desses organismos (Bispo et al., 2001). Realizamos as coletas biológicas
700 utilizando uma rede de mão do tipo rapiché com diâmetro de 18 cm e malha de 0,05 mm (Shimano
701 et al., 2016). Os espécimes coletados foram fixados em etanol à 85%, para posterior identificação
702 em laboratório com à resolução taxonômica a nível de gênero, utilizando chaves de identificação
703 específicas para cada ordem (Lecci & Froehlich, 2007; Domínguez et al., 2006; Pes et al., 2014).

704 SELEÇÃO DOS ATRIBUTOS FUNCIONAIS

705 Para a análise funcional, selecionamos características (*traits*) que são altamente
 706 relacionadas com a perda da proporção da vegetação ciliar: refúgio e alimentação (Tabela 1). A
 707 perda da vegetação ciliar impacta a disponibilidade de substratos (que são fontes de alimentos e
 708 de refúgios) para os imaturos aquáticos (Rabení et al., 2005). Os atributos funcionais (categorias)
 709 de cada *trait* foram quantificadas com base no banco de dados funcionais de EPT da Amazônia
 710 disponível em Santos *et al.*, (no prelo) (Anexo 2). Esta é baseada na codificação *fuzzy* para
 711 estabelecer a afinidade de cada gênero com o atributo funcional, a pontuação do índice varia de 0
 712 a 3, em que quanto maior o valor, maior é a afinidade do gênero com o atributo (Chevenet et al.,
 713 1994).

714

715 **Tabela I:** Atributos funcionais e hipótese ecológica de dois traits de EPT distribuídos em riachos da
 716 Amazônia e do Cerrado brasileiro.

Característica funcional	Atributos funcionais	Definição
Hábito alimentar	Predador	A disponibilidade de alimento nos ambientes aquáticos sofre influência vegetação ciliar, causando consequências na estrutura e na distribuição dos gêneros de EPT (Lima et al., 2022)
	Coletor Catador	
	Coletor Filtrador	
	Triturador	
	Raspador	
Refúgio	Vida livre	Representa o tipo de abrigo que os insetos consideram para viver. O tipo de refúgio permite respostas principalmente associado ao hábito alimentar (Salles & Ferreira-Júnior, 2014)
	Rede de Seda	
	Areia e madeira	
	Folha	

717

718 ANÁLISE DE DADOS

719 Para as análises, a diversidade funcional foi estimada pelas métricas: riqueza funcional
 720 (FRic) e pela divergência funcional (FDiv). Para calcular a riqueza funcional, foi utilizado o índice
 721 FRic, possibilitando estimar a riqueza funcional, medindo o volume de espaço t-dimensional
 722 ocupado pela comunidade. Quantificando o espaço das características funcionais ocupados pelas
 723 assembleias de EPT (Mammola et al., 2021; Villéger et al., 2008). A riqueza funcional (FRic) varia
 724 entre 0 e $+\infty$, ou seja, quanto maior o número de gêneros, maior será o espaço funcional ocupado
 725 por eles.

726 Para analisar se existe irregularidade na distribuição dos valores dos atributos no volume
 727 do espaço funcional ocupado pelos gêneros das comunidades de EPT, foi utilizado o índice de
 728 divergência funcional (FDiv) (Gregorius & Kosmam, 2017; Mammola et al., 2021). Os valores de
 729 FDiv variam entre 0 e 1, sendo valores que se aproximam de zero mostram que os gêneros mais
 730 abundantes estão próximo do centroide (valor da característica média da comunidade), conforme

731 os valores se aproximam a 1 indica que o gênero mais abundante está muito distante, ou seja, é
732 diferente do valor médio da comunidade (Mason et al., 2005). Realizamos todas as análises no
733 software R (R Core Development Team, 2022) com os pacotes “vegan” (Oksanen et al., 2020) e
734 “FD” (Laliberté et al., 2014)

735 Para avaliar se riachos com maior proporção de vegetação ciliar e maior integridade
736 ambiental, sustentam maior riqueza taxonômica de gêneros de EPT, assim como maior riqueza
737 funcional e maior divergência funcional usamos modelos lineares generalizados mistos
738 (*Generalized Linear Mixed Models*-GLMM). Nos modelos, a riqueza de EPT, riqueza funcional
739 (FRic) e a divergência funcional (FDiv) foram as variáveis resposta e as pontuações de HII e os
740 valores de proporção de vegetação ciliar foram as variáveis preditoras. Para cada modelo usamos
741 a família de distribuição que se adequava corretamente a variável resposta: (i) família Quasi
742 Poisson para riqueza de EPT (ii) família de distribuição Gama para o índice de riqueza funcional
743 (FRic) e (iii) família de distribuição Beta para o índice de divergência funcional (FDiv). Para testar
744 a primeira hipótese do estudo, que busca avaliar o efeito da vegetação ciliar e do HII sobre as
745 variáveis respostas, adicionamos os Biomas (Cerrado, Amazônia) como fator aleatório (Bolker et
746 al., 2008; Zuur et al., 2009; O’hara & Kotze, 2010). Os GLMMs atenderam aos pressupostos de
747 linearidade e homogeneidade de variâncias.

748 Para avaliar se a fitofisionomia dos riachos amazônicos proporciona maior riqueza
749 taxonômica, riqueza funcional e divergência funcional em relação aos riachos do Cerrado,
750 executamos Modelos Lineares Generalizados (GLM). Nos modelos, as famílias de distribuição
751 usadas que se adequavam corretamente a variável resposta foi: (i) família binomial negativa para
752 a riqueza taxonômica (ii) família gaussiana para a riqueza funcional (FRic) e (iii) família de
753 distribuição Beta para o índice de divergência funcional (FDiv). Na execução dos modelos o bioma
754 foi considerado como variável preditora. Realizamos todas as análises no software R (R Core
755 Development Team, 2022) utilizando os pacotes “lme4” (Bates et al., 2014) "DHARMA",
756 “MASS”, “MuMIn”, “glmmTMB”, “ggplot2” e “betareg” (Zuur et al., 2009).

757

758 **RESULTADOS**

759 **COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE INSETOS AQUÁTICOS**

760 Foram coletados 14,211 espécimes das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera,
761 abrangendo um total de 51 gêneros e 15 famílias. A ordem com maior riqueza de gêneros foi
762 Ephemeroptera (32 gêneros), seguido por Trichoptera (18) e Plecoptera (1). Para a ordem

763 Ephemeroptera o gênero *Miroculis* ($n=1.290$) apresentou maior abundância. Em Plecoptera,
 764 identificamos somente o gênero *Anacroneuria* e sua abundância foi de 78 indivíduos. Por fim, para
 765 a ordem Trichoptera, o gênero mais abundante foi *Smicridea* ($n=4.021$) (Anexo 1).

766

767 *Riqueza taxonômica, riqueza funcional e divergência funcional*

768 Analisando a riqueza de gêneros, o modelo não mostrou efeito significativo em função da
 769 proporção de vegetação ciliar (valor $z = -1.129$, valor $p = 0.259$). Porém, em relação ao HII houve
 770 efeito significativo (valor $z = 3.078$, valor $p = 0.002$) (Tabela 1). Riachos com altos valores de
 771 integridade ambiental (riachos conservados, com altos valores de HII) apresentam em média um
 772 gênero a mais do que riachos com baixos valores de integridade ambiental (Anexo 5). Em relação a
 773 riqueza funcional, o modelo demonstrou que não existe efeito significativo para a perda da proporção
 774 da vegetação ciliar (valor $t = -0.731$, valor $p = 0.464$) e do HII (valor $t = -1.613$, valor $p = 0.106$) (Tabela
 775 1). A divergência funcional não mostrou efeito significativo ao HII (valor $z = 0.023$, valor $p = 0.981$).
 776 Já em relação a proporção de vegetação ciliar (valor $z = 3.24$, valor $p = 0.001$) existe efeito
 777 significativo, pois riachos com maior proporção de vegetação ciliar apresentam 0,795 de aumento
 778 na divergência funcional (Tabela 1).

779 Ao analisarmos as variáveis respostas em função da fitofisionomia dos biomas em que os
 780 riachos estão inseridos, a riqueza de gêneros de EPT foi significativa (valor $t = -2,355$, valor
 781 $p = 0,018$) (Tabela 2). Existe uma diminuição de um gênero na riqueza do Cerrado em relação aos
 782 riachos amazônicos. A riqueza funcional também foi significativa (valor $t = -0.247$, valor $p < 0,001$),
 783 pois riachos do cerrado tem um espaço funcional de -0.247 a menos em relação aos riachos
 784 amazônicos (Tabela 2). Diferentemente, a divergência funcional (valor $t = 0,881$, valor $p = 0,383$) não
 785 mostrou diferença significativa entre os biomas (Tabela 2) (Anexo 6).

786

787 Tabela II: Resultado do GLMM em função das variáveis respostas do estudo (Riqueza
 788 taxonômica, riqueza funcional (FRic) e divergência funcional (FDiv)) com as variáveis
 789 preditoras (HII e as proporções de vegetação ciliar). Os valores em negrito correspondem
 790 aos efeitos significativos de $p\text{-value} < 0.05$.

Métrica		Estimate (β)	Std. Error	z-value	Pr(> z)
Riqueza	Intercept	1.845	0.183	10.057	2×10^{-16}
	HII	0.830	0.269	3.078	0,002
	Intercept	2.475	0.139	17.757	2×10^{-16}
	Vegetação Ciliar	-0.143	0.127	-1.129	0.259
FRic	Intercept	3.976	2.003	1.985	0.047
	HII	0.687	2.219	0.310	0.756

	Intercept	4.072	1.574	2.586	0.009
	Vegetação Ciliar	0.394	0.889	0.444	0.657
FDiv	Intercept	1.166	0.401	2.906	0.003
	HII	0.013	0.577	0.023	0.981
	Intercept	0.567	0.201	2.81	0.004
	Vegetação_Ciliar	0.795	0.245	3.24	0.001

791

792

793 Tabela III: Resultado do GLM em função das variáveis respostas do estudo (Riqueza taxonômica, riqueza
794 funcional (FRic) e divergência funcional (FDiv)) em relação aos biomas (Cerrado e Amazônia). Os valores
795 em negrito correspondem aos efeitos significativos de $p\text{-value} < 0.05$.

Riqueza	Intercept	2,527	0,091	27,701	2x10⁻¹⁶
	Bioma	-0.335	0.142	-2.355	0.018
FRic	Intercept	0.402	0.031	12.940	2x10 ⁻¹⁶
	Bioma	-0.247	0.046	-5.309	0.000
FDiv	Intercept	0.891	0.100	8.891	2.7 x 10 ¹¹
	Bioma	0.144	0.163	0.881	0.383

796

797

798 DISCUSSÃO

799 Nesse estudo analisamos a importância da integridade de dois fatores, a vegetação ciliar
800 e o habitat, sobre a diversidade de três ordens de macroinvertebrados (Ephemeroptera, Plecoptera
801 e Trichoptera), para dois biomas, um tipicamente florestal (Amazônia) e outro savânico (Cerrado).
802 Esta análise combinada de preditores em duas diferentes escalas, é uma alternativa eficiente para
803 explicar como os preditores se relacionam com as comunidades aquáticas permitindo maior
804 compreensão dos impactos das ações antrópicas sobre as comunidades estudadas. Diante disso,
805 nossos resultados mostraram que as relações entre os usos da terra e as respostas funcionais e
806 taxonômicas diversificam consideravelmente em relação a qual gradiente está sendo avaliado.
807 Nesse estudo, a hipótese de que a riqueza taxonômica tem efeito significativo quando ocorre o
808 aumento do HII foi corroborada. Porém, a métrica taxonômica não apresentou efeito significativo
809 quando relacionada com a vegetação ciliar, não corroborando a hipótese do estudo. Contrariando
810 a nossa hipótese, a riqueza funcional (FRic) não apresentou efeito significativo com a perda da
811 vegetação ciliar e com o HII, não corroborando assim a hipótese testada. Já a divergência funcional
812 (FDiv) mostrou efeito significativo com a vegetação ciliar, corroborando a hipótese do estudo, mas
813 não mostrou efeito significativo com o HII. A segunda hipótese testada no estudo foi parcialmente
814 corroborada, pois a riqueza taxonômica e funcional (FRic) apresentaram efeito significativo, ou
815 seja, a fitofisionomia dos riachos amazônicos favoreceu uma maior riqueza taxonômica e com

816 consequência uma maior riqueza funcional. Porém, a divergência funcional (FDiv) não mostrou
817 efeito significativo para nenhum dos biomas.

818 O uso da terra é um fator potencializador para a diminuição da biodiversidade. Os
819 resultados desse estudo demonstraram que a perda da vegetação ciliar e da integridade ambiental
820 em decorrência de atividades agrícolas impactam a riqueza taxonômica e a divergência funcional
821 de EPT. A riqueza taxonômica é uma métrica tradicionalmente utilizada em estudos ecológicos,
822 nesse estudo em especial, o efeito significativo da riqueza taxonômica com o HII, indica que o HII
823 atue como um forte filtro da composição taxonômica de macroinvertebrados aquáticos (Juen et al.,
824 2014). Os resultados aqui encontrados corroboram com Brasil et al. (2020b), em que os autores
825 utilizaram a abordagem de meta-análise comprovando a eficácia do HII em mensurar mudanças
826 ambientais que afetam os insetos aquáticos, em especial para Ephemeroptera, Plecoptera e
827 Trichoptera. O HII, ao contrário da vegetação ciliar, é uma métrica que leva em conta questões
828 que vão além da quantidade de cobertura de dossel (como por exemplo: largura do leito,
829 quantidade de detritos, dispositivos de retenção, leito do rio, condições de detritos entre outros)
830 (Anexo 4). Esse conjunto de questões que analisam todo o aparato ambiental dos riachos, podem
831 ter influenciado no efeito significativo da riqueza de gêneros com o HII.

832 Diferentemente, a vegetação ciliar é a quantidade de vegetação nativa nas margens dos
833 riachos, tendo forte ligação com as métricas funcionais (pela capacidade de analisar os serviços
834 ecossistêmicos), uma vez que a diferenciação de recursos nos ambientes aquáticos depende de uma
835 vegetação ciliar com cobertura preservada. A vegetação ciliar é um excelente preditor para analisar
836 respostas funcionais, o que pode ter tendenciado ao não efeito significativo quando analisado com
837 a riqueza gêneros. Por outro lado, os preditores utilizados no estudo não foram o suficiente para
838 apresentar efeito significativo com a riqueza funcional medida por meio da métrica FRic.

839 A divergência funcional (FDiv) foi uma métrica com efeito significativo quando
840 analisada em relação com a vegetação ciliar. A vegetação ciliar é intimamente ligada a
841 diferenciação dos recursos entre os gêneros nos ambientes aquáticos, pois riachos com maior
842 cobertura vegetal possuem uma maior disponibilidade de recursos dentro dos riachos para as
843 comunidades aquáticas, fornecendo energia autóctone para os riachos. Por isso, estudos que
844 analisam a influência da vegetação ciliar com grupos de EPT possibilitam a detecção de
845 importantes processos ligados as condições ambientais e a disponibilidade de recursos para
846 macroinvertebrados aquáticos. Ao contrário, as práticas de atividades agrícolas levam a redução
847 de refúgios e de hábitos alimentares disponíveis atingindo principalmente gêneros trituradores e

848 coletores. Por exemplo, um estudo em áreas da Amazônia identificou relação significativa entre a
849 abundância de trituradores e os coletores com a vegetação ciliar (Lima *et al.*, 2022). Além disso,
850 a redução da vegetação ciliar afeta drasticamente a qualidade e a acessibilidade de micro-habitats
851 (refúgios) que são formados por substratos orgânicos depositados nos riachos graças a vegetação
852 ribeirinha. A redução de energia alóctone reduz recursos alimentares, afetando principalmente os
853 grupos funcionais trituradores, como o gênero *Phylloicus* (Paiva *et al.*, 2017). No estudo, a falta
854 da relação entre a FDiv e o HII pode ser atribuída ao gradiente ambiental não ser forte o suficiente
855 para reproduzir respostas funcionais.

856 Sobre a fitofisionomia dos biomas, a riqueza taxonômica e a riqueza funcional tiveram
857 efeito significativo com o bioma Amazônico. Riachos amazônicos apresentaram maior riqueza
858 taxonômica e maior riqueza funcional em comparação com os do Cerrado. De acordo com Villéger
859 *et al.* (2008), uma relação positiva entre a diversidade de táxons e a diversidade funcional se dá
860 em decorrências da relação das duas métricas, ou seja, quanto maior o número e a diversidade de
861 espécies, a tendência é existir um aumento no espaço funcional ocupado por determinada
862 comunidade. Ao contrário, uma diminuição da diversidade funcional tem poder para causar perda
863 de funções no ecossistema, devido a menor diversidade de características (Cardinale *et al.*, 2012).
864 Dessa forma, nesse estudo, os riachos com menor proporção de vegetação ciliar e menor valor de
865 HII, possuem menor riqueza funcional podendo prejudicar assim os serviços e processos nos
866 ecossistemas aquáticos do Cerrado. Por outro lado, os resultados indicam que os riachos
867 amazônicos, possuem maior riqueza taxonômica e funcional devido a fitofisionomia do bioma,
868 conseqüentemente, altos valores de riqueza funcional estão relacionados com alta riqueza de
869 espécies (Laliberté & Legendre, 2010).

870 Por outro lado, o bioma não mostrou efeito significativo quando analisado com a métrica
871 de divergência funcional. A possível explicação é que a perda da vegetação ciliar e diminuição do
872 HII nas duas áreas estejam provocando uma diminuição de recursos entre os gêneros
873 comprometendo o desempenho de funções ecológicas das ordens de EPT. O crescimento
874 exponencial de uso da terra aos longos dos riachos remove a cobertura vegetal causando a
875 lixiviação do solo para dentro dos rios e riachos causando assoreamento (Chaussê *et al.*, 2016). O
876 bioma amazônico e o cerrado, possuem grande biodiversidade nos seus ecossistemas aquáticos.
877 No entanto, o estudo indica que entre os biomas, se faz necessário uma atenção redobrada para as
878 áreas de práticas agrícolas, especialmente no cerrado, uma vez que a fitofisionomia natural tem
879 como característica áreas mais abertas, menos cobertura vegetal, maior incidência de luz solar.

880 Com a intensificação das atividades agrícolas, a característica natural do bioma tende a ser perdida,
881 reduzindo a riqueza e consequentemente ocorre a perda de funções nesses ambientes aquáticos.

882

883 **CONCLUSÃO**

884 Nosso estudo encontrou influência das alterações na integridade da vegetação ripária e
885 dos riachos sobre a diversidade taxonômica e funcional das assembleias de Ephemeroptera,
886 Plecoptera e Trichoptera. Além disso, o estudo mostra que os riachos amazônicos possuem maior
887 riqueza taxonômica e funcional, mas a divergência funcional não foi significativa em comparação
888 com o Cerrado. O estudo reforça a importância das métricas taxonômicas e funcionais na avaliação
889 de impactos de uso de terra nos ecossistemas aquáticos, em relação as respostas funcionais, em
890 especial as métricas de riqueza e divergência funcional, que são viáveis e necessárias por serem
891 sensíveis aos impactos de uso da terra. A utilização das métricas taxonômicas funcionais podem
892 ser usadas para construção de métodos para o planejamento da conservação dos biomas em
893 programas de monitoramento biológico de riachos.

894

895 **AGRADECIMENTOS**

896

897 Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e
898 Tecnológico do Maranhão pelo financiamento da bolsa de mestrado (BM-06362/22 EDITAL
899 FAPEMA Nº 03/2022). Agradecemos a Daniel Veras e a Carlos Augusto pela parceria com a
900 disponibilização de dados. Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento
901 Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento dos projetos “Influência dos diferentes
902 tipos de uso do solo sobre a biodiversidade na Amazônia Oriental” (processo 449314/2014-2),
903 “Tempo de resiliência das comunidades aquáticas após o corte seletivo de madeira na Amazônia
904 Oriental” (processo 481015/2011-6).

905 **REFERENCIAS**

906 Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G.
907 (2013). Köppen’s climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*,
908 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

909 Brasil, L. S., de Lima, E. L., Spigoloni, Z. A., Ribeiro-Brasil, D. R. G., & Juen, L.
910 (2020). The habitat integrity index and aquatic insect communities in tropical streams:
911 A meta-analysis. *Ecological Indicators*, 116, 106495.
912 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106495>

- 913 Brasil, L. S., Luiza-Andrade, A., Calvão, L. B., Dias-Silva, K., Faria, A. P. J., Shimano,
914 Y., ... & Juen, L. (2020). Aquatic insects and their environmental predictors: a
915 scientometric study focused on environmental monitoring in lotic environmental.
916 *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(3), 194.
917 <https://doi.org/10.1007/s10661-020-8147-z>
- 918 Braga, P. I. S. (1979). Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e
919 inventário florístico da floresta amazônica. *Acta amazonica*, 9, 53-80.
- 920 Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). Fitting linear mixed-effects
921 models using lme4. arXiv preprint arXiv:1406.5823.
922 <https://doi.org/10.48550/arXiv.1406.5823>
- 923 Brito, J. G., Martins, R. T., Oliveira, V. C., Hamada, N., Nessimian, J. L., Hughes, R.
924 M., ... & de Paula, F. R. (2018). Biological indicators of diversity in tropical streams:
925 Congruence in the similarity of invertebrate assemblages. *Ecological indicators*, 85, 85-
926 92. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.001>
- 927 Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M.
928 H. H., & White, J. S. S. (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for
929 ecology and evolution. *Trends in ecology & evolution*, 24(3), 127-135.
930 <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.10.008>
- 931 Butler, R. (2011). In Brazil, palm oil plantations could help preserve Amazon. *Yale*
932 *environment*, 360.
- 933 Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., ... &
934 Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59-
935 67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- 936 Castro, E. R., Veras, D. S., Lustosa, G. S., Azevêdo, C. A. S., & Juen, L. (2021). Effects
937 of Environmental Variables and Habitat Integrity on the Structure of the Aquatic Insect
938 Communities of Streams in the Cerrado-Caatinga Ecotone in Northeastern Brazil.
939 *Neotropical Entomology*, 50, 21-31. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00816-4>
- 940 Calvão, L. B., Nogueira, D. S., de Assis Montag, L. F., Lopes, M. A., & Juen, L.
941 (2016). Are Odonata communities impacted by conventional or reduced impact
942 logging? *Forest Ecology and Management*, 382, 143-150.
943 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.013>
- 944 Class, I. P. T. (2013). Levantamento de Informações de uso e Cobertura da Terra na
945 Amazônia. 2010. Land use assessment in the Amazon-2010], INPE, EMBRAPA,
946 Brasília, Brazil.
- 947 Carneiro Filho, A. R. N. A. L. D. O., & Costa, K. A. R. I. N. E. (2016). A expansão da
948 soja no cerrado. Caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção
949 sustentável. São Paulo, Agroicone, p1-30.

- 950 CHAUSSÊ, Thais Carvalho Cerqueira et al. Evaluation of nutrients and major ions in
951 streams—implications of different timescale procedures. **Environmental monitoring**
952 **and assessment**, v. 188, p. 1-16, 2016.
- 953 Chaussê, T. C. C., dos Santos Brandão, C., da Silva, L. P., Salamim Fonseca Spanghero,
954 P. E., & da Silva, D. M. L. (2016). Evaluation of nutrients and major ions in streams—
955 implications of different timescale procedures. *Environmental monitoring and*
956 *assessment*, 188, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-5034-0>
- 957 Chevene, F., Doledec, S., & Chessel, D. (1994). A fuzzy coding approach for the
958 analysis of long-term ecological data. *Freshwater biology*, 31(3), 295-309.
959 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1994.tb01742.x>
- 960 Cruz, G. M., Faria, A. P. J., & Juen, L. (2022). Patterns and metacommunity structure of
961 aquatic insects (Trichoptera) in Amazonian streams depend on the environmental
962 conditions. *Hydrobiologia*, 849(12), 2831-2843. [https://doi.org/10.1007/s10750-022-](https://doi.org/10.1007/s10750-022-04901-0)
963 [04901-0](https://doi.org/10.1007/s10750-022-04901-0)
- 964 Cummins, K. W. (1973). Trophic relations of aquatic insects. *Annual review of entomology*,
965 18(1), 183-206.
- 966 Dala-Corte, R. B., Melo, A. S., Siqueira, T., Bini, L. M., Martins, R. T., Cunico, A. M., ... &
967 Roque, F. D. O. (2020). Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation
968 loss in the Neotropical region. *Journal of Applied Ecology*, 57(7), 1391-1402.
969 <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13657>
- 970 Dedieu, N., Rhone, M., Vigouroux, R., & Céréghino, R. (2015). Assessing the impact of
971 gold mining in headwater streams of Eastern Amazonia using Ephemeroptera
972 assemblages and biological traits. *Ecological Indicators*, 52, 332-340.
973 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.12.012>
- 974 de Castro, D. M. P., Dolédec, S., & Callisto, M. (2018). Land cover disturbance
975 homogenizes aquatic insect functional structure in neotropical savanna streams.
976 *Ecological Indicators*, 84, 573-582. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.030>
- 977 Domínguez, E. (2006). *Ephemeroptera of south America* (Vol. 2). Pensoft Publishers.
- 978 Faria, A. P. J., Paiva, C. K. S., Calvão, L. B., Cruz, G. M., & Juen, L. (2021). Response
979 of aquatic insects to an environmental gradient in Amazonian streams. *Environmental*
980 *Monitoring and Assessment*, 193, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09553-6>
- 981 Garnier, E., Navas, M. L., & Grigulis, K. (2016). *Plant functional diversity: organism*
982 *traits, community structure, and ecosystem properties*. Oxford University Press.
- 983 Gregorius, H. R., & Kosman, E. (2017). On the notion of dispersion: from dispersion to
984 diversity. *Methods in ecology and Evolution*, 8(3), 278-287.

- 985 Gimenez, B. C., & Higuti, J. (2017). Land use effects on the functional structure of
986 aquatic insect communities in Neotropical streams. *Inland Waters*, 7(3), 305-313.
987 <https://doi.org/10.1080/20442041.2017.1329910>
- 988 Hu, G., Wilson, M. C., Wu, J., Yu, J., & Yu, M. (2019). Decoupling species richness
989 variation and spatial turnover in beta diversity across a fragmented landscape. *PeerJ*, 7,
990 e6714.
- 991 Ilha, P., Schiesari, L., Yanagawa, F. I., Jankowski, K., & Navas, C. A. (2018).
992 Deforestation and stream warming affect body size of Amazonian fishes. *PloS one*, 13(5),
993 e0196560. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196560>
- 994 Agropecuário, C. (2006). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro.
- 995 Laliberté, E., & Legendre, P. (2010). A distance-based framework for measuring
996 functional diversity from multiple traits. *Ecology*, 91(1), 299-305.
997 <https://doi.org/10.1890/08-2244.1>
- 998 Laliberté, E., Legendre, P., Shipley, B., & Laliberté, M. J. R. P. F. (2014). Measuring
999 functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. R Package
1000 FD.
- 1001 Lima, M., Firmino, V. C., de Paiva, C. K. S., Juen, L., & Brasil, L. S. (2022). Land use
1002 changes disrupt streams and affect the functional feeding groups of aquatic insects in the
1003 Amazon. *Journal of Insect Conservation*, 26(2), 137-148. [https://doi.org/10.1007/s10841-](https://doi.org/10.1007/s10841-022-00375-6)
1004 [022-00375-6](https://doi.org/10.1007/s10841-022-00375-6)
- 1005 Liao, Y. C., Lin, A. C., Tsai, H. N., Yen, Y. T., Tzeng, C. S., Yang, M. M., & Lin, H. J.
1006 (2022). The significance of riparian communities in the energy flow of subtropical stream
1007 ecosystems. *Aquatic Sciences*, 84(2), 20. <https://doi.org/10.1007/s00027-022-00850-x>
- 1008 Luiza-Andrade, A., Brasil, L. S., Benone, N. L., Shimano, Y., Farias, A. P. J., Montag,
1009 L. F., ... & Juen, L. (2017). Influence of oil palm monoculture on the taxonomic and
1010 functional composition of aquatic insect communities in eastern Brazilian Amazonia.
1011 *Ecological indicators*, 82, 478-483. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.006>
- 1012 Juen, L., Oliveira-Junior, J. M. B. D., Shimano, Y., Mendes, T. P., & Cabette, H. S. R. (2014).
1013 Composition and richness of Odonata (Insecta) in streams with different levels of conservation
1014 in a Cerrado-Amazonian Forest ecotone. *Acta amazonica*, 44, 223-233.
1015 <https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000200008>
- 1016 Juen, L., Cunha, E. J., Carvalho, F. G., Ferreira, M. C., Begot, T. O., Andrade, A. L., & Montag,
1017 L. F. A. (2016). Effects of oil palm plantations on the habitat structure and biota of streams in
1018 Eastern Amazon. *River Research and Applications*, 32(10), 2081-2094.
1019 <https://doi.org/10.1002/rra.3050>
1020
- 1021 Klink, C. A., & Machado, R. B. (2005). Conservation of the Brazilian cerrado.
1022 *Conservation biology*, 19(3), 707-713. [https://doi.org/10.1111/j.1523-](https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x)
1023 [1739.2005.00702.x](https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x)

- 1024 Lecci, L. S., & Froehlich, C. G. (2011). Ordem Plecoptera Burmeister 1839 (Arthropoda:
1025 Insecta). Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. <http://sites.fffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>. Accessed, 29.
- 1027 Mammola, S., Carmona, C. P., Guilherme, T., & Cardoso, P. (2021). Concepts and
1028 applications in functional diversity. *Functional Ecology*, 35(9), 1869-1885.
1029 <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13882>
- 1030 Mason, N. W., & Mouillot, D. (2013). Functional diversity measures.
- 1031 Marques, N. C., Jankowski, K. J., Macedo, M. N., Juen, L., Luiza-Andrade, A., &
1032 Deegan, L. A. (2021). Riparian forests buffer the negative effects of cropland on
1033 macroinvertebrate diversity in lowland Amazonian streams. *Hydrobiologia*, 848(15),
1034 3503-3520. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04604-y>
- 1035 Macedo, M. N., Coe, M. T., DeFries, R., Uriarte, M., Brando, P. M., Neill, C., &
1036 Walker, W. S. (2013). Land-use-driven stream warming in southeastern Amazonia.
1037 *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1619),
1038 20120153. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0153>
- 1039 Martins, M. B., & de Oliveira, T. G. (Eds.). (2011). *Amazônia maranhense: diversidade*
1040 *e conservação*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- 1041 Mendonça, E. N., Martins, A., Albernaz, A. L. K., & Carvalho Jr, E. A. (2021).
1042 Avaliação da Efetividade da Reserva Biológica do Gurupi na Conservação de
1043 Vertebrados Terrestres de Médio e Grande Porte. *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil*,
1044 11(3). <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v11i3.1769>
- 1045 Nessimian, J. L., Venticinque, E. M., Zuanon, J., De Marco, P., Gordo, M., Fidelis, L., & Juen,
1046 L. (2008). Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian
1047 streams. *Hydrobiologia*, 614, 117-131. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9441-x>
- 1048 Shimano, Y., & Juen, L. (2016). How oil palm cultivation is affecting mayfly assemblages in
1049 Amazon streams. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*. EDP
1050 Sciences. <https://doi.org/10.1051/limn/2016004>
- 1051 O'Hara, R., & Kotze, J. (2010). Do not log-transform count data. *Nature Precedings*, 1-1.
1052 <https://doi.org/10.1038/npre.2010.4136.1>
- 1053 Pereira, D. F. G., de Oliveira Junior, J. M. B., & Juen, L. (2019). Environmental changes
1054 promote larger species of Odonata (Insecta) in Amazonian streams. *Ecological Indicators*, 98,
1055 179-192. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.09.020>
- 1056 PÉREZ, J. M. R. (2022). Variação temporal de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT)
1057 com base em sua especificidade ambiental em riachos impactados pela mineração na Amazônia
1058 Oriental.
- 1059 Rodrigues, A. A., Macedo, M. N., Silvério, D. V., Maracahipes, L., Coe, M. T., Brando,
1060 P. M., & Bustamante, M. M. (2022). Cerrado deforestation threatens regional climate and

- 1061 water availability for agriculture and ecosystems. *Global Change Biology*, 28(22), 6807-
1062 6822. <https://doi.org/10.1111/gcb.16386>
- 1063 Souza Jr, C. M., Z. Shimbo, J., Rosa, M. R., Parente, L. L., A. Alencar, A., Rudorff, B.
1064 F., & Azevedo, T. (2020). Reconstructing three decades of land use and land cover
1065 changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sensing*,
1066 12(17), 2735. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- 1067 Valle, I. C., Buss, D. F., & Baptista, D. F. (2013). Influência da conectividade dos
1068 fragmentos florestais e da largura da vegetação ripária sobre a fauna de
1069 macroinvertebrados em um ecossistema lótico. *Brazilian Journal of Biology*, 73, 231-238.
1070 <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000200002>
- 1071 Viana, C. G., Campos, I. R., Lustosa, G. S., & Veras, D. S. (2020). Environmental
1072 gradients as filters on the composition of aquatic <https://doi.org/10.22571/2526-4338362c>
1073 insect of the Cerrado-Caatinga, Brazil. *Acta Brasiliensis*, 4(3), 142-148.
- 1074 Veras, D. S., Castro, E. R., Lustosa, G. S., de Azevêdo, C. A. S., & Juen, L. (2019).
1075 Evaluating the habitat integrity index as a potential surrogate for monitoring the water
1076 quality of streams in the cerrado-caatinga ecotone in northern Brazil. *Environmental*
1077 *monitoring and assessment*, 191, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7667-x>
- 1078 Veras, D. S., Lustosa, G. S., Moura, L. P., Ferreira, M. F. R., & Juen, L. (2020).
1079 Differences in land use modify Odonata assemblages in the Cerrado-Caatinga ecotone.
1080 *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32.
- 1081 Villéger, S., Mason, N. W., & Mouillot, D. (2008). New multidimensional functional
1082 diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology*, 89(8),
1083 2290-2301. <https://doi.org/10.1890/07-1206.1>
- 1084 Violle, C., Navas, M. L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., & Garnier, E.
1085 (2007). Let the concept of trait be functional!. *Oikos*, 116(5), 882-892. 74.
1086 <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>
- 1087 Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A., & Smith, G. M. (2009). *Mixed*
1088 *effects models and extensions in ecology with R* (Vol. 574, p. 574). New York:
1089 springer.
1090 .
1091 .

1092

ANEXOS

1093

ANEXO 1: Gêneros de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) que foram compilados para o banco de Traits de EPT.

1094

Ordem	Família	Gênero
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>
		<i>Adebrotus</i>
		<i>Aturbina</i>
		<i>Apobaetis</i>
		<i>Baetodes</i>
		<i>Callibaetis</i>
		<i>Callibaetoides</i>
		<i>Camelobaetidius</i>
		<i>Cloeodes</i>
		<i>Cryptonympha</i>
		<i>Guajirolus</i>
		<i>Harpagobaetis</i>
		<i>Paracloeodes</i>
		<i>Rivudiva</i>
		<i>Spiritiops</i>
		<i>Tomedontus</i>
		<i>Waltzoyphius</i>
	<i>Zelusia</i>	
	Caenidae	<i>Brasilocaenis</i>
		<i>Cercobrachys</i>
		<i>Caenis</i>
		<i>Latineosus</i>
	Coryphoridae	<i>Coryphorus</i>
	Eutyplociidae	<i>Campylocia</i>
	Ephemeridae	<i>Hexagenia</i>
	Leptophlebiidae	<i>Askola</i>
		<i>Fittkaulus</i>
<i>Farrodes</i>		
<i>Hapsiphlebia</i>		
<i>Hagenulopsis</i>		
<i>Hydrosmilodon</i>		
<i>Microphlebia</i>		
<i>Miroculis</i>		
<i>Needhamella</i>		
<i>Paramaka</i>		
<i>Simothraulopsis</i>		
<i>Thraulodes</i>		

		<i>Terpides</i>
		<i>Tikuna</i>
		<i>Ulmeritus</i>
		<i>Ulmeritoides</i>
	Leptohyphidae	<i>Amanahyphes</i>
		<i>Leptohyphes</i>
		<i>Macunahyphes</i>
		<i>Traverhyphes</i>
		<i>Tricorythodes</i>
		<i>Tricorythopsis</i>
	Oligoneuriidae	<i>Fittkauneuria</i>
		<i>Homoeoneuria</i>
		<i>Oligoneuria</i>
	Polymitarcyidae	<i>Asthenopus</i>
		<i>Campsurus</i>
		<i>Hubbardipes</i>
		<i>Tortopsis</i>
		<i>Tortopus</i>
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>
		<i>Enderleina</i>
		<i>Macrogynoplax</i>
Trichoptera	Ecnomidae	<i>Austrotinodes</i>
	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>
	Glossosomatidae	<i>Itauara</i>
		<i>Mortoniella</i>
		<i>Protoptila</i>
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>
	Hydropsychidae	<i>Blepharopus</i>
		<i>Centromacronema</i>
		<i>Leptonema</i>
		<i>Macrostemum</i>
		<i>Macronema</i>
		<i>Plectromacronema</i>
		<i>Synoestropsis</i>
		<i>Smicridea</i>
	Hydroptilidae	<i>Abtrichia</i>
		<i>Anchitrichia</i>
		<i>Alisotrichia</i>
		<i>Betrichia</i>
		<i>Cerasmatrixia</i>

	<i>Flintiella</i>
	<i>Hydroptila</i>
	<i>Leucotrichia</i>
	<i>Metrichia</i>
	<i>Neotrichia</i>
	<i>Oxyethira</i>
	<i>Ochrotrichia</i>
	<i>Rhyacopsyche</i>
	<i>Taraxitrichia</i>
Leptoceridae	<i>Amazonatolica</i>
	<i>Amphoropsyche</i>
	<i>Atanatolica</i>
	Gênero A
	<i>Grumichella</i>
	<i>Nectopsyche</i>
	<i>Notalina</i>
	<i>Oecetis</i>
	<i>Triplectides</i>
Limnephilidae	<i>Antarctoecia</i>
Odontoceridae	<i>Barypenthus</i>
	<i>Marilia</i>
Philopotamidae	<i>Chimarra</i>
Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>
	<i>Cyrnellus</i>
	<i>Nyctiophylax</i>
	<i>Polycentropus</i>
	<i>Polyplectropus</i>
Sericostomatidae	<i>Notidobiella</i>
	<i>Grumicha</i>

1095

1096

1097

ANEXO 2: Gêneros que apresentaram lacunas para as respectivas características funcionais de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) que foram compilados para o banco de Traits de EPT.

LACUNAS	FLEXIBILIDADE
Baetidae	<i>Adebrotus</i>
	<i>Baetodes</i>
	<i>Harpagobaetis</i>
	<i>Rivudiva</i>
	<i>Spiritiops</i>
	<i>Tomedontus</i>
Caenidae	<i>Brasilocaenis</i>
	<i>Fittkaulus</i>
	<i>Hapsiphlebia</i>

	<i>Microphlebia</i>
	<i>Needhamella</i>
	<i>Tikuna</i>
	<i>Ulmeritus</i>
Leptohyphidae	<i>Amanahyphes</i>
	<i>Leptohyphes</i>
	<i>Homoeoneuria</i>
	<i>Oligoneuria</i>
Polymitarcyidae	<i>Asthenopus</i>
	<i>Enderleina</i>
	<i>Macrogynoplax</i>
Glossosomatidae	<i>Itauara</i>
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>
Hydropsychidae	<i>Blepharopus</i>
	<i>Centromacronema</i>
	<i>Plectromacronema</i>
	<i>Synoestropsis</i>
Hydroptilidae	<i>Abtrichia</i>
	<i>Anchitrichia</i>
	<i>Alisotrichia</i>
	<i>Betrichia</i>
	<i>Cerasmatrixia</i>
	<i>Flintiella</i>
	<i>Hydroptila</i>
	<i>Ochrotrichia</i>
	<i>Rhyacopsyche</i>
	<i>Taraxitrichia</i>
Leptoceridae	<i>Amazonatolica</i>
	<i>Amphoropsyche</i>
	<i>Atanatolica</i>
	<i>Gênero A</i>
	<i>Grumichella</i>
	<i>Notalina</i>
Limnephilidae	<i>Antarctoecia</i>
Odontoceridae	<i>Barypenthus</i>
Sericostomatidae	<i>Notidobiella</i>
	<i>Grumicha</i>
	TAMANHO CORPORAL
Leptophlebiidae	<i>Hapsiphlebia</i>
Oligoneuriidae	<i>Homoeoneuria</i>
Glossosomatidae	<i>Itauara</i>

Hydropsychidae	<i>Blepharopus</i>
	<i>Synoestropsis</i>
	<i>Cerasmatrixia</i>
	<i>Gênero A</i>
Limnephilidae	<i>Antarctoecia</i>
	FORMATO DO CORPO
Leptophlebiidae	<i>Hapsiphlebia</i>
Glossosomatidae	<i>Itauara</i>
	<i>Alisotrichia</i>
	LOCOMOÇÃO
Leptophlebiidae	<i>Hapsiphlebia</i>
	<i>Needhamella</i>
Perlidae	<i>Macrogynoplax</i>
Glossosomatidae	<i>Itauara</i>
	<i>Amphoropsyche</i>
Limnephilidae	<i>Antarctoecia</i>
Sericostomatidae	<i>Notidobiella</i>
	<i>Grumicha</i>
	HÁBITO ALIMENTAR
Baetidae	<i>Adebrotus</i>
	<i>Rivudiva</i>
	<i>Spiritiops</i>
Leptophlebiidae	<i>Tikuna</i>
Oligoneuriidae	<i>Fittkauneria</i>
Glossosomatidae	<i>Itauara</i>
	<i>Centromacronema</i>
	<i>Plectromacronema</i>
Hydroptilidae	<i>Abtrichia</i>
	<i>Anchitrichia</i>
	<i>Betrichia</i>
	<i>Cerasmatrixia</i>
	<i>Taraxitrichia</i>
	<i>Amphoropsyche</i>
Limnephilidae	<i>Antarctoecia</i>
	<i>Grumicha</i>
	REFÚGIO
	<i>Rivudiva</i>
	<i>Spiritiops</i>
	<i>Hapsiphlebia</i>
	<i>Centromacronema</i>
Limnephilidae	<i>Antarctoecia</i>

	NÚMERO DE CICLOS POR ANO	POTENCIAL REPRODUTIVOS	DE POR
Leptophlebiidae	<i>Hapsiphlebia</i>		
Perlidae	<i>Enderleina</i>		
	<i>Macrogynoplax</i>		
Glossosomatidae	<i>Itauara</i>		
	<i>Alisotrichia</i>		
Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>		
Sericostomatidae	<i>Notidobiella</i>		

1098

1099

1100

ANEXO 3: Gêneros de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) que foram coletados em 46 riachos distribuídos no Cerrado e na Amazonia.

Ordem	Família	Gênero	Total	%		
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Apobaetis</i>	5	0.04%		
		<i>Americabaetis</i>	87	0.61%		
		<i>Aturbina</i>	11	0.08%		
		<i>Camelobaetidius</i>	1	0.01%		
		<i>Callibaetoides</i>	6	0.04%		
		<i>Callibaetis</i>	111	0.78%		
		<i>Cryptonympha</i>	1	0.01%		
		<i>Cloeodes</i>	16	0.11%		
		<i>Guajirolus</i>	46	0.32%		
		<i>Paracloeodes</i>	3	0.02%		
		<i>Zelusia</i>	53	0.37%		
		<i>Waltzoyphius</i>	2	0.01%		
		Caenidae		<i>Brasilocaenis</i>	726	5.11%
				<i>Caenis</i>	144	1.01%
Coryphoridae		<i>Coryphorus</i>	1	0.01%		
Eutyplociidae		<i>Campylocia</i>	740	5.21%		
Leptohiphidae		<i>Amanahyphes</i>	13	0.09%		
		<i>Tricorythodes</i>	2	0.01%		
		<i>Tricorythopsis</i>	7	0.05%		
		<i>Traverhyphes</i>	745	5.25%		
Leptophlebiidae		<i>Farrodes</i>	209	1.47%		
		<i>Microphlebia</i>	2	0.01%		
		<i>Miroculis</i>	1290	9.08%		
		<i>Thraulodes</i>	9	0.06%		
		<i>Hagenulopsis</i>	33	0.23%		
		<i>Hydrosmilodon</i>	1	0.01%		
		<i>Ulmeritoides</i>	166	1.17%		
		<i>Fittkaulus</i>	4	0.03%		
		<i>Simothraulopsis</i>	15	0.11%		
Polymitarcyidae		<i>Asthenopus</i>	184	1.30%		
		<i>Campsurus</i>	37	0.26%		

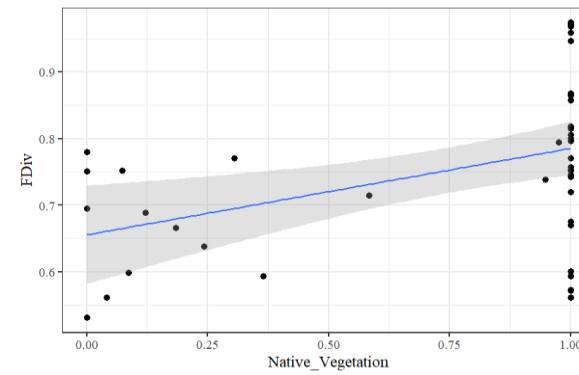
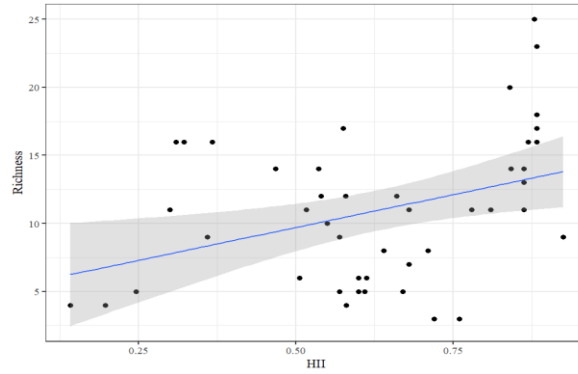
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	78	0.55%
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	258	1.82%
	Ecnomidae	<i>Austrotinodes</i>	1	0.01%
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	9	0.06%
		<i>Oecetis</i>	97	0.68%
		<i>Triplectides</i>	130	0.92%
	Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	87	0.61%
		<i>Oxyethira</i>	67	0.47%
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	387	2.73%
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	1128	7.94%
		<i>Macronema</i>	351	2.47%
		<i>Macrostemum</i>	1426	10.04%
		<i>Smicridea</i>	4021	28.32%
	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	3	0.02%
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	1154	8.13%
	Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>	253	1.78%
<i>Cyrnellus</i>		22	0.15%	
<i>Polyplectropus</i>		46	0.32%	
<i>Polycentropus</i>		12	0.08%	
Total	15	51	14200	100%

ANEXO 4 – Características funcionais dos gêneros de EPT coletados na Amazonia e no Cerrado nos riachos estudados com base em Santos *et al.*, (2023 no prelo). As características representam em termo de tipo de hábitos alimentares (Coletor-Catador/**CG**-Trituradores/**SH**-Raspadores/**SC**-Coletor-Filtrador/**CF**-Predador/**PR**) e de tipos de refúgios (Vida Livre/**FL**-Construtores de rede de seda/**SB**-Construtores de refúgios em areia e madeira/**SRB**-Refugiados em folha/**LB**).

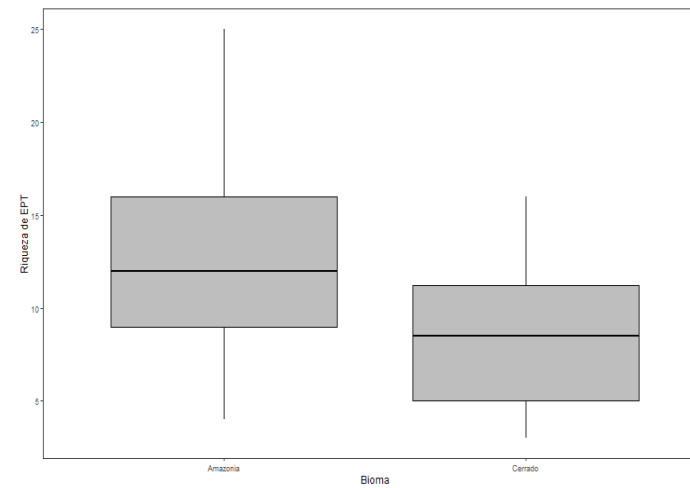
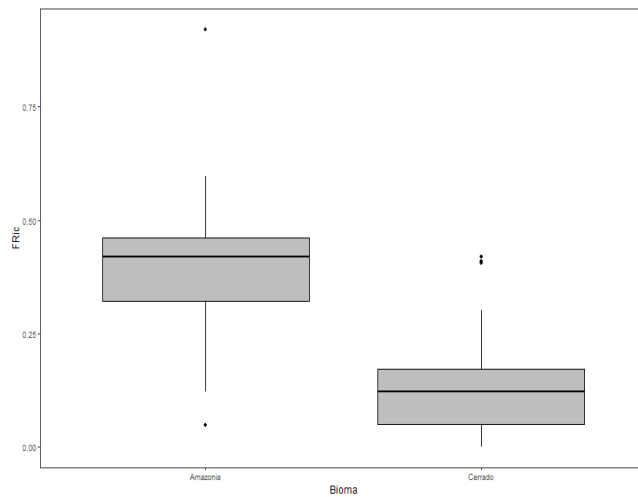
Order	Family	Genus	Ecology								
			Feeding habits					Refuge			
			CG	SH	SC	CF	PR	FL	SB	SRB	LB
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Aturbina</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Apobaetis</i>	0.17	0.33	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Callibaetis</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Callibaetoides</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Camelobaetidius</i>	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Cloeodes</i>	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Cryptonympha</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Guajirolus</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Paracloeodes</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Waltzoyphius</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Zelusia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	Caenidae	<i>Brasilocaenis</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Caenis</i>	0.60	0.00	0.40	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	Coryphoridae	<i>Coryphorus</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	Eutyplociidae	<i>Campylocia</i>	0.17	0.33	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Fittkaulus</i>	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Farrodes</i>	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
		<i>Hagenulopsis</i>	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Hydrosmilodon</i>	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Microphlebia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	

		<i>Miroculis</i>	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Simothraulopsis</i>	0.40	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Thraulodes</i>	0.43	0.00	0.43	0.14	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Ulmeritoides</i>	0.41	0.04	0.54	0.01	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	Leptohyphidae	<i>Amanahyphes</i>	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Traverhyphes</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Tricorythodes</i>	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Tricorythopsis</i>	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	Polymitarciidae	<i>Asthenopus</i>	0.40	0.00	0.20	0.40	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		<i>Campsurus</i>	0.67	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	0.20	0.20	0.00	0.00	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00
Trichoptera	Ecnomidae	<i>Austrotinodes</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00
	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	Helicopsycheidae	<i>Helicopsyche</i>	0.60	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00
		<i>Leptonema</i>	0.00	0.20	0.00	0.60	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00
		<i>Macrostemum</i>	0.00	0.13	0.00	0.73	0.13	0.00	0.50	0.50	0.00
		<i>Macronema</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
		<i>Smicridea</i>	0.00	0.20	0.00	0.60	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00
	Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
		<i>Oxyethira</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	0.29	0.43	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25
		<i>Oecetis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
		<i>Triplectides</i>	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
		<i>Marilia</i>	0.38	0.13	0.38	0.00	0.13	0.00	0.00	1.00	0.00
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	0.00	0.25	0.00	0.75	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00

<i>Cynrellus</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
<i>Polycentropus</i>	0.00	0.20	0.00	0.20	0.60	0.00	1.00	0.00	0.00



ANEXO 5: Variáveis respostas em função das variáveis predictoras utilizadas no estudo. A-Riqueza taxonômica em função do HII; B-Divergencia funcional em função da vegetação ciliar.



ANEXO 6: Boxplot em função dos biomas. Em A: Riqueza funcional dos riachos do Cerrado e dos riachos da Amazonia analisados no estudo. Em B: Riqueza taxonômica de gêneros de EPT nos riachos amazônicos e dos riachos do cerrado analisados no estudo.

ANEXO 7 – Riachos, Tipos de bioma que eles se localizam, resultados dos valores de riqueza funcional (FRic), divergência funcional (FDiv). Valores de proporção da vegetação ciliar (Veg_Ciliar), de riqueza de gênero (S) e de índices de integridade (HII) em cada riacho amostrado.

Riachos	Bioma	FRIC	FDIV	Veg_Ciliar	S	HII
Lamego	Cerrado	0.128	0.753	1	12	0.66
Cabeça	Cerrado	0.001	0.972	1	3	0.76
Sanharo	Cerrado	0.051	0.638	0.2430556	5	0.67
Riachão	Cerrado	0.001	0.968	1	3	0.72
Cocos	Cerrado	0.152	0.815	1	11	0.81
Batatal	Cerrado	0.112	0.865	1	8	0.71
Ouro	Cerrado	0.151	0.675	1	11	0.68
Sumidor_do_Padre_II	Cerrado	0.159	0.796	1	11	0.3
Sumidor_do_Padre_I	Cerrado	0.211	0.959	1	16	0.31
Soledade	Cerrado	0.105	0.561	1	8	0.64
Inhamum	Cerrado	0.097	0.857	1	7	0.68
Areia_Branca	Cerrado	0.115	0.601	1	9	0.36
Deserto	Cerrado	0.049	0.968	1	5	0.61
Seixo	Cerrado	0.146	0.868	1	11	0.78
GURUPI01	Cerrado	0.035	0.947	1	5	0.246
GURUPI02	Cerrado	0.047	0.970	1	4	0.197
GURUPI03	Cerrado	0.409	0.670	1	16	0.367
GURUPI04	Cerrado	0.406	0.573	1	16	0.322
GURUPI05	Cerrado	0.302	0.593	1	14	0.536
GURUPI06	Cerrado	0.042	0.794	0.9763514	4	0.142

Riach_1	Amazônia	0.122	0.753	1	9	0.57
Riach_2	Amazônia	0.462	0.752	1	12	0.54
Riach_3	Amazônia	0.419	0.771	1	17	0.883
Riach_4	Amazônia	0.399	0.757	1	12	0.579
Riach_5	Amazônia	0.411	0.974	1	16	0.869
Riach_6	Amazônia	0.439	0.572	1	14	0.468
Riach_7	Amazônia	0.456	0.720	1	14	0.863
Riach_8	Amazônia	0.213	0.801	1	6	0.613
Riach_9	Amazônia	0.397	0.743	1	11	0.517
Riach_10	Amazônia	0.489	0.818	1	17	0.575
Riach_11	Amazônia	0.322	0.806	1	10	0.550
Riach_12	Amazônia	0.058	0.746	1	5	0.60
Riach_13	Amazônia	0.492	0.695	0	20	0.840
Riach_14	Amazônia	0.612	0.752	0.0731707	25	0.879
Riach_15	Amazônia	0.249	0.715	0.5839161	9	0.925
Riach_16	Amazônia	0.501	0.593	0.3648649	23	0.883
Riach_17	Amazônia	0.415	0.770	0.3050847	16	0.883
Riach_18	Amazônia	0.447	0.666	0.1840278	18	0.883
Riach_19	Amazônia	0.441	0.599	0.0868056	13	0.863
Riach_20	Amazônia	0.445	0.751	0	14	0.842
Riach_21	Amazônia	0.354	0.780	0	11	0.863
Riach_22	Amazônia	0.224	0.561	0.0412371	6	0.60
Riach_23	Amazônia	0.092	0.689	0.1220339	5	0.57
Riach_24	Amazônia	0.222	0.738	0.9486301	6	0.506
Riach_25	Amazônia	0.049	0.531	0	4	0.58

1 **ANEXO 6**

2

3 Protocolo do HII (Índice de Integridade de Hábitat, NESSIMIAN et al., 2008)

4 Local: _____

Data: __/__/__

5 Coordenadas: _____

6

7 **1) Padrão de Uso da Terra além da zona de vegetação ribeirinha**

8 0. Cultivos Agrícolas de ciclo curto

9 1. Pasto

10 2. Cultivos Agrícolas de ciclo longo

11 3. Capoeira

12 4. Floresta Contínua

13

14 **2) Largura da Mata Ciliar**

15 0. Vegetação arbustiva ciliar ausente

16 1. Mata ciliar ausente com alguma vegetação arbustiva

17 2. Mata ciliar bem definida de 1 a 5m de largura

18 3. Mata ciliar bem definida entre 5 e 30m de largura

19 4. Mata ciliar bem definida com mais de 30m

20 5. Continuidade da mata ciliar com a floresta adjacente

21

22 **3) Estado de preservação da Mata Ciliar**

23 0. Cicatrizes profundas com barrancos ao longo do seu comprimento

24 1. Quebra frequente com algumas cicatrizes e barrancos

25 2. Quebra ocorrendo em intervalos maiores que 50m

26 3. Mata Ciliar intacta sem quebras de continuidade

27

28 **4) Estado da Mata ciliar dentro de uma faixa de 10m**

29 0. Vegetação constituída de grama e poucos arbustos

30 1. Mescla de grama com algumas árvores pioneiras e arbustos

31 2. Espécies pioneiras mescladas com árvores maduras

32 3. Mais de 90% da densidade é constituída de árvores não pioneiras ou nativas

33

34 **5) Dispositivos de retenção**

35 0. Canal livre com poucos dispositivos de retenção

36 1. Dispositivo de retenção solto movendo-se com o fluxo

37 2. Rochas e/ou troncos presentes, mas preenchidas com sedimento

38 3. Canal com rochas e/ou troncos firmemente colocados no local

39

40 **6) Sedimentos no canal**

41 0. Canal dividido em tranças ou rio canalizado

42 1. Barreira de sedimento e pedras, areia e silte comuns

43 2. Algumas barreiras de cascalho e pedra bruta e pouco silte

44 3. Pouco ou nenhum alargamento resultante de acúmulo de sedimento

45

46 **7) Estrutura do barranco do rio**

47 0. Barranco instável com solo e areia soltos, facilmente perturbável

48 1. Barranco com solo livre e uma camada esparsa de grama e arbustos

49 2. Barranco firme, coberto por grama e arbustos.

50 3. Barranco estável de rochas e/ou solo firme, coberto de grama, arbustos e raízes

- 51 4. Ausência de barrancos
52
- 53 **8) Escavação sob o barranco**
54 0. Escavações severas ao longo do canal, com queda de barrancos
55 1. Escavações frequentes
56 2. Escavações apenas nas curvas e constrictões
57 3. Pouca ou nenhuma evidência, ou restrita a áreas de suporte de raízes
58
- 59 **9) Leito do rio**
60 0. Fundo uniforme de silte e areia livres, substrato de pedra ausente
61 1. Fundo de silte, cascalho e areia em locais estáveis
62 2. Fundo de pedra facilmente móvel, com pouco silte
63 3. Fundo de pedras de vários tamanhos, agrupadas, com interstício óbvio
64
- 65 **10) Áreas de corredeiras e poções ou meandros**
66 0. Meandros e áreas de corredeiras/poções ausentes ou rio canalizado
67 1. Longos poções separando curtas áreas de corredeiras, meandros ausentes
68 2. Espaçamento irregular
69 3. Distintas, ocorrendo em intervalos de 5 a 7 vezes a largura do rio
70
- 71 **11) Vegetação Aquática**
72 0. Algas emaranhadas no fundo, plantas vasculares dominam o canal
73 1. Emaranhados de algas, algumas plantas vasculares e poucos musgos
74 2. Algas dominantes nos poções, plantas vasculares semi-aquáticas ou aquáticas ao longo
75 da margem
76 3. Quando presente consiste de musgos e manchas de algas
77
- 78 **12) Detritos**
79 0. Sedimento fino anaeróbio, nenhum detrito bruto
80 1. Nenhuma folha ou madeira, matéria orgânica bruta e fina com sedimento
81 2. Pouca folha e madeira, detritos orgânicos finos, floculentos, sem sedimento
82 3. Principalmente folhas e material lenhoso com sedimento
83 4. Principalmente folhas e material lenhoso sem sedimento
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96