

## Diversidade de presas e predadores (Insecta) em mesohabitats de córregos de Cerrado

Nubia F. S. Giehl<sup>1</sup> , Bethânia O. Resende<sup>1</sup> , Paulo F. S. S. Roges<sup>1</sup> ,  
Karina Dias-Silva<sup>2</sup> , Denis S. Nogueira<sup>3</sup> & Helena S. R. Cabette<sup>1</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Caixa Postal 08, 78690-000,

Nova Xavantina, MT, Brasil. (nubiagiehl@gmail.com, bethania-nx@hotmail.com, paulofernandes.rss@gmail.com, hcabette@uol.com.br)

2. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Pará (UFPA), Altamira, Pará, Brasil. (diassilvakarina@gmail.com)

3. Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), Primavera do Leste, Mato Grosso, Brasil. (dnogueira.bio@gmail.com)

Recebido 06 dezembro 2017

Aceito 12 novembro 2018

Publicado 06 dezembro 2018

DOI 10.1590/1678-4766e2018042

**ABSTRACT.** Diversity of prey and predators (Insecta) in mesohabitats of Cerrado streams. Tropical streams feature high variety of habitats and environmental gradients, which reflect on the greater richness of aquatic insects. In this way, we evaluate if the diversity of aquatic insects of prey and predator categories is influenced by the type of substrates or by longitudinal portions in Cerrado streams. Our hypothesis is that prey and predator diversity will be determined by the type of substrate, assuming that the substrate serves as a source for foraging and / or refuge. In addition, the *folhiço* substrate will present greater abundance and richness due to the availability of shelter and food provided by this type of substrate. There will be differences in prey and predator composition among substrates, since some species have associations with the substrate type. The portions of the stream will have no effect on the diversity of prey and predator, since in streams of up to third order does not present considerable changes in physical characteristics. The study was carried out in nascent (1st order), intermediate (2nd) and estuary (3rd), in two streams, during dry and rainy periods. Five subsamples of sand, gravel, rocks or boulders were collected, backwaters, rapids and roots (substrate). The substrate influenced all prey and predator responses (abundance, richness and composition), but the environment (longitudinal portions) did not influence the abundance and predator composition. The influence of substrates on the diversity of prey and predators evidences the importance of riparian vegetation as a source of allochthonous material in bedside streams.

**KEYWORDS.** Conservation, aquatic insects, substrate, Cerrado.

**RESUMO.** Córregos tropicais apresentam alta variedade de habitats e gradientes ambientais, que refletem na maior riqueza de insetos aquáticos. Dessa forma, avaliamos se a diversidade de insetos aquáticos das categorias presa e predador é influenciada pelo tipo de substratos ou por porções longitudinais em córregos de Cerrado. Nossa hipótese é que a diversidade de presa e predador será determinada pelo tipo de substrato, partindo do pressuposto de que o substrato serve como fonte para forrageamento e/ou refúgio. Ademais, o substrato folhiço apresentará maior abundância e riqueza devido à disponibilidade de abrigo e alimento provida por esse tipo de substrato. Haverá diferença na composição de presa e predador entre substratos, pois algumas espécies apresentam associações com o tipo de substrato. As porções do córrego não exercerão efeito sobre a diversidade de presa e predador, uma vez que, em córregos de até terceira ordem não apresenta mudanças consideráveis nas características físicas. O estudo foi realizado nas porções nascente (1ª ordem), intermediário (2ª) e foz (3ª), em dois córregos, nos períodos seco e chuvoso. Foram coletadas cinco subamostras de areia, cascalho, rochas ou matacões, folhiço de remanso, de corredeira e raízes (substrato). O substrato influenciou todas as variáveis respostas de presa e predador (abundância, riqueza e composição), porém, o ambiente (porções longitudinais) não influenciou a abundância e composição de predador. A influência de substratos para a diversidade de presas e predadores evidencia a importância da vegetação ripária como fonte de material alóctone em córregos de cabeceira.

**PALAVRAS-CHAVE.** Conservação, insetos aquáticos, substrato, Cerrado.

Os insetos aquáticos desempenham papel fundamental nas teias tróficas de córrego, promovendo a transferência de energia nesses sistemas. Esses organismos são geralmente classificados conforme o hábito alimentar que incluem os que possuem hábito fragmentador, detritívoro, raspador de perifiton ou filtrador de partículas (consideradas neste estudo como presas) e os predadores (CUMMINS *et al.*, 2005; SANTOS & RODRIGUES, 2015; CASTRO *et al.*, 2018).

Os córregos em ecossistemas tropicais apresentam alta heterogeneidade de habitats que refletem na alta riqueza taxonômica (HEPP & MELO, 2013; MILESI *et al.*, 2016) e funcional de insetos aquáticos (FERREIRA *et al.*, 2017). Esses

habitats podem ser formados por manchas sistematizadas ao nível de mesohabitat (corredeira e remanso), que incluem a dominância de tipos específicos de substratos (e.g. folhiço, raízes, areia, cascalho ou matacões) (THORP *et al.*, 2006; BRASIL *et al.*, 2014). Os tipos de substratos influenciam a distribuição das comunidades de macroinvertebrados aquáticos (FIDELIS *et al.*, 2008), influenciando na disponibilidade de alimento e /ou abrigo (SHIMANO *et al.*, 2012; MILESI, *et al.*, 2016). Portanto, a Teoria Hierárquica de manchas estabelece que os grupos tróficos se distribuam em manchas conforme a disponibilidade de recursos e a estrutura do córrego (THORP *et al.*, 2006). Segundo essa teoria, as manchas são locais

com características ambientais e funcionais específicas que são distribuídos de forma descontínua no tempo e no espaço no sistema lótico (THORP *et al.*, 2006; BRASIL *et al.*, 2014).

De acordo com a Teoria do Rio Contínuo, os grupos tróficos – presas – se distribuem de forma diferencial ao longo do contínuo, com contribuição na biomassa e energia conforme a produção autóctone e alóctone do córrego. Enquanto que predadores contribuem de forma uniforme na parcela de biomassa ao longo do córrego e tendem a estar relacionada à disponibilidade de presas (VANNOTE *et al.*, 1980). No entanto, segundo HEPP & MELO (2013) quando há apenas um efeito espacial, a tendência na composição da assembleia é similar em diferentes porções do mesmo riacho devido às características de dispersão de insetos.

Desse modo, avaliamos se a diversidade de insetos aquáticos da categoria presa (todas guildas tróficas com exceção de predadores) e predador é influenciada pelo tipo de substrato ou por porções no córrego (longitudinalmente). Nossa hipótese é de que a diversidade de presas e predadores será influenciada pelo tipo de substrato, ao invés das porções longitudinais do córrego. Assim, haverá maior abundância e riqueza de presas e predadores no folhicho, devido à disponibilidade de abrigo e alimentação provida por esse tipo de substrato. E ocorrerá diferença na composição de presa e predador entre substratos, pois algumas espécies apresentam associações com o tipo de substrato. As porções longitudinais do córrego não exercerão efeito sobre a diversidade, pois em córregos de até terceira ordem não ocorrem mudanças consideráveis nas características físicas (ex. largura). Portanto, não modifica a entrada de luz e produção de energia autóctone que promovem mudança na diversidade das comunidades.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Área de estudo.** O estudo foi realizado em dois córregos (Córregos Santo Antônio e Colher) afluentes da margem esquerda do médio Rio das Mortes, no leste do Mato Grosso (Fig. 1), localizados à aproximadamente 20 km de Nova Xavantina, em região de Cerrado. O clima da região é Aw, savana tropical, no sistema de classificação de Köppen (PEEL *et al.*, 2007), com temperatura média anual em torno de 24 °C e a precipitação de 1.500 mm (INMET, 2016). Em cada córrego foram amostrados três sítios/porções, nascente (Nasc - fluxo de 1ª ordem), intermediário (Inter - 2ª ordem) e foz (Foz - 3ª ordem) (conforme STRAHLER, 1957).

No Córrego Santo Antônio a nascente (1ª ordem) possui vegetação monodominante de palmeiras (bacuri) que indica área em regeneração; sem presença de barrancos e canal de substrato arenoso e grandes rochas e lajedos, com profundidade e largura média de 0,18 e 2,43 m, respectivamente; trecho intermediário (2ª ordem) com mata de galeria bem preservada e canal com blocos de rocha entremeados com areia e cascalho com profundidade e largura média de 0,26 e 3,27 m, respectivamente; enquanto que a foz (3ª ordem) apresenta áreas de pastagem e está sob regeneração de garimpo de ouro (finalizado em 1993), com

canal com substrato predominante de areia e cascalho e com profundidade média de 0,20 e largura média de 5,21 m. O Córrego da Colher, por sua vez, tem nascente (1ª ordem) com vegetação monodominante de palmeiras (bacuri), o que indica ser uma área de regeneração avançada, margens com presença de barrancos e substrato do canal predominantemente areno-argiloso, apresentando profundidade média de 0,24 e largura média de 1,55 m; na porção intermediária (2ª ordem) em área de pastagens com presença de palmeiras (babaçu e bacuri), canal com substrato de areia e cascalho e com profundidade média de 0,28 e largura média de 3,07m; na foz (3ª ordem) e a 800 metros da foz do Santo Antônio apresenta mata de galeria em regeneração, com algum impacto de gado no período da seca, presença de blocos de rocha com predominância de substrato arenoso com profundidade média de 0,36 e largura média de 5,17 m.

Os córregos são próximos, mas diferem pelo tipo de atividade em suas margens, assim, o Córrego Colher tem uma antiga pastagem em processo de regeneração, onde predomina a espécie pioneira *Scheelea phalerata* Mart. (bacuri), enquanto que o córrego Santo Antônio, que apesar de ter sofrido impacto do garimpo não teve sua flora completamente retirada, exceto na região da foz.

**Amostragens.** As coletas foram realizadas em dois períodos do ano, chuvoso (dezembro/2004) e seco (julho/2005). Em cada sítio (córrego/ordem) e estação (seca e chuva), foram tomadas cinco amostras para cada substrato: raízes submersas (R), areia (A), cascalho fino (C), folhicho de remanso (FR), folhicho de corredeira (FC), rochas grandes ou matacões (P, anotados aqui como pedras) (DIAS-SILVA *et al.*, 2013), compondo 10 amostras por substrato/local. As amostragens nos substratos areia, raiz e folhichos (remanso e corredeira), foram realizadas com coador manual com rede de 18 cm de diâmetro, 15 cm de profundidade e malha fina. Em cascalho (substrato inorgânico menores que 5 cm), utilizou-se rede “surber”. Em coletas de pedras/matacões, foram escovadas delicadamente 15 rochas de cerca de 20 cm de diâmetro, sobre bandeja branca. Em todas as coletas dos substratos buscamos expressar volume/áreas amostrais similares.

O material biológico foi separado em duas categorias, presa e predador, a partir dos grupos tróficos estabelecidos em CUMMINS *et al.* (2005), BAPTISTA *et al.* (2006) e MERRITT *et al.* (2008) (Apêndice 1, Tab. I). Consideramos na categoria presa os gêneros com hábito alimentar coletor-catador, coletor-filtrador, raspador e fragmentador, nesta categoria foram incluídos todos representantes da ordem Ephemeroptera, a maioria dos Trichoptera e um gênero de Heteroptera. Na categoria predador permaneceram quatro gêneros de Trichoptera (*Oecetis*, *Marilia*, *Cernotina* e *Polyplectropus*), todos os Odonata, Plecoptera e os Heteroptera (com exceção do gênero *Tenagobia*).

A maioria dos representantes da ordem Heteroptera foi identificado em nível específico e os Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera foram morfoespeciados, entretanto os Odonata foram identificados até o nível de gênero (devido às variações taxonômicas entre os instares (NEISS & HAMADA,

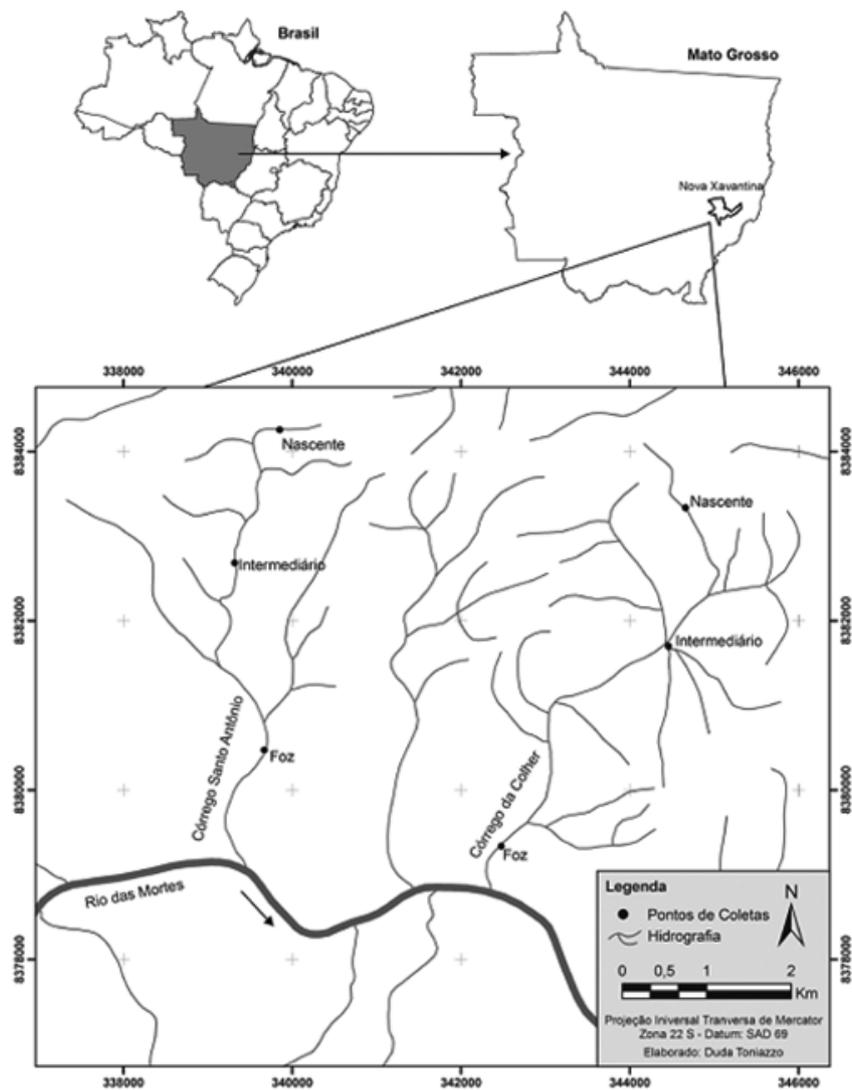


Fig. 1. Localização dos sítios amostrais na Nascente, Intermediário e Foz dos Córregos Santo Antônio e Córrego da Colher, Nova Xavantina-MT, Brasil. [Fonte: DIAS-SILVA *et al.*, 2013].

2014). Os espécimes foram preservados em álcool 85% e estão depositados na Coleção Zoobotânica “James Alexander Ratter”, Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT/ Nova Xavantina (CZNX).

**Análise de dados.** Para minimizar o efeito da variação sazonal sobre a abundância de espécies nós calculamos a média dos dados do período seco e chuvoso e dos dois córregos analisados (ex. abundância total no ambiente das nascentes dividido por quatro). Assim, a abundância e riqueza de presas e predadores entre os substratos e entre ambientes foram analisadas através de modelos lineares generalizados (*Generalized Linear Models* - GLM), essa análise é flexível e permite a construção de modelos que controlam a não normalidade das variáveis. Para abundância de predador foi utilizado a família de distribuição Poisson e corrigimos o erro de dispersão usando o modelo Quasi-GLM, onde a variância é dada por  $f \times \mu$ , onde  $\mu$  é a média e  $f$  é o parâmetro de dispersão. Já para abundância de presa foi utilizada a família de distribuição Gaussian (distribuição normal), e

para a riqueza de presa e predador foi utilizada a família de distribuição Poisson. Após o GLM foi realizada uma análise de contraste ortogonal (CRAWLEY, 2007) para verificar a diferença na abundância e riqueza de presas e predadores entre os tipos de substratos e as porções do córrego. Nessa análise as variáveis dependentes para as diferentes porções (N, I, F) e substratos (FC, FR, R, C, P e A) foram ordenadas (várias vezes) e testadas em pares.

Para verificar a variação da composição de presas e predadores entre os substratos estudados e entre porções do córrego foi realizada Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA). A diferença entre a composição de cada tipo de substratos e cada tipo de ambiente (longitudinalmente) foi verificada com teste a posteriori “Pairwise tests”, utilizando 9999 permutações aleatórias com matriz de Bray-Curtis e correções de Bonferroni (LEGENDRE & LEGENDRE, 2012). Todas as análises de GLM e PERMANOVA foram realizadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

**RESULTADOS**

Nós amostramos 53 tipos de presas e 52 de predadores, correspondentes a 105 gêneros/morfoespécies/espécies das ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata e Heteroptera (EPTOH, Apêndice 1). O predador substrato influenciou a abundância de ambas as categorias (presa: F=

16,6, df= 5, p< 0,001; predador: F= 11,2, df= 5, p< 0,001). Entretanto o ambiente influenciou somente a abundância de presas (presas: F=4,4, df= 2, p= 0,015), sendo maior em folhiço de remanso e na nascente (Tab. I e Fig. 2). Para predador a maior abundância foi em folhiço de corredeira, não diferindo entre porções do córrego (predador: F= 1,2, df= 2, p= 0,309, Tab. I, Fig. 3).

Tab. I. Análise de contraste para abundância (Abund) e riqueza (Riq.) das categorias presa e predador (pred) entre tipos de substratos (A, areia; C, cascalho; FC, folhiço de corredeira; FR, folhiço de remanso; P, pedra; R, raiz) e entre ambientes (Nasc, Nascente; Inter, Intermediário; Foz, foz), Desv. Resid., Desvio residual.

Variável Resposta	Variável Preditora	Df	Desv. Resid.	F ou X <sup>2</sup>	P	Análise de Contraste p<0,05
Abund_presa	Subst	5	31,54	F=16,57	< 0,001	A=P=R≠C=FC≠FR
	Amb	2	28,90	F=4,43	=0,015	Inter=Foz≠Nasc
Abund_pred	Subst	5	38,38	F=7,29	< 0,001	A=FR=P≠R≠C≠FC
	Amb	2	37,74	F=0,69	=0,506	Nasc=Foz=Inter
Riq_presa	Subst	5	120,57	χ <sup>2</sup> =97,71	< 0,001	A≠[FR=C=P=FC=R]
	Amb	2	80,109	χ <sup>2</sup> =40,46	< 0,001	Nasc≠ [Foz=Inter]
Riq_pred	Subst	5	81,870	χ <sup>2</sup> =45,99	< 0,001	[A≠R]≠[P=C=FC=FR]
	Amb	2	75,342	χ <sup>2</sup> =6,53	=0,038	Inter≠[Nasc=Foz]

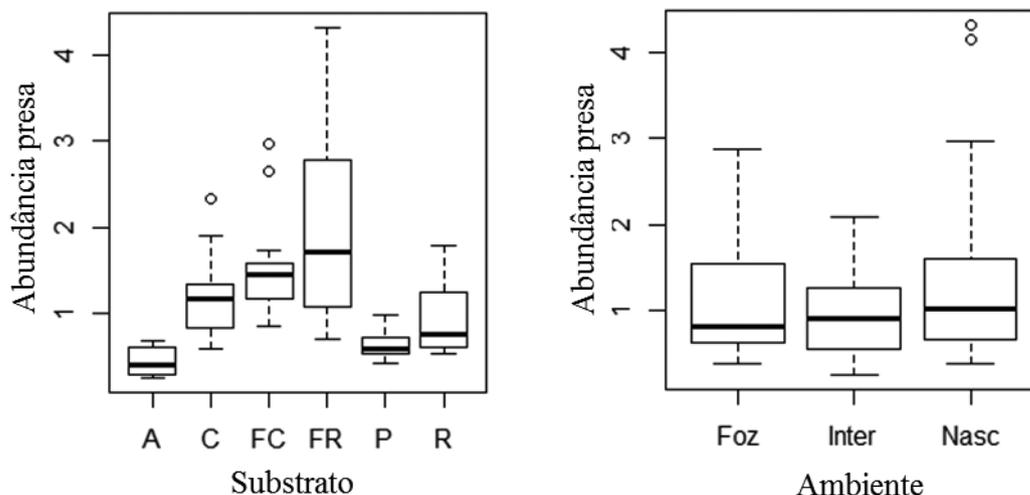


Fig. 2. Abundância de presa de insetos aquáticos (EPTOH) nos substratos (A= areia, C= cascalho, FC= folhiço de corredeira, FR= folhiço de remanso, P= pedra, R= raiz) e nos ambientes (Nasc= Nascente, Inter= Intermediário e Foz= foz).

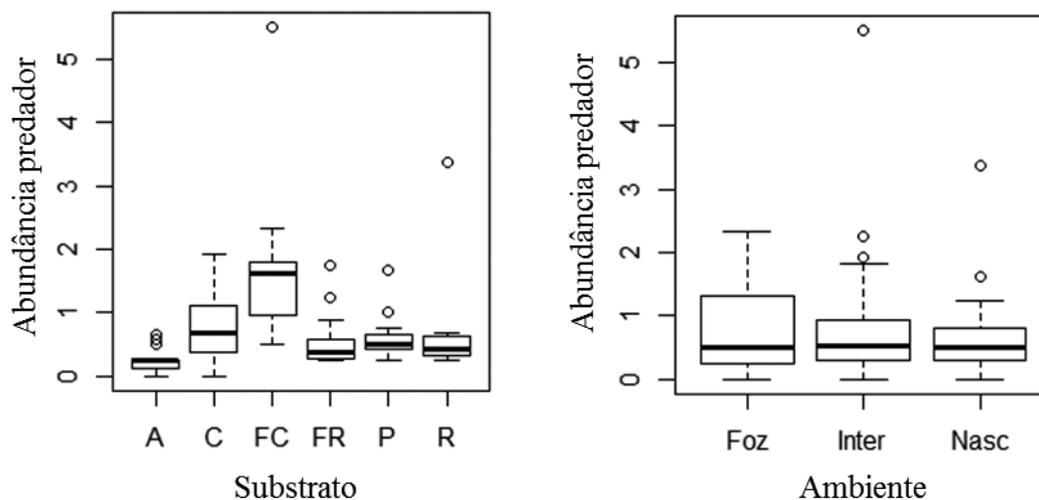


Fig. 3. Abundância de predadores de insetos aquáticos (EPTOH) nos substratos (A= areia, C= cascalho, FC= folhiço de corredeira, FR= folhiço de remanso, P= pedra, R= raiz) e nos ambientes (Nasc= Nascente, Inter= Intermediário e Foz= foz).

A riqueza de presa e predador foi influenciada pelo tipo do substrato do leito e pelo ambiente longitudinal (presa-substrato:  $\chi^2= 98$ ,  $df= 5$ ,  $p < 0,001$ , presa-ambiente:  $\chi^2= 41$ ,  $df= 2$ ,  $p < 0,001$ , predador-substrato  $\chi^2= 46$ ,  $df= 5$ ,  $p < 0,001$ , predador-ambiente:  $\chi^2= 6$ ,  $df= 2$ ,  $p= 0,038$ ). Para ambas as categorias a menor riqueza foi registrada no substrato areia e para predadores houve maior riqueza no substrato raiz. Houve menor riqueza de presas na porção nascente (Tab. I, Fig. 4), e para predadores a maior riqueza foi na

porção intermediária (Tab. I, Fig. 5). A composição de presa diferiu entre os tipos de substratos e ambientes (Substrato: Pseudo-F= 5,7,  $p < 0,001$ ; Ambiente: Pseudo-F= 3,75,  $p < 0,001$ ), sendo similar, apenas entre cascalho *versus* raiz, e entre os ambientes foz *versus* intermediário (Apêndice 2). No entanto, a composição de predador diferiu apenas entre substratos (Substrato: Pseudo-F= 5,1,  $p < 0,001$ ; Ambiente: Pseudo-F= 1,4,  $p= 0,069$ , Tab. II, Apêndice 3), com composição semelhante entre cascalho *versus* areia e, folhiço de remanso *versus* raiz.

Tab. II. Composição dos gêneros ou morfoespécies/ espécies de insetos aquáticos na categoria presa ou predador entre os substratos e entre ambiente longitudinal. [Pseudo-F = valor calculado usando PERMANOVA, \* diferenças significativas das assembleias].

Categorias	Pseudo-F	Preditores	Df	R <sup>2</sup>	P
Predador	5,14	Substrato	5	0,25	<0,001*
		Resíduos	78	0,75	
Predador	1,43	Ambiente	2	0,03	0,069
		Resíduos	81	0,96	
Presa	5,73	Substrato	5	0,25	<0,001*
		Resíduos	84	0,75	
Presa	3,76	Ambiente	2	0,08	<0,001*
		Resíduos	87	0,92	

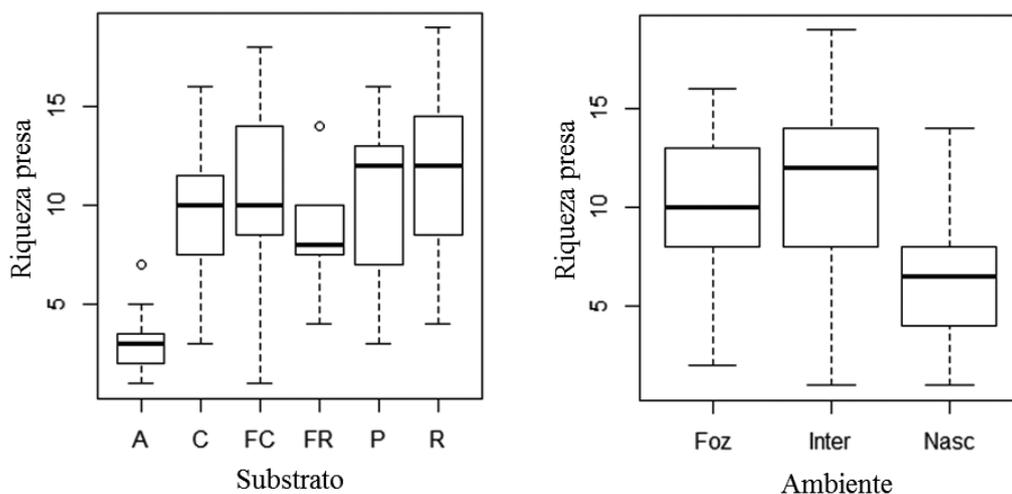


Fig. 4. Riqueza de presas nos substratos de insetos aquáticos (EPTOH) (A, areia; C, cascalho; FC, folhiço de corredeira; FR, folhiço de remanso; P, pedra; R, raiz) e nos ambientes (Nasc, nascente; Inter, intermediário; Foz, foz).

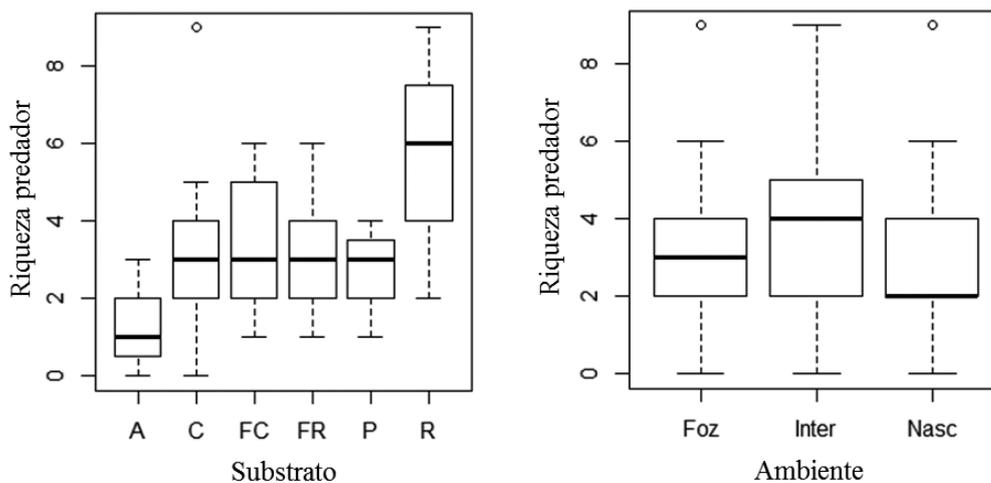


Fig. 5. Riqueza de predadores nos substratos de insetos aquáticos (EPTOH) (A, areia; C, cascalho; FC, folhiço de corredeira; FR, folhiço de remanso; P, pedra; R, raiz) e nos ambientes (Nasc, nascente; Inter, intermediário; Foz, foz).

## DISCUSSÃO

As ordens Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Heteroptera são amplamente distribuídas e diversas na região de Cerrado (e.g. DIAS-SILVA *et al.*, 2010; GODOY *et al.*, 2016; CALVÃO *et al.*, 2018), e são afetadas por variações ambientais (e.g. retirada da vegetação ciliar, tipo de substrato, variáveis físico-químicas, etc). De acordo com a Teoria do Rio Contínuo (VANNOTE *et al.*, 1980), as presas em ambientes aquáticos se distribuem de forma diferenciada ao longo do contínuo do córrego, variando conforme a energia autóctone e alóctone, principalmente devido variações impostas pela entrada de energia solar, que se diferem em ambientes de menores a maiores ordem de fluxo devido variação da largura. Enquanto que predadores se distribuem uniformemente ao longo do córrego e tendem a estar relacionados à disponibilidade de presas. Por outro lado, a teoria de manchas (THORP *et al.*, 2006) estabelece que os grupos tróficos se distribuem em manchas conforme a disponibilidade de recursos e a estrutura do córrego. Nesse estudo, o tipo de substrato influenciou todas as variáveis respostas analisadas (abundância, riqueza e composição de presa e predador), porém, o ambiente (porções longitudinais) não influenciou a abundância e composição de predador. Assim, a diversidade de insetos aquáticos de córregos (incluindo presas e predadores de EPTOH) foi melhor influenciada pelo tipo de substrato, corroborando nossa hipótese. Ademais, abundância de presas e predadores foi maior no substrato folhiço, enquanto para a riqueza de ambas as categorias este padrão não foi observado.

A importância do substrato na estruturação das comunidades de insetos aquáticos é algo bem reportado em outros trabalhos (FIDELIS *et al.*, 2008; MILESI *et al.*, 2016). Portanto, a Teoria Hierárquica de Manchas parece funcionar melhor em córregos tropicais do que a Teoria do Rio Contínuo, ao explicar a diversidade de presas e predadores da fauna de EPTOH em riachos de cabeceiras. Esses resultados são condizentes com as observações de OLIVEIRA & NESSIMIAN (2010), SHIMANO *et al.*, (2012) e BAPTISTA *et al.*, (2014), onde os tipos de substratos são preditores da abundância e riqueza de macroinvertebrados bentônicos (incluindo presas e predadores), pois influenciam a estrutura dos habitats, podendo determinar a ocorrência e a diversidade das espécies. O modelo hierárquico de manchas também explicou a distribuição de grupos de alimentação funcionais em ambientes lóticos menores (cachoeiras) (BRASIL *et al.*, 2014).

A maior abundância de presas nos folhiços, especialmente de remanso, é devido à maior quantidade de material orgânico disponível (folhas e gravetos alóctones, leveduras e bactérias aderidas, etc), essa alta disponibilidade de nutrientes possibilita também o compartilhamento de nichos (WINEGARDNER *et al.*, 2012; SHIMANO *et al.*, 2012) e o material orgânico depositado é abrigo para a maioria dos insetos aquáticos (REZENDE, 2007). A maior abundância de predador em folhiço de corredeira pode ser devido às adaptações morfológicas presentes em vários táxons (e.g. garras modificadas, corpos achatados), que permitem viver

em ambientes com fluxos de água rápidos e bem oxigenados (GILLER & MALMQVIST, 1998; RUEGG & ROBINSON, 2004; ROQUE *et al.*, 2008). Entre os grupos com adaptações, por exemplo, a ambientes bem oxigenados, registramos alta abundância de *Anacroneturia* Klapálek, 1909 em substrato de folhiço de corredeira (n=326) e baixa abundância em folhiço de remanso (n=3).

A maior abundância e menor riqueza de presas na nascente podem estar relacionada à elevada abundância de Leptophlebiidae (FONSECA & HART, 1996; LEUNG *et al.*, 2009). Em riachos de Cerrado essa família é estruturada por condições ambientais e elevada abundância do gênero *Miroculis* (BRASIL *et al.*, 2014a). A similaridade da abundância de predador entre os ambientes condiz com a Teoria do Rio Contínuo que indica que a biomassa de predadores não se altera com a mudança de ordens nos córregos (VANNOTE *et al.*, 1980). No entanto, os ambientes analisados são de 1ª a 3ª ordem de fluxo, apresentando baixa variação nas características físicas, por exemplo, na largura. Entretanto, houve maior riqueza de predadores na porção intermediária, o que atribuímos à conservação desta porção, sendo a mais preservada entre os ambientes analisados. Portanto, ambientes com vegetação ciliar conservada são eficazes na preservação da integridade ecológica e dinâmica trófica dos ecossistemas aquáticos (FERREIRA *et al.*, 2017) e consequentemente da alta diversidade (MILESI *et al.*, 2016).

Quanto à riqueza, evidencia-se que a dispersão das presas e predadores é melhor influenciada pelo tipo de substrato, do que pelo ambiente longitudinal. Portanto, isso ocorre devido à relação com a qualidade do substrato ocupado, tipo de recurso alimentar, abrigo para presas, além de abrigo e forrageamento para predadores (BAPTISTA, 2001; FIDELIS *et al.*, 2008; HAY *et al.*, 2008). Entre os substratos, areia apresentou menores valores de riqueza, o que é atribuído à baixa oferta de alimento e baixa complexidade estrutural, resultando em poucas presas (BAPTISTA *et al.*, 2001; SHIMANO *et al.*, 2012). Esses resultados são condizentes com a literatura, pois em geral os substratos inorgânicos são mais pobres (e.g. BRASIL *et al.*, 2017). A alta riqueza de predadores no substrato raiz se deve à disponibilização de microhabitats resultantes do emaranhado de suas ramificações, tais como raízes marginais (TOWNSEND *et al.*, 2010; DIAS-SILVA *et al.*, 2013) que são refúgios importantes contra o carreamento dos organismos durante os períodos de aumento de vazão e de camuflagem para predadores de tocaia.

A composição de presas e predadores também esteve relacionada com o tipo dos substratos, similar ao encontrado em estudos com grupos tróficos de córregos (FIDELIS *et al.*, 2008; SHIMANO *et al.*, 2012; PES, 2012). Apesar das presas mostrarem ampla distribuição, nos ambientes lóticos, alguns gêneros podem apresentar preferência por substratos específicos, esse fato pode ser resultado da interação de requisitos de alguns organismos (Minshal, 1984). Os gêneros de Ephemeroptera, *Campsurus* Eaton, 1868, *Campylocia* Needham & Murphy, 1924 e de Trichoptera, *Triplectides* Kolenati, 1859, *Leptonema* Guérin 1843, *Smicridea* McLachlan, 1871, *Phylloicus* Müller, 1880, *Protoptila* Banks,

1904 e *Chimarra* Stephens, 1829, apresentam preferência por folhicho de remanso (FIDELIS *et al.*, 2008). Isso implica que a homogeneização dos ambientes com retirada de mata ciliar, devido à diminuição de entrada de material alóctone, tais como folhas e troncos (que propiciam os ambientes de remanso) resultará na redução da abundância e conseqüente desaparecimento destes organismos nos ambientes aquáticos.

Dentre os grupos de predadores, larvas de Odonata podem ser encontradas em vários tipos de ambiente, porém alguns gêneros apresentam preferências específicas aos substratos, por exemplo, *Progomphus* e *Aphylla* Selys, 1854 da família Gomphidae, observada associada a substratos arenosos, onde se enterram (CARVALHO & NESSIMIAN, 1998). Além disso, *Aphylla* apresenta o último segmento abdominal alongado funcionando como sifão respiratório (MERRITT *et al.*, 2008). Por outro lado, entre os heterópteros há gêneros generalistas, como *Ambrysus* Stal, 1862, que pode estar presente nos substratos de raiz, folhicho de remanso e corredeira, e alguns com preferência por substratos específicos, como *Stridulivelia* Hungerford, 1929 associados à raiz (DIAS-SILVA *et al.*, 2013). Ademais, entre os Plecoptera o gênero *Anacronuria* Klapálek, 1909 apresenta preferência por folhicho de corredeira bem oxigenados. Isso reforça a importância de conservar os ambientes com maior complexidade ambiental que favorece a maior diversidade.

A natureza do substrato está entre os maiores determinantes da biota aquática (GAINES *et al.*, 1989). Modificações das características naturais dos córregos, como a retirada da vegetação ciliar pode influenciar diretamente a composição dos substratos do leito, ocorrendo, por exemplo, aumento da presença de sedimento arenoso e pouca liteira (SILVA *et al.*, 2015). Assim, essas alterações podem causar a diminuição da diversidade de presa e predadores, modificando a estrutura da composição desses organismos. Além disso, a perturbação humana causou redução da diversidade funcional nas assembleias de EPT e aumentou sua homogeneização funcional em córregos de Cerrado (CASTRO *et al.*, 2018). Esses resultados evidenciam a importância da diversidade de substratos no canal para manutenção de diversidade de presas e predadores garantindo os serviços ecossistêmicos (e.g. ciclagem de nutrientes e controle biológico) providos por estes organismos nos ambientes aquáticos, o que reforça a importância de se manter a vegetação ciliar no entorno dos córregos.

**Agradecimentos.** Ao FIDIPEX /UNEMAT pelo fomento da pesquisa, PROCAD (#109/2007) e PELD/CNPq (#403725/2012-7) pela manutenção do Laboratório de Entomologia e pelo apoio aos orientadores vinculados ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação durante o desenvolvimento deste trabalho. Ao laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT pelo apoio institucional e acadêmico, e equipe pelas coletas de dados. Ao técnico de laboratório Lourivaldo A. Castro pelo suporte de campo. Ao M.Sc. Handerson, B. Castro e biólogo Donizete Genevro pela contribuição na identificação dos gêneros de Odonata e Ephemeroptera. A CAPES pela concessão de bolsa de doutorado à N.F.S. Giehl e bolsa de mestrado à B.O. Resende e P.F.S.S. Roges.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F. L.; DIAS, G.; NESSIMIAN, J. L.; SILVA, E. R.; MORAES, A. H. A.; CARVALHO, N. S. N.; OLIVEIRA, M. A. & ANDRADE, L. R. 2006. Functional feeding groups of Brazilian Ephemeroptera nymphs: ultrastructure of mouthparts. *Annales de Limnologie* 42(2):87-96.
- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; DROVILLÉ, L. F. M. & NESSIMIAN, J. L. 2001. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 61(2):249-258.
- BAPTISTA, V. A.; ANTUNES, M. B.; MARTELLO, A. R.; FIGUEIREDO, N. S. B.; AMARAL, A. M. B.; SECRETTI, E. & BRAUN, B. 2014. Influência de fatores ambientais na distribuição de famílias de insetos aquáticos em rios no sul do Brasil. *Ambiente & Sociedade* 17(3):155-176.
- BRASIL, L. S.; JÜEN, L.; BATISTA, J. D.; PAVAN, M. G. & CABETTE, H. S. R. 2014. Longitudinal Distribution of the Functional Feeding Groups of Aquatic Insects in Streams of the Brazilian Cerrado Savanna. *Neotropical Entomology* 43(5):421-428.
- BRASIL, L. S.; JÜEN, L. & CABETTE, H. S. R. 2014a. The effects of environmental integrity on the diversity of mayflies, Leptophlebiidae (Ephemeroptera), in tropical streams of the Brazilian Cerrado. *Annales de Limnologie* 50(4): 325-334.
- BRASIL, L. S.; GIEHL, N. F. S.; BATISTA, J. D.; RESENDE, B. O. & CABETTE, H. S. R. 2017. Aquatic insects in organic and inorganic habitats in the streams on the Central Brazilian savanna. *Revista Colombiana de Entomología* 43(2):286-291.
- CALVÃO, L. B.; JÜEN, L.; OLIVEIRA-JUNIOR, J.M.B. BATISTA, J.D & DE MARCO JR, P. 2018. Land use modifies Odonata diversity in streams of the Brazilian Cerrado. *Journal of Insect Conservation*. doi.org/10.1007/s10841-018-0093-5
- CARVALHO, A. L. & NESSIMIAN, J. L. 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Hábitats e hábitos das larvas. In: NESSIMIAN, J. L. & A. L. CARVALHO eds. Ecologia de Insetos Aquáticos. *Oecologia Brasiliensis* 5(1):3-28.
- CASTRO, D.M.P, DOLÉDEC, S. & CALLISTO, M. 2018. Land cover disturbance homogenizes aquatic insect functional structure in neotropical savanna streams. *Ecological Indicators* 84:573-582.
- CRAWLEY, M. J. 2007. *The R Book*. Chichester, John Wiley & Sons Ltd. p. 942.
- CUMMINS, K. W.; MERRITT, R. W. & RADE, P. C. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in southeast Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environmental* 40(1):71-90.
- DIAS-SILVA, K.; CABETTE, H. S. R.; GIEHL, N. F. S. & JÜEN, L. 2013. Distribuição de Heteroptera Aquáticos (Insecta) em Diferentes Tipos de Substratos de Córregos do Cerrado Matogrossense. *EntomoBrasilis* 6(2):132-140.
- DIAS-SILVA, K.; CABETTE, H.S.R.; JÜEN, L. & DE MARCO JR, P. 2010. The influence of habitat integrity and physical-chemical water variables on the structure of aquatic and semi-aquatic Heteroptera. *Zoologia* 27(6):918-930.
- FERREIRA, W.R., HEPP, L.U., LIGEIRO, R., MACEDO, D.R., HUGHES, R.M., KAUFMANN, P.R. & CALLISTO, M. 2017. Partitioning taxonomic diversity of aquatic insect assemblages and functional feeding groups in neotropical savanna headwater streams. *Ecological Indicators* 72: 365-373.
- FIDELIS, L.; NESSIMIAN, J. L. & HAMADA, N. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 38(1):127-134.
- FONSECA, D. M. & HART, D. D. 1996. Density-dependent dispersal of black fly neonates is mediated by flow. *Oikos* 75(1):49-58.
- GAINES, W. L.; CUSHING, C. E. & SMITH, S. D. 1989. Trophic relations and functional group composition of benthic insects in three cold desert streams. *Southwestern Naturalist* 34(4):478-482.
- GILLER, P. I. & MALMQVIST, B. 1998. *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford, Oxford University Press. 296p.
- HAY, C. H.; FRANTI, T. G.; MARX, D. B.; PETERS, E. J. & HESSE, L. W. 2008. Macroinvertebrate drift density in relation to abiotic factors in the Missouri River. *Hydrobiologia* 598(1):175-189.

- HEPP, L. U. & MELO, A. S. 2013. Dissimilarity of stream insect assemblages: effects of multiple scales and spatial distances. **Hydrobiologia** **703**(1):239-246.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, Brasil. 2016. **Estação Meteorológica 83319**. Brasília: Disponível em <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php>. Acessado em 11 de novembro de 2016.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 2012. **Numerical Ecology**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science BV. 853p.
- LEUNG, E. S.; ROSENFELD, J. S. & BERNHARDT, J. R. 2009. Habitat effects on invertebrate drift in a small trout stream: implications for prey availability to drift-feeding fish. **Hydrobiologia** **623**(1):113-125.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. & BERG, M. B. 2008. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendall Hunt Publishing Company. 1158p.
- MILESI, S. V.; DOLÉDEC, S. & MELO, A. S. 2016. Substrate heterogeneity influences the trait composition of stream insect communities: an experimental in situ study. **Freshwater Science** **35**(4):1321-1329.
- MINSHALL, G. W. 1984. Aquatic insect substratum relationships. *In*: Resh, V.H. & Rosenberg, D.M. eds. **The Ecology of Aquatic Insects**. Nova York, Praeger. p. 358-400.
- NEISS U.G. & HAMADA, N. 2014. Ordem Odonata. *In*: HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.G. & QUERINO, R.B. eds. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus, Editora da Universidade Federal do Amazonas. p. 217-284.
- OLIVEIRA, A. L. H. & NESSIMIAN, J. L. 2010. Spatial distribution and functional feeding groups of aquatic insect communities in Serra da Bocaina streams, southeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia** **22**(4):424-441.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L. & MCMAHON, T. A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences** **11**(1):1633-1644.
- PES, A. 2012. Ordem Trichoptera. *In*: HAMADA, N. & FERREIRA-KEPPLER, R. L. eds. **Guia ilustrado de insetos aquáticos e semiaquáticos da Reserva Florestal Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil**. Manaus, Editora da Universidade Federal do Amazonas. p. 37-54.
- R CORE TEAM. 2016. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, R Foundation for Statistical Computing.
- REZENDE, C. F. 2007. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados associados ao folhicho submerso de remanso e correnteza em igarapés da Amazônia Central. **Biota Neotropica** **7**(2):301-305.
- ROQUE, F. O.; LECCI, L. S.; SIQUEIRA, T. & FROELICH, C. G. 2008. Using environmental and spatial filters to explain stonefly occurrences in southeastern Brazilian streams: implications for biomonitoring. **Acta Limnologica Brasiliensis** **20**(1):35-44.
- RUEGG, J. & ROBINSON, C. T. 2004. Comparison of macroinvertebrate assemblages of permanent and temporary streams in an Alpine flood plain, Switzerland. **Archiv für Hydrobiologie** **161**(4):489-510.
- SANTOS, I. G. A. & RODRIGUES, G. G. 2015. Colonização de macroinvertebrados bentônicos em detritos foliares em um córrego de primeira ordem na Floresta Atlântica do nordeste brasileiro. **Iheringia, Série Zoologia** **105**(1):84-93.
- SHIMANO, Y.; SALLES, F. F.; FARIA, L. R. R.; CABETTE, H. S. R. & NOGUEIRA, D. S. 2012. Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia** **102**(2):187-196.
- SILVA, M. V. D.; ROSA, B. F. J. V. & ALVES, R. G. 2015. Effect of mesohabitats on responses of invertebrate community structure in streams under different land uses. **Environmental Monitoring and Assessment** **187**(11):714.
- STRAHLER, H. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysical Union Transactions**, **38**(6):913-920.
- THORP, J. H.; THOMS, M. C. & DELONG, M. D. 2006. The riverine ecosystem synthesis: biocomplexity in river networks across space and time. **River Research and Applications** **14**(2):123-147.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M. & HARPER, J. L. 2010. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre, Artmed. 576p.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. 1980. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science** **37**(1):130-137.
- WINEGARDNER, A. K.; JONES, B. K.; SIQUEIRA, T. & COTTENIE, K. 2012. The terminology of metacommunity ecology. **Trends Ecology Evolution** **27**(5):3-4.

Apêndice 1. Ocorrência dos gêneros ou morfoespécies de insetos aquáticos presa ou predador (Pred) nos substratos (A, areia; C, cascalho; FC, folhido de corredeira; FR, folhido de remanso; P, pedra; R, raiz) e nos ambientes (N, Nascente; I, Intermediário; F, foz). [a numeração das espécies/morfoespécies seguem o padrão anotado na CZNX]

Gênero e/ou Morfoespécie	Categoria		Ambiente			Substrato					
	Pred	Presas	N	I	F	A	C	FC	FR	P	R
<b>EPHEMEROPTERA</b>											
<i>Americabaetis</i> sp.1		X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Americabaetis</i> sp. 2		X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Askola</i> sp. 1		X		X			X	X			
<i>Aturbina</i> sp. 1		X		X	X		X	X	X		X
<i>Baetodes</i> sp. 1		X	X	X	X		X	X		X	
<i>Brasilocaenis</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Caenis</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Callibaetis</i> sp. 1		X		X	X	X	X		X		X
<i>Camelobaetidius</i> sp. 1		X			X		X			X	
<i>Campsurus</i> sp. 1		X			X						X
<i>Campylocia</i> sp. 1		X		X	X	X	X			X	
<i>Cloeodes</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Cloeodes</i> sp. 2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Farrodes</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hagenulopsis</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Leptohyphes</i> sp. 1		X		X	X		X				X
<i>Miroculis</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Paracloeodes</i> sp. 1		X		X	X		X				
<i>Paracloeodes</i> sp. 2		X		X				X			
<i>Tricorythodes barbatus</i> Allen 1967		X		X	X				X		X
<i>T. mirca</i> Molineri, 2002		X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Terpides</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Thraulodes</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Traverhyphes</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Traverhyphes</i> sp. 2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tricorythopsis</i> sp. 1		X			X					X	
<i>Ulmeritoides</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Waltzoyphius</i> sp. 1		X		X							X
<i>Zelus</i> sp. 1			X	X	X		X	X	X		X
<b>HETEROPTERA</b>											
<i>Ambrysus bifidus</i> La Rivers, 1952	X			X				X	X		X
<i>A. stali</i> La Rivers, 1962	X		X	X	X		X	X	X		X
<i>A. teutonius</i> La Rivers, 1951	X		X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Belostoma costalimai</i> De Carlo, 1938	X			X							X
<i>Belostoma</i> sp. 2	X			X							X
<i>Brachymetra</i> sp. 1	X			X			X				
<i>Buenoa</i> sp. 2	X		X								X
<i>Cryphocricos</i> sp. 1	X			X				X			
<i>Limnocois burmeisteri</i> De Carlo, 1967	X		X	X		X	X	X			X
<i>L. maculiceps</i> cf. Montandon, 1897	X			X		X	X				
<i>Limnocois minutus</i> De Carlo, 1951	X			X			X				
<i>Limnocois pusillus</i> Montandon, 1897	X			X	X	X		X			X
<i>Limnogonus aduncus</i> Drake & Harris, 1932	X		X				X				
<i>Martarega chinai</i> Hynes, 1948	X				X						X
<i>Neogerris lubricus</i> (White, 1879)	X			X					X		
<i>Nerthra</i> cf. <i>buenoi</i> Todd, 1955	X			X				X			
<i>Ochterus</i> sp. 1	X			X		X					
<i>Paravelia</i> indet.	X		X								X
<i>Ranatra</i> sp. 1	X		X								X
<i>Ranatra</i> sp. 2	X			X					X		X
<i>Rhagovalia elegans</i> Uhler, 1894	X				X		X				
<i>Rhagovalia robusta</i> Gould, 1931	X		X							X	
<i>Rhagovalia tenuipes</i> Champion, 1898	X				X		X				
<i>Stridulivelia</i> sp. 2	X				X						X
<i>Stridulivelia tersa</i> (Drake & Harris, 1941)	X		X	X	X				X		X
<i>Tenagobia</i> sp. 1		X			X						X
<i>Tenagobia</i> sp. 2		X			X						X
<b>ODONATA</b>											
<i>Acanthagrion</i>	X		X	X	X		X		X		X
<i>Archaeogomphus</i>	X				X	X					
<i>Argia</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brechmorhoga</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X

## Apêndice 1. Cont.

Gênero e/ou Morfoespécie	Categoria		Ambiente			Substrato					
	Pred	Presas	N	I	F	A	C	FC	FR	P	R
<i>Elasmothermis</i>	x			x	x			x		x	x
<i>Elga</i>	x		x	x	x		x	x	x		x
<i>Epipleoneura</i>	x		x	x	x		x		x	x	x
<i>Erythemis</i>	x			x							x
<i>Gynothemis</i>	x			x				x			x
<i>Hetaerina Mnesarete</i>	x			x	x		x	x	x		x
<i>Macrothemis</i>	x		x	x	x		x		x	x	x
<i>Oligoclada</i>	x		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Pantala</i>	x		x		x				x		x
<i>Phyllocycla</i>	x		x		x				x	x	x
<i>Progomphus</i>	x		x	x	x	x	x		x	x	
<i>Tibiogomphus</i>	x			x	x		x		x		x
PLECOPTERA											
<i>Anacroneuria</i>	x		x	x	x		x	x	x	x	x
TRICHOPTERA											
<i>Cernotina</i> sp. 1	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chimarra</i> sp. 1		x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Chimarra</i> sp. 2		x	x	x	x		x	x	x	x	
<i>Chimarra</i> sp. 3		x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Helicopsyche</i> sp. 1		x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Helicopsyche</i> sp. 2		x	x	x	x		x	x		x	x
<i>Leptonema</i> sp. 1		x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Leptonema</i> sp. 2		x		x						x	
<i>Macronema</i> sp. 1		x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Macronema</i> sp. 2		x	x	x	x					x	x
<i>Marilia</i> sp. 1	x			x			x				x
<i>Marilia</i> sp. 2	x			x				x			
<i>Nectopsyche</i> sp. 1		x		x	x			x	x		x
<i>Oecetis</i> sp. 1	x		x				x				
<i>Phylloicus</i> sp. 1		x	x	x	x			x	x		x
<i>Phylloicus</i> sp. 2		x		x					x		x
<i>Polyplectropus</i> sp. 4	x			x						x	
<i>Polyplectropus</i> sp. 5	x			x					x	x	
<i>Protoptila</i> sp. 1		x		x						x	
<i>Protoptila</i> sp. 2		x		x				x			x
<i>Smicridea</i> (R.) sp. 1		x		x	x		x	x		x	
<i>Smicridea</i> (R.) sp. 2		x	x	x	x		x	x		x	
<i>Smicridea</i> (R.) sp. 3		x	x		x			x		x	
<i>Smicridea</i> (R.) sp. 4		x		x				x	x		x
<i>Smicridea</i> (R.) sp. 5		x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Smicridea</i> (R.) sp. 6		x			x			x			
<i>Smicridea</i> (S.) sp. 1		x			x				x		
<i>Triplectides</i> sp. 2		x		x							x

Apêndice 2. Composição de gêneros, espécie ou morfoespécie de insetos aquáticos da categoria presa em relação aos substratos e ambiente longitudinal. Resultado do *Pairwise test* (valor calculado par a par entre variáveis categóricas).

Pares	F. Model	R <sup>2</sup>	p	p. ajustado
Substrato				
A vs C	4,172	0,130	0,001	0,015
A vs FC	9,420	0,252	0,001	0,015
A vs FR	5,949	0,175	0,001	0,015
A vs P	5,514	0,165	0,001	0,015
A vs R	5,422	0,162	0,001	0,015
C vs FC	6,479	0,188	0,001	0,015
C vs FR	3,315	0,106	0,001	0,015
C vs P	4,199	0,130	0,001	0,015
C vs R	2,822	0,092	0,005	0,075
FC vs FR	5,668	0,168	0,001	0,015
FC vs P	7,061	0,201	0,001	0,015
FC vs R	6,867	0,197	0,001	0,015
FR vs P	8,633	0,236	0,001	0,015
FR vs R	3,096	0,100	0,001	0,015
P vs R	8,164	0,226	0,001	0,015
Ambiente				
Foz vs Inter	1,482	0,025	0,123	0,369
Foz vs Nasc	5,332	0,084	0,001	0,003
Inter vs Nasc	4,453	0,071	0,001	0,003

Apêndice 3. Composição de gêneros, espécie ou morfoespécie de insetos aquáticos da categoria predador em relação aos substratos e ambiente longitudinal. Resultado do *Pairwise test* (valor calculado em pares entre variáveis categóricas).

Pares	F. Model	R <sup>2</sup>	p	p. ajustado
Substrato				
A vs C	2,118	0,088	0,013	0,195
A vs FC	11,947	0,332	0,001	0,015
A vs FR	3,811	0,137	0,001	0,015
A vs P	6,700	0,218	0,001	0,015
A vs R	4,811	0,167	0,001	0,015
C vs FC	6,363	0,197	0,001	0,015
C vs FR	2,359	0,083	0,002	0,03
C vs P	3,631	0,123	0,002	0,03
C vs R	3,063	0,105	0,001	0,015
FC vs FR	10,510	0,273	0,001	0,015
FC vs P	5,815	0,172	0,001	0,015
FC vs R	10,146	0,266	0,001	0,015
FR vs P	4,802	0,146	0,001	0,015
FR vs R	1,873	0,063	0,026	0,39
P vs R	4,730	0,145	0,001	0,015
Ambiente				
Foz vs Inter	1,509	0,026	0,086	0,258
Foz vs Nasc	1,240	0,023	0,228	0,684
Inter vs Nasc	1,558	0,029	0,094	0,282