

DISTRIBUIÇÕES DE CATEGORIAS FUNCIONAIS ALIMENTARES DE LARVAS DE TRICHOPTERA (INSECTA) EM UMA REGIÃO SERRANA DO BRASIL CENTRAL.

OLIVEIRA, L. G.*; BISPO, P. C.**; CRISCI, V. L.** & SOUSA, K. G.*

* Departamento de Biologia Geral. ICB-UFG, Campus Samambaia.
C.P. 131, CEP 74001-970. Goiânia-GO.

** Museu de Zoologia-USP. C. P. 42694, CEP 4299-970. São Paulo-SP.

RESUMO: Distribuições de categorias funcionais alimentares de larvas de Trichoptera em uma região serrana do Brasil Central. A distribuição espaço-temporal de categorias funcionais de larvas de Trichoptera da região da Serra dos Pireneus, Pirenópolis-GO, foi estudada. As larvas de Trichoptera pertencentes à categoria dos coletores foram abundantes em todos os pontos. Os fragmentadores foram mais abundantes nos pontos com vegetação ripária densa. Quanto aos raspadores, foram mais abundantes nos pontos com menor cobertura vegetal e conseqüentemente com maior entrada de luz. De uma forma geral, as distribuições das categorias funcionais das larvas de Trichoptera corroboram os princípios propostos pela Teoria do *Continuum* Fluvial.

Palavras-chave: Trichoptera, larva, grupos funcionais alimentares, Brasil Central, *Continuum* Fluvial

ABSTRACT: The distribution of functional feeding categories of Trichoptera larvae from mountainous area of Central Brazil. The temporal and spatial distribution of functional feeding categories of Trichoptera larvae from Pireneus Mountains, Pirenópolis, GO, was studied. Collector larvae were abundants in all stations. Shredders were more abundant in stations with dense riparian vegetation. Scrapers were more abundant in stations with less vegetation cover and consequently with a larger light input. This study showed that the distribution of functional feeding categories of Trichoptera larvae corroborates the River Continuum Concept.

Key-words: Trichoptera, larvae, functional feeding categories, Central Brazil, River *Continuum* Concept

INTRODUÇÃO

O funcionamento ecológico dos sistemas de água corrente passou a ser intensamente discutido a partir da década de 70 (Cummins, 1974; Vannote *et al.*, 1980 e Cummins *et al.*, 1984). A partir disso, a associação entre o ambiente físico e as interações bióticas dos organismos aquáticos passaram a receber mais atenção dos pesquisadores.

Quanto ao comportamento alimentar, os invertebrados aquáticos podem ser classificados em cinco grupos funcionais: fragmentadores “shredders”, coletores “collectors”, raspadores “scrapers”, perfuradores “piercers” e predadores “predators” (Cummins & Klug, 1979). O tamanho das partículas de matéria orgânica tem grande influência nesse comportamento alimentar. Estas partículas são divididas de acordo com o seu tamanho em: partículas de matéria orgânica grossa (CPOM: “coarse particulate organic matter”), com partículas acima de 1 mm; partículas de matéria orgânica fina (FPOM: “fine particulate organic matter”), com diâmetro de 1 mm a 0,5 μm ; partículas de matéria orgânica ultra fina (UPOM: “ultrafine particulate organic matter”), com diâmetro de 50 μm a 0,5 μm ; partículas menores que 0,5 μm são consideradas dissolvidas na água (DOM: “dissolved organic matter”).

Entre os organismos aquáticos, em ambientes de água corrente, os Trichoptera assumem um lugar de destaque, sendo que seus estágios imaturos são importantes elos nas transferências de energia. Este é o grupo de insetos aquáticos mais diversificado do ponto de vista funcional. Segundo Wiggins & Mackay (1978), um fator fundamental na evolução da diversidade ecológica desses organismos é a seda produzida pelas larvas. Esta seda é utilizada na construção de redes para os filtradores e servem de linha de âncora para as larvas predadoras, além da construção de abrigos.

O objetivo desse trabalho foi fazer um estudo da distribuição espaço-temporal dos grupos funcionais de alimentação das larvas de Trichoptera, colecionadas em córregos da Serra dos Pireneus, Pirenópolis-GO, sob uma perspectiva da Teoria do *Continuum* Fluvial.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As larvas foram colecionadas na bacia do Rio das Almas, Pirenópolis, GO (15°50' S e 48°51' - 49°00' W, carta topográfica 1:100.000, do Ministério do Exército, folha SD 22-Z-D-V, Diniz-Filho *et al.*, 1998). O Rio das Almas nasce na Serra dos Pireneus e suas nascentes compreendem vários córregos encachoeirados, íngremes e com fundos de pedra, areia e algumas piscinas com folhiço. Estes tributários fluem na vertente ocidental da serra e fazem parte da rede hidrográfica da Bacia Amazônica. As larvas foram colecionadas no Córrego do Inferno, no Rio das Almas e no Córrego Vagafogo, perfazendo cinco pontos de coleta.

Coletas, identificação taxonômica e grupos funcionais

Foram estabelecidos cinco pontos de coleta, que foram amostrados mensalmente num período de 14 meses (junho/1993 a julho/1994). As larvas foram colecionadas em regiões de corredeira com fundo pedregoso, através de amostragem esforço/tempo de 1 hora, com rede

circular com aproximadamente 15 cm de diâmetro e 1 mm de malha. Posteriormente, o material foi etiquetado e acondicionado em álcool 80%. No laboratório, o material coletado foi triado, sendo as larvas de Trichoptera separadas e identificadas em nível de gênero, utilizando para isso os trabalhos de Wiggins (1977) e Angrisano (1995). O enquadramento dos gêneros nas categorias funcionais de alimentação, propostas por Cummins & Klug (1979), foi feito baseado na análise do conteúdo estomacal e de observações das peças bucais. Na análise do conteúdo estomacal, os tubos digestivos de aproximadamente 5 espécimes por gênero foram examinados para uma simples avaliação dos itens alimentares. No caso dos Hydropsychidae, além de itens como algas, detritos e fragmentos de folhas e madeira, foram encontrados fragmentos de Arthropoda, porém, mesmo assim foram considerados coletores (filtradores), já que esses organismos filtram partículas como diatomáceas, detritos e até mesmo animais (Merritt & Cummins, 1996), coletando o que ficou preso em suas redes. Os gêneros pertencentes às famílias Hydroptilidae, Leptoceridae e Polycentropodidae corresponderam a aproximadamente 10% das larvas de Trichoptera coletadas, porém não foram consideradas neste estudo, devido a dificuldade de encaixá-las em uma única categoria funcional.

Fatores Ambientais

Os valores dos fatores ambientais como temperatura do ar e da água, velocidade, vazão, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico (pH) da água, classificação hidrológica, grau de ação antrópica, intensidade de cobertura vegetal e altitude para os cinco pontos de coleta, além das médias mensais de precipitação pluviométrica foram registrados para Pirenópolis-GO.

As temperaturas da água e do ar foram tomadas através de um termômetro a álcool (0-50°C). A velocidade superficial da água foi obtida através do método do flutuador e a vazão foi calculada através do produto da velocidade média da água pela secção feita no córrego. A área foi calculada multiplicando-se a largura, em pontos fixos, pela média das profundidades (Lind, 1979). A condutividade elétrica e o potencial hidrogeniônico (pH) da água foram registrados através de um condutivímetro de campo CORNING PS-17 e um pHmetro de campo CORNING PS-15, respectivamente. Todos os fatores ambientais supracitados foram registrados mensalmente na hora da coleta. As médias mensais de precipitação pluviométrica, para Pirenópolis, foram obtidas junto ao 10º Distrito Meteorológico do Ministério da Agricultura, Goiânia-GO. A classificação hidrológica utilizada foi a de Strahler (1957). As altitudes foram obtidas com auxílio de um altímetro de campo. O grau de ação antrópica e a intensidade de cobertura vegetal foram categorizados considerando a seguinte escala: 0 - nenhuma; 1 - pequena; 2 - média e 3 - elevada ação antrópica ou cobertura vegetal.

RESULTADOS

Foram estudadas as distribuições de 2705 espécimes de larvas de Trichoptera, sob o ponto de vista das categorias funcionais de alimentação, perfazendo um total de 11 gêneros e 4 categorias funcionais. Dos gêneros estudados, 5 foram considerados coletores, 3 fragmentadores, 2 raspadores e 1 predador (Tabela 1).

Tabela I- Abundância total durante 14 meses, de gêneros e suas respectivas categorias funcionais de larvas de Trichoptera para os cinco pontos de coleta na serra dos Pireneus, Pirenópolis-GO. CF: categoria funcional alimentar; C: coletor; F: fragmentador; P: predador e R: raspador

Famílias	Gêneros	Pontos					T	CF
		1	2	3	4	5		
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	94	19	11	-	11	135	F
Glossosomatidae	<i>Protoptila</i>	3	287	200	61	1	552	R
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	4	67	64	5	4	144	P
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	21	59	6	-	1	87	R
	<i>Leptonema</i>	64	122	193	67	193	639	C
Hydropsychidae	<i>Macronema</i>	11	-	7	-	9	27	C
	<i>Smicridea</i>	23	80	296	45	54	498	C
Odontoceridae	<i>Barypenthus</i>	104	4	-	-	-	108	F
	<i>Marilia</i>	28	15	-	-	57	100	F
Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	9	72	46	247	35	409	C
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	1	-	1	4	-	6	C
	Total	362	725	824	429	365	2705	

Os resultados dos fatores ambientais dos cinco pontos de coleta, listados na Tabela 2, demonstram diferenças evidentes e marcantes entre estes, principalmente no que se refere a velocidade e vazão da água.

Tabela II- Caracterização dos pontos de coleta das larvas de Trichoptera, na serra dos Pireneus, Pirenópolis-GO.

A temperatura da água e do ar, velocidade, vazão, e pH são média e desvio padrão dos registros dos 14 meses de coleta, os valores de condutividade elétrica são dados em intervalos os quais os valores ocorreram. 0- nenhuma; 1- pequena; 2- média; 3- grande.

Pontos	1	2	3	4	5
	Córrego do Inferno	Rio das Almas, Fráter	Rio das Almas, Clube	Rio das Almas, Cidade	Córrego Vaga Fogo
Ordem	1 ^a	3 ^a	4 ^a	4 ^a	1 ^a
Cobertura vegetal	3	2	1	0	3
Grau de ação antrópica	0	1	2	3	0
Altitude (m)	1100	780	750	730	710
Temperatura da Água (°C)	18,60 ± 1,21	19,07 ± 1,78	20,49 ± 2,10	20,41 ± 2,60	20,64 ± 1,99
Temperatura do Ar (°C)	20,60 ± 1,92	21,25 ± 3,75	22,60 ± 3,21	22,00 ± 4,38	22,07 ± 2,63
Velocidade da Água (m/s)	0,29 ± 0,08	0,47 ± 0,14	0,65 ± 0,24	0,83 ± 0,25	0,37 ± 0,13
Vazão (m ³ /s)	0,04 ± 0,02	0,64 ± 0,38	0,78 ± 0,58	3,08 ± 2,38	0,26 ± 0,17
pH	7,40 ± 0,26	8,30 ± 0,17	8,41 ± 0,23	8,23 ± 0,21	7,54 ± 0,21
Condutividade Elétrica (µS/cm)	0-19	10-29	20-39	10-29	10-29

Considerando a frequência das categorias alimentares das larvas de Trichoptera em cada ponto, foi observado diferenças entre estes. Levando em consideração os pontos de 1^a ordem, no ponto 1 houve um predomínio dos fragmentadores (62%), seguido pelos coletores (30%). Já no ponto 5, houve um predomínio dos coletores (79%) em relação aos fragmentadores (19%). Quanto aos pontos de maior ordem (3^a e 4^a), foi observado um predomínio de raspadores e coletores. As frequências dos raspadores foram 48% (ponto 2), 25% (ponto 3) e 19% (ponto 4), e dos coletores foram 38% (ponto 2), 66% (ponto 3) e 85% (ponto 4). As frequências dos predadores variaram entre 1% e 9%. Gráficos demonstrando a partição das categorias alimentares de larvas de Trichoptera, para cada ponto, estão representados na Fig. 1.

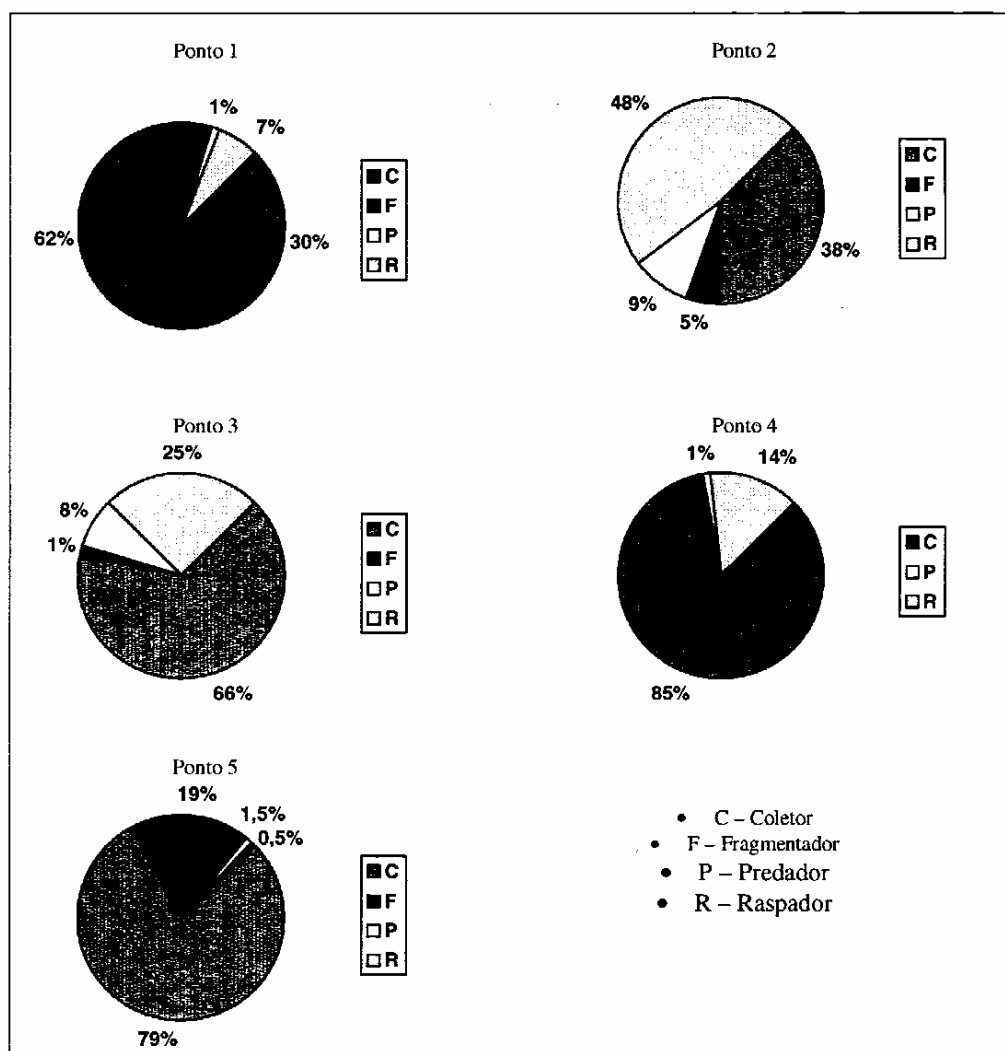


Figura 1. Partição dos grupos funcionais de larvas de Trichoptera em cada ponto de coleta, na serra dos Pireneus, Pirenópolis-GO

A variação sazonal da precipitação pluviométrica e das categorias funcionais alimentares dos gêneros mais frequentes (frequência > 0,10) para cada ponto, estão representadas nas Figuras 2-6. Os resultados demonstraram que muitas das variações mensais dessas categorias coincidiram com o ciclo anual de chuva.

Os fragmentadores foram abundantes nos pontos 1 e 2. No ponto 1, os tricópteros fragmentadores atingiram seu pico em novembro, decaindo com o início da estação chuvosa. Já no ponto 5, não houve um padrão temporal nítido para essa categoria (Figura 3).

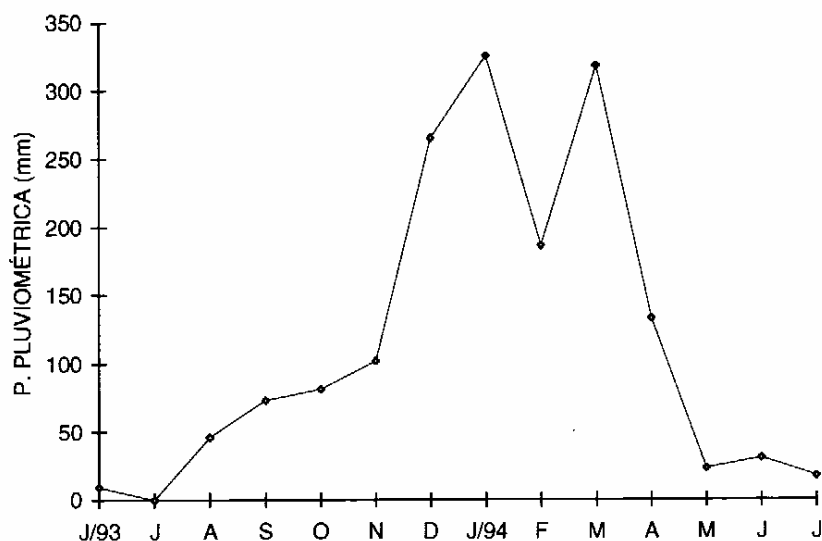


Figura 2. Valores da média mensal de precipitação pluviométrica, registrados na região da serra dos Pireneus, Pirenópolis-GO, de junho/1993 a julho/1994.

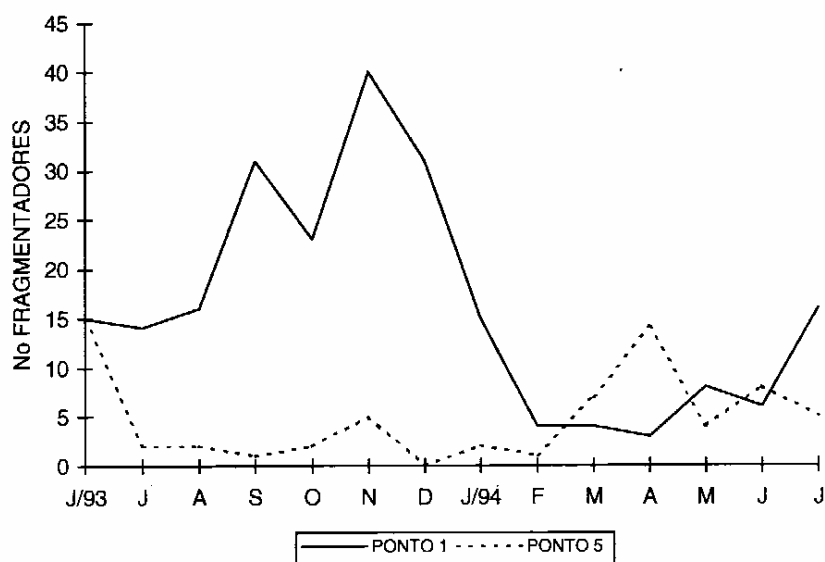


Figura 3. Variação temporal (junho/1993 a julho/1994) das larvas de Trichoptera fragmentadoras dos pontos 1 e 5, da região de Pirenópolis-GO.

Os tricópteros coletores foram abundantes em todos os pontos. Nos pontos de 1ª ordem, pontos 1 e 5, não houve um padrão temporal nítido para essa categoria (Figura 4). No ponto 2 (3ª ordem) o padrão também não foi claro, porém nos pontos de 4ª ordem (pontos 3 e 4), foi observado um nítido padrão da distribuição temporal dessa categoria (Figura 5). No

ponto 3, houve uma diminuição do número de coletores com o aumento da precipitação, já no ponto 4 ocorreu um padrão inverso, influenciado principalmente pela variação do gênero *Chimarra*.

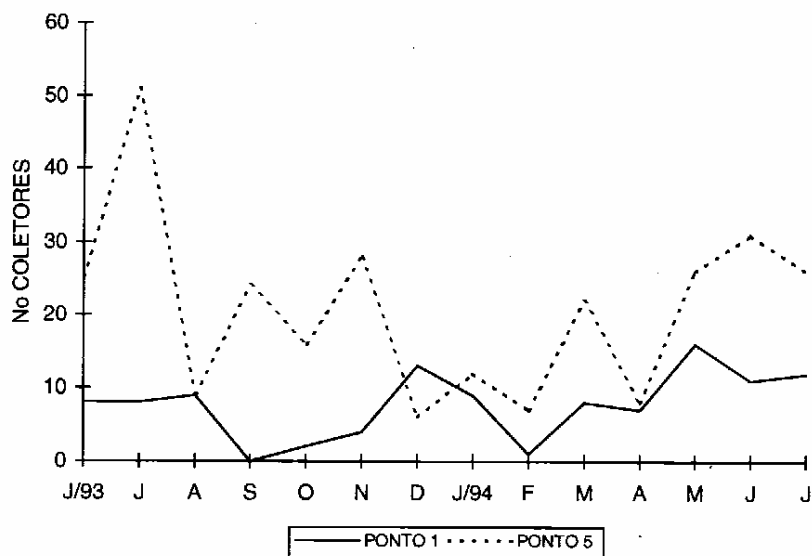


Figura 4. Variação temporal (junho/1993 a julho/1994) das larvas de Trichoptera coletoras dos pontos 1 e 5, da região de Pirenópolis-GO.

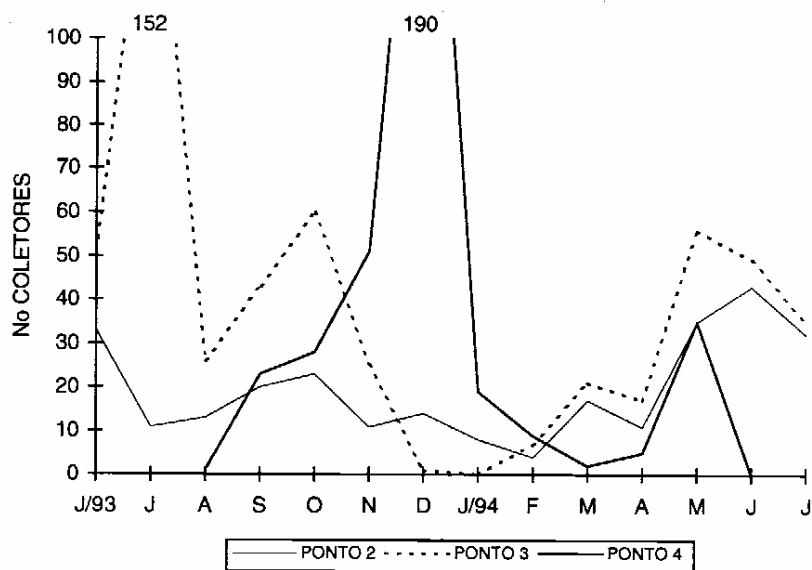


Figura 5. Variação temporal (junho/1993 a julho/1994) das larvas de Trichoptera coletoras dos pontos 2, 3 e 4, da região de Pirenópolis-GO.

Os raspadores foram mais abundantes nos pontos de 3ª e 4ª ordem; esta categoria atingiu seus picos entre julho e agosto. Foi observado uma diminuição dos tricópteros raspadores por volta de outubro, e apenas 2 espécimes foram coletados de janeiro a maio (Figura 6)

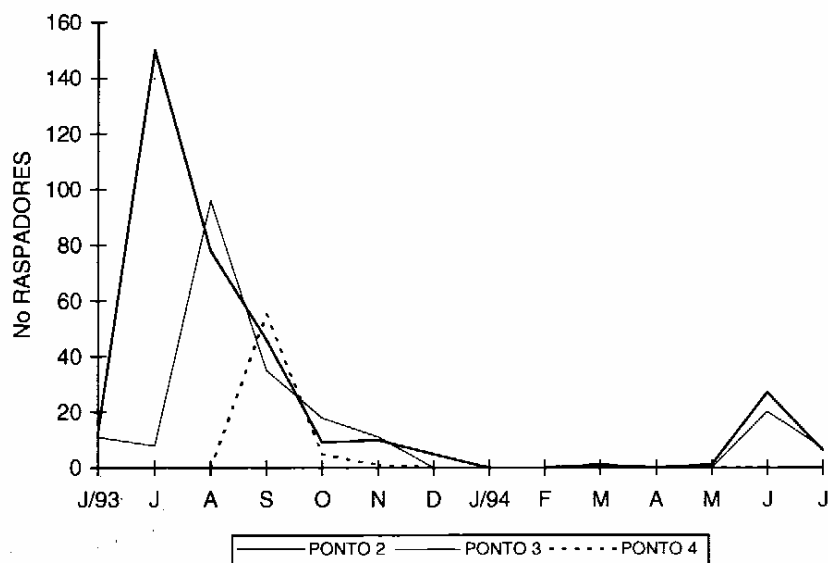


Figura 6. Variação temporal (junho/1993 a julho/1994) das larvas de Trichoptera raspadoras dos pontos 2, 3 e 4, da região de Pirenópolis-GO.

DISCUSSÃO

As interações bióticas e a alimentação constituem importantes fatores que influenciam na distribuição da fauna de Trichoptera em um corpo aquático. Os Trichoptera são muito diversificados, sendo que todas as categorias funcionais alimentares propostas por Cummins & Klug (1979), estão representadas dentro da ordem (Wiggins, 1977). Na região da serra dos Pireneus, foram colecionadas larvas de Trichoptera de todas as categorias funcionais, exceto perfuradores, que são tricópteros especializados na utilização de fluídos de macrófitas (Cummins & Klug, 1979).

Com o objetivo de explicar as interações bióticas com os fatores físicos químicos da água em ambientes lóticos, Vannote *et al.* (1980), propuseram a teoria do *Continuum* Fluvial. Segundo esta teoria, ao longo de um rio as variáveis físicas apresentam um gradiente contínuo, no qual as comunidades de produtores e consumidores se ajustam a esse gradiente.

A associação entre a zona ripária e o ambiente lótico é um outro fator muito importante na distribuição e alimentação dos insetos aquáticos. Cummins *et al.* (1984) e Bispo & Oliveira (1998), verificaram que a vegetação ripária é um dos principais fatores na ecologia dos ambientes de águas correntes. Segundo Vannote *et al.* (1980), essa vegetação, através do sombreamento sobre o leito do córrego, restringe a produção de energia fotossintética. Por outro lado, ela fornece, sob forma de CPOM, uma produção alóctone de energia, resultante de matéria orgânica

fornecida pelo ambiente terrestre. A medida que o tamanho do córrego aumenta, a vegetação ripária passa a interferir cada vez menos na passagem de luz, permitindo que os organismos fotossintéticos realizem produção autóctone de energia. O contínuo aumento das dimensões do córrego e o conseqüente aumento dos sedimentos trazidos pela correnteza aumentam a turbidez da água, limitando a passagem de luz, o que faz com que haja um retorno gradual à produção alóctone de energia. Dessa forma, a produtividade tende a ser maior em córregos de tamanho médio, onde há uma considerável produção alóctone (zona ripária) e uma grande produção autóctone de energia (fotossintética).

Alguns autores questionam a teoria supracitada. Winterbourn *et al.* (1981) argumentam que esse conceito é muito generalista e que no caso dos rios da Nova Zelândia, a jovem topografia e a baixa densidade das florestas nativas não permitem prognosticar um correspondente sincronismo biótico com o gradiente físico. Perry & Schaeffer (1987), estudando córregos de baixa ordem no Colorado, não constataram um gradiente, mas sim, mudanças rápidas de fatores físicos, químicos e da comunidade, o que contradiz o pressuposto da referida teoria.

Os membros de cada categoria funcional alimentar possuem hábitos típicos e assumem sua própria importância ecológica dentro do ambiente lótico. Os fragmentadores possuem preferência por CPOM colonizados por microorganismos, sendo um grupo de grande importância ecológica, pois processa materiais retidos, como fragmentos de madeira, folhas, etc, liberando partículas de matéria orgânica na forma de FPOM e UPOM. Pressupostamente, é o grupo predominante em córregos com vegetação ripária densa. Os coletores alimentam-se principalmente de FPOM e UPOM, e predominam com o aumento dos cursos d'água. Os raspadores aderem à superfície do substrato alimentando-se do perifíton. Os perfuradores utilizam os fluidos celulares de macrófitas, correspondente a UPOM e DOM. Os predadores estão adaptados a captura de presas e não sofrem grandes alterações com o aumento da ordem dos córregos (Cummins & Klug, 1979 e Vannote *et al.*, 1980).

No presente estudo, embora restrito, não envolvendo a fauna bentônica total e não sendo um estudo espacial mais profundo, os dados obtidos corroboram a Teoria do *Continuum* Fluvial. Como observado na Figura 1, os fragmentadores foram importantes elementos dentro dos córregos de primeira ordem, onde há uma cobertura vegetal mais intensa. Embora a proporção entre os fragmentadores e demais grupos funcionais, apresentadas nos trechos de 1ª ordem (pontos 1 e 5), tenha apresentado uma variação, isto provavelmente está relacionado à menor vazão e velocidade da água no ponto 1 (Tabela 2), o que pode ter proporcionado um maior acúmulo de folhiço sob as pedras do que no ponto 5. Já os raspadores foram mais abundantes nas regiões com cobertura vegetal menos intensa, onde havia maior entrada de luz. Os coletores foram importantes em todos os pontos, principalmente no 3 e no 4, onde há a influência de ação antrópica, o que pode ter proporcionado um enriquecimento orgânico favorecendo o referido grupo. Os predadores ocorreram em pequena quantidade, não modificando sua ocorrência proporcional nos diferentes córregos.

Nas regiões de clima tropical, o regime anual de chuva e o conseqüente aumento da velocidade da água e vazão são os principais determinantes da variação temporal dos organismos bentônicos em ambientes lóticos (Boon *et al.*, 1986 e Oliveira *et al.*, 1997). No presente estudo, algumas categorias funcionais tiveram suas distribuições temporais claramente influen-

ciadas pela variação da precipitação pluviométrica. As categorias funcionais mais frequentes dos pontos 1 e 5 (pontos de 1ª ordem) não tiveram uma variação temporal claramente determinada pela precipitação, exceto os fragmentadores do ponto 1, os quais diminuíram numericamente com o início da estação chuvosa. Os coletores do ponto 3 diminuíram seu número na estação chuvosa, ao contrário do ponto 4, onde houve um aumento do número de larvas no período chuvoso. Esta tendência diferente no ponto 4 foi causada, principalmente, pela variação sazonal do gênero *Chimarra*. A quantidade de larvas desse gênero, presentes no ponto 4, vem demonstrar a importância desse táxon, provavelmente pelo fato de conseguir aproveitar da melhor forma possível o aporte de matéria orgânica oriundo dos efluentes da cidade, alcançando seus picos na estação chuvosa, quando o aumento da vazão permite uma diluição desse efluente, melhorando as condições ambientais para o gênero. Os raspadores foram frequentes nos pontos 2, 3 e 4, sendo que essa categoria atingiu seus picos entre julho e agosto, havendo uma diminuição da fauna por volta de outubro. Esse fenômeno provavelmente aconteceu, devido ao aumento da vazão que carrega os organismos, além de aumentar a turbidez da água, dificultando a fotossíntese de organismos produtores (e.g., diatomáceas), e consequentemente limitando a ocorrência dos raspadores de perifiton.

AGRADECIMENTOS

À Polyanna C. Bispo, pela ajuda na digitação das tabelas. À FUNAPE-UFG, pelo apoio financeiro dado durante as coletas de campo. Ao CNPq, à FAPESP (proc. 98/11074-3) e à CAPES por bolsas concedidas aos três primeiros autores, respectivamente.

REFERÊNCIAS CITADAS

- Angrisano, E. B. 1995. Insecta Trichoptera. p. 1199-1224. In: Lopretto, E.C. & Tell, G. (eds.). Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodologías para su Estudio. Vol. III. Ediciones Sur, La Plata.
- Bispo, P. C. & Oliveira, L. G. 1998. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. p. 175-189. In: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. C. (Eds.). Ecologia de Insetos Aquáticos, Oecol. Bras., Vol. V, UFRJ, R. de Janeiro.
- Boon, P. J.; Jupp, B.P. e Lee, D. G. 1986. The benthic ecology of rivers in the Blue Mountains (Jamaica) prior to construction of a water regulation scheme. Arch. Hydrobiologia/Suppl. 74: 315-355.
- Cummins, K. W. 1974. Structure and function of stream ecosystems. BioScience. 24(11): 631-644.
- Cummins, K. W. & Klug, M. J. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. Ann. Rev. Ecol. Syst. 10: 147-172.
- Cummins, K.W.; Minshall, G. W.; Sedell, J. R.; Cushing, C. E. & Petersen, R. C. 1984. Stream ecosystem theory. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 1818-1827.
- Diniz-Filho, J. A. F., Oliveira, L. G. & Silva, M. M. 1998. Explaining the beta diversity of aquatic insects in "cerrado" streams from Central Brazil using multiple Mantel Test. Revta Bras. Biol. 58(2): 223-231.

-
- Lind, O. T. 1979. *Handbook of Common Methods in Limnology*. The C. V. Mosby Company. 199p.
- Merritt, R. W. & Cummins, K. W. 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*, 3rd Edition. Kendall/Hunt Publishing Company. XIII+862p.
- Oliveira, L. G.; Bispo, P. C. & Sá, N. C. 1997. Ecologia de comunidades de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia-GO, Brasil. *Revta Bras. Zool.* 14(4): 867-876
- Perry, J. A. & Schaffer, D. J. 1987. The longitudinal distribution riverine benthos: A river dis-continuum? *Hydrobiologia* 148: 227-268.
- Strahler, H. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Amer. Geophys. Union Trans.* 33: 913-920.
- Vannote, R. L.; Minshall, G. W.; Cummins, K. W. L.; Sedell, J. R. & Cushing, C. E. 1980. The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137.
- Wiggins, G. B. 1977. *Larvae of the North America Caddisfly Genera (Trichoptera)*. University of Toronto Press. XI+401p.
- Wiggins, G. B. & Mackay, R. J. 1978. Some relationships between systematics and trophic ecology in Nearctic aquatic insects, with special reference to Trichoptera. *Ecology* 59(6): 1211-1220.
- Winterbourn, M. J.; Rounick, J. S. & Cowie, B. 1981. Are New Zeland stream ecosystems really different? *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.* 15: 321