

PUBLIC HEALTH

Distribuição Espacial e Variação Temporal da Composição de Espécies de Borrachudos (Diptera: Simuliidae) em uma Microbacia Situada no Norte do Paraná

RACHEL B DOS SANTOS¹, JOSÉ LOPES¹, KAREN B DOS SANTOS²¹Depto de Biologia Animal e Vegetal, Univ Estadual de Londrina, CP 6001, 86051-970 Londrina, PR, Brasil; rachbianc@gmail.com; jea@uel.br²Depto Agronomia, Univ Estadual de Londrina, CP 6001, 86051-990, Londrina, PR, Brasil; karbinchi@gmail.com

Edited by Neusa Hamada - INPA

Neotropical Entomology 39(2):289-298 (2010)

Spatial Distribution and Temporal Variation in Composition of Black Fly Species (Diptera: Simuliidae) in a Small Watershed Located in the Northern of Paraná State, Brazil

ABSTRACT - In this work, the survey of simuliid species and the study of their spatial distribution in four streams of a small watershed situated in Londrina, Paraná State, were carried out from January to October 2007. Changes in the species composition of the breeding sites were also checked along the sampling months. Seventeen black fly species were found, being *Simulium botulibranchium* Lutz, *Simulium travassosi* d'Andretta & d'Andretta, *Simulium anamariae* Vulcano, *Simulium brachycladum* Lutz & Pinto and *Simulium metallicum* s.l. Bellardi new records for Paraná State. The Canonical Correspondence Analysis showed that the environmental variables most correlated to the species distribution among sample sites were water conductivity and those linked to physical dimensions of the breeding sites, like width, depth and water velocity. The matrix of faunistic similarity among collecting dates was negatively correlated to the time interval of sampling matrix for three of the water bodies studied, showing the existence of temporal changes in the species composition. According to Multiple Regression Analysis, temporal abundance variation of *Simulium perflavum* Roubaud, *Simulium inaequale* Paterson & Shannon and *Simulium lutzianum* s.l. Pinto was not linked to air temperature, photoperiod and rainfall, suggesting the influence of other factors, probably those directly associated to specific breeding site conditions. The results indicate that differences in physical and chemical characteristics among water bodies may affect the taxonomic composition of simuliids in this watershed.

KEY WORDS: Aquatic insect, *Simulium*, ecology, Neotropical region

Os simulídeos, borrachudos ou piuns são dípteros nematóceros pertencentes à família Simuliidae. Possuem ampla distribuição geográfica, com exceção do continente Antártico, do extremo Pólo Norte e de ilhas oceânicas desprovidas de córregos, uma vez que seus imaturos habitam ecossistemas lóticos (Crosskey 1990).

As fêmeas adultas da maioria das espécies apresentam hábito hematófago, com picadas que podem provocar reações alérgicas, sendo também capazes de veicular agentes patogênicos a seres humanos e outros animais (Cunha 2001). Devido a sua importância médico-veterinária, os borrachudos têm sido alvo de estudos de ordem bionômica, ecológica e taxonômica, como também sobre métodos de controle químico e bacteriológico e técnicas de manejo mecânico (Lozovei *et al* 2004).

A distribuição e a abundância das espécies de borrachudos em uma bacia hidrográfica podem ser influenciadas por diversos fatores como dimensão e vazão dos cursos d'água,

disponibilidade de substratos para a fixação das formas imaturas (ovos, larvas e pupas), substâncias dissolvidas na água, disponibilidade de alimento, composição da vegetação ripária, altitude, como também, interferências antrópicas nas áreas limitrofes (Hamada & McCreadie 1999, Kuvangkadilok *et al* 1999, Figueiró *et al* 2006, Strieder *et al* 2006). A distribuição dos simulídeos resulta tanto de sua capacidade adaptativa ao ambiente quanto de sua origem ancestral (Coscarón & Coscarón-Arias 1995).

Existem poucos trabalhos sobre a ecologia de simulídeos neotropicais (Hamada *et al* 2002, McCreadie *et al* 2004, Figueiró *et al* 2006) se comparados ao número existente de estudos sobre espécies de regiões temperadas (Rubtsov 1990, McCreadie & Adler 1998, Malmqvist *et al* 1999, Burgherr *et al* 2001), principalmente quando dizem respeito aos padrões temporais e sazonais do grupo (Shipp & Procunier 1986, McCreadie & Colbo 1993, McCreadie & Adler 1998, Burgherr *et al* 2001).

No Brasil, a maior parte dos trabalhos que contribuem para o conhecimento da fauna e da ecologia de simuliídeos concentra-se, principalmente, no Sudeste, com destaque para o estado de São Paulo (Araújo-Coutinho *et al* 1988, Pepinelli *et al* 2003, Pepinelli *et al* 2005, Pepinelli *et al* 2006), no Sul, principalmente no Rio Grande do Sul (Strieder 2002, 2004, Strieder *et al* 2002, 2006), e na Região Amazônica (Hamada & McCreddie 1999, Hamada & Grillet 2001, Hamada *et al* 2002). No Paraná, os estudos voltados à fauna de simuliídeos restringem-se praticamente à região metropolitana de Curitiba e à planície litorânea (Lozovei *et al* 1989, 2004, Dellome Filho 1991, Cunha *et al* 1998), com registros parcos ou inexistentes nas demais regiões do estado.

Considerando os poucos estudos sobre padrões de distribuição de simuliídeos em córregos na região Neotropical, este trabalho propôs-se a examinar a composição da simuliíofauna do baixo curso do ribeirão Guaravera e de três de seus afluentes situados no distrito de Guaravera, município de Londrina, Norte do Paraná. Com base na hipótese de que a riqueza e a abundância de simuliídeos é influenciada por condições ambientais e físico-químicas, elaboraram-se as seguintes questões: (i) Qual a riqueza de espécies dos cursos d'água estudados? (ii) Quais os fatores ambientais que exercem influência sobre a distribuição espacial dos imaturos das espécies nos criadouros estudados? (iii) Existem mudanças na composição da simuliíofauna dos criadouros ao longo dos meses de coleta?

Material e Métodos

Local de estudo. A área de estudo compreende o baixo curso do ribeirão Guaravera e três de seus afluentes (Fig 1), localizados no município de Londrina, Norte do Paraná (23°35' - 23°36' S, 51°09' - 51°10' O). Dois dos afluentes não apresentam nomes oficiais e, portanto, foram designados

neste trabalho como afluentes 1 e 3. O segundo afluente, o córrego do Aleixo, forma uma represa logo antes de desaguar no ribeirão Guaravera. O relevo do local de estudo é acidentado, apresentando variação de altitude entre 480 m e 510 m a.s.l. O ribeirão Guaravera e os afluentes estudados situam-se em área de intensa atividade agropecuária.

A região apresenta tipo climático Cfa-Subtropical Úmido Mesotérmico com verões quentes. Não há estação seca bem definida e as chuvas tendem a se concentrar nos meses de verão, enquanto que no inverno ocorre redução das precipitações que coincide com a queda térmica sazonal. A temperatura média anual é de aproximadamente 21°C e a precipitação média anual de 1.600 mm. A vegetação original do Norte paranaense é a floresta estacional semidecidual que, atualmente, se encontra extremamente fragmentada em função de atividades antrópicas (Maack 1981, Mendonça 2000).

Coleta, processamento e identificação. As coletas de imaturos de borrachudos foram realizadas em pontos com diferentes graus de conservação de vegetação ripária, classificados neste trabalho em um gradiente de 1 a 4, da seguinte forma: 1 - ponto rodeado por pastagem em ambas as margens e diretamente exposto à luz solar; 2 - pastagem em uma das margens e vegetação arbórea e arbustiva na outra, cobertura de dossel ausente; 3 - vegetação arbórea e arbustiva em ambas as margens, cobertura de dossel ausente; 4 - mata ciliar em ambas as margens, proporcionando sombreamento total ou parcial (Tabela 1).

Em cada ponto foi selecionado um trecho de 5 m de extensão onde foram estimadas três medidas de largura com uma trena e três séries de medidas de profundidade com um bastão métrico. Medidas de pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), utilizando aparelhos de medição portáteis, também foram tomadas nos sítios de amostragem (Tabela 1).

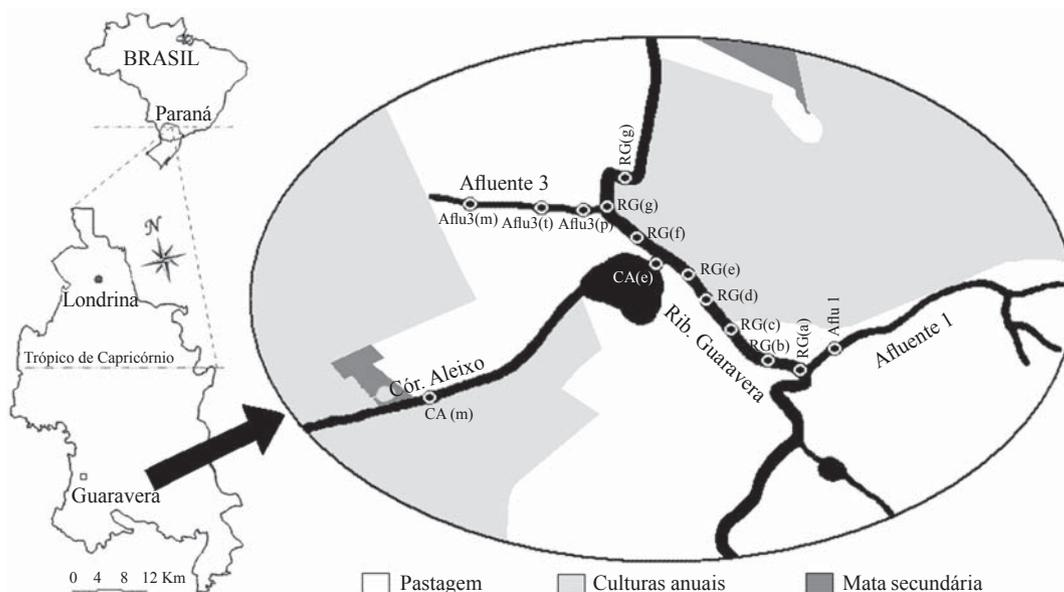


Fig 1 Localização dos pontos de coleta de imaturos de simuliídeos do ribeirão Guaravera e afluentes, situados no distrito de Guaravera, município de Londrina, PR, entre janeiro e outubro de 2007.

Tabela 1 Valores médios e erro padrão (EP) de largura (Lm), profundidade (Pm), velocidade da água (Vel), pH, condutividade elétrica da água (Cond), temperatura da água (Temp) e gradiente de vegetação ripária (Grad VR) dos pontos de coleta de imaturos de Simuliidae do ribeirão Guaravera e de três de seus afluentes, julho a outubro de 2007. RG: ribeirão Guaravera; Aflu 1: afluente 1; CA: córrego do Aleixo; Aflu 3: afluente 3.

Pontos ¹	Lm ± EP (m)	Pm ± EP (cm)	Vel ± EP (m/s)	pH ± EP	Cond ± EP (μS/cm)	Temp ± EP (°C)	Grad VR
RG(a)	9,1 ± 0,34	9,4 ± 0,75	0,7 ± 0,12	7,3 ± 0,22	53,8 ± 4,20	19,2 ± 1,59	1
RG(b)	9,9 ± 0,49	8,8 ± 1,47	0,6 ± 0,08	7,6 ± 0,26	54,7 ± 1,75	19,2 ± 1,25	3
RG(c)	9,9 ± 0,89	7,6 ± 0,25	0,7 ± 0,18	7,3 ± 0,17	62,7 ± 2,85	20,4 ± 1,25	1
RG(d)	8,3 ± 1,06	8,9 ± 1,05	0,9 ± 0,10	7,4 ± 1,50	55,3 ± 6,30	19,7 ± 1,10	3
RG(e)	9,6 ± 1,47	6,2 ± 1,00	0,9 ± 0,13	7,3 ± 0,24	57,1 ± 5,55	19,5 ± 1,10	2
RG(f)	5,7 ± 0,57	17,6 ± 0,76	0,5 ± 0,02	7,1 ± 0,21	61,7 ± 7,05	19,2 ± 1,50	4
RG(g)	5,8 ± 1,30	10,2 ± 0,86	1,0 ± 0,02	6,9 ± 0,29	60,8 ± 8,00	18,4 ± 1,65	2
RG(h)	5,8 ± 0,65	16,8 ± 2,36	0,7 ± 0,11	7,3 ± 0,33	59,4 ± 7,50	18,5 ± 1,65	4
Aflu 1	0,2 ± 0,06	2,18 ± 0,42	0,5 ± 0,05	6,8 ± 0,24	46,6 ± 2,27	21,8 ± 1,13	1
CA(m)	4,42 ± 0,23	6,1 ± 0,47	0,4 ± 0,02	6,9 ± 0,42	63,8 ± 4,01	19,5 ± 1,26	4
CA(e)	0,95 ± 0,04	3,4 ± 0,51	0,5 ± 0,07	7,2 ± 0,35	63,2 ± 10,30	20,2 ± 2,29	1
Aflu3(m)	0,68 ± 0,10	6,2 ± 1,00	0,3 ± 0,03	6,6 ± 0,37	20,8 ± 2,78	20,6 ± 0,22	4
Aflu3(t)	0,43 ± 0,67	3,1 ± 0,18	0,3 ± 0,04	6,5 ± 0,50	20,5 ± 2,73	20,2 ± 0,78	3
Aflu3(p)	0,34 ± 2,51	5,5 ± 0,90	0,4 ± 0,02	6,6 ± 0,46	22,9 ± 1,51	21,3 ± 1,30	1

As coletas mensais foram conduzidas entre os meses de janeiro e outubro de 2007 no ribeirão Guaravera e no afluente 1. No córrego do Aleixo e no afluente 3, as coletas foram realizadas entre os meses de abril e outubro do mesmo ano. Nesses dois córregos, as coletas foram iniciadas três meses depois das amostragens iniciadas nos dois primeiros cursos d'água porque foi verificada, visualmente, a segregação espacial das espécies de simuliídeos entre os criadouros, determinando a inclusão desses dois córregos no estudo.

As amostragens mensais foram feitas com a utilização de substrato artificial (fitas de polietileno e polipropileno com 2,1 x 110 cm) para a fixação das larvas. A cada mês, seis fitas com larvas e pupas eram retiradas de cada sítio de coleta e substituídas por fitas novas para a recolonização e coleta no próximo mês. As fitas eram dispostas longitudinalmente no mesmo sentido da correnteza. Ao serem retiradas, as amostras de fitas com imaturos de borrachudos eram colocadas em recipientes e fixadas em etanol 70%. Nos meses de julho e outubro, além da coleta em substrato artificial, também foram realizadas coletas em substratos naturais. A vegetação pendente sobre a linha d'água e submersa na corrente contendo imaturos de simuliídeos foi coletada manualmente em uma extensão de 5 m de comprimento do sítio de coleta, colocada em sacos plásticos e fixada em etanol 90%. Para a coleta de imaturos aderidos ao leito, foi utilizado um amostrador do tipo Surber com área amostral de 900 cm² e malha coletora de 500 μm. A amostragem de imaturos com o amostrador do tipo Surber foi realizada em triplicata. A coleta de simuliídeos em substratos naturais e em fitas foi adotada a fim de abranger todos os substratos possíveis de serem utilizados pelos imaturos.

Em laboratório, as amostras de fitas e de substrato vegetal foram colocadas em bandejas plásticas e lavadas em água para a retirada dos imaturos. Pupas e larvas de último estágio com histoblasto branquial totalmente formado foram selecionadas e utilizadas na identificação das espécies. Após a retirada dos imaturos, a vegetação foi seca em estufa a 60°C por 48h e pesada para a obtenção do peso seco, a fim de determinar a densidade de simuliídeos. As amostras coletadas com o amostrador tipo Surber foram colocadas em bandejas e os indivíduos foram retirados com auxílio de uma pinça. Para as amostras contendo muito sedimento e outros materiais foi utilizado o método da flutuação, o qual consiste da adição de solução supersaturada de açúcar (250 g/l água) à amostra, facilitando a triagem (Silveira *et al* 2004).

A identificação das espécies foi realizada sob microscópio estereoscópico e, quando necessário, em microscópio óptico, com o auxílio dos trabalhos de Py-Daniel *et al* (1988), Coscarón (1991), Strieder *et al* (1992), Strieder & Py-Daniel (1999), Hamada & Grillet (2001), Hamada & Fouque (2001) e Gil-Azevedo *et al* (2005).

Análises estatísticas. Antes da execução das análises, os dados sofreram transformação logarítmica [ln (x+1)]. Foi utilizada a análise de correspondência canônica (ACC) para analisar a distribuição espacial das abundâncias das espécies em função das características físicas e químicas dos cursos d'água. A significância dos eixos de ordenação obtida na ACC foi verificada pelo teste de permutação (1000 permutações). Para essa finalidade, foram utilizados os dados de coleta levantados nos meses de julho e outubro, uma vez que as amostragens realizadas nestes dois meses englobaram substratos naturais

e artificiais (fitas).

O afluente 1 apresenta regime intermitente, de modo que durante a estação seca seu fluxo de água superficial cessou quase que totalmente. No mês de outubro, o ponto Aflu 1 apresentou largura e profundidade média de 8 cm e 6 mm, respectivamente, o que impossibilitou a medição da

velocidade da água pelo método do flutuador proposta por Amrine (1983). Por essa razão, o ponto de coleta Aflu1 foi excluído da ACC do mês de outubro por não apresentar os dados completos (Fig 2).

O teste de Mantel com 1000 permutações foi empregado para verificar a influência de autocorrelação espacial sobre as

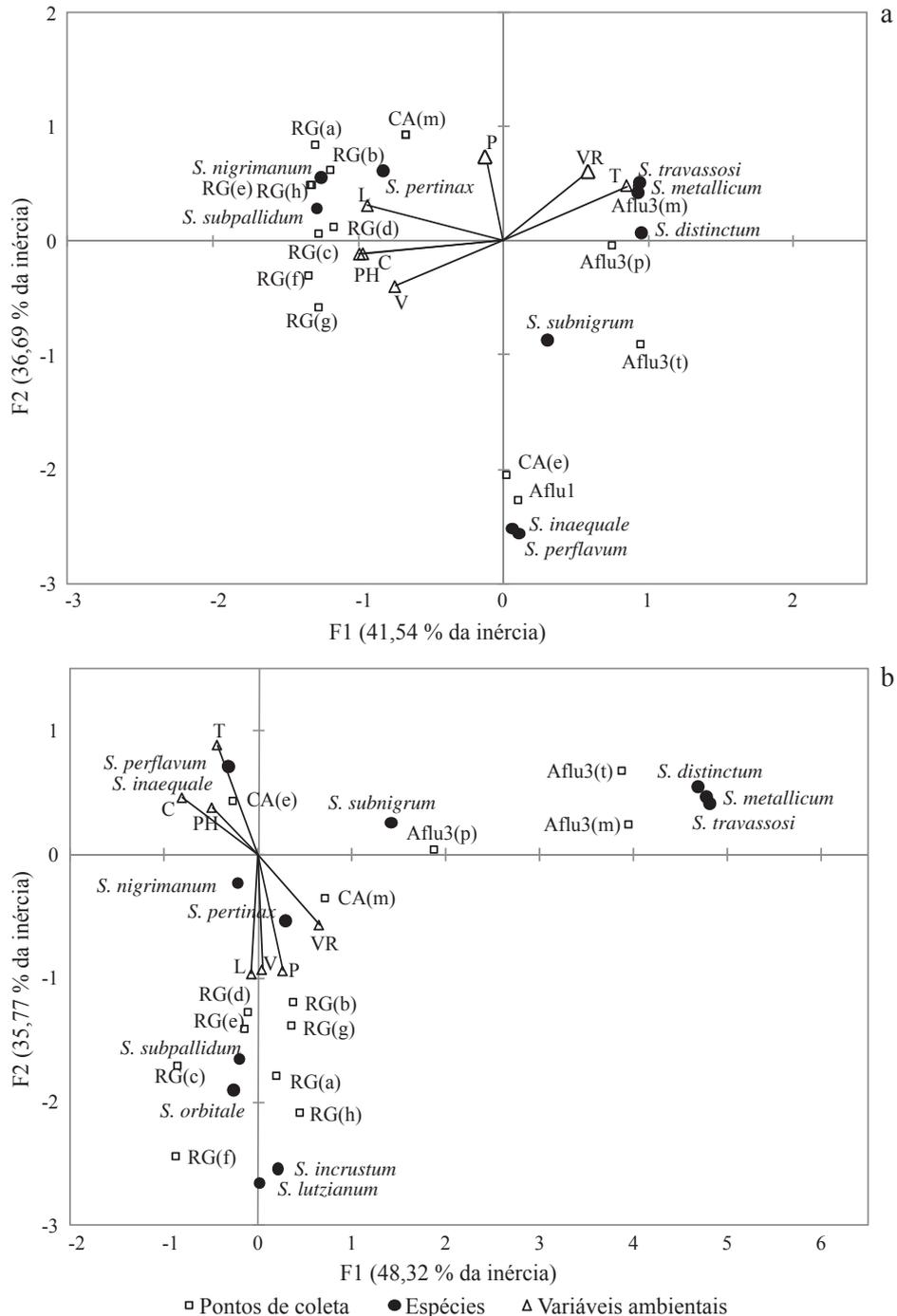


Fig 2 Projeção das variáveis ambientais, dos pontos de coleta e das espécies de simuliídeos nos eixos F1 e F2 resultantes da análise de correspondência canônica (ACC), obtidos a partir de dados de coletas de imaturos de Simuliidae em quatro cursos d'água do município de Londrina, PR, distrito de Guaravera, em julho (a) e outubro (b) de 2007. Pontos de coleta do ribeirão Guaravera (RG), córrego do Aleixo (CA), afluente 1 (Aflu 1) e afluente 3 (Aflu 3). Variáveis ambientais (L: largura, P: profundidade, V: velocidade da água, PH: pH da água, C: condutividade da água, T: temperatura da água, VR: vegetação ripária).

variáveis ambientais e os dados biológicos obtidos nos meses de julho e outubro. A distância de Canberra foi calculada utilizando os dados das variáveis ambientais e de abundância de espécies para a obtenção de matrizes de dissimilaridade que, em seguida, foram relacionadas com a matriz de distância entre os sítios de coleta pelo teste de Mantel.

A análise de regressão múltipla foi utilizada para as espécies que apresentaram variações acentuadas de abundância ao longo dos meses de coleta a fim de verificar se essas oscilações estão relacionadas às flutuações de variáveis ambientais estacionais, como fotoperíodo, precipitação e temperatura atmosférica.

O teste de Mantel com 1000 permutações foi utilizado para conferir a existência de relação entre a diversidade β (medida como índice de similaridade de Sorenson para dados quantitativos) e o tempo decorrido entre as amostragens de fitas realizadas nos sítios de amostragem ao longo dos meses.

O cálculo do índice de similaridade de Sorenson foi obtido pelo software Bio-Dap (Thomas 1988), enquanto que as demais análises foram realizadas pelo software XLStat 2008 (Addinsoft 2008). Os dados de fotoperíodo do município de Londrina foram fornecidos pelo Anuário Interativo do Observatório Nacional (ON), e os registros de precipitação foram obtidos na propriedade rural São João, localizada no distrito de Guaravera (Fig 3).

Resultados e Discussão

Foram identificados 11.822 imaturos de simúlideos amostrados em 14 sítios de coleta durante 10 meses. Desse total, 9.161 indivíduos foram coletados em fitas (750 unidades) e 2.661 em substratos naturais. Ao todo, foram amostradas 17 espécies: *Simulium anamariae* Vulcano, *S. botulibranchium* Lutz, *S. travassosi* d'Andretta & d'Andretta, *S. distinctum* Lutz, *S. inaequale* Paterson & Shannon, *S. incrustatum* Lutz, *S. lutzianum* s.l. Pinto, *S. nigrimanum* Macquart, *S. orbitale* Lutz, *S. rubrithorax* Lutz, *S. perflavum* Roubaud, *S. pertinax* Kollar, *S. spinibranchium* Lutz, *S. subnigrum* Lutz, *S. subpallidum* Lutz, *S. brachycladum* Lutz & Pinto e *S. metallicum* s.l. Bellardi. As três primeiras

espécies citadas acima representam novos registros para o Paraná e as duas últimas, para o Sul do Brasil, baseado em Adler & Crosskey (2009). Das 17 espécies amostradas, 11 ocorreram em julho e 16 no mês de outubro (Tabela 2).

Padrões espaciais. No mês de julho, a ACC estabeleceu dois eixos principais (F1 e F2) que em conjunto explicaram 78,23% (1000 permutações; $P < 0,05$) da distribuição das espécies nos corpos d'água estudados, enquanto que na análise de outubro os eixos F1 e F2 explicaram 84,09% (1000 permutações, $P < 0,01$). A ACC realizada com os dados do mês de julho mostra que as variáveis condutividade, pH, largura, temperatura e velocidade da água estão correlacionadas ao eixo F1, e a profundidade, ao eixo F2. A ACC do mês de outubro aponta que a condutividade foi a variável mais correlacionada ao eixo F1, enquanto que a largura, profundidade, velocidade e temperatura da água estiveram associadas ao eixo F2 (Tabela 3, Fig 2). Em diversos estudos, o tamanho dos criadouros é relatado como variável determinante na distribuição espacial de imaturos de espécies de simúlideos (Malmqvist *et al* 1999, Hamada *et al* 2002, McCreadie *et al* 2004, Figueiró *et al* 2006). Alguns trabalhos também mostram a influência das características químicas da água dos córregos, expressas em medidas de pH e condutividade, sobre a composição das assembleias de simúlideos (McCreadie *et al* 2006, Grillet & Barrera 1997).

A projeção das espécies nos diagramas de ordenação dos meses de julho e outubro mostra forte relação entre *S. inaequale* e *S. perflavum*, e que pode ser verificada pela sobreposição dos pontos de projeção de ambas as espécies (Fig 2a, b). As duas espécies coexistem nos mesmos criadouros, sendo muito representativas nos sítios de coleta rasos, estreitos, modificados e expostos à luz solar, como os pontos Aflu 1 e CA(e). *Simulium inaequale* e *S. perflavum* são comuns em criadouros pequenos e rasos, como também em vertedouros e escoadouros de represas, onde geralmente ocorrem em altas densidades (Coscarón 1991, Strieder & Py-Daniel 1999, Hamada & McCreadie 1999).

Simulium distinctum, *S. metallicum* s.l. e *S. travassosi* mostraram forte associação com criadouros de condutividade da água e pH baixos, como também de menores dimensões físicas e de correntes lentas que caracterizam os pontos de coleta do Afluente 3. Segundo Py-Daniel *et al* (1988), os imaturos de *S. distinctum* colonizam áreas com ou sem incidência de luz solar. Os imaturos de *S. travassosi* geralmente se desenvolvem em mananciais temporários ou filetes de água com correnteza considerável e expostos à luz solar direta (Strieder & Py-Daniel 1999). No presente estudo, essas três espécies ocorreram em pontos com e sem incidência de luz solar direta, apresentando maior associação com os pontos de maior cobertura vegetal.

Simulium subpallidum esteve associada aos sítios de coleta de menor temperatura da água e de dimensões físicas e velocidade de corrente maiores, que se referem aos pontos do ribeirão Guaravera. As espécies *S. incrustatum*, *S. lutzianum* s.l. e *S. orbitale*, coletadas no mês de outubro, mostraram-se correlacionadas às mesmas características que *S. subpallidum*. Na Guiana, Shelley *et al* (2004) coletaram pupas de *S. subpallidum* em rios de 3 m a 50 m de largura e de leito rochoso, características semelhantes ao do ribeirão

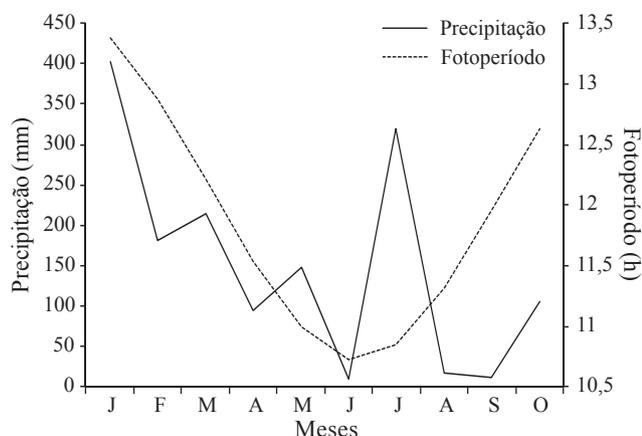


Fig 3 Médias mensais de precipitação e fotoperíodo da região de Londrina, PR, entre janeiro e outubro de 2007.

Tabela 2 Densidade de espécies de simuliídeos coletados em fitas (F), substrato vegetal (V) e fundo de leito (L) em julho (inverno) e outubro (primavera) de 2007 no ribeirão Guaravera e em três de seus afluentes, município de Londrina, PR. F e L (número de indivíduos/m²), V (número de indivíduos/50 g de peso seco).

Espécies	Ribeirão Guaravera						Afluente 1						Córrego do Aleixo						Afluente 3						
	Inverno (jul)			Primavera (out)			Inverno (jul)			Primavera (out)			Inverno (jul)			Primavera (out)			Inverno (jul)			Primavera (out)			
	F	V	L	F	V	L	F	V	L	F	V	L	F	V	L	F	V	L	F	V	L	F	V	L	
<i>S. anamariae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
<i>S. botulibranchium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. brachycladum</i>	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. distinctum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	21	20	26	-	17	-
<i>S. inaequale</i>	-	1	-	1	6	3	155	125	11	45	53	4	13	-	12	4.043	1.967	952	1	-	-	8	68	2	
<i>S. incrustatum</i>	-	-	-	8	90	1	-	-	-	-	-	-	-	13	-	6	100	-	-	-	-	1	11	-	
<i>S. lutzianum s.l.</i>	-	-	-	96	331	3	-	-	-	-	-	-	-	-	6	83	-	-	-	-	3	-	-	-	
<i>S. metallicum s.l.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	145	26	6	169	766	13	-	
<i>S. nigrimanum</i>	12	71	1	96	56	25	-	5	-	-	-	-	-	-	1.068	-	24	-	-	-	-	-	-	-	
<i>S. orbitale</i>	-	-	-	5	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	
<i>S. perflavum</i>	-	-	-	-	4	1	38	178	-	1	-	-	37	13	27	3.151	850	417	-	-	-	1	11	-	
<i>S. pertinax</i>	7	4	2	101	119	10	-	24	-	-	-	-	13	76	-	643	350	155	5	2	-	81	225	14	
<i>S. rubrithorax</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	
<i>S. spinibranchium</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>S. subnigrum</i>	-	-	-	-	-	-	9	14	-	7	-	-	3	-	2	123	333	1	7	-	-	50	372	7	
<i>S. subpallidum</i>	84	39	15	345	619	55	-	-	-	-	-	-	-	2	492	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>S. travassosi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237	40	7	153	327	3	-	
Total	103	115	18	653	1.229	101	202	356	11	63	53	8	66	102	43	9.532	3.683	1.565	429	89	33	497	1.780	56	

Guaravera, onde a espécie foi amplamente amostrada. *Simulium lutzianum s.l.* também foi coletada por Shelley et

Tabela 3 Inércia e escores gerados pela análise de correspondência canônica (ACC) com os dados das variáveis ambientais coletados no ribeirão Guaravera e afluentes, município de Londrina, outubro 2007.

Variáveis	Autovetores (eixos)			
	Julho (inverno)		Outubro (primavera)	
	F1	F2	F1	F2
Largura	-0,933	0,309	-0,075	-0,959
Profundidade	-0,122	0,730	0,257	-0,934
Velocidade da água	-0,745	-0,395	0,036	-0,924
pH	-0,965	-0,110	-0,495	0,381
Condutividade elétrica	-0,989	-0,112	-0,811	0,461
Temperatura da água	0,855	0,482	-0,439	0,885
Vegetação ripária	0,589	0,602	0,643	-0,565
Inércia (%)	41,54	36,69	48,32	35,77
Inércia acumulada (%)	41,54	78,23	48,32	84,09

al (2004) em rios largos que mediam 15 m de largura e por Pepinelli et al (2005), em criadouros de águas turbulentas. Ao contrário do observado no presente estudo, Figueiró et al (2006) verificaram a associação de *S. incrustatum* com criadouros pequenos e de baixa vazão.

No mês de julho, *S. pertinax* e *S. nigrimanum* apresentaram associação com sítios de coleta de maiores dimensões físicas, relativos aos pontos do ribeirão Guaravera e ao ponto CA(m) do córrego do Aleixo. Na ACC de outubro, *S. nigrimanum* e *S. pertinax* apresentaram projeções próximas à intersecção dos eixos do diagrama, indicando que essas espécies foram mais abundantes em pontos de dimensões maiores, mas que também estiveram presentes, em menor densidade, nos cursos de menores dimensões, como o ponto CA(e) referente ao escoadouro da represa do córrego do Aleixo. O oposto foi observado para *S. subnigrum*, que foi mais representativa em córregos de menor porte, ocorrendo esporadicamente ou em baixas densidades nos pontos de dimensões maiores.

Os resultados obtidos pelo teste de Mantel indicaram ausência de autocorrelação espacial para os dados biológicos (julho, $r = 0,171$, $P = 0,073$; outubro, $r = 0,107$, $P = 0,186$) e variáveis ambientais (julho, $r = 0,095$, $P = 0,196$; outubro, $r = 0,029$, $P = 0,472$). Isso sugere que a composição faunística de simuliídeos não foi influenciada pela proximidade entre os sítios de coleta, reforçando a hipótese de que o padrão de distribuição das espécies deu-se em função das variáveis

ambientais. Em estudo realizado por McCreadie & Adler (1997) sobre a composição das assembléias de Simuliidae em córregos de uma pequena área geográfica do Parque Yellowstone, EUA, a autocorrelação espacial também não foi observada. A obtenção de resultados que indicam a ausência de autocorrelação espacial é importante, uma vez que sua constatação pode criar um resultado falso positivo nas análises (Diniz-Filho *et al* 2003). A forte relação entre as características dos criadouros e a distribuição espacial de espécies de simuliídeos tem sido demonstrada de forma consistente em diversos trabalhos (McCreadie & Adler 1998, Hamada *et al* 2002, McCreadie *et al* 2006), os quais apresentam, inclusive, a possibilidade de predição da ocorrência de espécies em função de variáveis ambientais como temperatura da água, oxigênio dissolvido, grau de preservação da vegetação ripária e tamanho dos criadouros e das partículas de sedimento do leito.

Padrões temporais. A abundância relativa das espécies variou durante o período de amostragem, de modo que a ocorrência se deu de forma permanente ou estacional, dependendo da espécie e do criadouro (Fig 4). No ribeirão Guaravera houve

predominância de *S. subpallidum* em todos os meses de coleta, exceto em setembro, mês em que *S. lutzianum s.l.* foi a espécie mais abundante (Fig 4a). Esta apresentou ocorrência somente durante o período chuvoso (verão) e a primavera, com presença praticamente restrita ao ribeirão Guaravera. *Simulium nigrimanum* e *S. pertinax* apresentaram ocorrência permanente no criadouro, enquanto que *S. incrustatum* esteve presente em dois períodos distintos, de janeiro a junho e de agosto a outubro, com maior incidência em agosto. As demais espécies encontradas no ribeirão Guaravera (*S. inaequale*, *S. metallicum s.l.*, *S. orbitale*, *S. perflavum*, *S. spinibranchium*, *S. subnigrum* e *S. travassosi*) ocorreram em densidades muito baixas ou apresentaram ocorrências esporádicas.

Durante a estação chuvosa (verão), a assembléia de simuliídeos do afluente 1 foi composta predominantemente por *S. perflavum*, seguida de *S. subpallidum* (Fig 4b). Com o término do período chuvoso e início do outono, *S. inaequale* substituiu *S. perflavum*, tornando-se a espécie dominante no criadouro. A partir desse período, *S. perflavum* passou a ocorrer em baixas densidades, apresentando leve pico em julho, mês em que a precipitação sofreu aumento considerável, registrando 320 mm/mês (Fig 3).

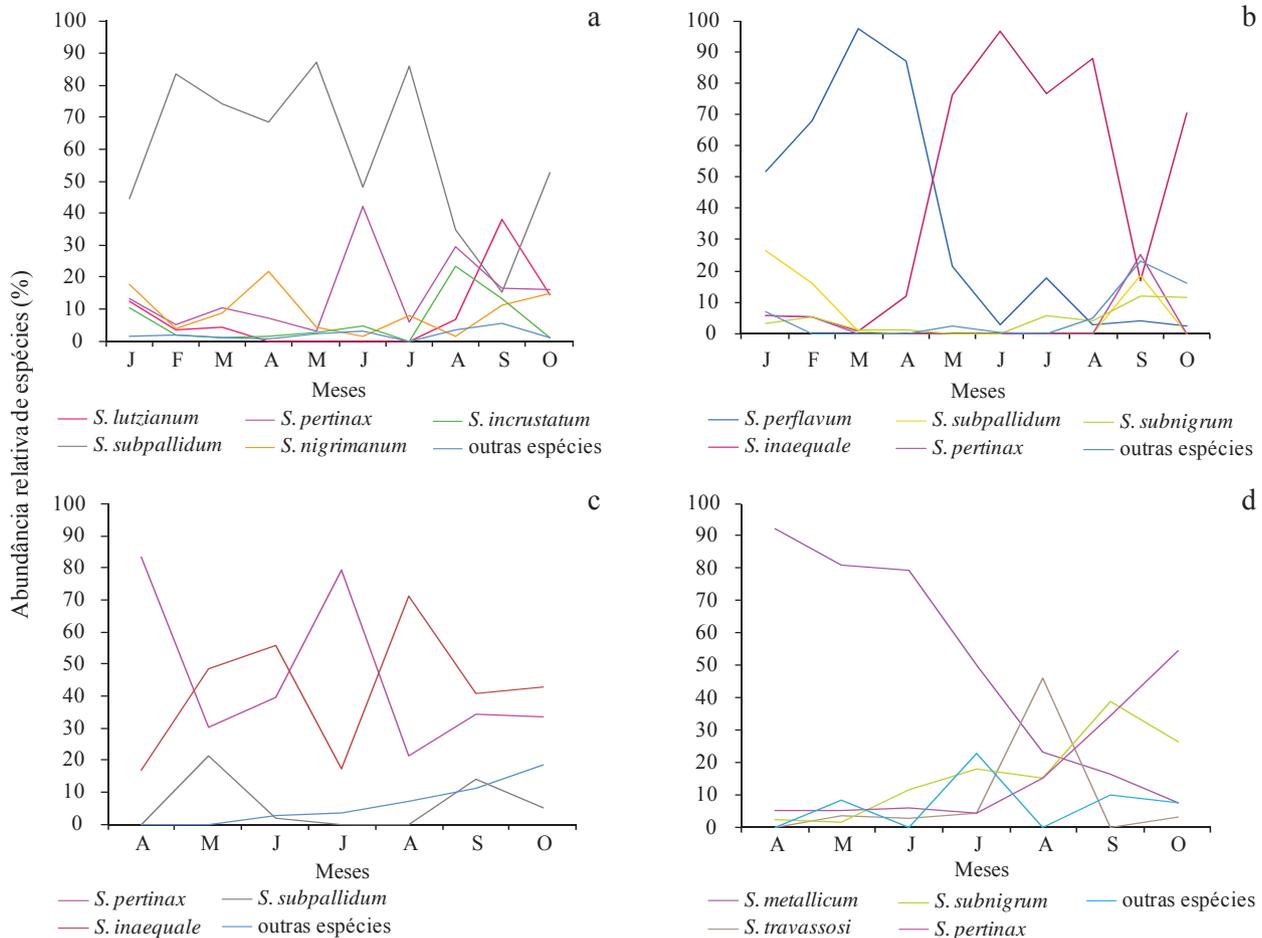


Fig 4 Abundância relativa de imaturos das espécies de simuliídeos mais representativas coletadas em fitas nos cursos d'água estudados. a) ribeirão Guaravera, entre janeiro e outubro de 2007. b) ponto Aflu 1 do afluente 1, entre janeiro e outubro de 2007. c) ponto CA(e), escoadouro da represa do córrego do Aleixo, entre abril e outubro de 2007. d) pontos Aflu 3(t) e Aflu 3(p) do afluente 3, entre abril e outubro de 2007.

No início da primavera diminuiu a abundância relativa de *S. inaequale* no afluente 1, coincidindo com o surgimento de novas espécies, como *S. incrustatum*, *S. lutzianum s.l.* e *S. rubrithorax*, e pelo reaparecimento de outras, como *S. nigrimanum*, *S. pertinax* e *S. subpallidum*, sendo a última a de maior incidência em setembro. Essas espécies não foram amostradas no afluente 1 na coleta do mês seguinte, quando o fluxo superficial de água cessou quase por completo nesse córrego. Assim, *S. inaequale*, seguida, respectivamente, de *S. botulibranchium* e *S. subnigrum*, foram as espécies que apresentaram maior número de indivíduos coletados em outubro. Isso mostra que a redução acentuada da vazão no afluente 1 permitiu apenas que as espécies características de pequenos criadouros colonizassem o córrego nessas condições. O aumento da incidência de outras espécies no afluente 1 durante a primavera atribui-se a *S. incrustatum*, *S. lutzianum s.l.* e *S. nigrimanum* em setembro, enquanto que no mês de outubro, *S. botulibranchium* foi a principal espécie responsável pelo aumento. *Simulium spinibranchium* e *S. travassosi* apresentaram ocorrências esporádicas no afluente 1 ao longo dos meses de coleta.

O ponto de coleta CA(e), que representa o escoadouro da represa do córrego do Aleixo, apresentou composição de espécies e variações de abundância semelhantes ao afluente 1 (Fig 4c). *Simulium inaequale* e *S. perflavum* foram os mais abundantes no escoadouro durante todo o período de amostragem. No mês de abril, *S. perflavum* foi o de maior incidência, seguido de *S. inaequale*, que a partir de maio passou a ser predominante, fato também observado no afluente 1 durante o mesmo período. Em julho, mês em que a precipitação sofreu aumento considerável, *S. perflavum* voltou a ter a maior abundância relativa. Com a chegada da primavera, reapareceu no criadouro *S. subpallidum* e surgiram pela primeira vez *S. nigrimanum* e *S. pertinax* que, juntamente com *S. incrustatum*, *S. lutzianum s.l.* e *S. subnigrum*, representam o restante das espécies coletadas no escoadouro. O aumento da incidência de outras espécies observado em outubro deveu-se, principalmente, a *S. nigrimanum* e *S. pertinax* (Fig 4c). No mesmo mês, foi observado aumento acentuado da densidade de *S. inaequale* e *S. perflavum* no escoadouro da represa do córrego do Aleixo (Tabela 2).

Mudanças na estrutura da assembléia também foram observadas nos pontos Aflu 3(t) e Aflu 3(p) do afluente 3 ao longo dos meses de coleta em fitas. O outono foi marcado pela maior incidência de *S. metallicum s.l.*, que foi diminuindo gradativamente em ambos os pontos (Fig. 4d). A partir do final do inverno e do início da primavera, ocorreu o aumento gradual de *S. pertinax* e *S. subnigrum*. *Simulium travassosi* ocorreu em baixas densidades em todos os meses de coleta, com exceção do mês de agosto, quando foi a espécie de maior incidência no afluente 3.

O teste de Mantel indicou diminuição da similaridade faunística (coeficiente quantitativo de Sorenson) para o afluente 1 ($r = -0,55$; $P = 0,003$), o afluente 3 ($r = -0,954$; $P = 0,001$) e ribeirão Guaravera ($r = -0,297$; $P = 0,036$) à medida em que se aumenta o tempo entre as coletas, mostrando haver mudança gradativa da composição de espécies de simuliídeos nesses criadouros ao longo do tempo, assim como indicado na Fig 4. O mesmo não ocorreu no escoadouro do córrego do Aleixo ($r = 0,008$; $P = 0,556$), indicando que a composição

de espécies foi mais uniforme nesse criadouro ao longo dos meses de coleta. O teste de Mantel indicou que a composição taxonômica sofreu maior modificação ao longo do tempo no afluente 3 e afluente 1, enquanto que no ribeirão Guaravera as mudanças ocorreram de forma mais discreta. A alteração mais marcante na assembléia dos sítios Aflu3 (t) e Aflu3 (m) foi a redução progressiva da abundância relativa de *S. metallicum s.l.* ao longo dos meses de coleta, deixando de ser a espécie dominante no afluente 3 com a chegada da primavera (Fig 4d). No afluente 1, a mudança na composição de espécies foi caracterizada principalmente pela troca de dominância entre *S. perflavum* e *S. inaequale* entre abril e maio, como também pelo aumento da riqueza observado em setembro (Fig 4b). Segundo os resultados obtidos pela análise de regressão múltipla, as variações de abundância de *S. inaequale* ($r^2 = 0,35$; $F = 1,92$; $P = 0,21$) e *S. perflavum* ($r^2 = 0,20$; $F = 0,87$; $P = 0,45$), no afluente 1, e de *S. lutzianum s.l.* ($r^2 = 0,17$; $F = 0,71$; $P = 0,52$), no ribeirão Guaravera, não estiveram relacionadas às oscilações de precipitação, fotoperíodo e temperatura atmosférica. Isso sugere que outros fatores podem estar envolvidos, particularmente os relacionados às condições específicas dos criadouros, uma vez que a precipitação e temperatura atmosférica atuam indiretamente sobre as comunidades aquáticas por meio de alterações na vazão e na temperatura da água dos cursos d'água (Shipp & Procnier 1986, Pistrang & Burger 1988, Gallardo-Mayenco & Toja 2002, Silk & Ciruna 2005).

A investigação de um maior número de variáveis associadas direta e indiretamente às condições sazonais dos criadouros poderia definir com maior clareza os fatores que influenciam a composição taxonômica das assembléias de simuliídeos ao longo do tempo, particularmente nas regiões tropicais. Além do fotoperíodo, da precipitação e da temperatura atmosférica, fatores ligados aos criadouros como vazão, temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH e disponibilidade de recursos alimentares também devem ser analisados, uma vez que podem variar ao longo do tempo, influenciando a composição da fauna de macroinvertebrados (Thompson & Townsend 1999, Robinson et al 2002, Bunn et al 2006, Richardson et al 2009). Interações biológicas como competição e predação também podem estar envolvidas nas alterações de densidades populacionais de espécies de simuliídeos ao longo do tempo (Malmqvist 1994). Quanto maior o número de variáveis ambientais consideradas, mais consistente o modelo de análise se torna, desde que as variáveis incluídas tenham potencial de influenciar a dinâmica populacional das espécies da assembléia estudada. Períodos mais longos de amostragem possibilitariam verificar se esses padrões temporais, que refletem mudanças na abundância e na ocorrência das espécies, estabelecem-se periodicamente ao longo dos anos.

Os resultados obtidos apontam que as diferenças nas características físicas e químicas existentes entre cursos d'água podem influenciar a composição taxonômica dos imaturos de espécies de simuliídeos em uma bacia. As diferenças naturais entre os criadouros somadas àquelas produzidas por intervenção antrópica, como a construção de escoadouro de represa e a retirada de vegetação ripária, constituíram um gradiente ambiental com diferentes condições para o desenvolvimento dos imaturos de simuliídeos. Além

de diferenças na composição taxonômica de simuliídeos entre criadouros de uma mesma bacia, ocorreram também alterações na constituição de espécies ao longo do tempo em uma mesma assembléia. Como as variáveis sazonais (fotoperíodo, temperatura atmosférica e precipitação) não se mostraram relacionadas com as alterações na composição de espécies de simuliídeos ao longo do tempo, sugere-se que fatores diretamente ligados aos criadouros podem ser os que mais influenciaram essas mudanças. Isso se baseia na observação feita de que uma espécie que possui ocorrência permanente em um córrego pode ter presença temporária em outro da mesma microbacia, estando os criadouros sujeitos às mesmas variações sazonais de temperatura atmosférica e fotoperíodo.

Agradecimentos

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina pelo apoio à realização deste trabalho e ao Prof Dr Milton Norberto Strieder da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) pelo auxílio na confirmação das espécies de simuliídeos amostradas neste estudo.

Referências

- Addinsoft (2008) XLStat data analysis and statistics add-in for MS Excel. Paris, France.
- Adler P H, Crosskey R W (2009) World blackflies (Diptera: Simuliidae): a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory, 109p., <http://entweb.clemson.edu/biomia/pdfs/blackflyinventory.pdf> (accessed in 31.03.2009).
- Amrine Jr J W (1983) Measuring stream discharge and calculating treatment of rates of *Bacillus thuringiensis* (H14) for black fly control. Mosq News 43: 17-21.
- Araújo-Coutinho C J P C, Maia-Herzog M, Souza B C (1988) Levantamento das espécies do gênero *Simulium* Latreille (Diptera, Simuliidae) no Litoral Norte do estado de São Paulo. Rev Bras Entomol 32: 11-17.
- Bunn S E, Edward D H, Loneragan N R (2006) Spatial and temporal variation in the macroinvertebrate fauna of streams of the northern jarrah forest, Western Australia: community structure. Freshw Biol 16: 67-91.
- Burgherr P, Ward J V, Glatthaar R (2001) Diversity, distribution and seasonality of the Simuliidae fauna in a glacial stream system in Swiss Alps. Arch Hydrobiol 152: 19-37.
- Coscarón S (1991) Fauna de agua dulce de la Republica Argentina 38. Insecta Diptera Simuliidae. Buenos Aires, fascículo 2, 304p.
- Coscarón S, Coscarón-Arias C L (1995) Distribution of Neotropical Simuliidae (Insecta, Diptera) and its areas of endemism. Rev Acad Colomb Cienc 19: 717-732.
- Crosskey R W (1990) The natural history of blackflies. London, The British Museum of Natural History, 711p.
- Cunha M C I (2001) Simuliídeos (borrachudos), p.31-47. In Marcondes, C B (eds) Entomologia médica e veterinária. São Paulo, Atheneu, 432p.
- Cunha M C I, Coscarón S, Bassi R M Z (1998) Determinación de los estadios larvales de *Simulium* (Diptera, Simuliidae) de Paraná, Brasil. Acta Biol Paran 27: 57-66.
- Dellome Filho J (1991) Simuliofauna do Rio Marumbi (Morretes, Paraná, Brasil). I. Coleta e criação; dados meteorológicos e físico-químicos do criadouro; adultos (Diptera, Simuliidae). Acta Biol Paran 20: 145-156.
- Diniz-Filho J A F, Bini L M, Hawkins B A (2003) Spatial autocorrelation and red herrines in geographical ecology. Glob Ecol Biogeogr 12: 53-64.
- Figueiró R, Araujo-Coutinho C J P C, Azevedo L H G, Nascimento E S, Monteiro R F (2006) Spatial and temporal distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in the Itatiaia National Park, Brazil. Neotrop Entomol 35: 542-550.
- Gallardo-Mayenco A, Toja J (2002) Spatio-temporal distribution of Simuliids (Diptera) and associated environmental factors in two Mediterranean Basins of southern Spain. Limnetica 21: 47-57.
- Gil-Azevedo L H, Ferreira Jr N, Maia-Herzog M (2005) Identification key to pupae of Simuliidae (Diptera) from Southeastern of Brazil. Rev Bras Zool 22: 742-752.
- Grillet M E, Barrera R (1997) Spatial and temporal abundance, substrate partitioning and species co-occurrence in a guild of Neotropical blackflies (Diptera: Simuliidae). Hydrobiologia 345: 197-208.
- Hamada N, Fouque F (2001) Black flies (Diptera: Simuliidae) of French Guiana: cytotaxonomy and a preliminary list of species. Mem Inst Oswaldo Cruz 96: 955-959.
- Hamada N, Grillet M E (2001) Black flies (Diptera: Simuliidae) of the Gran Sabana (Venezuela) and Pacaraima Region (Brazil): Distributional data and identification keys for larvae and pupae. Entomotropica 16: 29-49.
- Hamada N, McCreadie J W (1999) Environmental factors associated with the distribution of *Simulium perflavum* (Diptera: Simuliidae) among streams in Brazilian Amazonia. Hydrobiol 397: 71-78.
- Hamada N, McCreadie J W, Adler P H (2002) Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil. Freshw Biol 47: 31-40.
- Kuvangkadilok C, Boonkemtong C, Phayuhasena S (1999) Distribution of the larvae of blackflies (Diptera: Simuliidae) at Doi Inthanon National Park, northern Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 30: 328-337.
- Lozovei A L, Cunha M C I, Bassi R M A (1989) Estudo das espécies de simuliídeos (Diptera, Simuliidae), que se procriam em vertedouros de açudes de piscicultura, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. An Soc Entomol Bras 3: 103-111.
- Lozovei A L, Petry F, Santos Neto L G, Ferraz M E (2004) Survey of the *Simulium* species (Diptera, Simuliidae), Riacho dos Padres, Almirante Tamandaré municipality, Paraná, Brazil. Rev Bras entomol 48: 91-94.

- Maack R (1981) Geografia do estado do Paraná, 2ª ed. Rio de Janeiro, J Olympio, 442p.
- Malmqvist B (1994) Preimaginal blackflies (Diptera: Simuliidae) and their predators in a central Scandinavian lake outlet stream. *Ann Zool Fenn* 31: 245-255.
- Malmqvist B, Zhang Y, Adler P H (1999) Diversity, distribution and larval habitats of North Swedish blackflies (Diptera: Simuliidae). *Freshw Biol* 42: 301-314.
- McCreadie J W, Adler P H (1997) Species assemblages of larval black flies (Diptera: Simuliidae): random or predictable? *J N Am Benthol Soc* 16: 760-770.
- McCreadie J W, Adler P H (1998) Scale, time, space, and predictability: species distribution of preimaginal black flies (Diptera: Simuliidae). *Oecologia* 114: 79-92.
- McCreadie J W, Adler P H, Grillet M E, Hamada N (2006) Sampling and statistics in understanding distributions of black fly larvae (Diptera: Simuliidae). *Acta Entomol Serbica Supp.* 89-96.
- McCreadie J W, Colbo M H (1993) Seasonal succession and spatial-temporal distribution patterns of six larval cytospecies of the *Simulium venustum/verecundum* complex (Diptera: Simuliidae). *Can J Zool* 71: 116-124.
- McCreadie J W, Hamada N, Grillet M E (2004) Spatial-temporal distribution of preimaginal black flies in Neotropical streams. *Hydrobiologia* 513: 183-196.
- Mendonça F A (2000) A tipologia climática: gênese, características e tendências, p.23-62. In Stipp N A F Macrozoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Tibagi - PR. Londrina, Uduel, 196p.
- Pepinelli M, Hamada N, Trivinho-Strixino S (2006) Larval description of *Simulium (Notolepria) cuasiexiguum* and *Simulium (Chirostilbia) obesum* and new records of black fly species (Diptera: Simuliidae) in the states of São Paulo and Minas Gerais, Brazil. *Neotrop Entomol* 35: 698-704.
- Pepinelli M, Trivinho-Strixino S, Hamada N (2003) New records of Simuliidae (Diptera, Nematocera) in the state of São Paulo, Brazil. *Rev Bras Entomol* 47: 653-655.
- Pepinelli M, Trivinho-Strixino S, Hamada N (2005) Immature stages of Simuliidae (Diptera, Nematocera) and characterization of its habitats in the Parque Estadual Intervales, SP, Brazil. *Rev Bras Entomol* 49: 527-530.
- Pistrang L A, Burger J F (1988) The spatial and temporal distribution of four *Simulium tuberosum* (Diptera: Simuliidae) cytospecies in Waterville Valley, New Hampshire, USA. *Can J Zool* 66: 904-911.
- Py-Daniel V, Souza M A T, Caldas E P (1988) Simuliidae (Diptera, Culicomorpha) no Brasil. III. Sobre o *Simulium (Chirostilbia) riograndense* sp.n. e revisão do *Simulium (Chirostilbia) distinctum* Lutz, 1910. *Iheringia Ser Zool* 67: 37-57.
- Richardson D C, Kaplan L A, Newbold J D, Aufdenkampe A K (2009) Temporal dynamics of seston: A recurring nighttime peak and seasonal shifts in composition in a stream ecosystem. *Limnol Oceanogr* 54: 344-354.
- Robinson C T, Vehliger V, Hieber M (2002) Spatio-temporal variation in macroinvertebrate assemblages of glacial streams in the Swiss Alps. *Freshw Biol* 46: 1663-1672.
- Rubtsov I A (1990) Blackflies (Simuliidae). Fauna of the USSR, Diptera. 2 ed., v.6, pt. 6, Leiden, Brill Academic Publishers, 1042p.
- Shelley A J, Hernandez L M, Davies J B (2004) Blackflies (Diptera: Simuliidae) of Southern Guyana with keys for the identification of adults and pupae: a review. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 99: 443-470.
- Shipp J L, Procnier W S (1986) Seasonal occurrence of, development of, and the influences of selected environmental factors on the larvae of *Prosimulium* and *Simulium* species of blackflies (Diptera: Simuliidae) found in the rivers of southwestern Alberta. *Can J Zool* 64: 1491-1499.
- Silk N, Ciruna K (2005) A practitioner's guide to freshwater biodiversity conservation. Island Press, Washington, DC, 393p.
- Silveira M P, Queiroz J F, Boeira R C (2004) Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. Comunicado Técnico 19, Jaguariúna, SP, 7p.
- Strieder M N (2002) Diversidade e distribuição de Simuliidae (Diptera, Nematocera) no gradiente longitudinal da bacia do rio Maquine, RS, Brasil. *Biocienc* 10: 127-137.
- Strieder M N (2004) Espécies de simulídeos (Diptera, Nematocera, Simuliidae) no Rio Grande do Sul, Brasil: distribuição geográfica. *Entomol Vect* 11: 113-143.
- Strieder M N, Corseuil E, Py-Daniel V (1992) Espécies do gênero *Simulium* (Diptera, Simuliidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul – Brasil, com chaves para sua identificação. *Acta Biol Leopold* 14: 53-74.
- Strieder M N, Py-Daniel V (1999) Espécies de *Inaequalium* (Diptera, Simuliidae): dados bionômicos e chaves para sua identificação. *Biocien* 7: 43-72.
- Strieder M N, Santos J E, Pes A M O (2002) Diversidade e distribuição de Simuliidae (Diptera, Nematocera) no gradiente longitudinal da bacia do rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul, Brasil. *Entomol Vect* 9: 527-540.
- Strieder M N, Santos J E, Vieira E M (2006) Distribution, abundance and diversity of Simuliidae (Diptera) in an impacted watershed in southern Brazil. *Rev Bras Entomol* 50: 119-124.
- Thomas G M (1988) Bio-Dap, ecological diversity and its measurement. Fundy National Park, Canada.
- Thompson R M, Townsend C R (1999) The effect of seasonal variation on the community structure and food-web attributes of two streams: implications for food-web science. *Oikos* 87: 75-88.

Received 29/VI/08. Accepted 13/VII/09.