



Pró – Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável

LUIZ MARCOS COELHO DE SOUZA ARAÚJO JÚNIOR

**DETERMINAÇÃO DA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES
DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA SUB-
BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO – TO**

GOIÂNIA-GO

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LUIZ MARCOS COELHO DE SOUZA ARAÚJO JÚNIOR

**DETERMINAÇÃO DA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES
DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA SUB-
BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO – TO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Produção Sustentável da Universidade Católica de Goiás como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Produção Sustentável.

Professor orientador: Prof. Dr. Francisco Leonardo
Tejerina-Garro

GOIÂNIA-GO

2008

A663d Araújo-Jr, Luiz Marcos Coelho de Souza.

Determinação da estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos na sub-bacia do ribeirão São João – TO/ Luiz Marcos Coelho de Souza Araújo Júnior. – 2008.

39 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Católica de Goiás,
Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável, 2008.

“Orientador: Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina-Garro”.

1. Insetos aquáticos. 2. Protocolo de Avaliação Rápida. 3. Região Norte.
4. Bacia do rio Tocantins. I. Título.

CDU: 565.7:556.3(213.54)(811.7)

Luiz Marcos Coelho de Souza Araújo Júnior

**DETERMINAÇÃO DA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES
DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA SUB-
BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO - TO**

Goiânia GO, ___/___/___

Banca Examinadora

Dr. Francisco Leonardo Tejerina-Garro

(Orientador)

Dr. Marcos Callisto de Faria Pereira – ICB/UFMG

(Avaliador externo)

Dra. Adélia Maria Lima da Silva – MEPS/UCG

(Avaliador interno)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Aos pesquisadores, estagiários e funcionários do Projeto Conservação e Preservação de Recursos Naturais na Sub-bacia do Ribeirão São João, em especial ao Coordenador do Projeto Prof. Dr. Daniel de Brito Fragoso.

Ao secretário Jânio Washington pela minha disponibilidade e aos amigos e amigas da Secretaria Municipal de Infra-Estrutura de Palmas, pelos inúmeros favores.

Ao Doutorando Afonso Pereira Fialho pela apresentação do acervo do CBA e pelo apoio durante o curso.

À Doutoranda Tatiana Lima de Melo pelos inúmeros questionamentos, colaborações e incentivos.

Aos amigos e amigas do laboratório da Unitins e do Centro de Biologia Aquática pela amizade, e em especial ao Waldeir, sempre disposto a colaborar.

À Marina e ao Marcos pela ajuda nas coletas de campo.

À M.Sc. Nicelly, ao M.Sc. Nilton, Monique, Andréia e Alessandra pela amizade e colaboração nas etapas do curso.

Aos professores, alunos e equipe do Mestrado pelo aprendizado.

Ao Prof. Dr. Leandro Gonçalves Oliveira pelas recomendações no exame de qualificação do projeto.

Ao Prof. Dr. Daniel de Brito Fragoso pela ajuda na árdua etapa de identificação dos insetos.

Ao Mestre Carlos Roberto Alves dos Santos pela valiosa disponibilidade imprescindível na finalização da identificação dos macroinvertebrados bentônicos e realização deste trabalho.

Ao Luiz, à Cristina, à M.Sc. Mônica, à Cecília e à Orla pela inspiração e carinho.

À minha querida Prof^a. M.Sc. Sandra Isabel Chaves pelo incentivo e amor.

Ao Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro pelas valiosas recomendações e apoio técnico.

RESUMO

Este estudo foi realizado na sub-bacia do ribeirão São João, Palmas - TO objetivando: 1) descrever as características ecológicas (densidade, abundância, riqueza, diversidade Shannon-Wiener e uniformidade) da assembléia de insetos aquáticos; 2) verificar a existência de similaridade entre as assembléias amostradas; 3) indicar quais entre os fatores ambientais utilizados no Protocolo de Avaliação Rápida determinam a estrutura da assembléia de insetos amostrada. As amostras foram realizadas utilizando-se um coletor tipo Surber em dois períodos consecutivos de chuvas (2005 e 2006), em cinco estações amostrais com três repetições em locais distintos. Foram coletados 419 organismos distribuídos em nove ordens e 23 famílias de insetos, as quais são encontradas em outros cursos de água drenando regiões de Cerrado. As Ordens mais representativas foram Odonata e Trichoptera com oito e seis famílias respectivamente sendo a família mais abundante Leptoceridae. A estação E2 localizada próximo a nascente apresentou maior densidade $572,22 \text{ ind. m}^{-2}$, enquanto que a menor ($40,74 \text{ ind. m}^{-2}$) foi observada na E5, a qual está localizada próxima à foz. As análises de k-dominância e rarefação indicam que as estações E2 e E5 apresentam dominância elevada. As análises de Shannon-Wiener e Uniformidade mesmo apresentando variações nos valores da diversidade de cada estação amostral não apresentaram resultados significativos. O índice de Morisita-Horn apontou os pares de estações (E1 e E2) e (E4 e E5) com alto grau de similaridade. A análise da Co-inércia indica que oito variáveis relacionadas à velocidade da água (presença freqüente de rápidos e corredeiras, rápidos da largura do canal), substrato (cascalho, presença de lama e seixos), diversidade do hábitat, e transparência da água estruturam as assembléias de insetos aquáticos.

Palavras-chave: insetos aquáticos, protocolo de avaliação rápida, região Norte, bacia do rio Tocantins

ABSTRACT

This study was carried out in the sub-basin of the São João stream, Palmas – TO, bearing as objective: 1) to describe the ecological characteristics (density, abundance, richness, Shannon-Wiener diversity, and evenness) of the assembly of aquatic insects; 2) to verify if there is exist similarity between the sampled assemblies; 3) to indicate which ones among the used environmental factors in the Rapid Assessment Protocol are determining the structure of the assembly of sampled aquatic insects. The samples were carried out in two consecutive periods of rain (2005 and 2006) using Surber sampler at the five sample stations with three replicate at distinct places. A total of 419 organisms distributed in nine orders and 23 families of insects were collected, families that are found in other water courses draining Cerrado regions. The most representative Orders were Odonata and Trichoptera with eight and six families respectively being the family most abundant Leptoceridae. The E2 station situated close to the headwater showed the greatest density 572,22 ind. m⁻², on the other hand the lowest abundance (40,74 ind.m⁻²) was observed at the E5 station, that is located next to the estuary. The analyses of k-dominance and rarefaction indicated that the stations E2 and E5 presented high dominance. The analyses of Shannon-Wiener and evenness presenting variations in their values of the diversity of each sample station had not presented significant resulted. The index of Morisita-Horn pointed the pairs of stations (E1 and E2) and (E4 and E5) with high degree of similarity. The analysis of Co-inertia indicates that eight variables related to the velocity of the water (frequent run and riffles, run with the width of the canal), substratum (gravel, mud, and pebbles), diversity of habitat, and transparency of the water structuralizes the assemblies of aquatic insects.

Key-words: aquatic insects, rapid assessment protocol, North region, Tocantins basin

SUMÁRIO

	Pág.
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Lista de Figuras e Tabelas.....	ix
1 – Introdução.....	1
2 – Material e Métodos.....	3
2.1 – Caracterização da área de estudo.....	3
2.2 – Protocolo amostral.....	5
2.3 – Análise dos dados.....	5
2.4 – Relação insetos aquáticos-ambiente.....	10
3 – Resultados.....	10
4 – Discussão.....	22
5 – Conclusão.....	25
Referências Bibliográficas.....	26
Anexo 1.....	35
Anexo 2.....	39

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

	Pág.
Figura 1 - Localização das estações de amostragens na sub-bacia do ribeirão São João.....	4
Figura 2 - Resultados da análise da abundância (k-dominância) por estação de coleta. O eixo x representa o ranque de espécies em escala logarítmica.....	14
Figura 3 - Resultados da análise de rarefação por estação amostral no ribeirão São João.....	15
Figura 4 - Resultado da ordenação resultante da análise de Co-inércia das assembléias de macroinvertebrados e estações de coleta.....	21
Tabela I - Variáveis ambientais e suas respectivas categorias medidas na calha principal do ribeirão São João.....	7
Tabela II - Abundância coletada por táxon.....	13
Tabela III - Resultado dos descritores ecológicos.....	16
Tabela IV - Resultado da análise de Morisita-Horn.....	17
Tabela V - Resultados estatísticos da análise de Co-inércia.....	18
Tabela VI - Resultados das contribuições (%) por família em relação aos eixo 1 e 2 da análise de Co-inércia.....	19
Tabela VII - Resultados das contribuições (%) por categoria relacionadas às variáveis do protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats.....	20

1. INTRODUÇÃO

Os interesses da pesquisa em relação à biodiversidade são a quantificação da riqueza de espécies, a uniformidade e a diversidade (GOTELLI, 2005), que descrevem e explicam a estrutura e a escala de efeitos na diversidade de organismos (RICKLEFS, 1987). Estes interesses também se expressam com relação aos insetos aquáticos presentes no bioma Cerrado seja na sua parte central, representada pelo estado de Goiás, como por exemplo, OLIVEIRA *et al.*, (1998) no rio das Almas; OLIVEIRA *et al.*, (1997) no parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco; BISPO e FROEHLICH (2004) no reservatório de Serra da Mesa; PIVA (2004) em três córregos da Área de Preservação Ambiental (APA) nascentes do rio Vermelho; BISPO e FROEHLICH (2007) na Chapada dos Veadeiros; ou periférica, como por exemplo, OLIVEIRA & FROEHLICH (1996), FERREIRA-PERUQUETTI & FONSECA-GESSNER (2003) em São Paulo; GOULART & CALLISTO (2005) em Minas Gerais. Entretanto, sobre determinadas regiões centrais deste bioma, como é o caso da área estudada, não há informações sobre os insetos aquáticos, fato este ilustrado pelos trabalhos de SALLES *et al.*, (2004) e SALLES (2006) os quais indicam que em se tratando dos Ephemeroptera não há nenhum registro no estado do Tocantins, apesar das intensas modificações na paisagem que as regiões de Cerrado vêm sofrendo, principalmente ocasionadas pela retirada da cobertura vegetal (RODRIGUES, 2002).

Ecosistemas lóticos de nascentes em altitude apresentam riqueza elevada de insetos aquáticos, mesmo contando com as variações no nível da vazão da corrente entre os períodos de seca e chuva (GOULART *et al.*, 2002), sendo que esta diversidade pode estar relacionada, no caso dos insetos, ao deslocamento das fêmeas em direção à cabeceira (vôo compensatório) para depositar seus ovos, ou quando as larvas retornam aos locais onde nasceram nadando para montante. Estes são os dois processos principais, eficazes, mantenedores das populações em cabeceiras de rios (CALLISTO & GONÇALVES, 2002). Por outro lado a riqueza tende a aumentar no sentido montante-jusante, situação esta vinculada à variação das características do hábitat, como por exemplo, a temperatura da água, a qual segundo VANNOTE

et al., (1980) oferece melhores condições nos trechos médios, coincidindo com uma riqueza biológica maior, ou seja, mais espécies são favorecidas pela temperatura ideal para crescerem e se desenvolverem.

Os padrões de riqueza das assembléias de insetos aquáticos são influenciados por diversas variáveis ambientais numa escala espacial local (p. ex., substrato, características químicas da água, padrões de velocidade da água) ou regional (latitude, bioma, continente) (VINSON & HAWKINS, 1998). Entretanto, nas regiões tropicais os fatores abióticos mais relevantes para a estruturação da assembléia de macroinvertebrados em rios são a temperatura (BISPO *et al.*, 2006), a velocidade da corrente, a sazonalidade e a vazão (BISPO & OLIVEIRA, 1998), além da cobertura vegetal (DINIZ-FILHO *et al.*, 1998), a qual disponibiliza habitats para a alimentação e refugio da entomofauna aquática (SILVEIRA, 2004). O substrato é outro fator que influencia na estrutura das assembléias de insetos. Nos substratos orgânicos, (folhas e galhos) e inorgânicos (seixos e rochas) os invertebrados aquáticos se movem, procuram alimento, encontram abrigo (dos predadores, da corrente ou de alterações ambientais) e se reproduzem (RESH & ROSENBERG, 1984). Ainda, a diversidade de substratos, em decorrência da variação no regime do fluxo da água, ambos longitudinalmente e transversalmente, influencia na estrutura das assembléias de insetos aquáticos desde que favorecem a heterogeneidade do hábitat aquático – visto que os macroinvertebrados aquáticos utilizam partículas encontradas no ambiente (heterogêneas) para a construção de habitats e com a degradação do habitat, essas partículas tendem a se homogeneizar, tornando-o frágil, que poderá proporcionar uma fácil predação (MORETTI, 2005) - ou seja, fazem com que existam trechos com diferentes velocidades de correntes (poções e corredeiras) (SILVEIRA, 2004).

Desse modo, a determinação da estrutura das assembléias - neste caso a entomofauna bentônica – relacionadas com as variações ambientais, é um dos objetivos da ecologia de ecossistemas aquáticos (BAPTISTA *et al.*, 2001; BRAGA, 2004). Além disso, nos ambientes aquáticos esta relação é caracterizada pela influência simultânea de diferentes parâmetros ambientais sobre a assembléia (BINI, 2004) e, com a determinação dos mesmos, estratégias regionais de manejo, podem ser elaboradas (FERREIRA-PERUQUETTI & FONSECA-GESSNER, 2003).

Dessa forma, as questões a serem respondidas neste estudo são: i) quais as características ecológicas (densidade, abundância, riqueza, diversidade Shannon-Wiener, uniformidade) da assembléia de insetos aquáticos coletados em cinco trechos do ribeirão São João, Palmas, TO?; ii) existe similaridade entre as assembléias amostradas?; iii) quais entre os fatores ambientais utilizados no Protocolo de Avaliação Rápida (CALLISTO *et al.*, 2002) determinam a estrutura da assembléia de insetos amostrada?

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

Este estudo foi realizado no ribeirão São João, bacia hidrográfica do rio Tocantins, localizado na região Norte do Brasil (Figura 1). Este ribeirão está localizado entre os paralelos 10° 19' 18" e 10° 27' 56" S e os meridianos 48° 05' 03" e 48° 05' 03" W, drenando uma área de 342,38 km² compreendendo parte dos municípios de Porto Nacional e Palmas no estado do Tocantins. Este nasce na Serra do Carmo numa altitude aproximada de 678 m desembocando no lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (rio Tocantins) numa altitude aproximada de 200 m. A vazão mínima no período da estiagem é de aproximadamente 0,5 m³/s e a vazão máxima pode alcançar 8,6 m³/s na estação chuvosa (FRAGOSO, 2004).

A sub-bacia do ribeirão São João é coberta por vegetação do tipo Cerrado, o qual constitui o segundo maior bioma brasileiro e que vem desaparecendo rapidamente devido à ocupação humana e a forte expansão agropecuária (SILVESTRE, 2000). Entretanto, na sub-bacia em estudo 53,8% da sua área é destinada à preservação (TUNDISI, 2006). A topografia é acidentada na região da nascente e plana na região mediana e foz, caracterizadas por minifúndios, com mão-de-obra na maioria familiar, onde se pratica a agricultura e a pecuária de subsistência (FRAGOSO, 2004).

Suas águas caracterizam-se por apresentar pH ácido a neutro (5,1 a 7,3), baixa turbidez (0,02 a 13,9 NTU), elevados teores de oxigênio dissolvido (5,5 a 8,7 mg/L) com temperaturas da água típicas de ambientes tropicais (18,7 a 32,2°C) (CUNHA,2006).

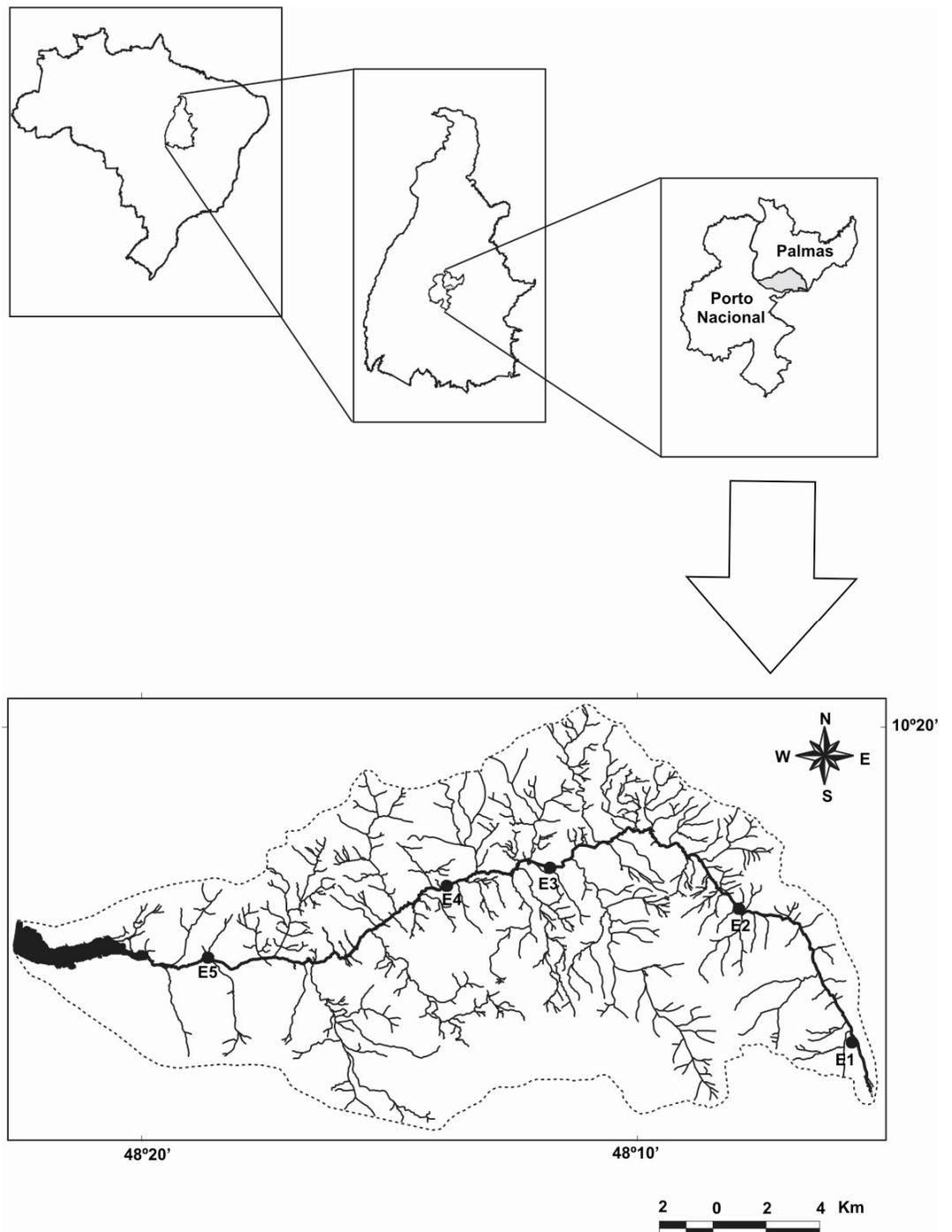


Figura 1 – Localização das estações amostrais na sub-bacia do ribeirão São João, Porto Nacional, Palmas, Tocantins, Brasil. Modificado de Frago (2004).

2.2. Protocolo amostral

2.2.1. Insetos aquáticos

As coletas foram realizadas em cinco estações localizadas ao longo da calha principal do ribeirão São João (Figura 1). Estas foram realizadas no mês de novembro (chuvas) em 2005 e em 2006, sendo a localização das mesmas escolhidas em virtude das facilidades de acesso. O esforço amostral foi de 30 amostras, isto é, nas cinco estações amostrais foram realizadas amostras em três pontos distintos, em dois anos consecutivos.

A fauna aquática foi coletada através do uso do coletor tipo “Surber” (30 x 30 cm; 250 mm de malha) seguindo o protocolo de Callisto (2005). Em seguida, as amostras foram colocadas em recipientes plásticos contendo álcool etílico a 70%. Cada recipiente foi devidamente identificado indicando o nome da estação, data da amostragem e repetição. Em laboratório, as amostras foram lavadas com água corrente sobre um conjunto de peneiras acopladas de malhas 1,00; 0,50 e 0,25 mm, sendo o material retido nas peneiras triado com o auxílio de uma lupa estereoscópica.

A identificação dos insetos aquáticos foi realizada até o nível de família utilizando as chaves de Pérez (1988), Merritt & Cummins (1996) e Costa *et al.* (2006).

2.2.2. Parâmetros ambientais

Após as coletas do material biológico foi realizada uma avaliação visual do ambiente e das condições ecológicas e da diversidade de habitats, por estação, utilizando-se para tanto o protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas (Tabela I) de Callisto *et al.* (2002), modificado de Hannaford *et al.* (1977) e da US - EPA (1997) (Anexo I).

2.3. Análises dos dados

2.3.1. Descritores ecológicos

Inicialmente foi calculada a densidade, utilizando a média do número de indivíduos capturados de cada ponto amostral por metro quadrado (WELCH, 1948):

$$n = (o / a \times s) 10.000$$

Onde:

n = indivíduos por metro quadrado;

o = número de organismos coletado na amostra;

a = área do Surber;

s = número de amostras coletadas em cada estação amostral;

10.000 = valor para converter a área do Surber de cm² para m².

A comparação dos dados da abundância entre os pontos amostrais foi realizada mediante as análises de k-dominância do programa Biodiversity Professional©. Esta análise ranqueia as porcentagens acumulativas das abundâncias em ordem decrescente de dominância (LAMBSHEAD *et al.*, 1983) fornecendo uma representação gráfica do número total de táxons presentes (riqueza) e da uniformidade da distribuição entre estes. A não interceptação das curvas resultantes indica diferenças na diversidade de espécies amostradas, sendo que a curva em posição superior representa uma menor diversidade (MAGURRAN, 2004).

A riqueza foi analisada por intermédio de uma análise de rarefação, a qual utiliza a interpolação dos dados das amostras coletadas de menor valor a fim de evitar a incompatibilidade entre amostras que apresentam quantidades diferentes de indivíduos amostrados reduzindo assim os dados amostrados para um nível comum de abundância (MAGURRAN, 2004). A fim de tornar os resultados da análise comparáveis o número de indivíduos por amostra foi padronizado considerando-se o menor valor.

A diversidade alfa e a uniformidade foram avaliadas para cada estação amostral através do índice de Shannon-Wiener (MAGURRAN, 2004). Este índice foi escolhido tendo em vista que os dados utilizados incluem espécies com baixa frequência (< 5 indivíduos), ou seja, raras, às quais este índice é sensível (CETRA, 2003):

$$H' = - \sum p_i \cdot \log_{10} p_i$$

Onde:

Tabela I – Variáveis ambientais e suas respectivas categorias medidas na calha principal do ribeirão São João, de acordo com o protocolo de avaliação rápida proposto por Callisto *et al.* (2002).

Variável	Categoria
Tipo de ocupação das margens	Vegetação natural Pastagem/Agricultura Residencial/Comercial/Industrial
Erosão e assoreamento	Ausente Moderada Acentuada
Alterações antrópicas	Ausente Alterações de origem doméstica Alterações de origem industrial/urbana
Cobertura vegetal no leito	Parcial Total Ausente
Odor na água	Nenhum Esgoto Óleo/industrial
Oleosidade da água	Ausente Moderada Abundante
Transparência da água	Transparente Turva/cor de chá forte Opaca ou colorida
Odor do sedimento	Nenhum Esgoto Óleo/industrial
Oleosidade do fundo	Ausente Moderado Abundante
Tipo de substrato	Pedras/cascalho Lama/areia Cimento/canalizado
Diversidade de habitats (DH)	DH > 50% 30% < DH ≤ 50% 10% ≤ DH ≤ 30% DH < 10%
Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas Rápidos com a largura igual à do rio Trechos rápidos podem estar ausentes Rápidos ou corredeiras inexistentes
Frequência de rápidos	Relativamente frequentes Não frequentes Ocasionais Rápidos rasos
Presença de cascalho	Seixos abundantes Seixos abundantes/cascalho comum Fundo com predomínio de cascalho Fundo pedregoso
Deposição de lama (DL)	0% ≤ DL ≤ 25% 25% < DL ≤ 50% 50% < DL ≤ 75% DL > 75%
Depósitos sedimentares	< 5% do fundo com deposição de lama Fundo modificado Deposição moderada de cascalho novo Grande depósitos de lama

Continuação Tabela I

Variável	Categoria
Alterações no canal do rio	Canalização ou dragagem ausente Presença de canalização Alguma modificação presente nas duas margens Margens modificadas
Fluxo d'água (LA)	Relativamente igual em toda a largura do rio LA > 75% do canal do rio 25% ≤ LA ≤ 75% do canal do rio LA escassa
Mata ripária nativa (MR)	> 90% espécies nativas 70% ≤ MR ≤ 90% com espécies nativas 50% ≤ MR < 70% com espécies nativas < 50% da mata ripária nativa
Estabilidade das margens	Estáveis Moderadamente estáveis Moderadamente instáveis Instáveis
Largura da mata ripária (LMR)	LRM > 18 m 12 m ≤ LMR ≤ 18 m 6 m ≤ LMR < 12 m LRM < 6 m
Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas e/ou musgos Macrófitas aquáticas, ou musgos ou algas filamentosas Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras Ausência de plantas aquática

H' = índice de diversidade de espécies de Shannon-Wiener;
pi = proporção de espécimes pertencentes em uma dada espécie;
 $\log_{10}pi$ = logaritmo na base 10 de pi.

O índice de uniformidade (J) é uma medida da distribuição do número de indivíduos por táxon de uma determinada assembléia, o qual foi calculado utilizando-se o índice de Pielou (MAGURRAN, 2004):

$$J' = H' / \log_{10}S$$

Onde:

J' = índice de uniformidade de Pielou;

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener;

$\log_{10}S$ = logaritmo na base 10 do número total de espécies.

Posteriormente, objetivando comparar os valores das médias da diversidade e uniformidade entre estações amostrais foi realizada uma análise de variância de Kruskal-Wallis, seguida de um teste post-hoc de comparação múltipla da média ranqueada, ambas do programa Statistica 7.1.

Para determinar o grau de similaridade entre a macrofauna dos cinco trechos amostrais foi calculado o Índice de Morisita-Horn (MORENO, 2001):

$$I_{M-H} = 2 \sum (a_{ni} \times b_{nj}) / (d_a + d_b) aN \times bN$$

Onde:

a_{ni} = número de indivíduos da i-ésima espécie no local A;

b_{nj} = número de indivíduos da j-ésima espécie no local B;

aN = número de indivíduos no local A;

bN = número de indivíduos no local B;

$d_a = a_{ni}^2 / aN^2$;

$d_b = b_{nj}^2 / bN^2$.

Os resultados dos cálculos do I_{M-H} variam de zero (dissimilaridade) a um (similaridade), sendo apresentado em forma de matriz de similaridade.

2.4. Relação insetos aquáticos-ambiente

A relação insetos aquáticos-ambiente foi analisada, utilizando-se uma análise de co-inércia (DOLÉDEC & CHESSEL, 1994). Esta é uma análise multivariada utilizada para determinar a co-estrutura entre a distribuição das espécies encontrada e as variáveis ambientais consideradas (HOSKULDSSON, 1988). Previamente, a matriz de dados dos insetos aquáticos foi transformada em ausência (0) e presença (1) a fim de evitar a influência dos indivíduos mais abundantes (McCUNE & GRACE, 2002). Posteriormente, esta foi submetida a uma Análise de Componente Principal (ACP), método da covariância, o qual é apropriado quando os dados foram medidos utilizando-se a mesma escala (abundância neste caso) (SILVA & PADOVANI, 2006). Por sua vez, as 22 variáveis ambientais coletadas foram categorizadas e submetidas a uma Análise de Correspondência Múltipla (ACM) (DOLÉDEC & CHESSEL, 1991). Em seguida, as matrizes de resultados geradas pela ACP e ACM foram submetidas à análise de co-inércia seguida de um teste de Monte Carlo (1.000 permutações) para determinar se a co-estrutura macroinvertebrados-variáveis ambientais encontrada é aleatória ou não (DOLÉDEC & CHESSEL, 1994).

Todas as análises multivariadas foram realizadas utilizando-se o programa ADE-4 (THIOULOUSE *et al.*, 2001).

3. RESULTADOS

Na calha principal do ribeirão São João foi coletado 419 insetos aquáticos distribuídos em nove ordens e 32 famílias (Tabela II). Na primeira coleta foram amostrados 188 exemplares e 231 na segunda havendo variação das famílias presentes em cada coleta. Do total de famílias presentes três apresentam expressiva abundância de indivíduos nas coletas (Leptoceridae, Chironomidae, Elmidae), por outro lado 20 somaram abundância menor que 1 %. A maior riqueza de famílias foi observada na ordem Odonata (8 famílias), seguida por Trichoptera (6), Coleoptera, Hemiptera e Diptera (4 cada) e

Ephemeroptera (3) as de menor riqueza foram Plecoptera, Megaloptera e Lepidoptera (1 família cada) (Tabela II).

Considerando-se individualmente os trechos amostrados tem-se:

E1 - 29 indivíduos coletados (6,92% do total) Leptoceridae (Trichoptera) foi representada por 10 indivíduos (34,48% da amostra), seguida por Euthyplociidae (Ephemeroptera) com 5 (17,24%) e Perlidae (Plecoptera), Helicopsychidae (Trichoptera), Gerridae e Notonectidae (ambas Hemiptera) com 2 indivíduos cada (6,90%);

E2 - 309 indivíduos amostrados (73,75% do total). Leptoceridae (Trichoptera) foi representada por 118 indivíduos (38,19% da amostra), seguida por Chironomidae (Diptera) (74; 23,95%) e Elmidae (Coleoptera) (35; 11,33%);

E3 - 36 indivíduos registrados (8,59% do total). Tipulidae (Diptera) foi representada por 11 indivíduos (30,56% da amostra), seguida por Naucoridae (Hemiptera) com 5 (13,89%) e Hydropsychidae (Trichoptera) 4 (11,11%);

E4 - 23 indivíduos amostrados (5,49% do total). Chironomidae (Diptera) foi representada por 5 indivíduos (21,74% da amostra), seguida por Elmidae (Coleoptera) com 4 (17,39%) e Tipulidae (Diptera) 4 (13,04%);

E5 - 22 exemplares coletados (5,25% do total) sendo a família Elmidae (Coleoptera) predominante com 9 indivíduos (40,91%), seguida pelos Dípteros Chironomidae com 5 indivíduos (22,73%) e Tipulidae com 2 indivíduos (9,09%).

3.1. Descritores ecológicos

A densidade dos insetos aquáticos, considerando o nível taxonômico de família, foi mais elevada na estação amostral E2 (572,22 ind. m⁻²), seguida pelas estações amostrais E3 (66,67 ind. m⁻²), E1 (53,7 ind. m⁻²), E4 (42,59 ind. m⁻²) e E5 (40,74 ind. m⁻²).

As análises de k-dominância e de rarefação indicam que as estações E2 e E5 apresentam dominância elevada - poucas famílias com elevado número de indivíduos - e baixa riqueza, enquanto que situação inversa é observada nas estações E1, E3 e E4 (Figura 2 e 3).

Apesar das estações apresentarem oscilações dos valores da diversidade de Shannon-Wiener e uniformidade estas não foram significativas ($p = 0,530$; $p = 0,410$, respectivamente) (Tabela III).

A análise de Morisita-Horn apresentou elevados valores de similaridade entre as estações E1 e E2 (0,80), e E4 e E5 (0,81) (Tabela IV).

3.2. Relação macroinvertebrados-ambiente

Dois eixos gerados pela análise de co-inércia foram retidos para interpretação (variância total explicada = 91,6%). As co-estruturas encontradas apresentam elevada correlação em ambos os eixos ($r = 0,99$ no eixo 1; $r = 0,98$ no eixo 2) e não são aleatórias ($p = 0,026$) (Tabela V). Três grupos são observados: o primeiro formado pelas famílias Coenagrionidae e Libellulidae (Odonata), Euthyplociidae (Ephemeroptera), Helicopsychidae (Trichoptera), Notonectidae (Hemiptera) e Perlidae (Plecoptera) associadas a um ambiente com água transparente, substrato pedregoso, e presença relativamente freqüente de rápidos, características estas encontradas nas estações E1 e E2; o segundo formado pelas famílias Naucoridae (Hemiptera), Lutrochidae e Leptophlebiidae associadas a rápidos, corredeiras e substrato diversificado (30%) com predominância de lama (entre 25 e 50%) (estações E3 e E4); e o terceiro constituído pelas famílias Gerridae, Hydroptillidae, Tortricidae e Syrphidae relacionadas a um ambiente com extensas seções de rápidos como o encontrado na estação E5 (Tabela VI, VII; Figura 4).

Tabela II – Abundância coletada por táxon nos períodos de chuva de 2005 e 2006 no ribeirão São João, bacia do rio Tocantins, TO, com suas respectivas médias e desvios padrões (DP). Em todos os casos n = 6.

ORDEM	Abundância	Média	DP
Família			
EPHEMEROPTERA			
Baetidae	2	0,40	0,89
Euthyplociidae	7	1,40	2,19
Leptophlebiidae	5	1,00	1,41
PLECOPTERA			
Perlidae	27	5,40	10,99
TRICHOPTERA			
Hydroptilidae	1	0,20	0,45
Hydrobiosidae	1	0,20	0,45
Hydropsychidae	5	1,00	1,73
Helicopsychidae	3	0,60	0,89
Leptoceridae	131	26,20	51,47
Xiphocentronidae	2	0,40	0,89
ODONATA			
Aeshnidae	1	0,20	0,45
Cordulegastridae	1	0,20	0,45
Calopterygidae	4	0,80	0,84
Coenagrionidae	2	0,40	0,55
Gomphidae	4	0,80	1,30
Libellulidae	14	2,80	5,72
Megapodagrionidae	1	0,20	0,45
Polythoridae	4	0,80	1,79
COLEOPTERA			
Carabidae	10	2,00	2,35
Elmidae	49	9,80	14,52
Lutrochidae	3	0,60	0,89
Staphylinidae	1	0,20	0,45
MEGALOPTERA			
Corydalidae	1	0,20	0,45
HEMIPTERA			
Gerridae	10	2,00	2,92
Naucoridae	9	1,80	1,92
Notonectidae	3	0,60	0,89
Vellidae	3	0,60	0,89
DIPTERA			
Chironomidae	87	17,40	31,69
Syrphidae	1	0,20	0,45
Tabanidae	4	0,80	1,30
Tipulidae	22	4,40	4,28
LEPIDOPTERA			
Tortricidae	1	0,20	0,45
Total	419	83,80	126,01

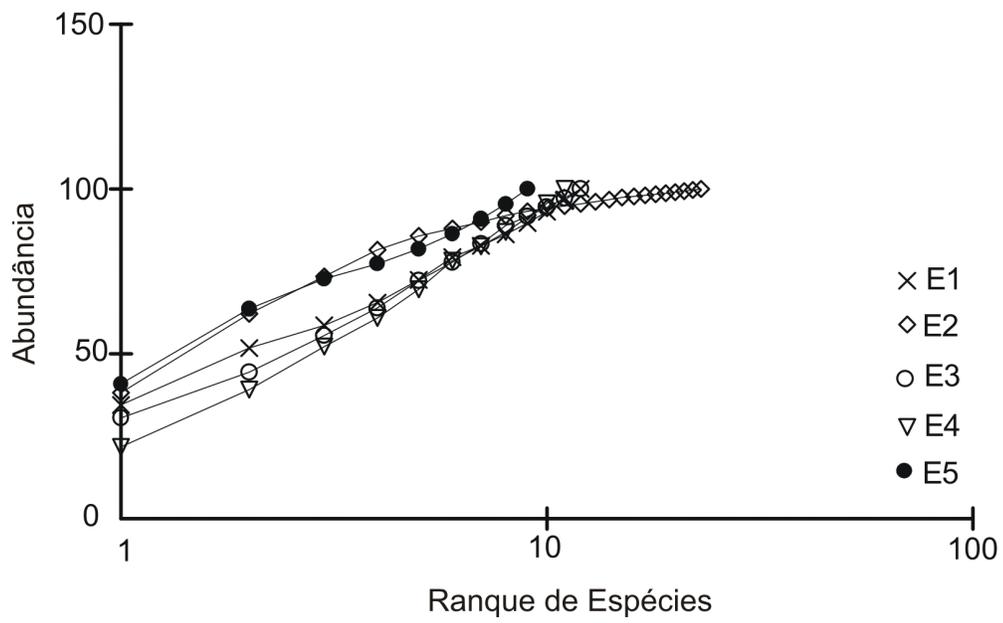


Figura 2 - Resultados da análise da abundância (k-dominância) por estação de coleta. O eixo x representa o ranque de espécies em escala logarítmica.

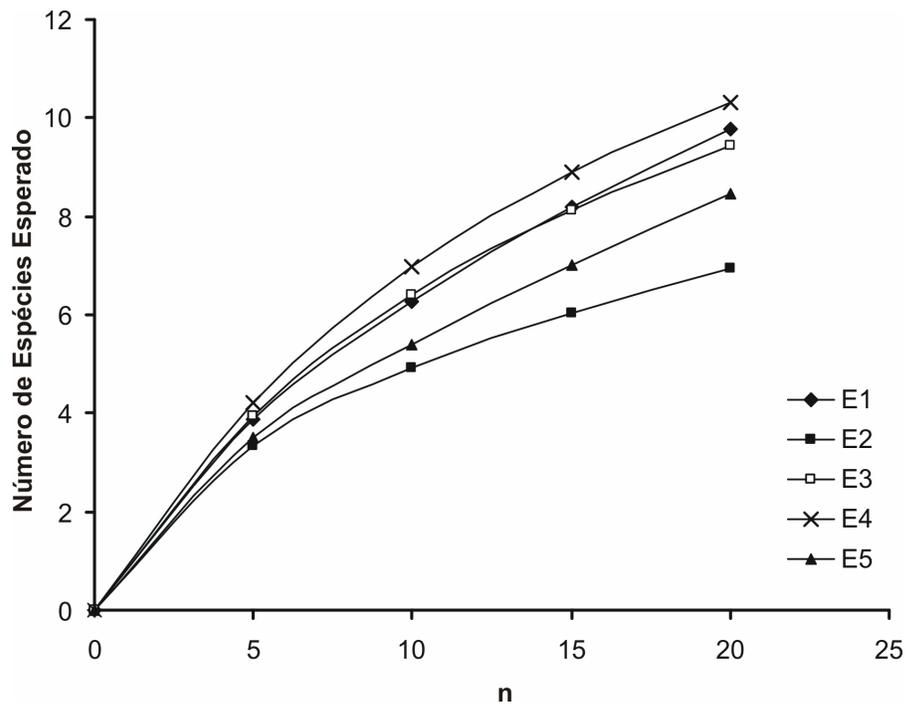


Figura 3 - Resultados da análise de rarefação por estação amostral no ribeirão São João.

Tabela III – Valores da média e do desvio padrão (DP) dos descritores ecológicos por estação de coleta. Em todos os casos n = 6.

Descritor		Estação					p
		E1	E2	E3	E4	E5	
Shannon-Wiener	Média	0,695	1,715	0,962	0,830	0,843	0,530
	DP	0,707	0,684	0,935	1,06	0,651	
Uniformidade	Média	0,96	0,636	0,609	0,466	0,649	0,410
	DP	0,056	0,148	0,473	0,512	0,437	

Tabela IV – Valores da similaridade entre estações de coleta resultantes da análise de Morisita-Horn. Valores significativos em negrito.

ESTAÇÃO	E1	E2	E3	E4	E5
E1	1	0,80	0,17	0,22	0,13
E2		1	0,24	0,57	0,45
E3			1	0,55	0,26
E4				1	0,81
E5					1

Tabela V - Resultados estatísticos da análise de Co-inércia.

Resultados estatísticos Co-inércia	Eixo 1	Eixo 2
Eigenvalue	81,57	13,48
% Variância	78,61	12,99
% Variância total explicada pelos dois eixos		91,6
Correlação família-habitat (r)	0,99	0,98
Teste Monte Carlo (1000 interações)		0,026

Tabela VI – Resultados das contribuições (%) por família em relação aos eixos 1 e 2 da análise de Co-inércia. Em negrito os valores mais significativos para cada eixo.

Famílias	Eixo	
	1	2
Aeshnidae	2,29	0,14
Baetidae	0,69	2,03
Calopterygidae	4,35	3,32
Carabidae	1,97	0,6
Chironomidae	0	0
Coenagrionidae	8,52	0,15
Cordulegastridae	1,88	2,11
Corydalidae	2,29	0,14
Elmidae	1,88	2,11
Euthyplociidae	8,52	0,15
Gerridae	4,87	8,28
Gomphidae	0,02	1,14
Helicopsychidae	8,52	0,15
Hydrobiosidae	2,29	0,14
Hydropsychidae	4,35	3,32
Hydroptilidae	0,5	10,74
Leptoceridae	0,5	10,74
Leptophlebiidae	4,87	8,28
Libellulidae	8,52	0,15
Lutrochidae	4,87	8,28
Megapodagrionidae	2,29	0,14
Naucoridae	0,5	10,74
Notonectidae	8,52	0,15
Perlidae	8,52	0,15
Polythoridae	2,29	0,14
Staphylinidae	0,69	2,03
Syrphidae	0,5	10,74
Tabanidae	0,02	1,14
Tipulidae	1,97	0,6
Tortricidae	0,5	10,74
Vellidae	0,02	1,14
Xiphocentronidae	2,29	0,14

Tabela VII – Resultados das contribuições (%) por categoria relacionada às variáveis do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats na análise de Co-inércia. Em negrito os valores mais significativos para cada eixo.

Categoria	Eixo	
	1	2
Margem: Vegetação natural	0,00	0,00
Erosão e assoreamento: Ausente	0,00	0,00
Alterações antrópicas	0,00	0,00
Cobertura vegetal no leito: Parcial	2,01	3,50
Cobertura vegetal no leito do rio: Total	3,02	5,25
Odor na água: Nenhum	0,00	0,00
Oleosidade na água: Ausente	0,00	0,00
Transparência da água: Água Transparente	8,95	0,37
Transparência da água: Turva/cor de chá forte	5,96	0,25
Odor do sedimento: Nenhum	0,00	0,00
Oleosidade do fundo: Ausente	0,00	0,00
Tipo de substrato: Pedras/cascalhos	8,95	0,37
Tipo de substrato: Lama/areia	5,96	0,25
Diversidade de habitats (DH): > 50%	3,06	7,83
Diversidade de habitats (DH): 30% < DH ≤ 50%	4,59	11,74
Extensão de rápidos: Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas	0,53	9,58
Extensão de rápidos: Rápido com largura igual à do rio	0,80	14,37
Frequência de rápidos: Relativamente frequentes	8,95	0,37
Frequência de rápidos: Não frequentes	5,96	0,25
Presença de cascalho: Seixos abundantes	8,95	0,37
Presença de cascalho: Fundo pedregoso	5,96	0,25
Deposição de lama (DL): 0% ≤ DL ≤ 25%	3,06	7,83
Deposição de lama (DL): 25 < DL ≤ 50%	4,59	11,74
Depósitos sedimentares: < 5% do fundo com deposição de lama	0,78	1,40
Depósitos sedimentares: Fundo modificado	3,13	5,63
Alterações no canal do rio: Canalização ou dragagem ausente	2,94	3,71
Alterações no canal do rio: Presença de canalização	4,41	5,57
Fluxo de d' água (LA): Relativamente igual em toda a largura do rio	0,00	0,00
Mata ripária nativa (MR): > 90% espécies nativas	0,00	0,00
Estabilidade das margens: Estáveis	0,00	0,00
Largura da mata ripária (LMR): LMR > 18 m	0,00	0,00
Presença de plantas aquáticas: Macrófitas aquáticas e/ou musgos	2,94	3,71
Presença de plantas aquáticas: Ausência de plantas aquáticas	4,41	5,57

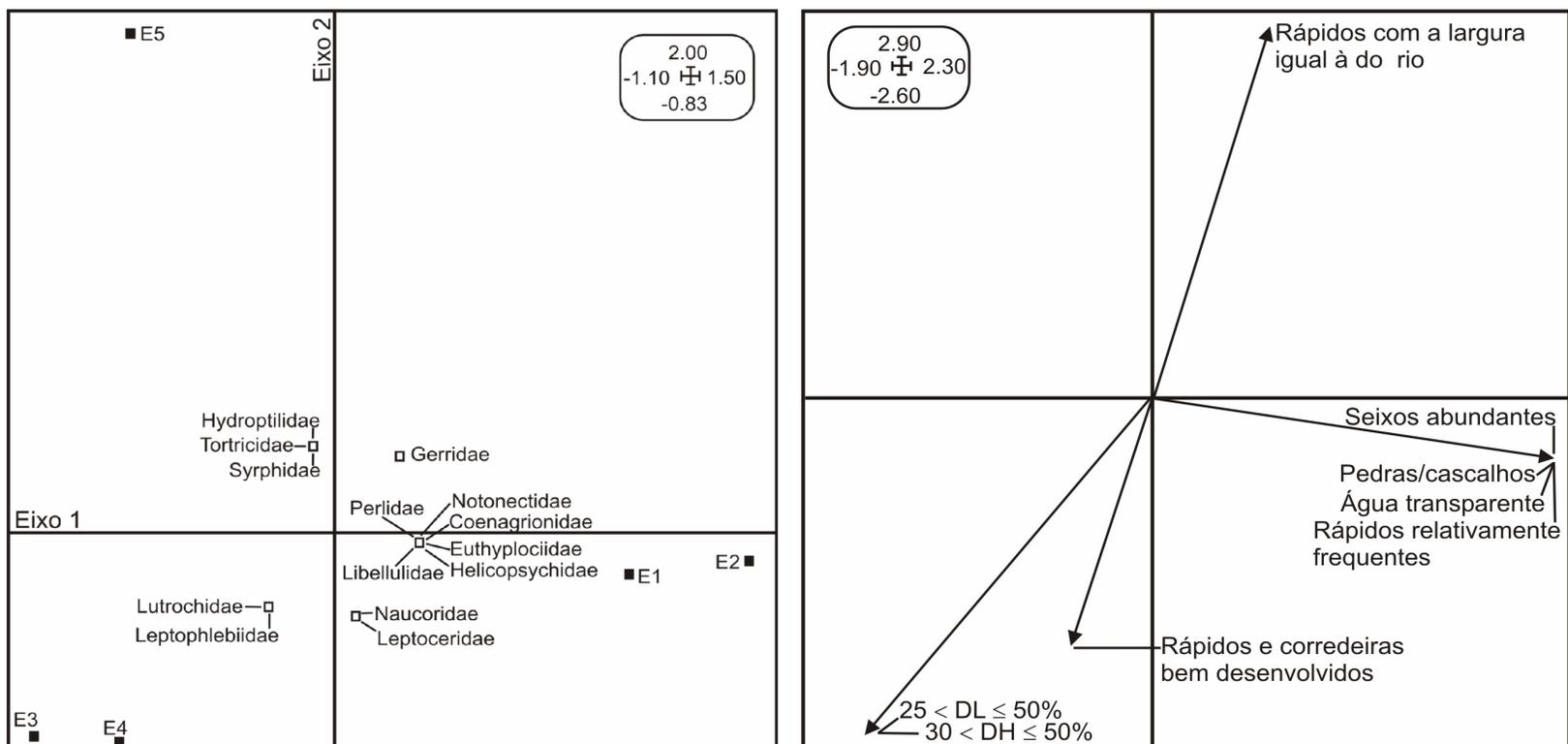


Figura 4 -: Ordenação resultante da análise de co-inércia das assembléias de macroinvertebrados e estações de coleta (A) pelas variáveis ambientais (B) no ribeirão São João, bacia do rio Tocantins. São apresentadas apenas as famílias e variáveis com contribuição significativa. Os valores nas caixas indicam as escalas.

4. DISCUSSÃO

Os organismos bentônicos fazem parte de um conjunto faunístico de grande importância ecológica em ambientes lóticos, devido à sua participação nas redes tróficas, diversidade apresentada e ocorrência em vários tipos de habitats. Estes organismos estão representados por alguns filos, incluindo: Arthropoda, Mollusca, Annelida, Nematoda e Platyhelminthes (RIBEIRO & UIEDA, 2005). Estes autores indicam que dentre estes, os artrópodes representados pela classe Insecta, destacam-se pela sua representatividade em termos de abundância e diversidade nos ecossistemas lóticos.

Neste estudo, o ribeirão São João apresentou 419 indivíduos distribuídos em 32 famílias agrupadas em nove das 13 principais ordens da classe Insecta, registradas nos ambientes de água corrente (FERREIRA *et al.*, 2005). Resultados similares ao deste trabalho foram encontrados em outros cursos de água drenando regiões centrais do Cerrado em Goiás e considerando apenas o período da chuva como é o caso de Dutra (2006), o qual identificou oito ordens e 14 famílias da bacia do rio Paraná em comum com este estudo, Silva (2005) 10 ordens e 29 famílias da região da Área de Proteção Ambiental das Nascentes do rio Vermelho, Oliveira *et al.* (1997) três ordens e 16 famílias do Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco; ou periféricas do Cerrado como a Serra do Cipó, Minas Gerais por Callisto *et al.* (2001), o qual encontrou em um período sazonal (chuva e seca) 10 ordens e 25 famílias. A predominância das ordens Diptera e Coleoptera observada no ribeirão São João também foi encontrada por Dutra (2006) (Diptera) e Silva (2005) (Diptera e Coleoptera) em outros cursos de água do Cerrado. Apesar de Baetidae e Leptophlebiidae serem famílias com numerosas espécies e abundantes na região Neotropical (BUSS & SALLES, 2007), estas foram fracamente representadas nas coletas deste estudo, onde houve predominância de representantes de Leptoceridae e Chironomidae, esta última abundante, diversa e amplamente distribuída na região Neotropical (PANNATTA *et al.*, 2006), Por outro lado, a coleta de representantes da família Tortricidae (Lepidoptera) parece ser acidental. Esta é largamente distribuída em regiões continentais terrestres e de importância econômica, visto que suas

larvas se desenvolvem em diferentes tipos de culturas vegetais (HORAK & BROWN, 1991).

No ribeirão São João, o maior valor numérico para a densidade foi encontrado na estação E2 (572,22 ind. m⁻²) e o menor na E5 (40,74 ind. m⁻²). Estas duas estações também apresentam baixa riqueza de famílias, porém com elevada abundância como é o caso das famílias Leptoceridae (E2), Chironomidae e Elmidae em ambas as estações (E2 e E5). Estes resultados parecem mais refletir as diferenças das condições ambientais que a influência da localização espacial (COSTA & MELO, 2007). Assim, algumas espécies atingem uma elevada abundância, ou seja, são dominantes, enquanto que as outras são representadas por relativamente poucos indivíduos refletindo a variedade e a abundância dos recursos disponíveis para cada população, bem como a influência dos competidores, predadores e doenças além de outros fatores ecológicos (RICKLEFS, 1993). Por sua vez, atributos como a riqueza e a diversidade são influenciadas pelas características do ambiente como, por exemplo, a velocidade da correnteza (CALLISTO & GOULART, 2005) decorrentes das chuvas (BISPO & OLIVEIRA, 1998; CALLISTO *et al.*, 2004).

Por outro lado, Statzner *et al.* (1988) indica que as condições hidráulicas estão entre os fatores que influenciam na estrutura das assembléias de macroinvertebrados. Esta influência está relacionada, entre outros, com as modificações que este fator opera na disponibilidade e adequabilidade do substrato via a velocidade da correnteza (BUSS *et al.*, 2004). Este é o caso neste estudo, onde a velocidade da correnteza e o tipo de substrato estruturam a assembléia de macroinvertebrados nas estações amostradas. Assim, as estações E1 e E2 apresentam água transparente, presença freqüente de rápidos e substrato da calha formado por seixos. Esta combinação de características do habitat propicia a criação de vários micro-habitats dando condições para a colonização por parte de espécies de insetos aquáticos (BENSTEAD, 1996; SILVEIRA, 2004), tais como os representantes de Coenagrionidae, Libellulidae (Odonata), Notonectidae (Hemiptera), Euthyplociidae (Ephemeroptera), Perlidae (Plecoptera) e Leptoceridae (Trichoptera) neste estudo, sendo que as três últimas famílias mostram preferência por locais cujo substrato é formado por cascalho (SILVA, 2005) com predominância de corredeiras (OLIVEIRA *et al.*, 1997; OLIVEIRA &

BISPO, 2007). Por outro lado, as características do habitat mencionadas favorecem a retenção de vários detritos (folhas, galhos, entre outros) que podem servir de alimento como observado para algumas das espécies de Helicopsychidae (Trichoptera) ou atrair espécies predadoras como as encontradas na família Perlidae (Plecoptera) em cursos de água neotropicais (TOMANOVA *et al.*, 2006). Ainda, a presença das famílias do grupo EPT nas estações E1 e E2, podem estar relacionadas com a qualidade do ambiente aquático, desde que este grupo é sensível aos distúrbios do hábitat (WALLACE & WEBSTER, 1996).

Os fatores abióticos também explicam, em parte, a semelhança entre as assembléias de macroinvertebrados das estações E4 e E5. Em ambas os rápidos estão presentes, porém, além disso, a estação E4 se caracteriza por apresentar um substrato diversificado (30%) com predominância de lama (entre 25 e 50%), onde as famílias Naucoridae (Hemiptera), Lutrochidae (Coleoptera), Leptophlebiidae (Ephemeroptera) e Leptoceridae (Trichoptera) são predominantes como é evidenciado pela análise de co-inércia. Resultados semelhantes também foram observados em outros estudos, por exemplo, de Naucoridae (Hemiptera) a zonas de correnteza (SILVEIRA *et al.*, 2006), de Lutrochidae a água corrente (COSTA & IDE, 2006) e corredeiras com folhço (VIEIRA, 2006), e de Leptophlebiidae e Lutrochidae a ambientes de correnteza com presença de substrato diversificado (folhço e seixos) (EGLER, 2002). BUSS *et al.* (2004) indica que o tipo de substrato é um fator determinante na distribuição dos macroinvertebrados bentônicos. Este parece ser o caso no ribeirão São João para algumas espécies de Leptophlebiidae, as quais estão associadas a trechos onde há predominância de lama, a qual por sua vez pode influenciar na disponibilidade de alimentos, como por exemplo, detritos, os quais são consumidos pelos representantes desta família (TOMANOVA *et al.*, 2006). Por outro lado, na estação E5 as famílias Gerridae (Hemiptera), Hydroptilidae (Trichoptera), Tortricidae (Lepidoptera) e Syrphidae (Diptera) estão relacionadas a um ambiente com extensas seções de rápidos. Entretanto, as espécies de Gerridae e Syrphidae estão presentes em ambientes lânticos (SPENCE, 1983; SOMMAGGIO, 1999). Isto sugere que a presença destas famílias num ambiente com extensas corredeiras é resultante da deriva dos mesmos por causa do aumento da correnteza resultante das

chuvas (CALLISTO & GOULART, 2005). Esta deriva relacionada com os estágios dos ciclos de vida observada por esses autores explicaria a elevada abundância dos Chironomidae nas estações E4 e E5, desse modo, o efeito de “drift” segundo GOULART, MELO & CALLISTO (2002), se mostra importante para a colonização de novas assembléias. Entretanto, outros fatores como os físico-químicos (p. ex., temperatura, pH, luminosidade) que influenciam na estrutura das assembléias de insetos (VINSON & HAWKINS, 1998), e que não foram medidos neste estudo, poderiam explicar os resultados encontrados sobre a interação inseto-ambiente aquático.

5. Conclusão

O presente estudo apesar da baixa quantidade de pontos amostrais, registra no ribeirão São João uma diversidade de insetos aquáticos (9 ordens e 32 famílias) compatível com esta encontrada em outros cursos de água drenando regiões de Cerrado.

Embora a estação E2 apresente os maiores valores para o número de famílias, densidade e número de indivíduos e a estação E5 situação inversa, ambas apresentaram dominância elevada de insetos, além de assembléias de insetos diferentes entre si, ou seja, entre cabeceira e foz na calha longitudinal do ribeirão São João.

Os fatores velocidade da água e substrato exercem influência na estrutura da assembléia de insetos aquáticos ao longo da calha do curso amostrado. O tipo de estudos desenvolvidos neste trabalho é necessário na região tendo em vistas as intensas modificações da paisagem na área da bacia em estudo em conseqüência da expansão agropecuária (SILVESTRE, 2000).

Estudos futuros nesta bacia deveriam incluir o fator “deriva” tendo em vista a importância do mesmo na composição e estrutura das assembléias de insetos aquáticos ao longo da calha principal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; DORVILLE, 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.

BENSTEAD, J. P., 1996. Macroinvertebrates and the processing of leaf litter in a tropical stream. **Biotropica**, 28(3): 367-375.

BINI, L. M., 2004. Análises Multivariadas e Limnologia: Exploração, Síntese e Inferência de um Mundo Aquático Complexo. P.73 – 107. In: BICUDO, C. E. M. e BICUDO, D. C.. **Amostragem em Limnologia**. Editora RiMa, São Carlos, SP.

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. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A.L. (Org.) *Ecologia de insetos aquáticos*. Rio de Janeiro: UFRJ-PPGE. **Séries Oecologia Brasilienses**, 5: 175-189.

BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G., 2004. The first records of *Kempnyia* (Plecoptera: Perlidae) from Central Brazil, with descriptions of new species. **Zootaxa**, v. 530, p. 1-7.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M.; SOUZA, K. G., 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal Biology**, 66(2B): 611-622.

BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G., 2007. Stoneflies (Plecoptera) from northern Goiás State, central Brazil: new record of *Kempnyia oliveirai* (Perlidae) and a

new species of *Tupiperla* (Gripopterygidae). *Aquatic Insects International Journal of Freshwater Entomology*, 29(3), p. 213-217.

BISPO, C. P.; OLIVEIRA, L. G., 2007. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountains streams of Central Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(2): 283-293.

BRAGA, F. M. S. de, 2004. Habitat, distribuição e aspectos adaptativos de peixes da microbacia do ribeirão Grande, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(1): 31 - 36.

BUSS, D.; SALLES, F., 2007. Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian river basin. *Environmental monitoring and assessment*, 130(1): 365-372.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L.; EGLER, M., 2004. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 518(1): 179-188.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R., 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2): 259-266.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M., 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 14(1): 91-98.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; MEDEIROS, A. O.; MORENO, P.; ROSA, C. A., 2004. Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. *Brazilian Journal Biology*, 64(4): 743-755.

CALLISTO, M., 2005. **Proposta de Protocolo de coleta de amostras de macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio São João, Tocantins.** Programa Petrobrás Ambiental – Projeto conservação e preservação de recursos naturais na sub-bacia do Ribeirão São João. Palmas, TO, 18p.

CALLISTO, M.; GOULART, M., 2005. Invertebrate drift along a longitudinal gradient in a Neotropical stream in Serra do Cipó National Park, Brazil. **Hydrobiologia**, 539(1): 47-56.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F. Jr. 2002. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje**. 31(182): 68-71.

CETRA, M., 2003. **Caracterização das assembléias de peixes da bacia do rio Corumbataí (SP).** (Tese de Doutorado) Escola de Engenharia de São Carlos, 90p.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E., 2006. Insetos imaturos. São Paulo: Holos. 249p.

COSTA, S. S.; MELO, A. S., 2007. **Diversidade beta em comunidades de macroinvertebrados em riachos: variação entre riachos e entre microhabitats.** In: XI Congresso Brasileiro de Limnologia, Macaé. CD com resumos.

CUNHA, F. V. M., 2006. **Macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade da água no ribeirão São João, Palmas-TO.** Monografia. Universidade Federal do Tocantins. 46p.

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. **Revista Brasileira de Biologia**, 58(2): 223-231.

DOLÉDEC, S.; CHESSEL, D., 1991. Recent developments in linear ordination methods for environmental sciences. **Advances in Ecology**, 1: 133-154.

DOLÉDEC, S.; CHESSEL, D.; 1994. Co-inertia analysis: an alternative method for studying species-environment relationships. **Freshwater Biology**, 31: 277-294.

DUDGEON, D., 1988. The influence of riparian vegetation on macroinvertebrates community structure in four Hong Kong stream. **Journal of Zoology**, 216: 609-627.

DUTRA, S. L., 2006. **Avaliação da biodiversidade bentônica no Vale do Paraná (GO), visando à identificação de áreas prioritárias para conservação.** (Dissertação) Universidade de Brasília, DF, 85p.

EGLER, M., 2002. **Utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da degradação de ecossistemas de rios em áreas agrícolas.** (Dissertação) Escola Nacional de Saúde Pública.

FRAGOSO, D. B., 2004. **Relatório técnico mensal. Projeto: Conservação e Preservação de Recursos Naturais na Sub-Bacia do ribeirão São João.** Fundação Universidade do Tocantins - Palmas –TO.

FERREIRA, P. S. F.; SALLES, F. F.; GOMES, L. D., 2005. **Taxonomia de insetos aquáticos.** Viçosa, 87p.

FERREIRA-PERUQUETTI, P.; FONSECA-GESSNER, A. A., 2003. A comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e Monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20: 219-224.

GOULART, M.; CALLISTO, M., 2005. Mayfly Diversity in the Brazilian Tropical Headwaters of Serra do Cipó. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48(6): 983-996.

GOULART, M.; MELO, A. L. & CALLISTO, M., 2002. Qual a relação entre variáveis ambientais e a diversidade de heterópteros aquáticos em nascentes de altitude. **BIOS**, 10(10): 63-76.

GOTELLI, N., 2005. **Rarefaction as a unifying concept. Conference: Scaling problems in biodiversity assessment**, Msg: 6687. (Disponível em http://www.edinburgh.ceh.ac.uk/biota/Archive_scaling/6687.htm). Acessado em julho 2007.

HORAK, M.; BROWN, R.L., 1991. **Taxonomy and phylogeny**. In: World Crop Pests 5, Tortricid Pests. Their biology, natural enemies and control. Eds. L.P.S. van der Geest and H.H. Evenhuis, p. 23-48.

HOSKULDSSON, A. 1988. Partial least square regression methods. **Journal of chemometrics**, 2: 211-228.

LAMBSHEAD, P. J. D.; PLATT, H. M. & SHAW, K. M., 1983. The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. **Journal Natural History**, 17: 859-874.

MAGURRAN, A. E., 2004. **Measuring biological diversity**. USA: Blackwell Science Ltd. 256p.

McCUNE, B.; GRACE, J. B., 2002. **Analysis of ecological communities**. Oregon: mjm. 300p.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W., 1996. (Eds). **An introduction to the aquatic insects of North America**, 3^a ed, Kendall/Hunt, Iowa.

MORENO, C. E., 2001. **Métodos para medir la biodiversidad Manuales y Tesis SEA**. Sociedad Entomológica Aragonesa. Madrid, Espana. 84p.

OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C.; SÁ, N. C., 1997. Ecologia de comunidades de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 14: 867-876.

OLIVEIRA, L. G.; FROELICH, C. G.; ALVARENGA, E. L., 1998. Entomofauna aquática da ordem Ephemeroptera (Insecta), em córregos da microbacia do Rio das Almas, Pirenópolis-GO. In: XXII Congresso Brasileiro de Zoologia, Recife-PE. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Zoologia**, 1: 15-15.

OLIVEIRA, L. G.; FROELICH, C. G., 1996. Natural history of three Hydropsychidae (Trichoptera, Insecta) in a cerrado stream from northeastern São Paulo state, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 13(3): 755-762.

PANATTA, Á.; STENERT, C.; FREITAS, S. M. F.; MALTCHIK, L., 2006. Diversity of chironomid larvae in palustrine wetlands of the coastal plain in the south of Brazil. **Limnology**, 7(1): 23-30.

PÉREZ, G. R., 1988. **Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos Del Departamento de Antioquia, Colômbia, Bogotá**. Editorial Presencia Ltda. 217p.

PIVA, C. B., 2004. **Estrutura da comunidade de insetos aquáticos de três córregos da Área de Preservação Ambiental (APA) nascentes do rio Vermelho, nordeste do estado de Goiás, Brasil**. (Dissertação) Universidade Federal de Goiás. 47p.

RESH, V. H.; ROSENBERG, D. M., 1984. **The ecology of aquatic insects**. 1^a ed., New York, Praeger Publisher. 625 p.

RODRIGUES, S. C., 2002. Mudanças ambientais na região de cerrado. Análise das causas e efeitos da ocupação e uso solo sobre o relevo. O caso da bacia hidrográfica do rio Araguari, MG. **Espaço e Tempo**, 12: 105-124.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S., 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrado bentônico de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(3): 613-618.

RICKLEFS, R. E., 1993. **A economia da natureza**. Guanabara Koogan. 3ª ed. Philadelphia. 469p.

RICKLEFS, R. E., 1987. Community diversity: relative roles of local and regional processes. **Science**, 235(4785): 167–171.

SALLES, F. F.; DA-SILVA, E. R.; HUBBARD, M. D.; SERRÃO, J. E.; 2004. As espécies de EPHEMEROPTERA (Insecta) registradas para o BRASIL. **Biota Neotropica**, 4(2): 1-34.

SALLES, F. F., 2006. **A ordem Ephemeroptera no Brasil: taxonomia e diversidade**. (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, 300p.

SILVA, L. C. F., 2005: **Efeito da adição de sedimento fino e da heterogeneidade do substrato em macroinvertebrados bentônicos**. (Dissertação) Universidade Federal de Goiás – GO.

SILVA, V. R.; PADOVANI, C. R., 2006. Utilização de componentes principais em experiência agrônômica. **Energia Agrícola**, 21(4) 98-113.

SILVEIRA, M. P., 2004. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. Embrapa Meio Ambiente. 68p.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; RIBACINKO, D. B.; FERRAZ, J. M., 2006. Avaliação biológica da qualidade da água em duas microbacias do rio Mogi Guaçu (SP) e sua relação com os impactos agrícolas. In: 19ª Reunião Anual do Instituto Biológico. **Anais da 19ª Reunião anual do Instituto Biológico**. V.68, p. 319/90.

SILVESTRE, R., 2000. **Estrutura de comunidades de formigas do Cerrado.** (Tese de Doutorado) Faculdade de filosofia, ciências e letras de Ribeirão Preto – USP. 201p.

SOMMAGGIO, D., 1999. Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 74: 343–356.

SPENCE, J. R., 1983. Pattern and Process in co-existence of water-striders (Heteroptera: Gerridae). **Journal of Animal Ecology**, 52(2): 497-511.

STATZNER, B.; GORE, J. A.; RESH, V. H., 1988. Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. **Journal of the North American Benthological Society**, 7(4):307-360.

TOMANOVA, S.; GOITIA, E.; HELESIC, J., 2006. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in Neotropical streams. **Hydrobiology**, 556(1): 251-269.

TUNDISI, J. E. M., 2006. **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do médio Tocantins-TO.** (Tese de Doutorado) Universidade Federal de São Carlos.

THIOULOUSE, J.; CHESSEL, D.; DOLÉDEC, S.; OLIVER, J. M., GOREAUD, F., PELESSIER, R., 2001. **Ecological data analysis: exploratory and Euclidan in Environmental Sciences.** Version 2001 ©CNRS 1995-2001.

VANNOTE, R.L.; SWEENEY, B. W., 1980. Geographic analysis of thermal equilibria: a conceptual model for evaluating the effect of natural and modified thermal regimes on aquatic insect communities. **The American Naturalist**, 115: 667–695.

VIEIRA, M. E. M., 2006. **A comunidade de macroinvertebrados em dois trechos do rio Morato (Guaraqueçaba, PR): Estrutura, composição e ocupação espacial.** (Dissertação) Universidade Federal do Paraná, 48p.

VINSON, M. R. & HAWKINS, C. P., 1998. Biodiversity of stream insects: Variation at local, basin, and regional scales. **Annual Review Entomology**, 43:271–93.

WARD, J. V., 1992. **Aquatic insect ecology: biology and habitat.** New York, 438p.

WAGNER, R.; DAPPER, T.; SCHMIDT, H., 2000. The influence of environmental variable on the abundance of aquatic insects: a comparison of ordination and artificial neural networks. **Hydrobiologia**, 422-423: 143-152.

WALLACE, J. B. & WEBSTER, J. R., 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. **Annual Rev. Entomology**, 41: 115:139.

WELCH, P. S., 1948. **Limnological methods.** 1st ed., Blakeston Co, Philadelphia, 381 p.

Anexo 1

Anexo 1 - Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas (Callisto *et al.*, 2002), modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987) de Hannaford *et al.* (1997). 5 pontos = situação natural; 3, 2, 0 pontos = situações leve ou severamente alteradas.

Descrição do Ambiente

Localização:

Data de Coleta: ___ / ___ / ___

Hora da Coleta: _____

Tempo (situação do dia):

Modo de coleta (coletor):

Tipo de Ambiente: Córrego () Rio ()

Largura do rio:

Profundidade:

Temperatura da água:

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/Cor de chá-forte	Opaca ou Colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderada	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

Anexo 1 (continuação).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO (pontos)			
	5,0	3,0	2,0	0
FÍSICOS				
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos freqüentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Freqüência de rápidos	Rápidos relativamente freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.

Anexo 1 (continuação).

18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perífiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perífiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).

Anexo 2

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)