

Monitoramento Biológico das Águas no Bioma Cerrado Utilizando Insetos Aquáticos: uma revisão



ISSN 1517-5111
ISSN online 2176-5081
Maio, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 256

Monitoramento Biológico das Águas no Bioma Cerrado Utilizando Insetos Aquáticos: uma revisão

Kathia Cristhina Sonoda

Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Fernando Antônio Macena da Silva*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Elijani do Nascimento*

Jussara Flores de Oliveira Arbués

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Paloma Guimarães Correa de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Foto(s) da capa: www.benthos.org

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Sousa*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2009): tiragem 100 exemplares

Edição online (2009)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

S698i Sonoda, Kathia C.

Monitoramento biológico das águas no bioma Cerrado utilizando insetos aquáticos: uma revisão / Kathia Cristhina Sonoda. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2009.

41 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081 ; 256).

1. Cerrado. 2. Monitoramento biológico – água. 3. Inseto aquático. I. Título. II. Série.

597.5 - CDD 21

© Embrapa 2009

Autora

Kathia Cristhina Sonoda

Bióloga, D.Sc.

Pesquisadora da Embrapa Cerrados

kathia.sonoda@cpac.embrapa.br

Apresentação

Os insetos aquáticos são amplamente encontrados em rios, córregos, lagos e pântanos do mundo todo; sua abrangência vai dos trópicos até as regiões mais geladas do globo. Esses animais, por sua elevada participação numérica e diversidade biológica, associada ao papel ímpar na ciclagem de nutrientes e à sensibilidade frente à degradação ambiental, são usados como indicadores de qualidade ambiental.

No Cerrado, os estudos que envolvem os insetos aquáticos são locais e ainda restam muitas áreas cuja fauna está para ser conhecida. Esta publicação foi organizada de forma a mapear os principais grupos de insetos aquáticos registrados no Cerrado e seus locais de abrangência, etapa inicial para direcionar os caminhos a serem seguidos em pesquisas futuras.

A Embrapa Cerrados acredita que a implantação da linha de pesquisa versando sobre os insetos aquáticos aumenta o leque de atuação da Unidade, por acrescentar uma forma de avaliar o meio ambiente, considerando a biota. A crescente geração de conhecimento sobre a entomofauna aquática do Cerrado propiciará avaliar as implicações das atividades agropecuárias sobre o ambiente natural, assim como a transferência de tecnologia aos produtores rurais e técnicos, permitindo que os mesmos façam avaliações rápidas da qualidade da água que corre em suas propriedades.

José Robson Bezerra Sereno
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução.....	9
Bioma Cerrado e as Águas.....	10
Vegetação Ribeirinha	13
Macroinvertebrados Aquáticos	15
Ordens de Insetos Aquáticos	19
Monitoramento Biológico.....	23
Conhecimento Atual e Uso dos Insetos Aquáticos para Avaliação Ambiental no Cerrado	26
Conclusão	34
Referências	35
Abstract.....	41

Monitoramento Biológico das Águas no Bioma Cerrado Utilizando Insetos Aquáticos: uma revisão

Kathia Cristhina Sonoda

Introdução

A implantação de pesquisas, na Embrapa Cerrados, sobre os insetos aquáticos aumentou o leque de atuação da Unidade, por acrescentar uma forma de avaliar o ambiente aquático, em função de um dos componentes biológicos que ali vivem. Entre as possibilidades de uso desses animais em avaliações ambientais, destaca-se a análise dos efeitos de diferentes usos do solo em decorrência dos tipos de atividades agropecuárias adotadas.

No presente documento, foram agrupadas informações disponibilizadas em publicações científicas, na forma de artigos científicos, teses e dissertações. Apesar do título, que menciona o monitoramento biológico do recurso hídrico, este ainda não ocorre na maior parte do Cerrado, pois, nesse bioma, os estudos concentram-se muito mais em avaliar o ambiente e analisá-lo de forma frequente e continuada – característica fundamental de um monitoramento.

Em vista disso, o objetivo deste trabalho é realizar um levantamento de estudos que avaliam os insetos de ecossistemas aquáticos de diversas partes do Bioma Cerrado próximos ao (e no) Distrito Federal, de forma a reunir informações sobre os grupos taxonômicos registrados no bioma.

No desenvolvimento do texto, enfocam-se o ambiente aquático, os insetos aquáticos e a avaliação biológica da água, com uma vertente sobre a situação dos estudos desenvolvidos no Cerrado.

Bioma Cerrado e as Águas

O Cerrado ocupa a região Central do Brasil e compreende em torno de 24 % do território nacional. Segundo o Ibama (2008), a área nuclear do Cerrado está distribuída nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, parte de Minas Gerais e Bahia; formando ecótonos com os biomas Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal.

Por causa da sua localização e aspectos geo-hidro-morfológicos, possui papel fundamental na distribuição de água pelo País, contribuindo de forma significativa na produção hídrica superficial de oito das doze grandes bacias hidrográficas da nação (LIMA; SILVA, 2007).

Entre essas oito bacias hidrográficas, três possuem estreita dependência das águas fornecidas pelo Cerrado e correm para diferentes porções do Brasil, ou seja, para Amazônia, Nordeste e Sul; essa dependência corresponde a 78 % do montante da bacia dos rios Araguaia/Tocantins; 70 % da Bacia do Rio São Francisco e 48 % da Bacia do Rio Paraná (LIMA; SILVA, 2008).

A abundância em volume de água encontrada no Cerrado confere grande responsabilidade sobre o uso do recurso aquático, tanto para os órgãos gestores como para a população, pois qualquer ação que comprometa a qualidade da água limitará seu uso e (ou) disponibilidade e, conseqüentemente, afetará a vida de pessoas e animais que vivem a jusante.

Os rios são cursos d'água que fazem parte dos ambientes aquáticos lóticos, assim denominados devido à sua característica principal, que é o fluxo unidirecional da água (DEL RIO; LASTRA, 1998). Saindo das nascentes, os córregos vão aumentando em tamanho e volume; ao

receberem águas de outros riachos e também da região que drenam (microbacia), formam os rios que, após percorrerem algumas dezenas a centenas de quilômetros, finalmente, desembocam nos oceanos e mares.

Ao longo do curso de um rio, diferentes habitats podem ser encontrados, como as zonas de corredeiras e zonas de remansos, cujas características do fundo e diferenças na velocidade da água influenciam sobremaneira a comunidade de macroinvertebrados aquáticos (BUFFAGNI et al., 2009).

Os sistemas aquáticos lóticos neotropicais apresentam características peculiares, como: diferenciação na cor da água, ocasionada, principalmente, pelos ácidos ali presentes; baixa participação de táxons picadores na comunidade aquática de macroinvertebrados; e intensa atividade microbiana, resultando em elevada taxa de decomposição da matéria orgânica (BOYERO et al., 2009).

Grande parte da área do Cerrado (61 %) é formada por vegetação natural (SANO et al., 2009); entretanto, o Bioma Cerrado sofre grandes pressões em termos de abertura de novas áreas para atividades agropecuárias. Uma dessas pressões é em relação ao cultivo da cana-de-açúcar, que, nos últimos anos, vem concorrendo com as atividades agrícolas tradicionalmente desenvolvidas no local (CARVALHO et al., 2009), o que constitui uma nova preocupação no manejo sustentável do bioma, pois seu modo de produção possui efeitos sobre o ambiente aquático e sua comunidade (CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2008).

As ações humanas, inevitavelmente, provocam distúrbios ao ambiente natural – inclusive o aquático –, e os impactos podem ser sentidos a vários quilômetros de distância da fonte poluidora, dependendo do volume e frequência de liberação dos poluentes. Apesar de os ecossistemas aquáticos possuírem a característica de autodepuração de suas águas – cuja capacidade necessita ser melhor avaliada nos rios brasileiros – isso não impede sua poluição (MARTINELLI et al., 2002).

Conseqüentemente, os prejuízos advindos da poluição aquática podem ser sentidos: (a) na saúde da população humana, pois diminui a qualidade da água – que deixa de ser potável, pela maior ocorrência de animais vetores de doenças e pela ocorrência de doenças de veiculação hídrica direta; (b) nos modos de subsistência, já que afeta a produção agrícola e interfere na cadeia produtiva industrial; e (c) no aspecto cênico, uma vez que águas com baixa qualidade frequentemente apresentam espumas na superfície, exalam cheiro ruim, têm coloração escura e, com isso, perdem a balneabilidade.

Os animais, aquáticos e terrestres, também sentem os efeitos da degradação da água e respondem a ela, seja na seleção de outros locais com melhores condições para viverem, ou na morte de indivíduos ou de uma população inteira. Esse último caso, mais drástico, possui ocorrência mais pronunciada em casos de poluição extrema, ocasionada por aporte de material exógeno com características danosas ao ambiente e à vida.

O Cerrado é citado na literatura científica como um dos biomas de maior riqueza taxonômica do planeta, sendo reconhecido como *hotspot* de diversidade (MITTERMEIER et al., 2005), onde grande parte dessa riqueza ainda está por ser conhecida (OLIVEIRA-FILHO; MEDEIROS, 2008), incluindo os invertebrados de água doce (BRASIL, 2006). Esse cenário ilustra a importância no cuidado da conservação e preservação das condições básicas da qualidade da água no Bioma Cerrado.

Ações políticas e institucionais foram implantadas visando à manutenção dos recursos naturais, procurando minimizar os efeitos advindos do aumento populacional (CLEVELAND et al., 1994). Pode-se citar como medida conservacionista a criação de Unidades de Conservação (Lei Federal nº 4771/65 e Lei Federal nº 9985/2000), que são locais fundamentais por proporcionarem a continuidade de áreas remanescentes naturais que, conseqüentemente, conferem suporte ao equilíbrio ecológico ambiental. Nesses locais, não somente a vegetação é protegida, mas também todos os componentes ambientais ali presentes – biológicos e abióticos; enquadrando-se, neste caso, as nascentes.

Vegetação Ribeirinha

O termo "*riparius*", do latim, significa "de ou pertencente à margem do rio" (NAIMAN; BILBY, 1998). No Cerrado, a mata ciliar é definida como a vegetação florestal que margeia os rios de médio e grande porte, enquanto, para aqueles de pequeno porte (riachos e córregos), a terminologia mais empregada é mata de galeria, por causa dos corredores formados sobre os cursos d'água (RIBEIRO et al., 1999; RIBEIRO et al., 2001).

Zonas ripárias são um mosaico diverso de topografia, comunidades e ambientes. Elas servem, por exemplo, para estabilizar a organização, diversidade e dinâmica das comunidades associadas aos ecossistemas aquáticos. Frequentemente é difícil delinear precisamente a extensão espacial da zona ripária porque sua heterogeneidade física é expressa em uma gama de estratégias de história de vida das plantas e padrões de sucessão. A mata ripária estende-se, lateralmente, do canal principal, incluindo a várzea ativa e os terraços. Ela faz parte das zonas úmidas, cuja proteção também é defendida pela Convenção de Ramsar (1994).

O desmatamento da vegetação nativa, frequentemente, atinge as matas ripárias que, no Cerrado, ocupam áreas com solo de boa qualidade (RIBEIRO et al., 2001). Para a conservação da integridade dos recursos aquáticos, diversos fatores são importantes, sendo que a preservação dessas matas interfere na manutenção da qualidade desses recursos, principalmente quando o uso múltiplo da água é considerado.

Por todos os benefícios fornecidos pela presença dessa vegetação, áreas de preservação permanente ao longo dos rios foram estabelecidas pela Lei Federal nº 7.511/86, referente ao Código Florestal (CASA CIVIL, 1986). Segundo essa lei, deve-se preservar uma faixa marginal ao longo dos corpos e cursos d'água, dependendo da largura do mesmo:

- Rios com menos de 10 m de largura, a área de preservação permanente tem largura de 30 m, no mínimo.

- Rios que medem entre 10 m e 50 m, a área de preservação deve ter, no mínimo, 50 m de largura.
- 100 m de largura de área de preservação, no mínimo, para rios que meçam entre 50 m e 100 m de largura.
- 150 m, no mínimo, para rios que meçam ente 100 m e 200 m de largura.
- Uma largura igual a distância entre as margens para os cursos d'água com largura superior a 200 m.

Essas áreas de preservação ao longo dos cursos d'água são de grande importância pelos vários benefícios que trazem (RODRIGUES, 1992; AGUIAR et al., 2002), representados pela estabilização, tamponamento e filtragem das ribanceiras, ou seja, participam do ciclo de nutrientes (PARRON et al., 2004); evitam o carreamento de sedimentos para o sistema aquático (HERLIHY et al., 2005); interceptam e absorvem a radiação solar, contribuindo para a estabilização térmica dos pequenos cursos d'água; proporcionam abrigo e (ou) alimento para peixes, aves e mamíferos; representam uma valiosa área de preservação e conservação de recursos naturais vegetais; e garantem a manutenção da saúde do curso d'água (MOMOLI et al., 2007; MUOTKA; SYRJÄNEN, 2007).

Em estudo realizado por Nunes e Pinto (2007), avaliou-se a contribuição da mata ripária do Bioma Cerrado para a ciclagem de nutrientes pela produção de biomassa. As autoras verificaram que essa vegetação produziu alta biomassa de serrapilheira (15,1 t/ha/ano), enquanto a produção anual de uma área de reflorestamento foi de 11,4 ton/ha/ano.

Além desses benefícios diretos dessa mata, existem outros, indiretos, representados pela valorização da paisagem, possibilidades da realização de inúmeros projetos de lazer e educação ambiental que necessitem de espaços preservados no entorno dos cursos de água (LEITÃO FILHO, 1994).

O desmatamento repetido de corredores ripários ao longo do século XIX eliminou a entrada de grandes pedaços de madeira nos canais dos rios, resultando em diminuição na complexidade estrutural dos habitats aquáticos ribeirinhos (LOEB; SPACIE, 1990).

Essa diminuição no aporte de matéria orgânica alóctone influencia diretamente a biota aquática, cuja análise comunitária permite definir o grau de integridade de saúde de um rio ou córrego (GILLETT; SCHAFFNER, 2009).

Macroinvertebrados Aquáticos

Há muitos invertebrados macroscópicos, usados para diagnosticar a saúde de rios (KARR, 1999; MENG et al., 2009), ocupando os mais diversos habitats. Os macroinvertebrados aquáticos ocupam o sedimento dos cursos d'água (nesse caso, são denominados bentônicos), associados às macrófitas aquáticas (denominados fitófilos), troncos submersos, plantas que acumulam água, como as bromélias, e outros ambientes.

Os macroinvertebrados bentônicos compreendem animais pertencentes aos Annelida, Mollusca e Insecta; muitas vezes são referidos simplesmente como "bentos". Uma vez que essa classificação é meramente didática, entende-se como macroinvertebrados bentônicos aqueles organismos que são retidos em peneiras de malha com orifícios entre 200 μm a 500 μm e que habitam o substrato do fundo dos habitats de água doce ou salgada, pelo menos, durante parte do ciclo de vida (FONTOURA, 1985).

O amplo uso dos macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade biológica da água baseia-se na facilidade de amostragem e identificação (contrariamente às algas, bactérias e protozoários), ao fato de terem baixa mobilidade (se comparados aos peixes) e apresentarem uma grande diversidade de hábito alimentar, representando vários níveis tróficos (FONTOURA, 1985). Em águas correntes, os organismos que melhor refletem a qualidade da água são aqueles cuja capacidade de

locomoção é limitada ou nula, tanto por viverem em contato direto com o substrato, como por se aderirem a objetos fixos – características peculiares dos macroinvertebrados bentônicos (ROSENBERG; RESH, 1993).

Entre esses macroinvertebrados, pode-se citar uma ampla gama de exemplares. A planária, por exemplo, é achatada e seu corpo parece uma flecha alongada, com 5 mm a 8 mm de comprimento. Vive na lama, na matéria orgânica em decomposição ou sobre plantas aquáticas, às margens de rios e reservatórios, e, quando se apresenta abundante no ambiente, indica poluição por enriquecimento orgânico.

Os anelídeos são comumente representados pelos tubificídeos (Oligochaeta) e sanguessugas (Hirudinea). Os Oligochaeta, de coloração esbranquiçada a avermelhada, medem em torno de 20 mm a 40 mm de comprimento (Fig. 1A). Ocorrem em lamaçais ou em locais com acúmulo de matéria orgânica. Também são tolerantes à poluição orgânica e tendem a formar grandes populações em ambientes fortemente poluídos por esgoto doméstico.

As sanguessugas (Hirudinea), parentes dos oligoquetas, são predadoras; possuem a pele dura e uma ventosa em uma extremidade, que usam para se locomover e se fixar na presa (Fig. 1B). Como se alimentam de oligoquetas e larvas de insetos, costumam ocorrer em abundância em locais poluídos, que favorecem a proliferação desses animais.

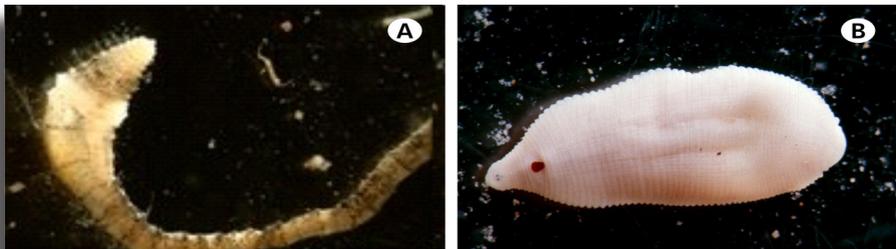


Fig. 1. Exemplar de Oligochaeta (A) e de uma sanguessuga (B).

Fonte das fotos: www.benthos.org

Os pitus são os camarões de água doce, são cinza-escuro e muito ágeis, difíceis de ser capturados; quando são encontrados em grande quantidade, podem indicar a ocorrência de poluição orgânica. Um parente deles é o caranguejo, muito encontrado em ambientes de boa qualidade ambiental, onde a degradação ainda está longe de ocorrer (Fig. 2).



Fig. 2. Caranguejos e pitu; a coloração avermelhada é decorrente de corante usado no processamento do material.
Foto: Kathia C. Sonoda.

Os moluscos são aqueles que possuem conchas. Os que apresentam somente uma concha simples ou esférica pertencem à família Sphaeridae e os que possuem duas são chamados Bivalvia. Para capturar alimento, filtram a água ou raspam superfícies duras, como as rochas, e tendem a acumular substâncias tóxicas por causa desses hábitos alimentares.

Os insetos constituem a maior parte da comunidade nos sistemas aquáticos (ROSENBERG; RESH, 1993; RIBEIRO; UIEDA, 2005), e quando passam toda sua vida embaixo da água, são considerados verdadeiros aquáticos. De forma geral, os insetos possuem duas formas de vida típicas. Na primeira, há uma forma adulta aérea que ovipõe, e esses ovos, então, desenvolvem-se em larvas. As larvas se fixam a um substrato, principalmente em ambientes lóticos, para evitarem

serem carregadas pela correnteza. O estágio larval pode durar de várias semanas a um ano, e, no final do estágio, uma segunda forma se desenvolve, a aquática.

O segundo tipo de forma de vida não possui a forma larval, mas de Náíade, que é semelhante ao adulto, porém não possui asas e possui brânquias para respiração (Fig. 3A). A larva cresce em tamanho por um ano ou mais, antes de se desenvolver em adulto; então rasteja para fora da água em direção à vegetação próxima ou pedras, onde ocorre a metamorfose para a forma reprodutiva (Fig. 3B).

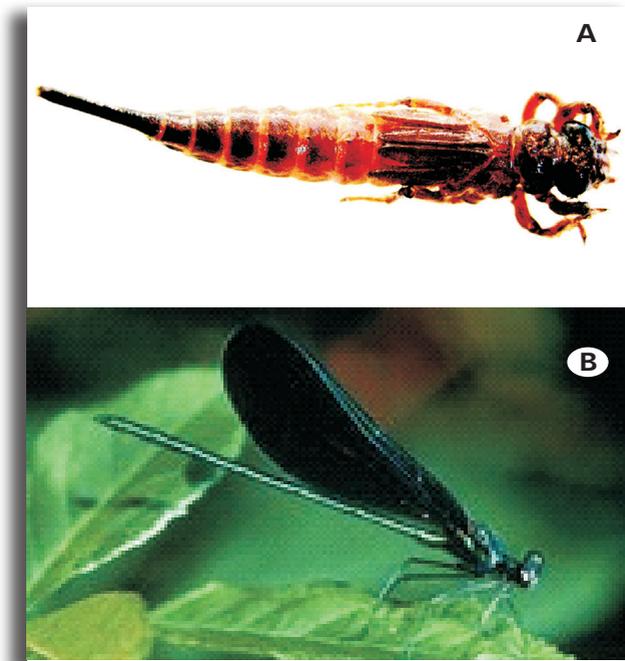


Fig. 3. Náíade (A) e adulto (B) de Odonata.

Fotos: (A) Kathia C. Sonoda; (B) Fonte da foto: www.benthos.org

Ordens de Insetos Aquáticos

Trichoptera (Fig. 4). As larvas de algumas famílias fabricam casinhas para viverem; elas podem usar pedacinhos de madeira, grãos de areia ou argila. Essas casas funcionam como abrigo e também como modo de captura de alimento; dessa forma, algumas espécies tecem uma rede na extremidade maior e, ao passar a água, o material orgânico dissolvido ficará aderido à rede, depois a larva come a rede e o material que foi retido ali. Depois de alimentada, constrói outra rede para recolher mais alimento.



Fig. 4. Hydropsychidae.

Foto: Kathia C. Sonoda

Coleoptera. As larvas possuem as mais variadas formas; algumas possuem corpo achatado e cilíndrico (Fig. 5), parecendo um disco; outras são mais arredondadas e finas. Em geral, são predadoras e caçam outros animais. Quando adultos, os indivíduos permanecem na água e, para respiração, pegam uma bolha de ar na superfície da água e a colocam sob seu corpo; ali possuem algumas estruturas especiais para manter essa bolha e poder utilizar o ar para respirarem, enquanto estiverem embaixo d'água. Muitos possuem um hábito de vida livre, não se fixam a um local determinado e escondem-se nas plantas ou sob pedras.

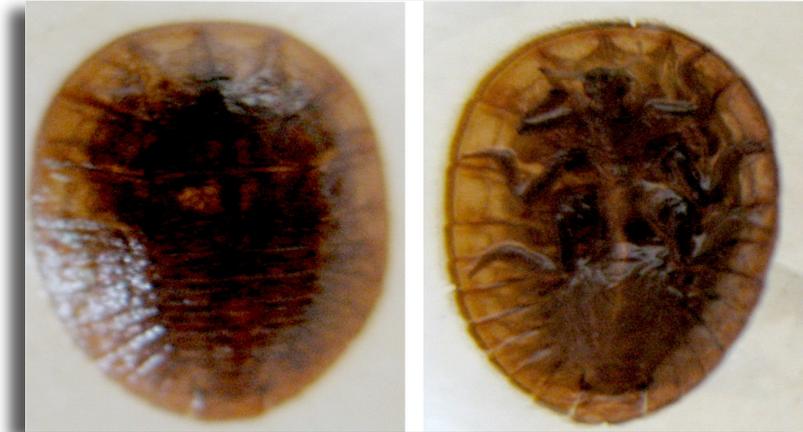


Fig. 5. Coleoptera em vistas dorsal (esquerda) e ventral (direita).

Fotos: Kathia C. Sonoda

Diptera. Alguns exemplos bastante conhecidos são as mutucas, pernilongos e borrachudos (Fig. 6). Esse grupo também possui ciclo de vida completo e a riqueza de espécies é acompanhada pela variedade de formas das larvas. Os mais diversos hábitos alimentares são encontrados nessa ordem. A família mais diversificada, em termos de espécies (Chironomidae), é desconhecida para o grande público, já que não faz mal ao homem e, principalmente, não possui hábito hematófago. Porém, ecologicamente, seus representantes possuem grande importância ao meio no qual vivem.



Fig. 6. Simuliidae.

Foto: Kathia C. Sonoda

Odonata. Todas as espécies de libélulas atuam como predadoras de outras espécies, tanto nas fases imatura (náide) como adulta. Algumas náides possuem na cabeça uma estrutura que parece uma concha (Fig. 7A), a mandíbula, utilizada para capturar as presas. Os Odonata são separados em dois grandes grupos: em um deles, as brânquias são internas e, por isso, o abdômen da náide é mais abaulado (Fig. 7A); no outro, as brânquias são externas ao corpo (Fig. 7B).

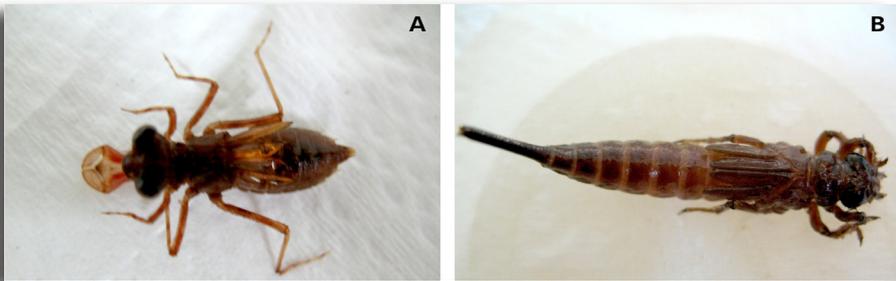


Fig. 7. Duas famílias de Odonata: Corduliidae (A) e Gomphidae (B).

Fotos: Kathia C. Sonoda

Ephemeroptera. Há dois tipos de imaturos: no primeiro, o abdômen termina em três filamentos (Fig. 8). No segundo tipo, apenas dois filamentos caudais são visíveis, porque o terceiro é muito reduzido. As brânquias laterais podem assumir diversos formatos, sendo encontradas no abdômen. Podem ser detritívoros ou fitófagos.



Fig. 8. Exemplar de Ephemeroptera.

Foto: Kathia C. Sonoda

Plecoptera. Muito parecidos com os efemerópteros, porém seus imaturos possuem apenas dois cercos caudais, sem brânquias abdominais laterais (Fig. 9).



Fig. 9. Espécime de Plecoptera; observar os dois cercos caudais na extremidade do abdômen.

Foto: Kathia C. Sonoda

Megaloptera. As larvas possuem o abdômen terminando em um filamento longo, único ou em um par de pseudópodos, cada um com um par de ganchos; além disso, há, no abdômen, filamentos laterais bastante desenvolvidos (Fig. 10). São vorazes predadores.

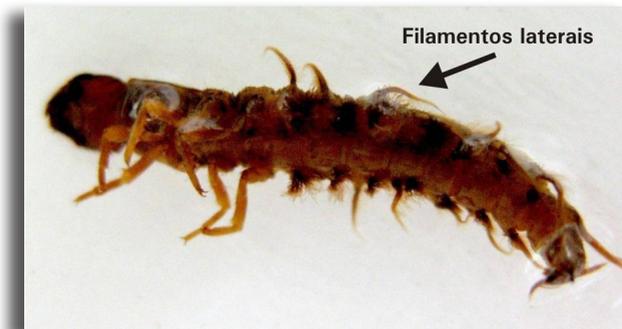


Fig. 10. Exemplar de Megaloptera; observar filamentos laterais.

Foto: Kathia C. Sonoda

Lepidoptera. São as borboletas e mariposas. O abdômen das larvas apresenta pares de pseudópodos que terminam em uma série de pequenos ganchos. Há apenas uma família (Pylalidae) de Lepidoptera com representantes de vida aquática.

Hemiptera. A boca possui estruturas compridas e finas que se projetam para frente; quando estão unidas, formam um tubo sugador. Possuem formas corporais bastante variadas (Fig. 11).



Fig. 11. Exemplos da variedade de forma em Hemiptera.

Fotos: Kathia C. Sonoda

Monitoramento Biológico

Os animais não são diferentes somente na forma do corpo, mas também possuem distintas respostas às variações no ambiente devido a diferentes graus de sensibilidade encontrados entre as espécies. O conhecimento dos animais, sua biologia e interação com outros constituintes do ambiente proporcionaram a sua adoção como indicadores das condições ambientais. Muitos grupos são sensíveis à degradação decorrente da ação humana e, em resposta, deixam de habitar locais muito impactados.

De acordo com Goulart e Callisto (2003), os organismos indicadores de poluição podem ser classificados como:

- Organismos sensíveis ou intolerantes – formado principalmente pelas ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), caracterizados por organismos com necessidade de altas concentrações de oxigênio dissolvido na água e são indicadores de alta qualidade da água (MARTEL et al., 2007; GALBRAITH et al., 2008).
- Organismos tolerantes – compreende grande variedade de insetos aquáticos, principalmente representantes de Heteroptera, Odonata, Coleoptera e algumas famílias de Diptera.
- Organismos resistentes – larvas de Chironomidae e outros Diptera ganham destaque nesse grupo. Vivem em condições anóxicas e, por seu hábito detritívoro, aumentam a capacidade adaptativa frente a diferentes habitats.

Com base nesses conhecimentos, o uso dos insetos aquáticos como indicadores ambientais vêm ganhando espaço. Mesmo quando as análises de variáveis físicas e químicas da água apontam pouca alteração na qualidade do meio, os animais podem indicar, com maior precisão, o grau do acometimento ambiental (TOMAN; STEINMAN, 1995). Essa característica ocorre pelo fato de que, ao viverem nesse ambiente, tendem a acumular substâncias nocivas, as quais podem gerar diversos níveis de manifestações, desde o aparecimento de más-formações até efeitos letais (KUHLMANN et al., 2000).

A avaliação e o monitoramento do ambiente através de organismos isolados ou em comunidade, mais comumente conhecidos como biomonitoramento, são muito valiosos e por isso, as agências controladoras da qualidade ambiental e (ou) da água procuram implementar a utilização desses na sua rotina de trabalho, a exemplo do estado de São Paulo (CETESB, 2008).

O monitoramento biológico pode envolver o uso de espécies, comunidades indicadoras, medidas bioquímicas, testes de toxicidade e outros. Os organismos utilizados podem ser macroinvertebrados, peixes, algas ou algum outro encontrado no ambiente que se deseja avaliar. Há vantagens e desvantagens no uso de cada um dos indicadores.

As vantagens da utilização dos macroinvertebrados aquáticos nesses estudos devem-se, entre outros: à ampla distribuição geográfica mundial; ocupação da maioria dos habitats aquáticos; diferenças comunitárias decorrentes de diferentes estresses; o fato de habitarem córregos de pequena ordem que, frequentemente, não comportam alguns peixes; por sua mobilidade limitada; por serem acumuladores de substâncias tóxicas, podendo ser detectadas em seus tecidos quando não o são na água; pela facilidade de coleta; ocuparem importante posição na cadeia alimentar aquática, por serem a principal fonte de alimento de certos peixes (ROSENBERG; RESH, 1993).

Apesar de haver muitas vantagens em se trabalhar com os macroinvertebrados, há, no entanto, algumas restrições, como a falta de resposta a todos os tipos de impactos; a impossibilidade de comparar amostras feitas em diferentes estações climáticas; a deriva que pode resultar na presença de grupos cuja ocorrência não é comum para determinado lugar e a dificuldade de identificação em nível específico de alguns grupos.

Essa combinação de características garante que os insetos aquáticos respondam às condições ambientais naturais ou antropogênicas que, física ou quimicamente, alteram o sedimento de fundo (exemplo: sedimentação, eutrofização ou modificações hidrológicas); integrem efeitos de um período anual e caracterizem efeitos sobre uma área espacial relativamente pequena em contraste aos peixes, que podem percorrer longas distâncias. Esses fatores tornam esses organismos uma boa ferramenta para analisar a qualidade da água específica do local e comparar os padrões espaciais e temporais da qualidade da água em vários locais. Também são particularmente importantes no monitoramento dos efeitos cumulativos de um local devido às condições em toda região a montante (HYNES, 1975).

A distribuição das espécies responde às influências naturais e antropogênicas (SONODA et al., 2009). Mudanças naturais nas condições químicas e físicas ocorrem ao longo do eixo longitudinal do rio, alternando variáveis ambientais (condições ripárias, regimes termais, padrões de descarga, penetração da luz, gradientes do canal, condições do sedimento, química da água) e levando a mudanças na

comunidade aquática. Além disso, cada trecho ao longo do rio contém uma variedade de habitats, como corredeiras, piscinas, bancos, canais abandonados que diferem quanto ao tipo e estabilidade do substrato, velocidade da corrente e profundidade. Cada local tem suas condições naturais peculiares que, quando associadas aos requerimentos ambientais das espécies, determinam a capacidade de um organismo viver em um habitat particular de um ponto específico do rio (MCKIE; CRANSTON, 2001; SANTOS JR et al., 2007).

Esses padrões de distribuição de espécies são afetados por fatores que alteram a região (exemplo, incêndios, tremores de terra, agricultura, erupções vulcânicas e urbanização); modificam as condições hidrológicas (mudanças na evapotranspiração e escoamento superficial, construção de represas, irrigação); alteram habitats (sedimentação, tempestades) ou adicionam compostos químicos que são tóxicos ou que elevam o teor de nutrientes.

Conhecimento Atual e Uso dos Insetos Aquáticos para Avaliação Ambiental no Cerrado

Existem numerosos estudos realizados no Cerrado, porém, em virtude do tamanho da área abrangida pelo bioma, ainda muito há que ser feito para se esgotar o assunto. Os grupos de pesquisadores que conduzem estudos no Cerrado se encontram em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, e suas pesquisas, na maioria dos casos, são realizadas em áreas próximas às sedes dos pesquisadores (SHUVARTZ et al., 2005). Esses grupos analisam os aspectos ecológicos da fauna em ambientes naturais (BISPO et al., 2004; MORETTI et al., 2008; PAZ et al., 2008) e também em locais antropizados (CALLISTO et al., 2005), registrando grandes diferenças nas comunidades amostradas nessas situações.

Os estudos indicam uma fauna com grande riqueza taxonômica. Dutra (2006) identificou 8 ordens e 14 famílias da Bacia do Rio Paranã. Silva et al. (2005) identificaram 10 ordens e 29 famílias da região da Área de Proteção Ambiental das Nascentes do Rio Vermelho. Oliveira et al. (1997) amostraram 3 ordens e 16 famílias do Parque

Ecológico Altamiro de Moura Pacheco. Enquanto Callisto et al. (2001) encontraram, em um período sazonal (chuva e seca), 10 ordens e 25 famílias na Serra do Cipó, Minas Gerais. Em estudo desenvolvido em córrego do Tocantins, Araújo Júnior (2008) amostrou 32 famílias pertencentes aos Insecta.

No Distrito Federal, a Universidade de Brasília (UnB) e a Universidade Católica de Brasília (UCB) contam com pesquisadores que estudam as características limnológicas do ecossistema, incluindo os insetos aquáticos. Nesse ínterim, Silva (2007) estudou os macroinvertebrados bentônicos de diversos corpos d'água da Bacia do Ribeirão Mestre d'Armas, observando uma elevada riqueza taxonômica nos cursos analisados.

Fernandes (2007) realizou estudo em três córregos do Distrito Federal, localizados nas proximidades de Brasília, e propôs o desenvolvimento de um índice de integridade biológica para a região. Entretanto, a própria autora reconheceu a dificuldade e limitações de tal proposta, sugerindo maior número de estudos que confirmem arcabouço científico que sustentem a elaboração de um índice de elevada complexidade, como são os índices bióticos.

Salcedo (2006) estudou os organismos bentônicos do Ribeirão Sobradinho, local sob forte influência antropogênica. Enquanto Angelini et al. (2008) estudaram a influência de diferentes intervenções humanas sobre a qualidade da água do Lago Paranoá, situado na região central de Brasília, mas sem referência aos organismos aquáticos.

Esses estudos concentraram-se em avaliar a comunidade aquática presente em ambientes lóticos e verificar as condições ambientais que determinaram sua estrutura. Estudos que descrevam o monitoramento propriamente dito ainda são pouco realizados, com destaque para o Projeto Manuelzão, desenvolvido por equipe da UFMG, que avalia as condições de afluentes do Rio São Francisco sob aspectos epidemiológicos, limnológicos, culturais e outros (LISBOA et al., 2008).

Na Tabela 1, é apresentada uma listagem das famílias amostradas em rios e córregos do Cerrado, a fim de ilustrar a diversidade da entomofauna aquática do bioma em termos gerais, principalmente no

Distrito Federal.

Tabela 1. Ordens/famílias de insetos aquáticos encontrados em estudos desenvolvidos em ambientes lóticos do Cerrado.

Táxons	Córrego São Pedro ⁽¹⁾	Ribeirão Mestre D'Armas ⁽²⁾	Rio Paranhã ⁽³⁾	Rio Paranhã ⁽⁴⁾	Rio São Bartolomeu ⁽⁵⁾	Bacia Rio das Velhas ⁽⁶⁾
Coleoptera						
Dytiscidae	X		X	X		X
Dryopidae			X			
Elmidae	X	X	X	X	X	X
Gyrinidae	X	X	X	X		X
Hydrophilidae	X	X	X	X		X
Nepidae			X			
Noteridae			X			
Psephenidae			X	X		X
Staphylinidae						X
Diptera						
Canacidae						X
Ceratopogonidae	X	X	X			X
Chaoboridae	X		X			
Chironomidae	X	X	X			X
Culicidae	X		X			X
Dixidae						X
Empididae	X	X	X			X

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Táxons	Córrego São Pedro ⁽¹⁾	Ribeirão Mestre D'Armas ⁽²⁾	Rio Paraná ⁽³⁾	Rio Paraná ⁽⁴⁾	Rio São Bartolomeu ⁽⁵⁾	Bacia Rio das Velhas ⁽⁶⁾
Ephydriidae			X			
Psychodidae	X		X			X
Simuliidae	X					X
Syrphidae	X					
Tabanidae	X	X				X
Tipulidae	X					X
Ephemeroptera						
Baetidae	X	X	X	X		X
Caenidae		X	X	X		X
Euthyplociidae			X	X		
Leptohyphidae		X	X	X		X
Leptophlebiidae		X	X	X		X
Oligoneuridae						X
Polymitarcyidae			X	X		
Hemiptera/Heteroptera						
Belostomatidae	X		X	X	X	X
Corixidae	X		X	X		X
Gerridae		X				X
Hydrometridae						X
Mesoveliidae						X
Naucoridae		X	X	X	X	X

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Táxons	Córrego São Pedro ⁽¹⁾	Ribeirão Mestre D'Armas ⁽²⁾	Rio Paraná ⁽³⁾	Rio Paraná ⁽⁴⁾	Rio São Bartolomeu ⁽⁵⁾	Bacia Rio das Velhas ⁽⁶⁾
Notonectidae			X			X
Pleidae	X					X
Veliidae			X			X
Lepidoptera						X
Pyralidae		X	X	X	X	
Megaloptera			X			
Corydalidae				X		X
Sialidae	X	X			X	
Odonata						
Aeshnidae	X				X	X
Calopterygidae		X	X			X
Coenagrionidae	X	X	X	X		X
Corduliidae			X			
Gomphidae	X	X	X	X		X
Libellulidae	X	X	X	X	X	X
Megapodagrionidae						X
Plecoptera						
Perlidae		X	X	X		X
Trichoptera						
Calamoceratidae		X	X	X		X

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Táxons	Córrego São Pedro ⁽¹⁾	Ribeirão Mestre D'Armas ⁽²⁾	Rio Paranã ⁽³⁾	Rio Paranã ⁽⁴⁾	Rio São Bartolomeu ⁽⁵⁾	Bacia Rio das Velhas ⁽⁶⁾
Ecnomidae			X			
Glossosomatidae				X		X
Helicopsychidae		X	X	X		X
Hydrobiosidae		X		X		X
Hydropsychidae	X	X	X	X		X
Hydroptilidae	X		X	X		X
Leptoceridae		X	X	X		X
Limnephilidae		X				
Odontoceridae		X	X	X		X
Philopotamidae			X	X		X
Polycentropodidae	X	X		X	X	X
Xiphocentronidae						X

¹ Stephan, 2007. Juiz de Fora, MG.

² Silva, 2007. Mestre D'Armas, DF.

³ Oliveira et al., 2005. Paranã, GO.

⁴ Dutra, 2006. Paranã, GO.

⁵ Fernandes, 2007. DF.

⁶ Paz et al., 2006. Rio das Velhas, MG.

Alguns exemplos de estudos conduzidos no Cerrado foram apresentados anteriormente, entretanto ressalta-se que ainda há muito a ser conhecido em termos de biologia e estrutura comunitária dos insetos aquáticos do bioma, como também suas respostas às mudanças ambientais.

Para ilustrar essa questão, cita-se um compêndio sobre o Parque Nacional da Chapada Diamantina (JUNCÁ; ROCHA, 2005) contendo os resultados de uma gama de estudos conduzidos nas mais diferentes disciplinas para avaliar a riqueza biológica dos táxons vegetais e animais. Entre os animais, foram estudados principalmente os vertebrados, e, em relação aos invertebrados, uma pequena parte foi abordada; sendo excluídos os de habitat aquático e grande parte dos terrestres. Isso aponta a existência de uma lacuna no conhecimento acerca da diversidade taxonômica dos grupos de invertebrados aquáticos, inclusive os insetos.

O Programa de Ações Prioritárias para os Grandes Biomas Brasileiros (BRASIL, 2006) compreendeu estudos multidisciplinares para identificar áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade no Cerrado e Pantanal. Novamente, foram considerados somente animais vertebrados; entretanto o adequado funcionamento do ecossistema necessita dos invertebrados, por atuarem como elo de cadeia alimentar (HRODEY et al., 2008).

Apesar dos esforços descritos previamente, muito há a ser estudado sobre a comunidade de insetos aquáticos que vivem nos córregos e rios do Cerrado brasileiro. A união desses resultados trará luz sobre o entendimento do funcionamento dos sistemas aquáticos neotropicais, que, segundo Wantzen et al. (2006), apresentam funcionamento bastante diverso daqueles encontrados em climas temperados e frios. Diminuindo, dessa forma, a possibilidade de se utilizar as informações geradas nos países daquelas regiões, como também o seu uso em comparações de resultados – o que indica a grande necessidade em gerarmos nosso próprio conhecimento.

Conclusão

Um olhar atento sobre a vastidão do bioma e a quantidade de grupos de pesquisas existentes que se dedicam à elucidação de questões referentes aos insetos aquáticos no Bioma Cerrado e suas interações com o ambiente no qual vivem permite perceber que um longo tempo será necessário para a exaustão do tema relacionado.

Essa possibilidade pode ocorrer, considerando-se que a exaustão do assunto seja plausível, pois, em um mundo em constante mudança, novos panoramas e configurações específicas e interespecíficas surgem a todo o momento, propiciando a execução de novos estudos.

Esse fato pode ser verificado pelo avanço acelerado da degradação ambiental decorrente das ações humanas nos últimos cinquenta anos e os efeitos gerados, principalmente no que tange às mudanças climáticas globais, em que novas configurações da qualidade das águas interiores e um rearranjo na distribuição da biota aquática são constantes nas publicações do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (BATES et al., 2008). Decorrente disso, ocorre a formulação de novos cenários de distribuição da biodiversidade visando avaliar o grau do impacto que as mudanças climáticas exercerão sobre o planeta.

Em vista disso, estudos que visem avaliar e monitorar o ambiente possivelmente necessitarão de um tempo extenso de execução para estabelecimento de padrões comportamentais das comunidades aquáticas. Os estudos aqui apresentados, embora sejam diagnósticos, permitem a caracterização pontual dos ambientes aquáticos e a percepção da distribuição espacial da entomofauna aquática no Bioma Cerrado, visualizando futuros locais para exploração da biota.

Esses estudos permitem, ainda, identificar os grupos que habitam os ambientes aquáticos e suas interações com o ser humano, conferindo arcabouço para um melhor entendimento do recurso hídrico e seus componentes, fornecendo bases para a sustentabilidade das ações humanas, com especial destaque àquelas vinculadas à exploração do

agronegócio.

Referências

AGUIAR, F. C.; FERREIRA, M. T.; PINTO, P. Relative influence of environmental variables on macroinvertebrate assemblages from an Iberian basin. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 21, n. 1, p. 43-53, 2002.

ANGELINI, R.; BINI, L. M.; STARLING, F. L. R. M. Efeitos de diferentes intervenções no processo de eutrofização do Lago Paranoá (Brasília – DF). **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 564-571, 2008.

ARAÚJO JÚNIOR, L. M. C. S. **Determinação da estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos na sub-bacia do ribeirão São João – TO**. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica de Goiás. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Produção Sustentável. Goiânia, GO.

BATES, B. C.; KUNDZEWICZ, Z. W.; WU, S.; PALUTIKOF, J. P. (Ed.) **Climate change and water**: technical paper of the intergovernmental panel on climate change. Geneva: IPCC Secretariat, 2008. 210 p.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BISPO, V. L. C.; SOUSA, K. G. Environmental factors influencing distribution and abundance of trichopterans in Central Brazilian mountain streams. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 39, n. 3, p. 233-237, 2004.

BOYERO, L.; RAMÍREZ, A.; DUDGEON, D.; PEARSON, R. G. Are tropical streams really different? **Journal of the North American Benthological Society**, v. 28, n.2, p. 397-403, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo dos Biomas Cerrado e Pantanal. **Programa Nacional de Conservação e uso sustentável do bioma cerrado**. Brasília, DF, 2006. 67 p.

BUFFAGNI, A.; ARMANINI, D. G.; ERBA, S. Does the lentic-lotic character of rivers affect invertebrate metrics used in the assessment of ecological quality? **Journal of Limnology**, v. 68, n. 1, p. 92-105, 2009.

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

CALLISTO, M.; GOULART, M.; BARBOSA, F. A. R.; ROCHA, O. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco River (northeastern Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 2, p. 229-240, 2005.

CARVALHO, F. M. V.; DE MARCO JUNIOR, P.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces:

habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil.

Biological Conservation, v. 142, p. 1392-1403, 2009.

CASA CIVIL. Lei Federal no 4.711/1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em: 02 fev. 2009. cesso em: 02 fev. 2009.

CASA CIVIL. Lei Federal no 7.511/1986. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7511.htm>. Acesso em: 08 jan. 2009.

CASA CIVIL. Lei Federal no 9.985/2000. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 08 jan. 2009.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>> Acesso em: 06 jan. 2009.

CLEVELAND, D. A.; SOLERI, D.; SMITH, S. E. Do folk crop varieties have a role in sustainable agriculture? **BioScience**, v. 44, n. 11, p. 740-751, 1994.

CONVENÇÃO DE RAMSAR. Convenção sobre zonas úmidas de importância internacional especialmente como habitat de aves aquáticas. Ramsar, Irã, 1994. Disponível em < http://www.ramsar.org/key_conv_e.htm>. Acesso em: 10 jan. 2009

CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Effects of land use on lotic chironomid communities of Southeast Brazil: emphasis on the impact of sugar cane cultivation. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, v. 13, p. 93-100, 2008.

DEL RÍO, M. G. T.; LASTRA, D. G. J. Restauración de rios y riberas. Madri: Ed. Fundación Conde Del Valle de Salazar & Ediciones Mundi-Prensa, 1998. 319 p.

DUTRA, S.L. **Avaliação da biodiversidade bentônica no Vale do Paranã (GO), visando a identificação de áreas prioritárias para conservação**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Brasília, DF.

FERNANDES, A.C.M. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade da água**: proposta para elaboração de um índice de integridade biológica. 2007. 226 f. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Brasília, DF.

FONTOURA, A. P. **Manual de vigilância da qualidade das águas superficiais**: avaliação biológica da qualidade da água. Portugal: Universidade do Porto, 1985. 38 p.

GALBRAITH, H. S.; VAUGHN, C. C.; MEIER, C. K. Environmental variables interact across spatial scales to structure trichopteran assemblages in Ouachita Mountain rivers. **Hydrobiologia**, v. 596, p. 401-411, 2008.

GILLET, D. J.; SCHAFFNER, L. C. Benthos of the York River. **Journal of Coastal Research**, v. 57, p. 80-98, 2009.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, 2003.

HERLIHY, A. T.; GERTH, W. J.; LI, J.; BANKS, J. L. Macroinvertebrate community response to natural and forest harvest gradients in western Oregon headwater streams. **Freshwater Biology**, v. 50, p. 905-919, 2005.

HRODEY, P. J.; KALB, B. J.; SUTTON, T. M. Macroinvertebrate community response to large-woody debris additions in small warmwater streams. **Hydrobiologia**, v. 605, p. 193-207, 2008.

HYNES, H. B. N. **The ecology of running waters**. Canadá: University of Toronto Press, 1975.

IBAMA. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. **Cerrado**. In: ECOSISTEMAS brasileiros Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/cerrado.htm>.> Acesso em: 31 out. 2008.

JUNCÁ, L.F.; ROCHA, W. (Org.). **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 411 p.

KARR, J. R. Defining and mesuring river health. **Freshwater Biology**, v. 41, p. 221-234, 1999.

KUHLMANN, M. L.; HAYASHIDA, C. Y.; ARAÚJO, R. P. A. Using Chironomus (Chironomidae: Diptera) mentum deformities in environmental assessment. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 12, p. 55-61, 2000.

LEITÃO FILHO, H. F. (Coord.) **Estudos de ecologia da mata ciliar dos rios Mogi-Guaçu e Peixe**. Mogi-Guaçu, SP: UHE, 1994.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP: [s.n.], 2007.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Recursos hídricos do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa - CPAC, v. 1, p. 90-106, 2008.

LISBOA, A. H.; GOULART, E. M. A.; DINIZ, L. F. M. (Org.) **Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio**. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, MG. 260p. 2008.

LOEB, S. L.; SPACIE, A. (Ed.) **Biological monitoring of aquatic systems**. Boca Raton, EUA: Ed. Lewis Publishers, 1990. 381p.

MARTEL, N.; RODRÍGUEZ, M. A.; BÉRUBÉ, P. Multi-scale analysis of responses of stream macrobenthos to forestry activities and environmental context. **Freshwater Biology**, v. 52, p. 85-97, 2007.

MARTINELLI, L. A.; SILVA, A. M.; CAMARGO, P. B.; MORETTI, L. R.; TOMAZELLI, A. C.; SILVA, D. M. L.; FISCHER, E.G.; SONODA, K. C.; SALOMÃO, M.S.M.B. Levantamento das cargas orgânicas lançadas nos rios do estado de São Paulo.

Biota Neotropica, v.2. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v2n2/pt/abstract?article+BN01502022002>> . Acesso em: 08 jan. 2009.

MCKIE, B.; CRASNTON, P. S. Colonisation of experimentally immersed wood in south eastern Australia: responses of feeding groups to changes in riparian vegetation.

Hydrobiologia, v. 452, p. 1-14, 2001.

MENG, W.; ZHANG, N.; ZHANG, Y.; ZHENG, BH. Integrated assessment of river health based on water quality, aquatic life and physical habitat. **Journal of Environmental Sciences – China**, v. 21, n. 8, p. 1017-1027, 2009.

MITTERMEIER, R. A.; DA FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**, v.1, n. 1, p.14-21, 2005.

MOMOLI, R. S.; COOPER, M.; CASTILHO, S. C. P. Sediment morphology and distribution in a restored riparian forest. **Sciencia Agricola**. v. 64, p. 486-494. 2007

MORETTI, M.; LOYOLA, R. D.; BECKER, B.; CALLISTO, M. Leaf abundance and toughness codetermine *Phylloicus* sp. (Trichoptera, Calamoceratidae) selection of plant species for case-building. **Hydrobiologia**, v. 630, n. 1, p. 199-206, 2009.

MUOTKA, T.; SYRJÄNEN, J. Changes in habitat structure, benthic invertebrate diversity, trout populations and ecosystem processes in restored forest streams: a boreal perspective. **Freshwater biology**, v. 52, p. 724–737, 2007.

NAIMAN, R. J.; BILBY, R. E. (Ed.). **River ecology and management: lessons from the pacific coastal ecoregion**. New York, EUA: Ed. Springer-Verlag, 2001.705 p.

NUNES, F.P.; PINTO, M.T.C. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 097-102, 2007. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn01507032007>> Acesso em: 25 nov. 2009.

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

OLIVEIRA-FILHO, E. C.; MEDEIROS, F. N. s. Ocupação humana e preservação do ambiente: um paradoxo para o desenvolvimento sustentável. In: PARRON, L .M.; AGUIAR, L. M. S.; DUBOC, E.; OLIVEIRA-FILHO, E. C.; CAMARGO, A. J. A.; AQUINO, F. g. (Ed.). **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados. 2008. 464p.

PARRON, L. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; PRADO, C. L. C. **Produção e composição química da serapilheira em um gradiente topográfico em mata de galeria no bioma Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa – CPAC. 2004. 23p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

PAZ, A.; MORENO, P.; ROCHA, L.; CALLISTO, M. Efetividade de áreas protegidas (APs) na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no rio das Velhas (MG). **Neotropical Biology and Conservation**, v. 3, p. 149-158, 2008.

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

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.; FONSECA, C. E. L. Ecosistemas de matas ciliares. In: SIMPÓSIO DE MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Belo Horizonte, MG. 1999. **Anais...** Lavras, MG: UFLA/FAEPE/CEMIG. 1999. p. 12-24.

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.) **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 899 p.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; CRESTANA, M. C. Revegetação do entorno da represa de abastecimento de água do município de Iracemápolis, SP. In: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS, 1992. Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: [s.n.], 1992.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (Ed). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York, EUA: Chapman & Hall, 1993. 488 p.

SALCEDO, A. K. M. **Variação temporal e espacial e importância ecológica de macroinvertebrados aquáticos num córrego periurbano do Distrito Federal**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Brasília, DF.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savannah region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**. DOI 10.1007/s10661-009-0988-4. Publicado online: 06 jun. 2009.

SANTOS JUNIOR, J. E.; STRIEDER, M. N.; FIORENTIN, G. L.; NEISS, U. G. Velocidade da água e a distribuição de larvas e pupas de *Chirostilbia pertinax* (Kollar) (Diptera, Simuliidae) e macroinvertebrados associados. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 1, p. 62-66, 2007.

SHUVARTZ, M.; OLIVEIRA, L. G.; DINIZ FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. Relações entre distribuição e abundância de larvas de Trichoptera (Insecta), em córregos de Cerrado no entorno do parque estadual da Serra de Caldas (Caldas Novas, GO). **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 1, p. 51-55, 2005.

SILVA, L. C. F.; VEIRA, L. C. G.; COSTA, D. A.; LIMA FILHO, G. F.; VITAL, M. V. C.; CARVALHO, R. A.; SILVEIRA, A. V. T.; OLIVEIRA, L. G. Qualitative and quantitative benthic macroinvertebrate samplers in Cerrado streams: a comparative approach. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 17, n. 2, p. 123-128, 2005.

SILVA, N. T. C. **Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na bacia do ribeirão Mestre d'Armas, DF**. 2007. 99 f. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília. Brasília, DF.

SONODA, K. C.; MATTHACI, C. D.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Contrasting land uses affect Chironomidae communities in two brazilian rivers**. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv Für Hydrobiologie*, v. 174; n. 2, p. 173-184, 2009.

STEPHAN, N. N. C. **Distribuição espacial e temporal dos insetos e Oligochaeta aquáticos da sub-bacia do córrego São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora. Programa de Pós Graduação em Comportamento e Biologia Animal. Juiz de Fora, MG.

TOMAN, M. J.; STEINMAN, F. **Biological assessment of organic pollution in streams**. Ljubljana: University of Ljubljana, 1995. 145 p.

WANTZEN, K.L.; RAMÍREZ, A.; WINEMILLER, K.O. New vistas in Neotropical stream ecology: preface. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 25, n.1, p. 61-65, 2006.

Biological Monitoring of Water from Cerrado Biome Using Aquatic Insects: a revision

Abstract

The biomonitoring process is characterized by the constant frequency of sampling of some environmental biological component. Among the biological components of an ecosystem, the aquatic insects are a useful tool used worldwide to determine the status of a water body. In Brazil, the aquatic insects are studied by several researchers and, besides those groups also study the Cerrado biome, the knowledge concerning the aquatic entomofauna of Cerrado and its use as biological indicators of water quality at the biome are in an initial level. The document presented here analyzes the status of biomonitoring at Cerrado, focusing on areas close to the Distrito Federal.

Index terms: aquatic entomofauna; Savannah; water quality.